

Заснований
у 1997 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації № 222,
серія 33,
20 червня 1997 р.

Адреса редакції :
Україна, 69600,
м. Запоріжжя, МСП-41,
вул. Жуковського, 66

Телефони для довідок:
(061) 289-12-26
(061) 224-42-47

Телефон/факс: (061)764-45-46

В і с н и к

Запорізького національного університету

- **Біологічні науки**

№ 1, 2008

Запоріжжя 2008

Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових статей. Біологічні науки. - Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2008.- 246 с.

Затверджено як наукове фахове видання (Бюлетень ВАК України, 1999, №6)

Затверджено Вченою Радою ЗНУ (протокол засідань № 10 від 26.06.2008 р.)

РЕДАКЦІЙНА РАДА

Головний редактор – Омелянчик Л.О., доктор фармацевтичних наук, професор

Відповідальний редактор – Корж О.П., кандидат біологічних наук, доцент

Редакційна колегія:

Лях В.О.	–	заступник головного редактора, доктор біологічних наук, професор,
Бессонова В.П.	–	доктор біологічних наук, професор,
Бовт В.Д.	–	доктор біологічних наук, професор,
Бражко О.А.	–	доктор біологічних наук, професор,
Долгова Л.Г.	–	доктор біологічних наук, професор,
Єщенко В.А.	–	доктор медичних наук, професор,
Колісник Н.В.	–	доктор біологічних наук, професор,
Маліков М.В.	–	доктор біологічних наук, професор,
Мицик Л.П.	–	доктор біологічних наук, професор,
Фролов О.К.	–	доктор медичних наук, професор.

ЗМІСТ

АКУЛЕНКО Н.М. ЭВОЛЮЦИЯ КРОВЕТВОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЗВОНОЧНЫХ. ПРИЛОЖИМЫ ЛИ К НЕЙ КЛАССИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭВОЛЮЦИОННОЙ БИОЛОГИИ?	5
АЛЕКСАШКІН І. В., ГОРБУНОВ Р.В., ХИЖНЯК Ю. С. ФАКТОРИ І ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОВЕДІНКИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ.....	11
АНДРЕЕВА Н.А., ВЕДЯСОВА О.А., КУЗНЕЦОВА Т.Г. ВРЕМЯ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДОШКОЛЬНИКОВ ПРИ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ.....	19
АНТОНЕЦ Н.В. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФАУНУ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ДНЕПРОВСКО-ОРЕЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	24
АНТОНОВСКИЙ А.Г., ДЕМЧЕНКО В.А., ДЕМЧЕНКО Н.А., СУРЯДНАЯ Н.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОСОБЕЙ, ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ РЫБ В СИСТЕМЕ БИОИНДИКАЦИИ КАЧЕСТВА ВОДЫ И СОСТОЯНИЯ ГИДРОЭКОСИСТЕМ.....	30
БОВТ В.Д., ГРИШУКОВА Т.Ю. СТРУКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЙ САРАНОВИХ МІСТА ЗАПОРІЖЖА ТА ПРИМІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE)	35
БОГДАНОВСКАЯ Н.В., СВЯТОДУХ А.Н., МАЛИКОВ Н.В. ОЦЕНКА РОЛИ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ДЕВУШЕК-ВОЛЕЙБОЛИСТОК НА ЭТАПЕ ИНТЕНСИВНОЙ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	40
БОНДАРЧУК Ю.М., СЕРЕБРЯКОВ В.В. БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА ВЕСНЯНОЇ МІГРАЦІЇ ЧАПЛИ СІРОЇ (ARDEA CINEREA LINNAEUS 1758) НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	43
ГРИГОРОВА Н.В., ЗАДОРОВНИЙ В.Ю., МИРГОРОДСЬКА К.П., ЄЩЕНКО Ю.В., БОВТ В.Д., ЄЩЕНКО В.А. ВМІСТ ЦИНКУ В КЛІТИНАХ ПРИ ВВЕДЕННІ ЕТАНОЛУ ЩУРАМ РІЗНОГО ВІКУ	47
ДЕБЕЛИЙ Я. Ю., СЕРЕБРЯКОВ В.В., ОХРЕЙ А.Г. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГНІЗДУВАННЯ ДЕЯКИХ ВИДІВ ПТАХІВ – ДУПЛОГНІЗДНИКІВ НОВОСАНЖАРСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	50
ДЕНИС Л.С. МОНИТОРИНГ ПТИЧЬЕГО СООБЩЕСТВА НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДКАХ В ОКСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ.....	55
ЕЛАЕВ Э.Н., ТУРУНХАЕВ А.В. ВОДНО-БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПЕРЕШЕЙКА ПОЛУОСТРОВА СВЯТОЙ НОС (ОЗ. БАЙКАЛ): АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОТЫ	62
ЕЛАЕВ Э.Н., ТУРУНХАЕВ А.В., КОБЫЛКИН Д.В. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ПТИЦ И МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.....	68
ЄМЕЛЬЯНОВ І. Г., ПОЛУДА А. М., ЗАГОРОДНЮК І. В. ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЕКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ДЕЯКИХ ТЕРИТОРІЙ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ТА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ.....	72
ЖАЛНІНА К. В. ВПЛИВ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ НА БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТІВ РІЗНИХ ТИПІВ	84
ЖИДЕНКО А.О., МЕХЕД О.Б., БІБЧУК К.В. ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ В ТКАНИНАХ КОРОПА ВІД ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ РІЗНОЇ ХІМІЧНОЇ СТРУКТУРИ.....	88
КАМІНСЬКА Н.В. В'ЮРКОВІ FRINGILLIDAE НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»	93
КАСЯНЧУК О.В. ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА GERANIUM ROBERTIANUM ТА GERANIUM SANGUINEUM НА ТЕРИТОРІЇ КАНІВСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА	99
КИРПИЧЁВА И.В., СОКОЛОВ И.Д. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОЕНИЯ ЛИСТЬЕВ У МУТАНТА СРЗ АРАБИДОПСИСА ТАЛЯ (ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH.)	106
КОВАЛЕНКО Д.С., ЛУГАНСЬКА О.В., ОМЕЛЬЯНЧИК Л.О., ДАНИЛЕВСЬКА Л.А., ПАНАСЕНКО Т.В., ЗАВГОРОДНІЙ М.П., БРАЖКО О.А. ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСОУТВОРЕННЯ 3-(5-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛО[4,3-А]ХІНОЛІН)- ПРОПАНОВОЇ КИСЛОТИ.....	111

КОРЖ О.П. ВИКОРИСТАННЯ МОРФОМЕТРИЧНИХ ІНДЕКСІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ МИСЛИВСЬКОГО ФАЗАНА	117
КУЗНЕЦОВА Т.Г., ГОЛУБЕВА И.Ю., РАДЧЕНКО М.В., ЧЕРНОВ А.Н. ПОВЕДЕНИЕ И СЕРДЕЧНЫЙ РИТМ ШИМПАНЗЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	123
ЛАПШИН Н.В., ТОПЧИЕВА Л.В., МАЛЫШЕВА И.Е., ТОКАРЕВА Н.П., РЕНДАКОВ Н.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ДАЛЬНИХ ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МИГРАНТОВ НА ПРИМЕРЕ ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ	128
ЛЕБЕДСЬВА Н.І. МОРФОКРАНІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОНДАТРИ (ONDATRA ZIBETHICUS L., 1766) ЗАПОРІЗЬКОГО РЕПОНУ	136
МАСЛОВА О.В., ШЕВЧУК Є.А. МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ	141
МЕЛЬНИКОВ Ю.И. КОЛОНИАЛЬНОСТЬ У ПТИЦ: ПРОБЛЕМЫ, ПОДХОДЫ, ПРАКТИКА	152
МИЗИН Ю.А. К ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ ИМПЕРАТОРСКИХ ПИНГВИНОВ (APTENODYTES FORSTERY GREY) АРХИПЕЛАГА ХАСУЭЛЛ, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА	162
МИКИТИНЕЦЬ Г.І., СУРЯДНА Н.М. АНОМАЛІЇ ТА МОРФОЛОГІЧНА СПЕЦИФІКА ОЗЕРНИХ ЖАБ (PELOPHYLAX RIDIBUNDUS) У МЕЖАХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ	170
МИТЯЙ И.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПТИЧЬИХ ЯИЦ	176
ОРЛОВА А.О. РЕСПИРАТОРНЫЕ РЕАКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ БОЛЬШОГО ЯДРА СРЕДИННОГО ШВА КРЫС	185
ОТУРИНА И.П., МАЛЫГИНА В.Ю., ЛИТВИНОВА М.П. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС И БИОПРОДУКТИВНОСТЬ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ	189
ПЕТРИЧЕНКО В.В., ШКОПИНСЬКИЙ Є.О., ДЬОМІН О.М. ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЇ ОНДАТРИ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ	195
ПРАЗУКИН А.В., ЕВСТИГНЕЕВА И.К., БОБКОВА А.Н., ТАНКОВСКАЯ И.Н., ШАДРИН Н.В. БИОКОСНЫЕ ФИТОСИСТЕМЫ МОРСКОГО ГИПЕРСОЛЕНОГО ОЗЕРА МЫСА ХЕРСОНЕС (КРЫМ): СТРУКТУРА, СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА	200
ПРИЛУЦКИЙ А.С., МАЙЛЯН Э.А., МАМСУРОВА М.Н. ЧАСТОТА ОБНАРУЖЕНИЯ АНТИНУКЛЕАРНЫХ АНТИТЕЛ У БОЛЬНЫХ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СУБФЕБРИЛИТЕТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ И АКТИВНОСТИ ВИРУСА ЭПШТЕЙНА-БАРР	208
РОЖЕНКО М. В. БІОТОПНИЙ РОЗПОДІЛ ТА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ЛИСИЦІ (VULPES VULPES L.) В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І	212
СУРМИЛО М. М., ОМЕЛЬЯНЧИК В. М. АНТИГОМОТОКСИЧНА ТЕРАПІЯ В БІОЛОГІЧНІЙ МЕДИЦИНІ ТА РЕАБІЛІТОЛОГІЇ	221
УРЮПОВА Е. Ф., МИРОНОВ С. С., ШАДРИН Н. В. УНИКАЛЬНОСТЬ ВОДНОЙ ФАУНЫ ОПУКСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)	229
ЯНЕНКО В.О., СЕРЕБРЯКОВ В.В., ЛОПАРЕВ С.О. ОСОБЛИВОСТІ ГНІЗДОВОЇ БІОЛОГІЇ І МІГРАЦІЙ ПЕРЕПЕЛА НА УКРАЇНІ	235
VASILYUK O.M., KULIK A. F. THE TRANS – AMINATION ENZYME ACTIVITY UNDER THE EXOGENIC POLLUTION	239
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” ЗА ФАХОМ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ”	245

ЭВОЛЮЦИЯ КРОВЕТВОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЗВОНОЧНЫХ. ПРИЛОЖИМЫ ЛИ К НЕЙ КЛАССИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭВОЛЮЦИОННОЙ БИОЛОГИИ?

Акуленко Н.М., к.б.н., ст. научный сотрудник

Институт зоологии НАН Украины

Рассмотрены характерные черты эволюции гемопоэтической системы у позвоночных. Установлен очень высокий уровень эволюционного параллелизма. В определенной степени это соответствует концепции номогенеза по Л.С. Бергу. Наши заключения также согласуются с выводами А. Заварзина. Сходство эволюции гемопоэтической системы в различных эволюционных ветвях позвоночных зависит от функциональных свойств стромальных элементов и стволовых клеток.

Ключевые слова: эволюция, позвоночные, кроветворные органы, номогенез.

Акуленко Н.М. ЕВОЛЮЦІЯ КРОВОТВОРНОЇ СИСТЕМИ ХРЕБЕТНИХ. ЧИ МОЖУТЬ ЗАСТОСОВУВАТИСЬ ДО НЕЇ КЛАСИЧНІ КОНЦЕПЦІЇ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ БІОЛОГІЇ? / Інститут зоології НАН України, Україна

Розглянуті характерні риси еволюції гемопоетичної системи в хребетних. Встановлений дуже високий рівень еволюційного паралелізму. Певною мірою це відповідає концепції номогенезу за Л.С. Бергом. Наші висновки також узгоджуються з концепцією О. Заварзіна. Подібність еволюції гемопоетичної системи в різних еволюційних рядах хребетних залежить від функціональних властивостей стромальних елементів та стволових клітин.

Ключові слова: еволюція, хребетні, кровотворні органи, номогенез.

Akulenko N.M. THE EVOLUTION OF HAEMOPOIETIC SYSTEM OF THE VERTEBRATE. ARE CLASSICAL CONCEPTS OF EVOLUTIONAL BIOLOGY USED FOR IT? / Institute of zoology NAS of Ukraine, Ukraine

The pattern of the vertebrate haemopoietic system evolution was considered. Very high level of the parallelism was established. In the some degree it corresponded with the conception of the "nomogenesis" by L.S. Berg. Also our conclusion is in according with conceptions of the A. Zavarzin. The similarity of the haemopoietic system evolution in the different vertebrate branches depended on the functional properties of the stromal element and haemopoietic stem cells.

Key words: evolution, vertebrate, haemopoietic organs, nomogenesis.

ВСТУПЛЕНИЕ

Синтетическая теория эволюции (СТЭ), которая на протяжении многих десятилетий разрабатывалась в СССР, была органической частью не только биологии или философии естественных наук, но и определенного мировоззрения, официально связанного с политической лояльностью. По этому поводу, с изменением обстоятельств, СТЭ оказалась в значительной мере жертвой идеологических разборок. Концепции, лежащие в основе множества плодотворных исследований, объявляются устаревшими, на наш взгляд, без достаточных оснований. Поэтому нам кажется полезной попытка проверить действенность классических концепций СТЭ на материале, который был заведомо недоступен во время их разработки. В частности, большая часть приведенных в нашей статье данных по локализации кроветворения у различных представителей позвоночных чисто хронологически не могла быть использована для построения соответствующих теоретических положений. Даже там, где имеется временное совпадение («Очерки эволюционной гистологии крови и соединительной ткани» Заварзина написаны в 40 гг., а замечательные экспериментальные исследования Джордан и других американских авторов на амфибиях публиковались с 1923 по 1949), упомянутые источники были недоступны Заварзину, работавшему в эвакуации. Таким образом, помимо того, что закономерности эволюции процесса кроветворения интересны сами по себе, мы имеем своего рода «чистый эксперимент», позволяющий выявить прогностическую ценность определенных положений СТЭ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Особое место среди рассматриваемых положений занимает теория номогенеза, которая на наш взгляд искусственно противопоставляется СТЭ. На самом деле положение И.И. Шмальгаузена о канализации путей эволюционного развития посредством закрепления определенного способа эмбриогенеза во многом является именно ответом на теорию номогенеза, чего автор не скрывал, прямо ссылаясь на Берга [13].

Другие крупные ученые, которые занимались морфологическими аспектами эволюции, например, А. А. Заварзин, также подчеркивали закономерный характер ее результатов. Разнотечения касались конкретных механизмов, обеспечивающих параллельное развитие признаков в различных эволюционных ветвях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Кроветворение как особый тип гистогенеза.

Преобразования в системе кроветворения позвоночных имеют совершенно особый статус среди других процессов, изучаемых эволюционной морфологией. Как правило, гистогенез (образование ткани) непосредственно связан с органогенезом (образованием какого-либо органа). Но кровь и лимфа — совершенно особый вид ткани, представленный мобильными клеточными элементами, как правило, не входящими в состав того или иного органа. То же самое относится к их клеткам-предшественникам. Стволовая кроветворная клетка и ее наименее дифференцированные производные перемещаются с током крови, оседают в определенных органах и, в зависимости от условий, либо остаются в покое, либо начинают делиться и дифференцироваться. Кроме того, гемопоэз — один из немногих гистогенезов, сохраняющихся в течение всего онтогенеза. В многочисленных опытах показано, что для деления и дифференцировки клетки-предшественники кроветворения нуждаются во взаимодействии с так называемым индуктивным микроокружением, которое представляют собой стромальные элементы кроветворных органов [10, 11]. Таким образом, гемопоэз, т.е. наработка клеточных элементов крови — единственный этап, когда клетки крови оказываются оседлыми и связаны с определенными органами. Но и тут наличие свободно циркулирующих предшественников накладывает свой отпечаток. У большинства позвоночных очаги гемопоэза оказываются множественными, они легко перемещаются в ходе онтогенеза или при экспериментальных воздействиях. Таким образом, приходится говорить не о гемопоэтических органах, а о гемопоэтической системе, в которую входят, помимо специализированных на гемопоэзе органов, скопления гемопоэтической ткани в составе других органов, и органы, в которых гемопоэз обнаруживается лишь эпизодически, при его общей активизации или экспериментальных воздействиях. Исходя из этого положения, стоит кратко рассмотреть топографию гемопоэтических очагов в различных ветвях позвоночных животных.

Локализация гемопоэтических очагов в различных эволюционных ветвях позвоночных

У миксин и у личинок миног нефрос является одним из двух гемоэтических очагов, однако у миног после метаморфоза гемопоэз в нефросе затухает; у одних видов лишь частично, у других — полностью [27]. У хрящевых рыб по данным Фенге, почки не участвуют в кроветворении у цельноголовых и в слабой степени участвуют у пластинчатожаберных. У ганоидов в нефросе всегда присутствует гемопоэтическая ткань [21]. У двоякодышащих в нефросе обнаруживается слабый гранулоцитопоэз лишь во время спячки. Наибольшую роль в гемопоэзе почки играют у костистых рыб, являясь основным очагом кроветворения. Пронефрос у костистых рыб теряет выделительную функцию и почти полностью заполняется гемопоэтической тканью [6]. В пронефросе костистых рыб дифференцируются клетки всех ростков кроветворения [12].

У хвостатых амфибий почки активно участвуют в гранулоцитопоэзе только у представителей сем. *Proteidae* [23, 19]. Под гранулоцитопоэзом мы в данном случае понимаем только дифференцировку нейтрофилов и эозинофилов, потому что базофилы амфибий и рептилий дифференцируются отдельно от других гранулоцитов в селезенке. Почки могут участвовать в гемопоэзе у бесхвостых амфибий, в частности после спленэктомии, однако по-настоящему они активны только у головастиков, когда являются гемопоэтическим очагом первостепенной важности [9]. Гемопоэтическая активность отмечалась в про- и мезонефросе зародыша японского перепела [7], но у хорошо изученных домашних птиц кроветворение в почках во время эмбрионального развития не описывалось [3]. То же относится к млекопитающим.

В органах, связанных с пищеварительной системой, гемопоэз обнаруживается практически у всех позвоночных. У миксин под слизистой оболочкой кишечника расположен жировой слой, который наряду с нефросом является основным местом дифференцировки клеток крови. У личинок миног скопления гемопоэтической ткани собраны в тифлозоле (спиральной складке или спиральном клапане кишечника). И в почках, и в кишечнике круглоротых эритроциты, гранулоциты и лимфоцитоподобные клетки дифференцируются совместно.

Считается, что основная функция тифлозоля — замедлять движение пищи по кишечнику, однако у рыб, имеющих тифлозоль, в нем обнаруживаются как минимум небольшие скопления гемопоэтической ткани [5]. У пластинчатожаберных рыб большое скопление гемопоэтической ткани находится в стенке пищевода — это так называемый орган Лейдига. Орган Лейдига и эпигональный орган (о котором — ниже) специализированы на гранулоцитопоэзе и не участвуют в эритропоэзе.

Большинство костистых рыб не имеет тифлозоля. У двоякодышащих мощный тяж миелоидной ткани включен в стенку пищеварительного канала. Он начинается на уровне пищевода, прерывается поджелудочной железой и затем продолжается внутри тифлозоля, который у двоякодышащих очень массивен.

Хотя морфологически обособленную селезенку имеют все позвоночные, кроме бесчелюстных и двоякодышащих, ее роль в гемопоэзе может быть существенно различной. У акул и хвостатых амфибий [15] и, по некоторым указаниям, у ганоидов в селезенке преимущественно дифференцируются эритроциты и тромбоциты, а также происходят лимфопоэз. У акул в селезенке дифференцируется также один из типов эозинофильных гранулоцитов [20], а у хвостатых амфибий – базофилы. У бесхвостых амфибий и рептилий селезенка становится преимущественно лимфоидным органом, хотя в ней по-прежнему дифференцируются базофилы. Однако у некоторых представителей бесхвостых амфибий и рептилий обнаруживается значительный миелопоэз в селезенке [15]. У многих костистых рыб селезенка также становится чисто лимфоидным образованием, однако у значительной части костистых рыб селезенка участвует и в миелопоэзе. У млекопитающих и птиц селезенка участвует в миелоидном кроветворении только в период эмбрионального развития. Однако в селезенке примитивных млекопитающих и птиц незначительный миелопоэз или присутствует в норме, или легко возникает при различных воздействиях [15, 30].

В печени у многих рыб и амфибий обнаружены участки гемопоэтической ткани, причем их расположение может быть различным. Помимо значительного слоя, состоящего из дифференцирующихся эозифилов и нейтрофилов, который располагается под капсулой печени, у хвостатых амфибий островки гранулоцитопоэза могут располагаться перипортально, между дольками. Более тонкий слой дифференцирующихся гранулоцитов присутствует под соединительнотканной капсулой печени у бесхвостых амфибий и двоякодышащих рыб. Перед метаморфозом у бесхвостых амфибий печень является наиболее значительным гемопоэтическим очагом [24, 9]. В печени костистых рыб по некоторым данным также обнаруживаются отдельные участки гемопоэза [14].

Печень также участвует в гемопоэзе во время эмбрионального развития млекопитающих и птиц. При этом, если у птиц до развития костного мозга основной гемопоэз происходит в желточном мешке, а печень и селезенка имеют меньшее значение [3], то у млекопитающих печень в этот период является основным гемопоэтическим очагом. Небольшие очаги лимфомиелоидного кроветворения обнаруживаются у некоторых рыб в поджелудочной железе [21].

В двух семействах рыб, составляющих отряд осетровых, описан т.н. перикардиальный орган, представляющий собой разрастание соединительной ткани перикарда, в которой дифференцируются гранулоциты. У молоди он практически отсутствует, а у взрослых особей может быть развит в большей или меньшей степени, очевидно, в зависимости от запросов на гранулоцитопоэз [6]. При сезонной активизации гемопоэза отмечается в перикарде костистых рыб.

У некоторых рыб в гемопоэзе участвуют также гонады [15]. Обычно это участие незначительно, однако у пластинчатожаберных на основе гонад возникает объемистый эпигональный орган, который наряду с органом Лейдига является основным гранулоцитопоэтическим очагом. Фэнге [21], изучая размерные соотношения этих органов у различных видов, нашел, что масса этих двух органов находится в обратной связи, а в крайних случаях один из них развит очень сильно, а другой – отсутствует.

Хотя кроветворный костный мозг есть только у тетрапод, в каждой эволюционной ветви позвоночных обнаруживаются кроветворные органы, так или иначе связанные с осевым скелетом или черепом. Они могут быть связаны с мозговыми оболочками. У миног в процессе метаморфоза кроветворение перемещается из нефроса и тифлозоля в т.н. супранейтральный орган – тяж жировой и гемопоэтической ткани, проходящей над нотохордом. Перси и Потер [27], исследовавшие развитие и строение этого органа у *Lampetra fluviatilis*, считают, что он возник на основе соединительнотканной оболочки нервного ствола.

У взрослой *Lampetra fluviatilis* супранейтральный орган является единственным значительным гемопоэтическим очагом, хотя у других миног, как мы уже отмечали, гемопоэз отчасти сохраняется в нефросе и тифлозоле. В супранейтральном органе также дифференцируются клетки всех ростков кроветворения [22].

Цельноголовые имеют миелоидную ткань, заполняющую все впадины и углубления хрящевого черепа, наибольшие скопления лежат внутри глазной орбиты [21], а из пластинчатожаберных миелоидная ткань внутри черепа описана только у нескольких представителей.

У костистых рыб подобные образования не описывались, однако у всех ганоидов обнаруживаются гемопоэтические образования в полости черепа. У осетровых и амиевых это компактный орган (т.н. лимфомиелоидный орган), лежащий над 4-м желудочком мозга. У костных ганоидов гемопоэтическая ткань лежит в углублениях на внутренней поверхности черепа [28]. По данным одних авторов [28, 6], внутри черепа у ганоидов происходит и эритро- и гранулоцитопоэз, хотя другие авторы [15] считают лимфомиелоидный орган только гранулоцито- или лимфопоэтическим.

Гемопоэз безногих амфибий изучен плохо, однако костного мозга у них не обнаружено [29]. Среди хвостатых амфибий только семейство безлегочных саламандр Pletodontidae имеет гемопоэтический

костный мозг. У всех бесхвостых амфибий, кроме жерлянки [8], обнаружено костномозговое кроветворение, однако его удельный вес среди других кроветворных очагов может сильно варьировать.

У большинства рептилий костный мозг является основным гемопоэтическим органом, а у птиц и млекопитающих в норме гемопоэз (вернее, эритромиелоидное кроветворение) сосредоточен исключительно в костном мозге.

Закономерности эволюционных преобразований гемопоэтической системы: как они соотносятся с общими положениями синтетической теории эволюции?

В обобщенном виде изложенные выше данные приведены в таблице 1.1. Они позволяют сделать определенные выводы.

Таблица 1 – Топографическая локализация гемопоэза в различных эволюционных ветвях позвоночных

Группа позвоночных	нефрос	кишечник, пищевод	печень	селезенка	гонады	сердце	хорда	череп	полости в костях
<i>Mixini</i> (миксины)	+	+							
<i>Petromyzones</i> (миноги)	±	±					СГО		
<i>Elasmobranchii</i> (пластинчатожаберные)	±	СГО	+	+	СГО			СГО?	
<i>Holocephali</i> (цельноголовые)		+		+				+	
<i>Dipnoi</i> (двоякодышащие)	±	СГО	+		±				
<i>Acipenceri</i> (осетровые)	+	+	+	±	±	СГО		СГО	
<i>Amii</i> (амиевые)	+	+	?	?				СГО	
<i>Lepisosteii</i> (костные ганоиды)	+	+	?	?				+	
<i>Teleostii</i> (костистые рыбы)	СГО	±	±	±	±	±		СГО?	
<i>Apoda, Urodella</i> (безногие и хвостатые амфибии)	±		СГО	СГО		±			±
<i>Anura</i> (бесхвостые амфибии)			+	+					СГО
<i>Reptilia</i> (рептилии)			±	±					СГО
<i>Aves</i> (птицы)				±					СГО
<i>Mammalia</i> (млекопитающие)			±	±					СГО

Обозначения: + наличие гемопоэза в данном органе; ± наличие гемопоэза у некоторых представителей или при патологических условиях; СГО – специализированное гемопоэтическое образование; ? – вопрос не исследован

При рассмотрении особенностей топографии кроветворной системы видно, что для каждой древней филогенетической ветви характерна своя специфическая локализация кроветворных очагов. Общее морфологическое и физиологическое сходство, позволяющее объединить такие ветви в рамках одного класса, имеет меньшее значение, чем время их раздельной эволюции. Так, локализация кроветворения сильно различается у миног и миксин, у пластинчатожаберных и цельноголовых, у костистых рыб и разнообразных ганоидов (осетровых, амиевых и костных ганоидов), у хвостатых и бесхвостых амфибий, хотя каждая из этих пар, по современным представлениям, относится к одному классу. С другой стороны, у всех амниот, хотя их разделяют на три класса (рептилии, птицы и млекопитающие), различия в топографии кроветворения носят скорее количественный характер. Для этой ветви действительно справедлива предложенная Г. К. Хрущовым в 1966 г. схема: перемещение гемопоэза из печени и селезенки в костный мозг [1]. Следы этих перемещений отчетливо видны в онтогенезе, что вполне согласуется и с законом зародышевого сходства, сформулированного Бэрром, и с биогенетическим законом даже в самой его архаичной формулировке, данной еще Геккелем.

Локализация кроветворения у зародышей птиц и млекопитающих (в селезенке и печени) совершенно такова, как у взрослых особей безногих и хвостатых амфибий. Аналогичное перемещение кроветворения из одного органа в другой в онтогенезе миног тоже может быть косвенным свидетельством того, что подобный процесс происходил в филогенезе. (В эмбриональном кроветворении позвоночных можно

обнаружить и другие черты, явно повторяющие предковое состояние. Например, у млекопитающих образуются сначала ядерные эритроциты, характерные для всех остальных групп позвоночных, и только на последних этапах плодного развития они заменяются безъядерными, характерными именно для млекопитающих.)

Однако среди первичноводных позвоночных не наблюдается какой-либо преемственности в топографии кроветворных очагов. Напротив, наличие практически в каждой ветви своих оригинальных гемопоэтических органов говорит, по нашему мнению, о длительной дивергентной эволюции.

Исходное топографическое распределение гемопоэтических очагов, с которого началась эта эволюция, вряд ли сохранилось у каких-то представителей современных позвоночных, потому что даже миноги и миксины – формы не только примитивные, но и с одной стороны – сильно вторично упрощенные, а с другой – узко специализированные.

Вторым наблюдением, которое можно сделать на основании приведенного выше материала, является то, что при непостоянстве локализации кроветворных очагов и в онто-, и в филогенезе, потенциальная способность того или иного органа к гемопоэзу остается величиной очень стабильной. Если в одной эволюционной ветви позвоночных мы находим в каком-либо органе мощный гемопоэтический очаг, в других ветвях там либо постоянно присутствуют менее значительные очаги, либо возникают эпизодически, либо обнаруживаются на ранних стадиях онтогенеза. Поэтому можно сделать вывод, что потенциальная способность органа к гемопоэзу является величиной постоянной. Тут, на наш взгляд, наиболее уместно вспомнить Л. С. Берга, противопоставлявшего эволюции на основе случайностей, собственную концепцию номогенеза, т.е. эволюции на основе закономерностей, которая идет параллельными путями в различных таксонах. Приведенный нами материал во многом подтверждает такую концепцию.

Действительно, в различных группах позвоночных обнаруживаются гемопоэтические образования, связанные со скелетом (супранейральный орган, лимфомиелоидный орган, скопления миелоидной ткани на внешней поверхности черепа у цельноголовых и на внутренней – у костных ганоидов, наконец, костный мозг.) Различия в топографической локализации показывают, что все эти образования возникли независимо друг от друга.

Более того, хотя все они возникли на основе соединительнотканых оболочек, это в одних случаях периост (костные ганоиды) или эндост (наземные позвоночные), в других – перихондр (химера) или оболочки, скорее связанные с нервным стволом (миноги) и головным мозгом (хрящевые ганоиды). Гистологический же анализ этих органов (и вообще любых гемопоэтических образований у позвоночных) показывает их замечательное гистологическое сходство, если не тождество, полностью подтверждая утверждение Заварзина [5] о том, что эволюционные преобразования тканей, как правило, происходят параллельно в различных группах. Полностью подтверждается и его мнение, что изменения тканей в ходе эволюции очень мало связаны с морфологическими преобразованиями органов. При всех различиях в топографии гемопоэтических образований, их клеточный состав практически тождественен, особенно в том, что касается стромальных элементов. Эндотелий синусоидов, ретикулярные (фибробластоподобные) клетки, синтезирующие волокна, и фагоцитирующие клетки, описываются в кроветворных очагах у представителей всех классов позвоночных [28, 16, 31, 10, 17, 26]. Одно из различий в строении миелоидной ткани заключается в том, что у всех пойкилотермных позвоночных в кроветворных органах присутствуют пигмент-содержащие клетки, которые у теплокровных отсутствуют.

Однако, учитывая современные представления о происхождении птиц и млекопитающих, приходится признать, что редукция пигментных клеток в их кроветворных органах должна была происходить одновременно и независимо, т.е. тоже быть проявлением эволюционного параллелизма. Второе различие – топографическое разделение эритроидного и миелоидного кроветворения у некоторых позвоночных – тоже обнаруживается в двух далеких группах. Удивительное сходство по этому признаку демонстрируют акулы и скаты (пластинчатожаберные) и хвостатые амфибии. Пожалуй, тут можно говорить даже не о параллелизме, а о конвергентном сходстве.

Таким образом, на примере преобразований кроветворной системы позвоночных животных мы видим действительно номогенез, т.е. эволюцию на основе закономерностей, хотя и не совсем в том смысле, в каком это понимал Л. С. Берг. В описанных нами закономерностях нет ничего мистического, если принять, что потенциальная способность органа к гемопоэзу определяется его строением, а именно способностью его стромальных элементов поддерживать кроветворение, (функционировать в качестве гемопоэтического окружения) и наличием необходимых пластических и энергетических ресурсов. Как отмечалось Хрущовым, наличие рыхлой соединительной ткани и сети расширенных синусоидов тесно связано с кроветворением, и одновременно с особым типом микроциркуляции, который характеризуется замедленным кровотоком, особенно благоприятным для диффузного обмена. Исходя из такой предпосылки, легко объяснить связь гемопоэза с органами пищеварительной и выделительной системы, где присутствуют указанные условия. То же относится и к мозговым оболочкам, оболочкам гонад,

периосту и перихондру. Если говорить о связи кроветворения с опорными тканями, заслуживает внимания положение Фриденштейна, что метаболизм костной ткани каким-то способом стимулирует кроветворение. На данный момент оно не может считаться полностью доказанным, но подтверждается рядом экспериментальных данных [11].

Таким образом, можно сделать вывод, что эволюционные преобразования кроветворной системы позвоночных представляют собой упорядоченный процесс, который во многом является развертыванием потенциальных возможностей, заложенных в общем плане строения позвоночных. Эта точка зрения тоже хорошо согласуется с обоснованной И. И. Шмальгаузен концепцией, согласно которой организм участвует в эволюционном развитии как целое и, следовательно, для достаточно сложных организмов направление их эволюции определяется не столько факторами внешней среды, сколько особенностями строения и развития самого организма [13].

ВЫВОДЫ

1. Эволюционные перемещения гемопоэза у различных групп позвоночных, судя по результатам, происходили независимо, что привело к появлению оригинальных кроветворных органов в различных систематических группах.
2. Тем не менее, локализация гемопоэза показывает постоянное тяготение этого процесса к определенным группам органов (пищеварительной и выделительной системе, скелетным образованиям) и независимое появление специализированных гемопоэтических образований, очень сходных с точки зрения гистологии. Это позволяет сделать вывод высокой степени параллелизма в эволюции кроветворной системы позвоночных.
3. Концепции, разработанные в рамках классической СТЭ, вполне применимы для описания эволюции кроветворной системы позвоночных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акилов А.Т., Умарходжаева И.Х., Дададжанов У., Насимов А.Н. Элементы крови и очаги гемопоэза у позвоночных в фило- онтогенезе // *Узбекский биологический журнал*. – 1983. – N 6. – С. 23-25.
2. Берг Л.С. Номогенез или эволюция на основе закономерностей. – Труды Геогр. Ин-та. – 1922. – С. 1, 2
3. Болотников И.А., Соловьев Ю.В. Гематология птиц. – Л.: Наука, 1980. – 116 с.
4. Гольдберг Д.И., Гольдберг Е.Д., Шубин Н.Г. Гематология животных. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1973. – 188 с.
5. Заварзин А.А. Очерки эволюционной гистологии крови и соединительной ткани // *Избр. труды*: В 4 т. – Т 4. – М-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 717 с.
6. Иванова Н.Т. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
7. Лацис Р.В., Дерюгина Е.И. Развитие кроветворной ткани в эмбриогенезе японского перепела // *Архив АГЭ*, 1982 – Т. 82, № 2. – С. 91-99.
8. Пегета В.П. Общие черты строения плечевой кости некоторых бесхвостых амфибий // *ДАН УССР*. – 1974. – N 2. – С. 160-162.
9. Смыслова Н.Ю. Экспериментальное исследование развития кроветворной ткани в эмбриогенезе травяной лягушки *Rana temporaria*: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 1980. – 22 с.
10. Старостин В.И., Мичурина Т.В. Строма кроветворных органов и ее взаимоотношения со стволовой кроветворной клеткой // *Соединительная ткань и кровь. Итоги науки и техники ВИНТИ*. – Т. 7: Морфология человека и животных. Антропология. – М., 1977. – С. 59-110.
11. Фриденштейн А., Лурия Е.А. Клеточные основы кроветворного микроокружения. – М.: Медицина, 1980. – 215 с.
12. Хамидов Д.Х., Акилов А.Т., Турдыев А.А. Кровь и кроветворение у позвоночных животных. – Ташкент: Фан, 1978. – 168 с.
13. Шмальгаузен И.И. Проблемы дарвинизма. – М.: Сов. Наука, 1946. – 528 с.
14. Agius C. Phylogenetic development of melano-macrophage centres in fish // *J. Zool.* – 1980. – 191, N 1, – P. 11-31.

15. Andrew W. Comparative hematology. – New York.: Grune&Stratton, 1965. – 188 p.
16. Baculi B.S., Cooper E.L. Lymphomyeloid organs of amphibia. IV. Normal histology in larval and adult *Rana catesbeiana* // J. Morphol. – 1968 – 126, N 4. – P. 463-475.
17. Campbell F.R. Ultrastructure of the bone marrow of the frog // Am. J. Anat. – 1970. – 129, N 3. – P. 323-355.
18. Caravini C. The newt as a model studying dyserythropoiesis // Naturwissenschaften. – 1981. – 68, N 8. – P. 432-433.
19. Cowden R.R., Dyer E.T. Lymphopoietic tissue and plasma cells in amphibians // Am. Zool. – 1971. – 11, N 2. – P. 183-192.
20. D'Ippolito S., Consiglio Grimaldi M., Pica A., Della Corte F. The blood cells and their precursors in the hemopoietic organs of the dogfish *Scyliorhinus stellaris* L. // Arch. Anat. E Embriol. – 1985. – 90, N 1. – P. 31-46.
21. Fange R. A comparative study of Lymphomyeloid tissue in fish // Dev. Comp. Immun. – 1982., Suppl. 2. – P. 23-33.
22. George J.C., Beamish F.W. Haemocytology of the supraneural myeloid body in the sea lamprey during several phases of the life cycle // Canad. J. Zool. – 1974. – 52, N 12. – P. 1585-1589.
23. Jordan H.E. The histology of the bloodforming tissues of the Urodelle, *Proteus anguineus* // Am. J. Anat. – 1932. – 51, N 1. – P. 215-231.
24. Maniatis G.M., Ingram U.M. Erythropoiesis during amphibian metamorphosis. 1. Site of maturation of erythrocytes in *Rana catesbeiana* // J. Cell. Biol. – 1971. – 49, N2. – P. 372-379.
25. Manning M.J., Horton J.D. RES structure and function of the amphibia. // Reticuloendothel. System. A comprehensive treatise. – 1982, V.3. – P. 423-459.
26. Mattisson A., Fange R., Zapata A. Histology and ultrastructure of the cranial lymphohaemopoietic tissue in *Chimaera monstrosa* (Pisces, Holocephali) // Acta zool. – 1990. – 71, N 2. – P. 97-106.
27. Percy L.R., Potter I.C., Changes in haemopoietic sites during the metamorphosis of the lampreys *Lamprica fluviatilis* and *Lamprica planeri* // J. Zool. – 1977. – 183, N 1. – P. 111-123.
28. Scharrer E. The histology of the meningeal myeloid tissue in the ganoids *Amia* and *Lepisosteus* // Anat. Rec. – 1944. – 88, N 3. – P. 291-310.
29. Starck M. Blood cells and bloodforming tissues of Gymnophyona // Anat. Ans. – 1986. – 10, Ergänzungsh, Teil 1. – P. 459-460.
30. Tanaka Y., Eishi Y., Morris B. Splenic hemopoiesis of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) : evidence of the primary hemopoiesis in the spleen of a primitive mammal // Amer. J. Anat. – 1988. – 181, N4. – P. 405-410.
31. Zapata A. Ultrastructural study of the teleost fish kidney // Dev. Comp. Immun. 1979. – 3, N 1. – P. 55-65.

УДК 541. 183

ФАКТОРИ І ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОВЕДІНКИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ

Алексашкін І. В., асистент, Горбунов Р. В., студент, Хижняк Ю. С., студент

Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського

У роботі були розглянуті загальні закономірності поведінки важких металів та виокремлені основні фактори міграції і перерозподілу їх у ґрунті. Проведені модельні розрахунки можливих форм знаходження заліза (III) і міді (II) залежно від значень рН у дерново-карбонатних ґрунтах і буроземах гірських остепнених.

Ключові слова: ґрунт, важкі метали, фактори, органічна речовина, мінеральна складова.

Алексашкин И.В., Горбунов Р.В., Хижняк Ю.С. ФАКТОРЫ И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ / Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Украина.

В работе были рассмотрены общие закономерности поведения тяжелых металлов и выделены основные факторы миграции и перераспределения их в почве. Проведены модельные расчеты возможных форм нахождения железа (III) и меди (II) в зависимости от значений pH в дерново-карбонатных почвах и буроземах горных остепненных.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, факторы, органическое вещество, минеральная составляющая.

Aleksashkin I.V., Gorbunov R.V., Hygnyak J.S. FACTORS AND GENERAL LAWS OF CONDUCT OF HEAVY METALS IN THE SOILS / Taurida national university by Vernadsky, Ukraine.

In this work were considered general laws of conduct of heavy metals and allotted main factors of migration and redistribution them in the soil and realized modeling calculations of possible forms of finding iron (III) and copper (II) on dependence of values pH in calcareous soils and mountain steppes burozems.

Key words: soil, heavy metals, factors, organic substance, mineral content.

ВСТУП

Важкі метали, які потрапляють у навколишнє середовище внаслідок виробничої діяльності людини (промисловість, транспорт тощо), є одним із найнебезпечніших забруднювачів біосфери. Метали мають тенденцію закріплюватися в окремих ланках біологічного круговороту, акумулюватися в біомасі мікроорганізмів і рослин і по трофічних ланцюгах потрапляти в організм тварин і людини, негативно впливаючи на їхню життєдіяльність. З іншого боку, важкі метали певним чином впливають на екологічне становище, стримуючи розвиток і біологічну активність багатьох організмів.

Актуальність проблеми впливу важких металів на ґрунти зумовлюється тим, що саме в ґрунті зосереджена більша частина всіх процесів мінералізації органічних залишків, які забезпечують поєднання біологічного та геологічного круговоротів. Ґрунт – екологічний вузол зв'язків біосфери, у якому найбільш інтенсивно відбувається взаємодія живої та неживої матерії. На ґрунті замикаються процеси обміну речовин між землею корою, гідросферою, атмосферою, організмами, які мешкають на суші. Зараз серед низки важливих стоїть проблема порушення і охорони навколишнього середовища від забруднення важкими металами.

Механізми закріплення металів різноманітні і пов'язані з процесами трансформації техногенного матеріалу в геосистемі та міграційних форм елементів [1,2,3].

Нерозчинний аерозольний матеріал акумулюється переважно верхніми горизонтами ґрунту, внаслідок чого формується техногенна геохімічна аномалія в твердій фазі ґрунту з максимумом важких металів у верхній частині профілю і великими градієнтами зміни концентрацій халькофільних, техногенних металів [4].

Поряд з механічною акумуляцією техногенної речовини, виникають складні процеси виводження важких металів із розчинів і закріплення у твердій фазі ґрунту.

Мікроелементи потрапляють у ґрунтові шари різними шляхами, у тому числі: безпосередньо осаджуючись із атмосфери, при вилужуванні, розкладанні надземних частин рослин, при використанні відходів, застосуванні пестицидів, з річкової води та опадів.

Форми знаходження та локалізації мікроелементів-металів у ґрунтах залежать від їхніх хімічних форм, успадкованих від материнської породи, чи від тих, у яких вони потрапляють у ґрунт.

На початковий розподіл важких металів у ґрунтах впливають два головні фактори – материнська речовина і ґрунтоутворюючі процеси.

Характерна локалізація металів у приповерхневому шарі більшості ґрунтових профілів пов'язана в основному із накопиченням тут органічної речовини, а також з біоаккумуляцією [1, 5 – 8].

Як відомо, ґрунт – один із найпотужніших акумуляторів важких металів. Процеси, які контролюють фіксацію металів на відновлювальних ґрунт компонентах, пов'язані з такими явищами:

1. Сорбцією.
2. Оклюзією та спів осадженням.
3. Утворенням органічних хелатів та комплексоутворенням.
4. Мікробіологічною фіксацією.

Переважаючим процесом, який регулює пересування металів вздовж ґрунтового профілю, є їх взаємодія з ґрунтовими колоїдами. Взаємодія речовин, що розчинилися, із поверхнею колоїдів, тобто сорбція, здійснюється за іонно-обмінним механізмом, а для неіонних органічних хімічних речовин – за механізмом фізичної сорбції. Сорбція лімітує масоперенос металів як у рідкій, так і газоподібній фазах.

Ступінь сорбції тісно пов'язаний з токсичністю металу, тому що легко поглинається рослинами лише та частина металів, яка знаходиться в розчині [9].

ЗМІСТ РОБОТИ

Грунт являє собою гетерогенні суміші різних органічних і органо-мінеральних субстанцій, глинистих мінералів, оксидів заліза, алюмінію і марганцю та інших твердих компонентів, а також різноманітних розчинних речовин. Механізми зв'язування металів змінюються залежно від складу ґрунтів, їх реакційної здатності та окислювально-відновлювальних умов [1,2, 4, 6, 7].

На думку багатьох авторів [1, 4, 8, 10], значна кількість адсорбованих важких металів пов'язана з оксидами заліза і марганцю, аморфними гідроксидами заліза та алюмінію та глинистими мінералами. Успадковані від материнських порід мінеральні складові ґрунтів, з часом піддаються впливу процесів вивітрювання і ґрунтоутворення.

Мінеральні складові ґрунтів мають відносно високу катіонообмінну місткість і велику спорідненість до реакцій з органічними компонентами ґрунтів. В умовах нормальних ґрунтів вони є важливим поглиначем мікроелементів [1, 4]. У ґрунтах є багато окисних мінералів, у тому числі оксиди і гідроксиди кремнію, титану, алюмінію. Однак у відношенні поведінки мікроелементів найбільш важливі з них — оксиди Fe і Mn. Гідроксиди Al здатні адсорбувати широке коло мікроелементів, і в деяких ґрунтах їхня роль в утриманні певних мікроелементів може бути важливішою, ніж оксидів Fe, але існує мало даних, які свідчать на користь цього твердження [4].

Мікроелементи можуть співосаджуватися з карбонатами, входячи до їхньої структури, або сорбуватися на оксидах (головним чином Fe і Mn), які осідають на поверхню карбонатів та інші частки ґрунтів. Найбільше споріднення до карбонатів відзначено у Co, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn. Однак широке коло інших елементів залежно від геохімічних умов може також заміщувати в різних пропорціях Ca у кальцитових стягненнях. Карбонати можуть бути головним осаджувачем мікроелементів у деяких ґрунтах, але найважливіший механізм регуляції поведінки мікроелементів карбонатами пов'язаний із варіаціями pH ґрунтів.

Органічна речовина (в основному, гумусові речовини) є одним із вирішальних факторів, що контролюють міграцію металів у ґрунтах [1, 4, 5, 6, 7, 11, 12]. Вона зв'язує метали в стійкі форми. Взаємодія між гуміновими речовинами і металами може бути описана за допомогою явищ іонного обміну, сорбції на поверхні, хелатоутворення, коагуляції і пептизації. Усі реакції між органічними речовинами та катіонами призводять до утворення водорозчинних і/чи нерозчинних у воді комплексів. Стійкість комплексів металів із фульвокислотами і гуміновими кислотами зростає в багатьох випадках ростом pH от 3 до 7. Величини констант стійкості відображають здатність гумінових кислот утворювати комплекси з металами. Комплекси металів з фульвокислотами, які мають більш низькі константи стійкості, зазвичай краще розчиняються і тому більш доступні для коренів рослин [4]. На думку більшості авторів фульвокислоти відрізняються більш високою в порівнянні з гуміновими кислотами здатністю до реакцій з металами. Аналізи розділених на фракції органічних кислот з ґрунтів свідчать про велике споріднення фульвокислот з важкими металами [1, 10].

Важкі метали в ґрунтах прагнуть накопичуватися в органічних речовинах, при цьому чим нижчий вміст металів, тим вища енергія їх пов'язування в металоорганічні сполуки [4].

Таким чином, з вищенаведеного випливає, що, потрапляючи у ґрунт, метали перетворюються на різні сполуки.

Найбільш значним фактором, який впливає на рухливість важких металів, є залежність pH – Eh, тому що ці параметри визначають форму міграції металів [1,2, 6, 11, 12]. У цілому, для кислих ґрунтів спостерігаються доволі рухливі форми важких металів, для лучних, в основному, – нерухливі.

Рослини відіграють важливу роль як у геохімічному круговороті мікроелементів, так і в надходженні забруднень у харчові ланцюги. Рослини можуть накопичувати мікроелементи, особливо важкі метали, у тканинах чи на їхній поверхні внаслідок великих можливостей адаптації до змін хімічних властивостей навколишнього середовища, тому рослини є проміжним резервуаром, через який мікроелементи переходять з ґрунтів в організм людини і тварин.

Ще одним важливим фактором, який впливає на поведінку металів у рослинах, є присутність інших хімічних елементів. Але стверджувати одностайно, як той чи інший елемент буде впливати на рухливість металів у рослинах, дуже важко. У багатьох випадках один елемент може спричиняти як інгібуючий, так і посилений вплив на поглинання металу. Тобто взаємодія розглянутих металів з будь-яким елементом може носити як антагоністичний, так і синергетичний характер [4].

Проаналізувавши велику кількість літературних джерел, можна зробити такі висновки.

Міграція важких металів у ґрунті – складний та неоднозначний процес. У різних авторів існують різні погляди на це питання.

Зокрема, кожен з них розглядає ті чи інші параметри, які більшою чи меншою мірою впливають на рухливість металів у ґрунтах. Проте, практично всі вони одностайно визначають основні фактори, які впливають на міграцію важких металів у ґрунтах:

1. Наявність сполук заліза, алюмінію і марганцю.
2. Наявність алюмосиликатів і глини.
3. Наявність органічної речовини.
4. Система pH – Eh.
5. Здатність ґрунтових мінералів зв'язувати важкі метали.

Погляди багатьох авторів збігаються в тому, що найбільша роль в сорбції металів належить сполукам заліза і алюмінію. Разом з цими сполуками одним з найважливіших факторів виступає органічна речовина. У всіх випадках система pH - Eh спричиняє безпосередній вплив на рухливість елементів.

Кожен з цих факторів відіграє певну роль. Але всі вони, взаємодіючи певним чином впливають один на одного. Тому необхідно розглядати не тільки кожен фактор окремо і ступінь його впливу на поведінку металів, але й яким чином кожен з них впливає на інші. Отже, перераховані вище фактори, взаємодіючи, утворюють певну систему, поведінка якої залежить від кожного з них.

На рис. 1 зображена можлива схема взаємодії параметрів у ґрунті. Ми не можемо стверджувати, що вплив і взаємодія цих факторів з точністю підпорядковуються наведеній схемі. Це тільки один з можливих її варіантів.

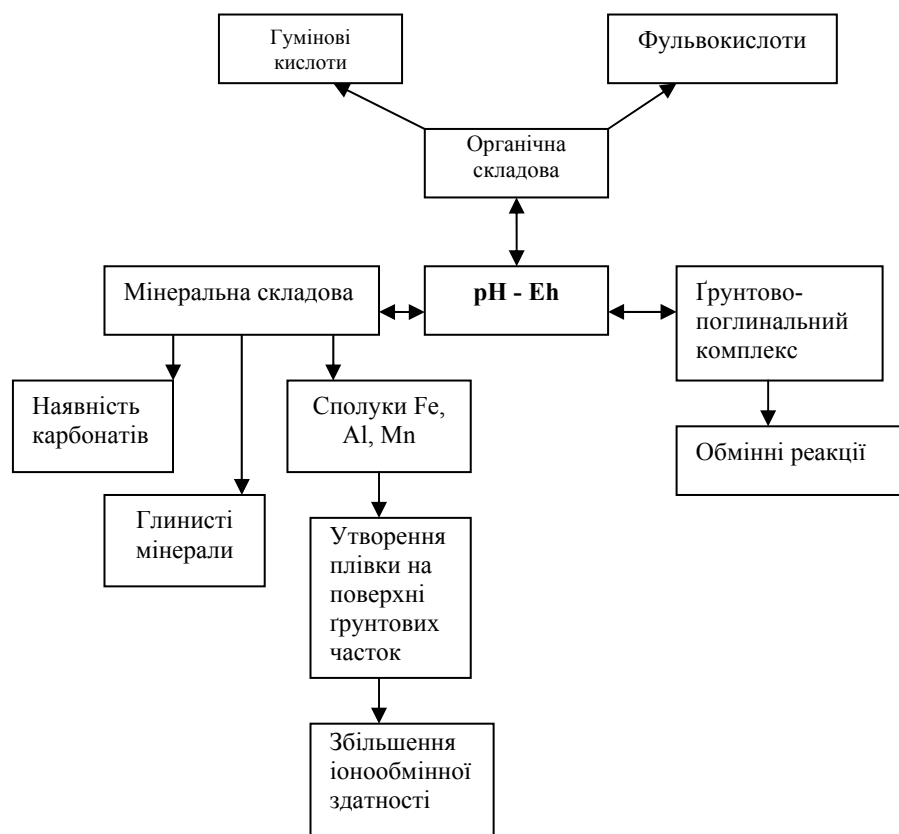


Рис. 1. Схема взаємодії ґрунтових факторів

Перш ніж пояснювати і аргументувати схему, хотілося б зауважити, що надана схема може бути застосована для кримських ґрунтів. Як об'єкт дослідження нами були обрані такі ґрунти: дерново-карбонатні та буроземи гірські остепнені. Вибір цих ґрунтів не випадковий. Вони характеризуються однорідністю вихідної ґрунтоутворюючої породи, постійністю основних генетичних горизонтів, і разом з цим вони мають різні якісні та кількісні показники, що дозволяє в різною мірою оцінити задані фактори.

Вивчений розріз дерново-карбонатних ґрунтів був закладений на рівній поверхні, у петрофітному степу Тарханкутського півострова. Ці ґрунти сформувалися в степному кліматі. Клімат дуже посушливий, помірно жаркий, з м'якою зимою. Річна сума опадів – 355 мм, коефіцієнт зволоження Докучаєва –

Висоцького – 0,55. Середньосічнева температура – -0,4 °С, середньолипнева – + 22,7 °С. Підземні води знаходяться на значній глибині, на контакті вапняку з підстилаючими глинами та мергелями. У зв'язку з посушливим кліматом і степовим ландшафтом – водний режим ґрунту непромивний. Рослинність, під якою сформувалися розглядувані ґрунти, являє собою угруповання дубровників, чебрецю (тимьянов), молочаю камнелюбного, полину з різним ступенем участі типових степових злаків – типчака та ковили.

Уявлення про морфологічні особливості дослідженого ґрунту дає наведений нижче опис розрізу:

Ad – дернина середньої щільності, темно-сірий колір; свіжий; середньосуглинистий; перехід поступовий за забарвленням;

Аса – сірий колір, свіжий, середньосуглинистий, перехід помічається за забарвленням;

ВСса – сірий колір, свіжий, середньосуглинистий.

Дерново-карбонатні ґрунти сформувалися на вапнякових породах. Закипання від 10%-вої НСІ спостерігається з поверхні. Профіль ґрунту доволі слабо диференційований. Присутність в ґрунтоутворюючих породах карбонатів кальцію істотно впливає на напрямок ґрунтоутворення. Загальна карбонатність ґрунту, визначена газоволюметричним методом, протягом усього профілю практично не змінюється і досягає 11 – 13 %, тобто ці ґрунти можна віднести до середньокорбонатних (табл. 1). Вапнякова порода сприяє формуванню в ґрунті слабколужної реакції.

Таблиця 1 – Результати хімічних аналізів дерново-карбонатного ґрунту

Горизонт	Глибина, см	Загальна карбонатність, %	Наявність іонів у водній витяжці		рН	
					соленої	Водної
			Cl ⁻	CO ₃ ²⁻		
Ad	0 – 6	11	+	+	7,3	7,1
Аса	6 – 12	13	+	+	7,8	7,3
ВСса	12 – 32	13	+	+	7,8	7,5

Наявність такої властивості як лужне середовище, дає право говорити про високу долю нерухомих чи малодоступних форм сполук у такому ґрунті. Згідно з проведеними модельними розрахунками в ньому одними з потенційних сполук заліза будуть різні гідроксоформи заліза, але переважаючим буде гідроксид заліза (III) (це підтверджується багатьма літературними даними), який є нерозчинною сполукою. Мідь буде присутня в основному в двовалентному стані, також вона буде співосаджуватися безпосередньо з карбонатами вздовж усього профілю, оскільки спостерігається рівномірний розподіл карбонатності.

Вивчений розріз буроземів гірських остепнених був закладений на нижньому плато Чатир-Дага. Ці ґрунти формуються в лісостеповому кліматі – вологому помірно-прохолодному, з помірно м'якою зимою. Середньосічнева температура – -2°С, середньолипнева – +17,5°С. Річна сума опадів досягає приблизно 740 мм, коефіцієнт зволоження Докучаєва-Висоцького – 1,75. Розглянуті ґрунти формуються при промивному водному режимі.

Уявлення про морфологічні особливості наведеного ґрунту дає наведений нижче опис розрізу:

Ad – темно-сірий колір, свіжий, середньосуглинистий; перехід поступовий по структурі;

А – темно-сірий, свіжий, середньосуглинистий; перехід помічається за забарвленням;

Вм – сірий, свіжий, середньосуглинистий; перехід помічається за забарвленням;

В2 – світло-сірий, свіжий, легкосуглинистий, спостерігаються корені рослин; перехід помічається за забарвленням та за механічною складовою;

ВСg – сірий, свіжий, середньосуглинистий, спостерігається закипання.

Буроземи гірські остепнені сформувалися на суглинистому делювії вапнякових порід. Закипання від 10 %-вої НСІ спостерігається тільки з глибини 90 см. Профіль ґрунту слабо диференційований. Загальна карбонатність ґрунту майже вздовж усього профілю коливається від 1,1 до 3,2 %, і тільки в горизонті ВСg, на глибині 90 см спостерігається різке підвищення карбонатності до 10,08 %, що пов'язано з безпосередньою близькістю цього горизонту до ґрунтоутворюючої породи.

У даному ґрунті спостерігаються коливання рН середовища від слабо кислої до лужної (таблиця 2). Незважаючи на слабо кисле середовище в цих ґрунтах будуть переважати такі ж форми заліза і міді, що й у дерново-карбонатних ґрунтах. Але варто підкреслити таку особливість: у розглянутих ґрунтах буде спостерігатися лужний геохімічний бар'єр, який пов'язаний з різким підвищенням значень рН на границі

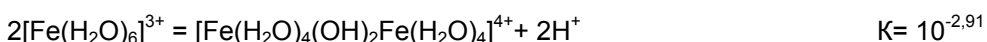
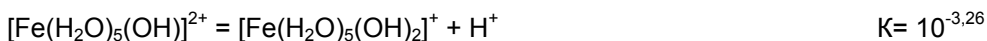
горизонтів В2 и ВС_g і з наявністю цього геохімічного бар'єру буде пов'язане збільшення долі нерозчинних сполук у зв'язку з їх осадженням карбонатами.

Таблиця 2 – Результати хімічних аналізів бурозему гірського остепненого

Горизонт	Глибина, см	Загальна карбонатність, %	Наявність іонів в водній витяжці		pH	
			Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	соленої	водної
A _d	0 – 3	-	-	-	7,1	7,4
A	3 – 10	1,1	-	-	6,6	6,7
B _m	10 – 37	1,2	-	-	6,6	6,7
B ₂	37 – 90	3,2	-	-	6,8	6,8
BC _g	90 – 100	10,08	-	+	7,7	7,6

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Однією з характерних особливостей іону заліза (III) у водному розчині є його здатність до гідролізу, а також до утворення різних комплексів. Було встановлено, що початкові стадії гідролізу описуються рівняннями, причому перше з них відповідає дисоціації гексако-іону з відщепленням протону [13]:



Вивченню кінетики реакцій комплексоутворення з іонами металів присвячено багато робіт. Зазвичай реакції вивчаються в умовах, які допускають оборотні процеси, такі що в них можна отримати і константи зворотного (сольволітичного) процесу.

Було знайдено, якщо реагентами є аніони сильних кислот, то швидкість реакції збільшується із зменшенням [H⁺]. Це підтверджує, що іон [Fe(H₂O)₅(OH)]²⁺ є більш лабільним, ніж [Fe(H₂O)₆]³⁺. Для аніонів слабких кислот у кислих розчинах швидкості реакцій знижуються при зменшенні [H⁺]. Це краще всього пояснюється припущенням, що хоча б частково відбувається реакція між [Fe(H₂O)₅(OH)]²⁺ чи [Fe(H₂O)₆]³⁺ і молекулою кислоти.

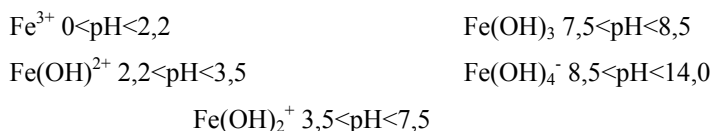
Області стабільності різних гідросокомплексів заліза зображують на діаграмах Пурбе [14]. Позитивно заряджені прості іони заліза (III) в розчині присутні тільки в сильноокислих областях pH~3 і нижче, а також при високих значеннях окислювально-відновлювального потенціалу, близького до 800 мВ. Такі поєднання зустрічаються дуже рідко. У найбільш характерному інтервалі pH 5-8 та при звичайних потенціалах порядку 500-600 мВ переважаючою формою повинен бути гідроксид заліза (III). Розвиток відновлювальних процесів у першу чергу викликає появу іонів заліза (II), Fe₃(OH)₈ і тільки при глибокій відновлювальній обстановці - Fe(OH)₂.

Для областей переважання відповідних гідросокомплексів Fe³⁺ вплив pH дуже істотний:

В 0,1 М розчині:



В 10⁻⁵ М розчині:

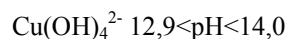
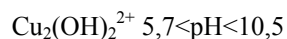


Зміщення областей існування гідросокомплексів для різних концентрацій Fe³⁺ відбувається тільки в області низьких pH.

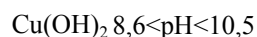
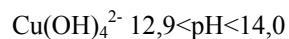
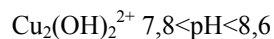
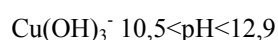
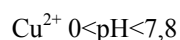
Комплекси міді (II) мають відмінну особливість в порівнянні з комплексами заліза (III), це пов'язано з особливостями їхньої будови. Області pH існування тих чи інших гідросокомплексів залежать від початкових концентрацій Cu²⁺.

У розчині з концентрацією Cu²⁺ 10⁻¹ моль/л:

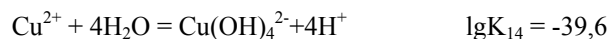
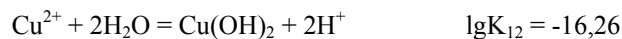




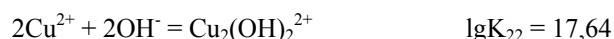
У розчині з концентрацією $\text{Cu}^{2+} \cdot 10^{-5}$ моль/л:



Константи гідролізу водорозчинних солей міді (II):

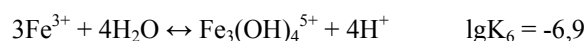
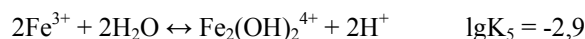
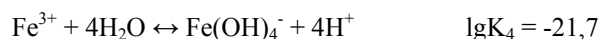
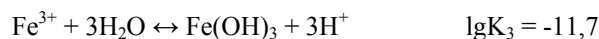
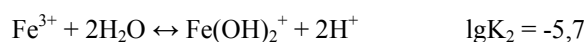
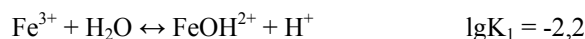


Константи утворення гідроксокомплексів іонів міді (II) дорівнюють:

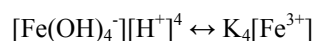
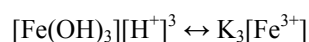
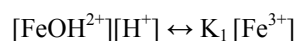


Із збільшенням рН рівновага пересувається вліво, що пояснюється більш яскраво вираженим гідролізом іонів Cu^{2+} .

Для розрахунку гідроксоформ Fe(III) скористаємось літературними даними констант і припустимих процесів гідролізу [13]:



Для розв'язання складемо систему рівнянь цих процесів:



Рівняння матеріального балансу виглядає так:

$$C_{\text{Fe}} \approx [\text{Fe}^{3+}] + [\text{FeOH}^{2+}] + [\text{Fe}(\text{OH})_2^+] + [\text{Fe}(\text{OH})_3] + [\text{Fe}(\text{OH})_4^-] + 2[\text{Fe}_2(\text{OH})_2^{4+}] + 3[\text{Fe}_3(\text{OH})_4^{5+}], \text{ где}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = \beta_{\text{H}_2\text{O}}$$

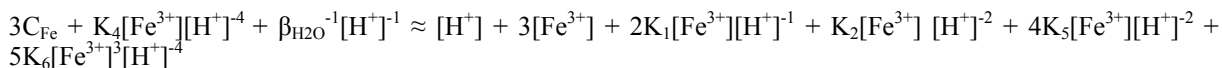
$$[\text{An}^-] = 3C_{\text{Fe}}$$

Рівняння електронейтральності набуває вигляду:

$$[\text{An}^-] + [\text{Fe}(\text{OH})_4^-] + [\text{OH}^-] \approx [\text{H}^+] + 3[\text{Fe}^{3+}] + 2[\text{FeOH}^{2+}] + [\text{Fe}(\text{OH})_2^+] + 4[\text{Fe}_2(\text{OH})_2^{4+}] + 5[\text{Fe}_3(\text{OH})_4^{5+}]$$

Таким чином, маємо систему з 10 рівнянь відносно 10 перемінних. Розв'язуючи цю систему відносно $[\text{Fe}^{3+}]$ і $[\text{OH}^-]$, отримуємо:

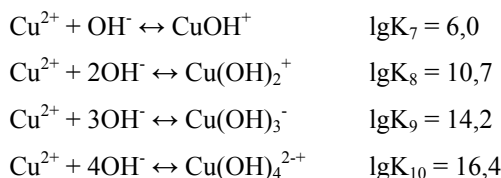
$$C_{\text{Fe}} \approx [\text{Fe}^{3+}](1 + K_1 [\text{H}^+]^{-1} + K_2 [\text{H}^+]^{-2} + K_3 [\text{H}^+]^{-3} + K_4 [\text{H}^+]^{-4}) + 2K_5 [\text{Fe}^{3+}]^2 [\text{H}^+]^{-2} + 3K_6 [\text{Fe}^{3+}]^3 [\text{H}^+]^{-4}$$



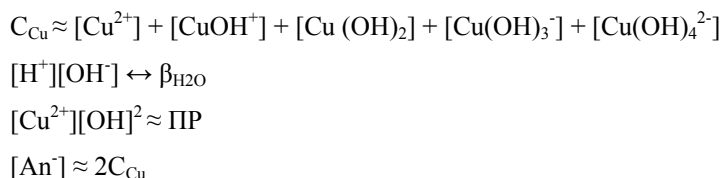
Таблиця 3 – Долі (%) різних форм гідроксокомплексів заліза (III) в 0,001 М розчині при pH 7÷8

Сполуки	pH	
	7	8
Fe ³⁺	4,58·10 ⁻⁸	0
FeOH ²⁺	2,92·10 ⁻³	3,13·10 ⁻⁵
Fe(OH) ₂ ⁺	9,08	0,98
Fe(OH) ₃	90,82	98,04
Fe(OH) ₄ ⁻	0,09	0,98
Fe ₂ (OH) ₂ ⁴⁺	0	0
Fe ₃ (OH) ₄ ⁵⁺	0	0

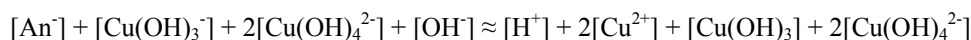
Долі гідроксокомплексів міді можна розрахувати, знаючи значення їхніх констант стійкості:



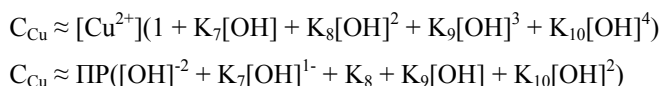
Далі складемо рівняння матеріального балансу:



Рівняння електронейтральності набуває такого вигляду:



Розв'язуючи цю систему відносно [Cu²⁺] и [OH⁻], отримуємо:



Таблиця 4 – Долі (%) різних форм гідроксокомплексів міді (II) в 0,001 М розчині при pH 5÷8

Сполуки	pH			
	5	6	7	8
Cu ²⁺	99,75	97,5	79,5	24,08
Cu(OH) ⁺	0,25	2,45	20,0	62,6
Cu(OH) ₂	5,48·10 ⁻⁵	5,35·10 ⁻⁵	0,43	13,24
Cu(OH) ₃ ⁻	0	0	0,07	4,8·10 ⁻²
Cu(OH) ₄ ²⁻	0	0	0	6,02·10 ⁻⁷

ВИСНОВКИ

Таким чином, величина pH – Eh, спричиняє безпосередній вплив на всі інші параметри. У зв'язку з тим, що багато кримських ґрунтів сформувалося на карбонатних породах, їхнє середовище нейтральне чи дуже близьке до нейтрального та слабколузжне.

Зокрема, основна дія величини pH – Eh зводиться до того, що при існуючих значеннях pH, у розглянутих ґрунтах відбувається збільшення кількості нерухоливих сполук, що підтверджується проведеними модельними розрахунками. По мірі збільшення pH спостерігається закономірне збільшення долі більш гідролізованих форм як для Fe(III), так і для Cu (II). Врешті-решт, це призводить до їх слабкої міграції та недоступності для рослин.

Таким чином, наявність такого локального геохімічного фактора, як карбонатність ґрунтоутворюючих порід, створює певну систему pH – Eh – CO₂-, яка може виступати початковим параметром, що впливає на співвідношення основних форм важких металів та їх міграцію в ґрунтового профілі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геохимия ландшафтов и техногенез / Под ред. В.С. Аржанова, П.В. Елпатьевского – М.: Наука, 1990. – 196 с.
2. Орлов Д.С. Химия почв. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
3. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. – М.: Высшая школа, 1975. – 342с.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1984. – 439 с.
5. Гуминовые вещества в биосфере / Под ред. Д. С. Орлова – М.: Наука, 1993. – 238 с.
6. Джувеликян Х.А. Подвижные формы тяжелых металлов в черноземах незагрязненных ландшафтов// Вестник ВГУ.- № 1.- 2005. – С. 107 – 112.
7. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. Взаємодія важких металів з органічною речовиною чорнозему звичайного // Ґрунтознавство.- № 7.- 2006. – С. 804-811.
8. Содержания и формы соединений микроэлементов в почвах / Под ред. В. А. Ковди, Н. П. Зырина – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 380 с.
9. Полуэктов Р.А., Опарина И.В., Семенова Н.Н., Терлеев В.В. Моделирование почвенных процессов в агро системах. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 148 с.
10. Ладонін Д.В. Вплив залізистих та глинистих мінералів на поглинання міді, цинку, свинцю та кадмію в конкреційному горизонті підзолистого ґрунту // Ґрунтознавство.- 2003. - № 10 – С. 1197 – 1206.
11. Алексеева А.С. Вплив застосування нетрадиційних органічних добрив на накопичення важких металів та біологічну активність дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів // Дисертація канд. б. н., 128 с.
12. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
13. Басло Ф. Ф., Джонсон Р. Химия координационных соединений – М.: Мир, 1966. – 302 с.
14. Сичов А.Я., Традін С.О., Дука Д.Г., Скурлатов Ю.І. Каталітичні реакції і охорона навколишнього середовища. – К.: Штіінца, 1983. – 272 с.

УДК 612.821

ВРЕМЯ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДОШКОЛЬНИКОВ ПРИ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

Андреева Н.А., студент, Ведясова О.А., д.б.н., доцент,
*Кузнецова Т.Г., д.мед.н., ведущий научный сотрудник

Самарский государственный университет,
*Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН (Россия)

В работе исследованы физиологические корреляты произвольного внимания у детей дошкольного возраста при выполнении заданий дифференцировки зрительных аттракторов от дистракторного фона разной степени сложности. Показано, что этап онтогенеза, соответствующий второй половине дошкольного периода, характеризуется совершенствованием у ребёнка процессов произвольной концентрации внимания и зрительного восприятия, что подтверждается положительной динамикой значений латентных периодов зрительно-моторных реакций и ростом успешности дифференцировки аттракторов. Установлено, что наблюдаемое у детей в интервале от 5 до 7 лет увеличение способности к произвольному управлению вниманием при восприятии гетерогенных зрительных стимулов сочетается со снижением вариабельности кардиоритма и напряжённости его регуляторных механизмов.

Ключевые слова: дошкольный возраст, произвольное внимание, зрительное восприятие, латентный период зрительно-моторной реакции, вариабельность сердечного ритма.

Андреева Н.А., Ведясова О.А., Кузнецова Т.Г. ЧАС СЕНСОМОТОРНОЇ РЕАКЦІЇ ТА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ В ДОШКІЛЬНИКІВ ПРИ КОНЦЕНТРАЦІЇ УВАГИ В УМОВАХ ЗОРОВОГО СПРИЙНЯТТЯ / Самарський державний університет, *Інститут фізіології ім. І.П. Павлова РАН, Росія.

У роботі досліджені фізіологічні кореляти довільної уваги в дітей дошкільного віку при виконанні завдань диференціювання зорових аттракторів від дистракторного фону різного ступеня складності. Показано, що етап онтогенезу, що відповідає другій половині дошкільного періоду, характеризується вдосконаленням у дитини процесів довільної концентрації уваги і зорового сприйняття, що підтверджується позитивною динамікою значень латентних періодів зорово-моторних реакцій і зростанням успішності диференціювання аттракторів. Встановлено, що спостережуване в дітей віком від 5 до 7 років збільшення здібності до довільного управління увагою при сприйнятті гетерогенних зорових стимулів поєднується із зниженням варіабельності кардіоритму і напруженості його регуляторних механізмів.

Ключові слова: дошкільний вік, довільна увага, зорове сприйняття, латентний період зорово-моторної реакції, варіабельність серцевого ритму.

Andreeva N.A., Vedyasova O.A., *Kuznetsova T.G. THE TIME OF SENSOMOTOR REACTION AND THE CARDIORHYTHM VARIABILITY OF CHILDREN OF NURSERY SCHOOL AGE AT CONCENTRATION OF ATTENTION IN CONDITIONS OF VISUAL PERCEPTION / Samara state university, *I. P. Pavlov's Institute of physiology, Russia.

The survey issues physiological correlates of nursery school aged children's voluntary attention and performance of tasks on differentiation of visual attractors from of distractor's background of variable complexity. It is argnet that the period of child's growth at the age of 5-7 years is characterized by gradual development of voluntary attention and visual perception processes as well by positive dynamics of sensomotor reaction periods in coupled with the decrease of cardiorhythm variability and regulatory mechanisms tensity.

Key worlds: nursery school age, voluntary attention, visual perception, period of sensomotor reaction, cardiorhythm variability.

ВСТУПЛЕНИЕ

Изучение механизмов произвольной концентрации внимания является одной из актуальных научных проблем современной физиологии поведения. Внимание интенсивно изучается в связи с необходимостью выявления факторов, влияющих на эффективность различных видов когнитивной деятельности человека, включая процесс обучения [4, 8, 10, 12], а также используется как важный показатель уровня психического развития ребёнка, морфофункциональной зрелости ассоциативных зон и онтогенетического созревания подкорковых систем, управляющих процессами корковой активации [5, 13]. При этом весьма эффективным подходом к изучению онтогенетических особенностей внимания и зрительного восприятия является их анализ по физиологическим коррелятам [1, 7, 11].

Наиболее интенсивно эти вопросы разрабатываются в отношении раннего онтогенеза и дошкольного возраста [6, 9], что продиктовано, в первую очередь, необходимостью психодиагностики уровня интегративной работы мозга и готовности ребёнка к школе.

Цель данного исследования состояла в выявлении особенностей произвольной концентрации внимания в условиях восприятия зрительных стимулов разной сложности у детей дошкольного возраста по показателям скорости сенсомоторной реакции и вариабельности сердечного ритма (ВСР).

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена на трёх возрастных группах дошкольников (5, 6 и 7 лет), у которых с помощью компьютерных программ определяли скорость и успешность зрительно-моторных реакций в процессе выполнения двенадцати заданий дифференцировки аттракторов (букв S и T, значка «звёздочка» белого цвета) от дистракторов белого цвета, предъявляемых на чёрном фоне экрана монитора. В качестве дистракторов использовали: решётку, состоящую из девяти (3 × 3) ячеек; регулярный буквенный фон в виде сетки, построенной из девяти (3 × 3) букв R, а также случайный буквенный фон в виде квадратной матрицы, представленной четырьмя буквами R и пятью цифрами «8». В каждой задаче было 20 предъявлений. При этом аттрактор появлялся вместо одного из дистракторов (если в роли последнего выступала решётка, то аттрактор возникал в одной из ячеек) в случайном порядке в половине предъявлений (10 раз). Пауза между стимулами составляла 3 секунды, время предъявления стимула равнялось 1 секунде. Скорость зрительно-моторной реакции оценивали по величине латентных периодов (мс), а об успешности выполнения задания судили на основании количества правильных выборов аттрактора, а также по числу отказов от выполнения заданий.

Одновременно с хронорефлексометрией осуществляли регистрацию электрокардиограммы с помощью компьютерной установки «Валента». По значениям кардиоинтервалов в программе «Аттрактор» строили скаттерограммы. Для выявления уровня ВСР кардиоинтервалы анализировали аттракторным методом, суть которого заключалась в оценке геометрических параметров скаттерограммы (Баевский, 1984, 2002); с учётом последних рассчитывали индекс функционального состояния (ИФС): $ИФС = A \times (A/B) \times RR$,

где А и В – соответственно производные ширины и длины скаттерограммы, RR – длительность кардиоинтервала.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили в программе Sigma Stat (Jandel Scientific), достоверными считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что в процессе концентрации внимания на распознаваемых зрительных стимулах дошкольники указанных возрастных групп достоверно различались по количеству выполненных заданий, их успешности, времени зрительно-моторных реакций и уровню ВСР.

Характерно, что у 5-летних детей чаще, чем в других возрастных группах, наблюдались трудности при выявлении зрительных стимулов, и они отказывались выполнять четыре задания из двенадцати. Отказы, вероятно, являлись следствием того, что в данном возрасте ещё не специализировано участие заднеассоциативной коры головного мозга в зрительном восприятии, что затрудняет анализ сложных изображений, не имеющих эталонов в индивидуальном опыте ребенка. Уровень успешности дифференцировки аттракторов, с учетом отказов, у 5-летних испытуемых составлял в среднем 55,4 %, что в 1,4 раза меньше, чем у более старших, например, 6-летних детей. Низкая успешность, как отражение недостаточной сформированности механизмов произвольной концентрации внимания, возможно, обусловлена нестойкостью процессов образования очагов возбуждения и незрелостью механизмов коркового торможения [4, 7]. Вместе с тем, скорость зрительно-моторных реакций у 5-летних детей, о которой можно судить по средней длительности латентных периодов (454,0 мс), оказалась гораздо выше, чем у 6- и 7-летних (рис. 1).

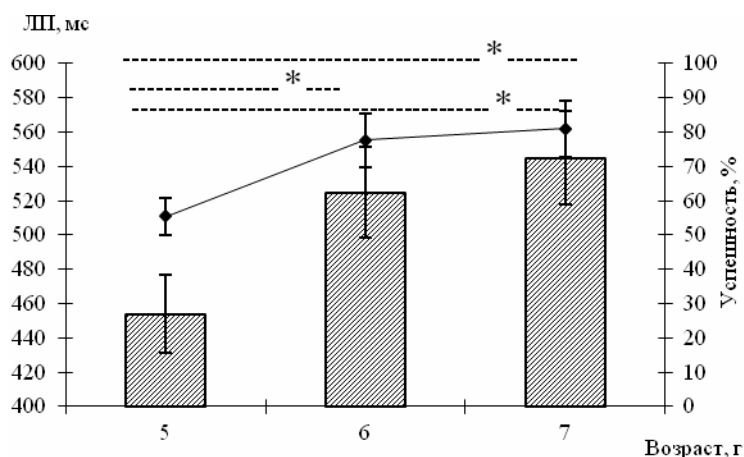


Рис. 1. Соотношение латентных периодов (ЛП) зрительно-моторных реакций и уровня успешности при выполнении заданий дифференцировки зрительных стимулов у дошкольников (усреднение по двенадцати задачам). Обозначения: * – $p < 0,05$.

Что касается детей 6 лет, то они работали более продуктивно и отказывались только от одной задачи из двенадцати. При этом латентное время реакций правильного выбора в этой возрастной группе в среднем составляло 524,7 мс, что несколько больше, чем у 5-летних детей ($p < 0,05$). Относительно продолжительные латентные периоды зрительно-моторных реакций компенсировались у них более высоким уровнем успешности (77,6 %), чем в предыдущей возрастной группе (рис. 1).

Легче остальных возрастных групп с задачами выбора зрительных аттракторов справлялись 7-летние дети. У них, в отличие от 5- и 6-летних испытуемых, не было отказов от выполнения заданий, что, вероятно, связано с лучшим пониманием смысла инструкции в связи с более активным вовлечением в когнитивные процессы ассоциативных зон задних отделов коры больших полушарий (Безруких, 2005). Характерное для 7-летних детей высокое качество дифференцировки зрительных стимулов можно расценивать как результат усовершенствования к данному этапу онтогенеза кортикальных механизмов, лежащих в основе активационных процессов и произвольного внимания. Как известно, к 7 годам улучшаются не только произвольность, но также устойчивость и объем внимания [5, 7], что делает возможным опознание зрительного стимула на основе выделения его сложных признаков, и поэтому

требует большего времени. Этот факт может служить объяснением увеличения латентного времени сенсомоторных реакций у представителей данного возраста по сравнению с младшими детьми (рис. 1).

В ходе исследования также были установлены определённые возрастные различия в характере вегетативных коррелятов произвольной концентрации внимания, которые достоверно проявились в случае выполнения относительно лёгкого задания в виде дифференцировки значка «звёздочка» на регулярном гомогенном фоне. Так, в младшей возрастной группе дошкольников уровень ВСР при выполнении данного задания был наибольшим и составлял 381 мс. Значения ВСР у 6- и 7-летних детей в ходе решения этой же задачи равнялись 115,4 и 43,5 мс, что соответственно в 3,3 ($p < 0,05$) и в 8,7 ($p < 0,05$) раза меньше, чем у детей 5-ти лет. При выполнении более сложного задания (поиск аттрактора «звездочка» на случайном гетерогенном фоне) ВСР у представителей младшей группы оказалась в 2,8 раза (при $p < 0,05$) ниже, а у 6- и 7-летних – в среднем в 1,8 раза выше, чем в случае предыдущего задания. При этом достоверных различий в уровне ВСР между тремя возрастными группами дошкольников при выполнении сложного задания не выявлено (рис. 2).

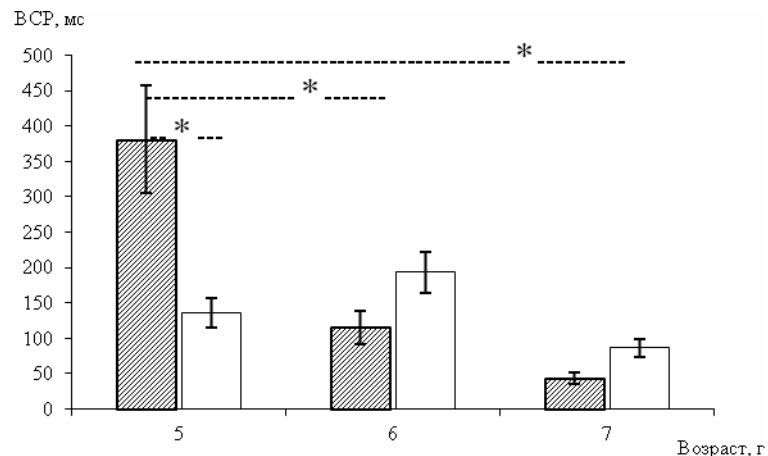


Рис. 2. Вариабельность сердечного ритма у дошкольников в процессе дифференцировки аттрактора «звездочка» на регулярном (заштрихованные столбики) и случайном (белые столбики) дистракторном фоне. Обозначения: * – $p < 0,05$.

Наблюдаемая картина вегетативного проявления сосредоточенности испытуемых на восприятии различных зрительных стимулов, на наш взгляд, обусловлена тем, что смена регулярного и гомогенного дистракторного фона на более сложный и гетерогенный вызывала, помимо произвольной, ещё и непроизвольную концентрацию внимания, что увеличивало сложность поставленной задачи. Данная ситуация для детей 5 лет оказалась практически неразрешимой, в связи с чем они выполняли более трудную задачу формально, осуществляя рабочие действия бездумно, автоматически. Полагаем, что на этом фоне, в силу ослабления мотивации, возникает торможение симпатических механизмов регуляции деятельности сердца, что служит наиболее вероятной причиной снижения ВСР у детей 5 лет по сравнению с параметрами кардиоритма в случае решения простой задачи. Напротив, у детей старших групп в связи с более высоким уровнем функциональной зрелости мозговых структур [4, 10, 13], дифференцировка стимулов на гетерогенном фоне представляла собой, хотя и трудную, но вполне решаемую задачу. Однако выполнение последней требовало значительного нервно-психического напряжения, активации систем нейрогуморального контроля кровообращения и поэтому сопровождалось усилением ВСР.

С целью оценки функционирования механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы у испытуемых в условиях психоэмоционального напряжения, создаваемого ситуацией сосредоточения на дифференцировке и восприятии зрительных аттракторов, проводился расчет ИФС. Как видно из рис. 3, ИФС во время поиска «звёздочки» на регулярном фоне составлял 440,5 усл. ед. у 5-летних, 347,3 усл. ед. у 6-летних и 922,4 усл. ед. у 7-летних детей. Опираясь на литературные данные (Кузнецова и др., 2007), можно заключить, что такая картина свидетельствует о значительной напряженности регуляторных механизмов у дошкольников старшего возраста в связи с более выраженной активацией структур (вероятно, фронтальных третичных ассоциативных зон коры), вовлекаемых в процессы программирования поведенческих актов и целедостижение на фоне произвольной концентрации внимания.

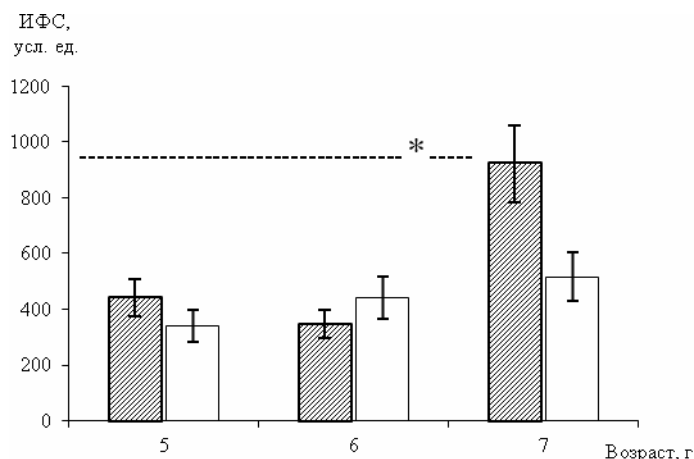


Рис. 3. Индекс функционального состояния у дошкольников при выполнении заданий дифференцировки аттрактора «звездочка» на регулярном (заштрихованные столбики) и случайном (белые столбики) дистракторном фоне. Обозначения: * – $p < 0,05$.

При выполнении более сложной задачи в виде дифференцировки аттрактора на случайном фоне у детей младших возрастных групп величина ИФС, по сравнению с предыдущим заданием, существенно не менялась, тогда как у детей 7 лет ИФС снизился на 43,9 %, составив 516,6 усл. ед. Ухудшение функционального состояния в данном случае свидетельствует о том, в 7 лет у ребёнка система управляемой корковой активации ещё не достигает окончательной зрелости [6]. Это создаёт условия для проявления неуправляемых и ненаправленных активационных воздействий, нарушающих взаимодействие коры со стволовыми структурами и создающих своеобразную избыточность реагирования мозга [7, 10], в том числе, вегетативные дисфункции. Однако тот факт, что в указанной экспериментальной ситуации уменьшение ИФС у 7-летних дошкольников сочеталось с относительно низкой величиной ВСР, позволяет рассматривать функциональное состояние детей данного возраста, как напряжённое, но вместе с тем, адекватное выполняемой нагрузке.

ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты проведённого исследования показали, что в пределах второй половины дошкольного периода, начиная с 5 лет, между детьми с возрастной разницей в один-два года имеются существенные различия в психических свойствах и сенсомоторных возможностях. На указанном отрезке онтогенеза идёт прогрессивное увеличение объёма и качества внимания, способности к его произвольной концентрации в условиях зрительного восприятия. Последнее документируется положительной динамикой скрытого времени зрительно-моторной реакции и постепенным нарастанием в интервале от 5 до 7 лет уровня успешности зрительного восприятия в сочетании со снижением ВСР и напряжённости функционального состояния регуляторных механизмов в трудных ситуациях, таких как дифференцировка аттракторов на гетерогенном фоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.В., Василюк Н.А. Вариабельность сердечного ритма при выполнении различных результативных задач // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 4. – С. 50-55.
2. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 2. – С. 70-82.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.О., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
4. Баскакова Л.А. Внимание дошкольника, методы его изучения и развития. Изучение внимания школьника. – М.: Изд-во Института практической психологии, 1995. – 64 с.
5. Безруких М.М., Дубровинская Н.В. Психофизиология ребенка. – Воронеж: МОДЕК, 2005. – 496 с.
6. Васильева Е.В., Копосова Т.С., Соколова Л.В. Функциональная зрелость коры больших полушарий и особенности когнитивных функций у детей-северян с факторами риска в

- раннем развитии // Тезисы докладов XX съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. – М., 2007. – С. 171.
7. Дубровинская Н.В. Нейрофизиологические механизмы внимания: онтогенетические аспекты / Н.В. Дубровинская. – Л.: Наука, 1985. – 144 с.
 8. Князева Е.Н. Методы нелинейной динамики в когнитивной науке // Синергетика и психология: сб. науч. стат. / Вып. 3. Когнитивные процессы. – М.: Когито-Центр, 2004. – С. 29-48.
 9. Кузнецова Т.Г. Сравнительный анализ процесса достижения цели ребёнком и шимпанзе по данным сердечного ритма / Т.Г. Кузнецова, М.В. Радченко, А.Н. Чернов // Біологія ХХІ століття: теорія, практика, викладання / Матеріали міжнародної наукової конференції. – Київ: Фітосоціоцентр, 2007. – С. 314-315.
 10. Мачинская Р.И. Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания (аналитический обзор) // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2003. – № 2. – С. 133-150.
 11. Нидеккер И.Г., Федоров Б.М. Проблема математического анализа сердечного ритма // Физиология человека. – 1993. – Т. 19. – № 3. – С. 80.
 12. Суворов Н.Ф., Таиров О.П. Психофизиологические механизмы избирательного внимания. – Л.: Наука, 1985. – 286 с.
 13. Шуваев В.Т., Суворов Н.Ф. Базальные ганглии и поведение. – СПб.: Наука, 2001. – 278 с.

УДК 599.32.15

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФАУНУ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ДНЕПРОВСКО-ОРЕЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Антонец Н.В., научный сотрудник

Днепро-Орельский природный заповедник (ДОПЗ)

В публикации обсуждается разнообразное антропогенное вмешательство в естественные заповедные комплексы (интродукция сосны, роль пирогенного фактора), его влияние на фауну мелких млекопитающих и их реакция на эти нарушения. Обнаружено общее снижение численности, видового богатства (упрощение структуры) и, как следствие, стойкости группировок и нарушения цикличности, а также выпадения редких видов. Приведены предложения относительно восстановления дестабилизированных природных комплексов.

Ключевые слова: антропогенный фактор, заповедные территории, мелкие млекопитающие.

Антонец Н.В. ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ФАУНУ ДРІБНИХ ССАВЦІВ ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКОГО ЗАПОВІДНИКА / Дніпровсько-Орільський природний заповідник, Україна

У публікації обговорюється різноманітне антропогенне втручання в природні заповідні комплекси (інтродукція сосни, роль пірогенного фактора), його вплив на фауну дрібних ссавців та їхня реакція на ці порушення. Виявлено загальне зниження чисельності, видового багатства (спрощення структури) і, як наслідок, стійкості угруповань та порушення циклічності, а також випадіння рідкісних видів. Наведено пропозиції щодо відновлення дестабілізованих природних комплексів.

Ключові слова: антропогенний фактор, заповідні території, дрібні ссавці.

Antonets N.V. INFLUENCE OF HUMAN FACTOR ON FAUNA SMALL MAMMALS IN THE DNIPRO-ORELSK RESERVE / Dnipro-Orilsk reserve, Ukraine

In this article, was discussion influence of various human factors in the reserve natural territory (installation pine-tree, influence of fire factor), his influence on fauna small mammals and their response from this violations. Was determining common number reduction, species riches (simplification structure); firmness society and violation cycle, also fallen rare species. Adduce made a motions on reestablishment destruction natural complex.

Key words: human factor, reserve natural territory, small mammals.

ВВЕДЕНИЕ

Созданный в 1990 году заповедник (ДОПЗ), с координатами 48° 30' с. ш. и 34° 45' в. д., расположен в левобережной пойме р. Днепр, в центре Днепропетровской области. Территория представляет собой

комплекс короткопоемных (дубравы р. Проточь) и продолжительнопоемных лесов (р. Днепр) с системой стариц-озер, лугов и болот (I – терраса) и псаммофитной степи (среднеднепровские арены) с насаждениями сосны обыкновенной разного возраста (II – терраса). Особенностью резервата является его расположение в „зоне экологического бедствия” и зарегулированность стока реки Днепр плотинами Запорожской (с 1932 г.) и Днепродзержинской ГЭС (с 1964 г.)

В работе рассматриваются последствия интродукции сосны и влияние пирогенного фактора на фауну мелких млекопитающих среднеднепровских арен. Целью исследования явилось изучение реакции микромаммалей на различные формы антропогенного прессинга и поиски путей восстановления дестабилизированных природных комплексов.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являются мелкие млекопитающие Днепровско-Орельского заповедника. С 1991 по 2006 гг. здесь проводили учеты численности и инвентаризацию мелких млекопитающих в основных биотопах на 15 постоянных учетных линиях (П.У.Л.) согласно общепринятым методикам с использованием обычных ловушек Геро и специальных живоловок системы Н.А. Щипанова (1999). В 1998–2000 гг. осенние учеты проводились в соответствии с Договором о творческом научном сотрудничестве совместно с проф., Н.М. Окуловой. Всего за 16 лет отработано 47850 л./сут. и отловлено 3631 особь мелких млекопитающих.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в 1999–2001 гг. данные подтверждают наличие двух обособленных видов-двойников: (МЛМ) малой лесной (*Sylvaeus uralensis* Pall.) и (ЛМ) лесной мышей (*S. sylvaticus* L.), а также (ПВЕ) полевки восточноевропейской (*Microtus rossiaemeridionalis* Ognev), вида-двойника обыкновенной полевки (*M. arvalis* Schrank) на территории заповедника [18, 19, 7, 8, 9, 10]. Три вида мышей, а именно МЛМ, ЛМ и полевая мышь (ПМ), являются фоновыми видами мелких млекопитающих заповедника. Сообщество микромаммалей заповедника трехдоминантное (МЛМ, ЛМ и ПМ). В годы депрессии численности оно становится двухдоминантным (1996 – МЛМ и ЛМ), (2003 – МЛМ и ПМ). Обычно, доминирует МЛМ, однако в предельно влажном 2004 г. (после влажного 2003 г.) произошла смена доминанта на гидрофильный вид – ПМ. Особенностью ДОПЗ является то, что здесь в интразональных биотопах, расположенных в степной зоне Украины в отловах мелких млекопитающих, преобладают мыши, а не полевки.

Пойма. В пойменных участках ДОПЗ зарегистрировано 12 видов мелких млекопитающих: бурозубка малая (*Sorex minutus* L.), бурозубка обыкновенная (*S. araneus* L.), кутора обыкновенная (*Neomis fodiens* Penn.), белозубка малая (*Crocidura suaveolens* Pall.), малая лесная мышь, лесная мышь, полевая мышь (*Apodemus agrarius* Pall.), домовая мышь (*Mus musculus* L.), мышь-малютка (*Micromys minutus* Pall.), серая крыса (*Rattus norvegicus* Berk.), водяная полевка (*Arvicola amphibius* L.), восточноевропейская полевка.

Степь. На участках естественной песчаной степи, не охваченных лесоразведением, выявлено 11 видов микромаммалей: *Crocidura suaveolens* Pall.; *C. leucodon* Germ.; *Sicista subtilis* Pall.; *Sylvaeus sylvaticus* L.; *S. uralensis* Pall.; *S. sp.*; *Apodemus agrarius* Pall.; *Mus musculus* L.; *M. spicilegus* Pet.; *Mycromys minutus* Pall.; *Microtus rossiaemeridionalis* Ognev. Из них *Sicista subtilis* Pall. [2, 4] занесена в Красную книгу Украины [22].

Сосняки. В сомкнутых насаждениях сосны на арене видовое богатство снижается до 4 видов: *Sylvaeus sylvaticus* L.; *S. uralensis* Pall.; *Apodemus agrarius* Pall.; *Mus musculus* L. [1, 2, 3, 4, 5]. Иногда встречаются единичные особи *Microtus rossiaemeridionalis* Ognev (1997 г.) и *Sorex araneus* L. (2001 г.). На участке песчаной степи, не поврежденном пожаром в кв. 36, где ранее проводили посадку сосны с помощью трактора под плуг, и сосна не прижилась – численность мелких млекопитающих в 2006 г. составила: *Sylvaeus sylvaticus* – 5 ос. на 100 л./сут. Очевидно, посадка сосны под плуг трактора приводит к снижению видового богатства микромаммалей. Таким образом, влияние антропогенного фактора на арене Днепра (интродукция – создание культур сосны) приводит к снижению видового богатства (упрощение структуры) и устойчивости сообществ, утрате редких видов, а также вселению эвритопных (МЛМ) и гидрофильных видов (ПМ). На пагубную практику посадки хвойных пород указывали: Р. Дажо [14]; Н.Ф. Марченко, А.А. Золотарев [16]; О.Ю. Уманец, З.В. Селюнина, Ю.А. Москаленко [24]; Т.И. Котенко, А.Г. Котенко [15], отмечая в культурах обеднение и тривиализацию специфических флористических, фаунистических комплексов, а также подверженность их пирогенному фактору. Лесоводы В.Д. Шульга, Д.В. Шульга [23] констатировали факт усыхания пойменных дубрав из-за засоления грунтовых вод в результате утилизации воды на водосборе (арены), в том числе и культурами сосны. Ю. Одум [17] высказывался против проведения интродукции. В настоящее время [12] «интродукционные работы в России (и шире – на территории бывшего Советского Союза) следует признать государственным экологическим преступлением». Поэтому необходимо изменить стратегию ведения лесного хозяйства в заповеднике. На участках уникальной песчаной степи недопустимо

проводить работы по восстановлению лесных культур сосны, так как интродуцент – сосна не представляет интереса как объект заповедания, а в среднем течении Днепра практически не сохранилось таких степей. Здесь следует восстанавливать псаммофитную степь. Тем не менее, в материалах «Лесоустройства, 2004» ДОПЗ запланировано именно восстановление культур сосны на поврежденных пожаром участках степи путем высадки семян под плуг с помощью трактора. Такое широкомасштабное вмешательство в природные комплексы чревато утратой заповедной территории.

Пожар-1. Осенью 1998 г. (11/X) в заповеднике (на участках арены Днепра) из-за очень жаркой, ветреной погоды и неосторожного обращения с огнем нарушителей заповедного режима произошел большой пожар. Он продолжался несколько дней (сгорело около 350 га песчаной степи с насаждениями сосны разного возраста). В итоге пожар привел к существенным изменениям в составе флоры, аналогично степям Калмыкии (к сокращению участия полукустарничков – полыней и др.) и одновременно к распространению высокотравных степных злаковников [21] и фауне поврежденных участков степи [3, 4, 5]. С 1998 г. здесь ведется мониторинг мелких млекопитающих. Была заложена новая П.У.Л. № 3а, в кв. 57 псаммофитной степи поврежденной пожаром для сравнения с эталоном – П.У.Л. № 3. В ноябре (24–26/XI–1998 г.) проведен предварительный учет численности микромаммалей в кв. 57 песчаной степи. Отработано 200 л./сут. На участке степи, поврежденном пожаром, где частично сохранилась дернина *Festuca beckeri*, мелких млекопитающих не было обнаружено (численность составила 0 ос. на 100 л./сут.). Из-за того, что пожар произошел в конце вегетационного периода, он имел более пагубные последствия для песчаной степи и ее обитателей (затянулся процесс восстановления). На аналогичном же участке степи, не поврежденном пожаром, соответственно, численность и видовой состав микромаммалей были следующими: *Sylvaemus uralensis* – 1 ос.; *Microtus rossiaemeridionalis* – 2 ос.; *Sorex araneus* – 1 ос.; *Crocidura leucodon* – 1 ос. Всего: 5 ос. на 100 л./сут. Таким образом, в условиях ненарушенной песчаной степи имелись защитные условия для мелких млекопитающих (травянистый покров, высотой 30–50 см) и запасы кормов: семена и стебли растений, беспозвоночные животные – поэтому сохранилось наибольшее видовое богатство микромаммалей. В сентябре (15–17/IX–2006 г.) здесь провели повторный учет численности мелких млекопитающих. На участке степи, поврежденном пожаром, численность составила 0 ос. на 100 л./сут.; на неповрежденном участке степи, соответственно, численность и видовой состав микромаммалей были следующими: *Sylvaemus sylvaticus* – 2 ос.; *Microtus rossiaemeridionalis* – 2 ос. Всего: 4 ос. на 100 л./сут. Последующий мониторинг мелких млекопитающих на участке псаммофитной степи, поврежденном пожаром в осеннее время (П.У.Л. № 3а), показал, что в течение 8 лет (табл. 3) не произошло в полном объеме восстановления растительности, видового состава и численности зверьков (Антонец, 1999; 2000; 2000а; 2001; Антонец, Окулова, 2005) [3, 4, 5, 6, 11]. На протяжении первых 2-х лет после пожара осенняя численность мелких млекопитающих в степи на пожарище (табл. 3) составляла нуль. Затем началось постепенное восстановление видового состава, и в первую очередь – ЛМ. В заповеднике Аскания-Нова, где по статистике пожары совсем не редкое явление, период пирогенной сукцессии, в зависимости от погодных условий, длится 7–9 лет [13].

Для восстановления участков псаммофитной степи с посадками сгоревшей сосны нами предлагалось применить метод аэросева, предварительно модернизировав его к условиям малых лесных территорий, то есть применить ручной способ посева семян сосны (или семян травянистых ксерофитных растений, произрастающих на арене) по тающему снегу в весенний период. В марте-апреле, после изъятия остатков сосны на горельнике, в порядке эксперимента, предлагалось сделать апробацию этого метода на 2-х пробных площадках, размером по 0,5 га каждая. В мировой практике имеется положительный опыт применения метода аэросева (запатентованного в 30-е годы советскими лесоводами) по закреплению песков в пустыне Гоби (Китай) семенами травянистых растений или сосны [6].

Из таблицы 1 видно, что в искусственных сомкнутых насаждениях сосны обыкновенной (П.У.Л. № 2) на аренах Днепра, средняя многолетняя суммарная численность мелких млекопитающих наивысшая (8.25 ос.), в сравнении с безлесными эталонными участками степи на П.У.Л. № 3 – 7.35 ос. На участках песчаной степи, поврежденной пожаром (П.У.Л. № 3а), средняя многолетняя суммарная численность микромаммалей самая низкая – 6.114 ос. Как и в пойме, в древостоях (сосняках) на степных участках, средняя многолетняя суммарная численность мелких млекопитающих выше. Наивысшее видовое богатство (количество видов) характерно для ненарушенных (эталонных) степных участков заповедника (2.857).

В насаждениях сосны на песках оно ниже (2.571), а на участках степи, поврежденной пожаром – минимальное (1.143). На участках, степи (табл. 1), не поврежденной пожаром – доминирует ЛМ (5.357); поврежденной пожаром – также ЛМ (5.443), а в сосняках на арене – МЛМ (3.386) и ЛМ (3.486). Влияние антропогенного фактора (создание искусственных насаждений сосны и пожар) на аренах Днепра отрицательно сказалось [7, 11] на численности и видовом составе мелких млекопитающих. Произошло обеднение видового богатства мелких млекопитающих в обоих случаях, изменение численности – повышение в сосняках и снижение на участках, поврежденных пожаром, а также изменение структуры доминирования в сосняках.

Таблица 1 – Обобщенная численность мелких млекопитающих на П.У.Л. в степи (1991–2004 гг.)

Виды	Средняя численность (сентябрь), особей на 100 л./сут.		
	П.У.Л. № 2	П.У.Л. № 3	П.У.Л. № 3а
<i>Crocidura suaveolens</i>	–	0,021	–
<i>C. leucodon</i>	–	0,050	–
<i>Sicista subtilis</i>	–	0,228	–
<i>Sylvaemus uralensis</i>	3,386	0,478	0,286
<i>S. sylvaticus</i>	3,486	5,357	5,443
<i>S. sp.</i>	–	0,021	–
<i>Apodemus agrarius</i>	1,243	0,571	–
<i>Mus musculus</i>	0,114	0,121	0,286
<i>M. spicilegus</i>	–	0,050	–
<i>Microtus rossiaemeridionalis</i>	0,021	0,450	0,100
Суммарная численность	8,250	7,350	6,114
Количество видов	2,571	2,857	1,143
Отработано л./сут.	2900	2150	950

Здесь уместно добавить, что в лесных биотопах поймы ДОПЗ [10] относительная средняя многолетняя численность микромамманий выше, чем на лугах (безлесных участках). На влажном лугу она немного выше (10.775), чем в остепненном (10.075). Интересно, что на степных участках (П.У.Л. № 3) среднестепных арен (табл. 1), то есть в наиболее ксерофитных условиях существования, средняя многолетняя численность мелких млекопитающих еще ниже – 7,35 ос. на 100 л./сут. [11]. Видимо, фактор влажности имеет решающее значение для величины видового богатства и численности микромамманий.

Таблица 2 – Динамика численности мелких млекопитающих в песчаной степи (эталон) на П.У.Л. № 3

Виды	Годы (сентябрь) – особей на 100 л./сут.																Среднее
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
<i>C. suaveolens</i>	–	–	–	–	–	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,019
<i>C. leucodon</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	–	–	–	–	–	–	–	0,044
<i>S. subtilis</i>	–	–	2,5	–	–	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,200
<i>A. agrarius</i>	–	–	–	–	–	0,3	1,7	0,7	0,3	–	–	–	1,0	4,0	–	–	0,500
<i>S. uralensis</i>	–	–	–	–	–	–	1,7	0,7	–	–	–	1,3	–	3,0	–	–	0,419
<i>S. sylvaticus</i>	3,0	1,0	0,7	1,0	3,0	3,0	5,7	6,3	4,3	10,0	17,7	11,3	3,0	5,0	2,0	17,0	5,312
<i>S. sp.</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3	–	–	–	–	–	–	–	0,019
<i>M. spicilegus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	–	–	–	–	4,0	0,294
<i>M. musculus</i>	–	–	–	–	–	–	0,3	0,7	–	–	–	0,7	–	–	–	–	0,106
<i>Microtus ross.</i>	–	–	–	1,3	–	0,3	2,3	–	–	0,3	1,0	–	–	1,0	–	–	0,400
Сумма	3,0	1,0	3,2	2,3	3,0	4,7	11,7	8,3	5,7	10,3	19,4	13,3	4,0	13,0	2,0	21	7,869
Кол-во видов	1	1	2	2	2	5	5	4	4	2	3	3	2	4	1	2	2,687
Отработано ловушко-суток	100	200	200	300	200	300	300	300	300	300	300	150	100	100	100	100	

Пожар-2. В мае 2005 года (23/V) на аренах Днепра в ДОПЗ произошел второй пожар, который не затронул участок с П.У.Л. № 3а, но привел к утрате эталонного участка степи на П.У.Л. № 3. В результате сгорело около 600 га псаммофитной степи (с насаждениями сосны разного возраста) в заповеднике и приблизительно 300 га – в охранной зоне (без культур сосны). На 15-м году заповедания, рассматриваемой территории – уникальной песчаной степи – была нанесена непоправимая утрата, почти катастрофа (утрачена эталонная степь). Осенняя численность мелких млекопитающих в степи, на П.У.Л. № 3 в 2005 г. (подверглась пожару в мае) была в 2 раза ниже, чем на П.У.Л. № 3а – повреждена пожаром в октябре 1998 г. (табл. 2 и табл. 3). В обоих случаях, на П.У.Л. в степи отмечался только один вид микромамманий, доминант степных участков – ЛМ. На этот раз на участках сгоревшей степи мышевидные грызуны сохранились и выжили потому, что пожар произошел весной, однако численность их заметно снизилась. Как и в степях Северного Причерноморья, в заповеднике Аскания-Нова [20], где полевки сохраняются после весеннего пожара (живут и размножаются) – лесные мыши из ДОПЗ

отреагировали на пирогенное вмешательство аналогичным образом. Пожар отрицательно повлиял на численность мелких млекопитающих песчаной степи (снизил ее в 6,5 раза), так как на значительных площадях среднестеповских арен произошла одновременная утрата кормовой базы (растения, беспозвоночные), защитных условий и изменение - микроклиматических. Примерно через месяц после пожара в степи, благодаря обильным дождям частично восстановилась растительность, что способствовало процессам воспроизводства мелких грызунов. Уже в 2006 г. осенняя численность возросла в 10,5 раза (21 ос. на 100 л./сут.)! Аналогичное явление наблюдалось после весенних пожаров в степях Казахстана (по устному сообщению В.А. Наглова).

В настоящий момент, под влиянием антропогенного пресса, в поемных комплексах заповедника идет пирогенная сукцессия. Работы по тушению обоих пожаров, а затем ликвидация обгоревшей сосновой древесины затянулись на большой временной отрезок (с осени 1998 г. по настоящее время).

Они были связаны с грубым нарушением режима заповедности: присутствием большого количества людей и внесением фактора беспокойства, применением специальной, тяжелой техники (грузовые автомашины, тракторы) и, как следствие, заносом семян сорной (рудеральной) растительности. Влияние дестабилизирующих факторов трансформировало основные местообитания грызунов и насекомоядных, изменились микроклиматические, защитные, кормовые характеристики микросреды обитания животных. Все это негативно сказалось на фауне уникальной псаммофитной степи и повлияло на ход восстановительной сукцессии. В результате в поемных комплексах заповедника нарушены полноценные процессы воспроизводства мелких млекопитающих, что привело к выпадению из состава сообщества редких видов песчаной степи (белозубка белобрюхая, белозубка малая, мышовка степная).

Таблица 3 – Динамика численности мелких млекопитающих на П.У.Л. № 3а

Виды	Годы (сентябрь) – особей на 100 л./сут.									Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
<i>S. uralensis</i>	–	–	–	–	–	–	2,0	–	--	0,222
<i>S. sylvaticus</i>	–	–	2,7	10,7	14,0	2,7	8,0	4,0	--	4,678
<i>M. musculus</i>	–	–	–	2,0	–	–	–	–	--	0,222
<i>Microtus rossiaemeridionalis</i>	–	–	–	0,7	–	–	–	–	--	0,078
Суммарная численность	0	0	2,7	13,4	14,0	2,7	10,0	4,0	0	5,200
Количество видов	0	0	1	3	1	1	2	1	0	1,000
Отработано л./сут.	150	150	150	150	100	150	100	100	100	

ВЫВОДЫ

В поемных угодьях ДОПЗ обитает обедненный состав мелких млекопитающих, что характерно для нарушенных долгопоемных комплексов. Основу сообществ составляют три вида мышей: МЛМ, ЛМ и ПМ (65,0–96,5% в отловах). Это фоновые виды. Колебания численности фоновых видов циклические и синхронные. В пойме доминирует МЛМ; в песчаной степи – ЛМ.

Интродукция сосны на аренах Днепра в ДОПЗ отрицательно сказалась на сохранении биоразнообразия участков песчаной степи: привела к упрощению структуры - снижению видового богатства микромаммалий с 11 до 4 видов, устойчивости сообществ и выпадению редких видов, а также способствовала вселению эвритопных (МЛМ) и гидрофильных видов (ПМ) в сомкнутых насаждениях культур. На участках заповедной степи, поврежденной пожаром, недопустимо проводить работы по восстановлению интродукцента-сосны. Необходимо восстанавливать естественную псаммофитную степь предложенным автором способом.

Влияние пирогенного фактора на фауну микромаммалий зависит от сроков возникновения пожара; весенний - приводит к быстрому наращиванию численности фоновых видов; осенний – к ее резкому снижению и постепенному восстановлению. Пирогенный фактор в условиях песчаной степи негативно влияет на фауну микромаммалий: приводит к пирогенной сукцессии, изменению численности, снижению видового богатства (упрощению структуры) и устойчивости сообществ, а также к выпадению редких видов мелких млекопитающих. Особенно опасен для фауны пожар в конце вегетационного периода, который ведет к замедлению процессов восстановления сообществ растительного и животного мира. Утрачена эталонная степь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Н. В. Сучасний стан різноманітності Rodentia й Insectivora Дніпровсько-Орільського заповідника // Збереження біорізноманітності в Україні. – К.: Егем, 1997. – С. 16.

2. Антонец Н. В. Динамика популяций микромаммал и полуводных млекопитающих (Rodentia, Insectivora) Днепроовско-Орельского заповедника // Вестник зоологии. – 1998. – Том 32, № 4. – С. 109–114.
3. Антонец Н. В. Влияние пирогенного фактора на фауну мелких млекопитающих // VI Съезд териологического общества. – М.: ВТО, 1999. – С. 53.
4. Антонец Н. В. Стратегия сохранения природного разнообразия микромаммал псаммофитной песчаной степи, поврежденной пожаром // Степи северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке. – Оренбург: Оренбургская губерния, 2000. – С. 48–50.
5. Антонец Н. В. К вопросу о восстановлении биоразнообразия псаммофитной песчаной степи, поврежденной пожаром // Заповідна справа в Україні. – Канів: КНУ, 2000а. – Т. 6, № 1–2. – С. 93–94.
6. Антонец Н. В. Современное состояние редких видов млекопитающих Днепроовско-Орельского заповедника // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. – Воронеж: ВГУ, 2000. – С. 146–147.
7. Антонец Н. В. Дрібні ссавці степових ділянок Дніпровсько-Орільського заповідника // Заповідна справа в Україні. – Канів, 2001. – Том 7, № 1. – С. 33–37.
8. Антонец Н. В., Окулова Н.М. Дрібні ссавці заплавної ділянки Дніпровсько-Орільського заповідника // Заповідна справа в Україні. – Канів, 2004. – Том 10, № 1–2. – С. 34–40.
9. Антонец Н. В., Окулова Н. М. Восточноевропейская полевка (*Microtus rossiaemeridionalis* Ognev) Днепроовско-Орельского заповедника // Териофауна России и сопредельных территорий (VII Съезд Териол. о-ва). – М.: ВТО, 2003. – С. 21.
10. Антонец Н. В., Окулова Н. М. Мала лісова і лісова миші та східноєвропейська нориця Дніпровсько-Орільського заповідника // Сучасні проблеми зоологічної науки. – Київ–Канів, 2004. – С. 12–14.
11. Антонец Н. В., Окулова Н. М. Мелкие млекопитающие Днепроовско-Орельского природного заповедника // Состояние особо-охраняемых природных территорий Европейской части России. – Воронеж: ВГУ, 2005. – С. 302–307.
12. Виноградов А. В. Интродукция – социально-экологическое преступление // Охрана дикой природы. – ЦОДП, 2005, № 2 (32). – С. 4–8.
13. Гавриленко В. Степной пожар в биосферном заповеднике «Аскания-Нова» имени Ф.Э. Фальц-Фейна // Степной бюллетень. – Новосибирск, 2005. № 19. – С. 26–27.
14. Дажо Р. Основы экологии. – М.: Прогресс, 1975. – 400 с.
15. Котенко Т.И., Котенко А.Г. Аренные лесонасаждения степной зоны Украины: состояние экосистем и пути сохранения биоразнообразия // Лісівництво і лісоагромація. – Харків: Майдан, 2002. - Вип. 103. – С. 111–114.
16. Марченко Н.Ф., Золотарев А.А. Влияние состояния степного териокомплекса на видовой состав лесных сообществ Хоперского заповедника // Актуальні питання збереження та відновлення степових екосистем. – Аскания-Нова, 1998. – С. 289–291.
17. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
18. Окулова Н. М., Антонец Н. В. Морфометрические особенности мышей рода *Apodemus* Днепроовско-Орельского заповедника. // VI Съезд териологического общества. – Москва: Россельхозакадемия, 1999. – С. 182.
19. Окулова Н. М., Антонец Н. В. Изменчивость размеров малых лесных мышей *Apodemus* (*Sylvaemus*) *uralensis* в разных частях ареала // Матер. междунар. симпоз. Систематика и филогения грызунов и зайцеобразных. – Москва: РАН, 2000. – С. 125–127.
20. Полищук И. К. Влияние степных пожаров на мелких млекопитающих // Актуальні питання збереження та відновлення степових екосистем. – Аскания-Нова, 1998. – С. 64–66.
21. Чабовский А.В., Неронов В.В., Савинцевская Л.Е., Исаев С.И. Степные пожары – новый экологический фактор для населения грызунов Калмыкии // Териофауна России и сопредельных территорий (VII Съезд Териол. о-ва). – М.: ВТО, 2003. – С. 378.
22. Червона книга України. – Тваринний світ. – К.: Українська Енциклопедія, 1994. – 464 с.
23. Шульга В.Д., Шульга Д.В. Актуальные проблемы сохранения лесных ценозов в степи и лесостепи // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. – Воронеж: ВГУ, 2000. – С. 44–46.
24. Уманец О.Ю., Селюнина З.В., Москаленко Ю.А. Влияние облесения нижнеднепровских песков на естественное биоразнообразие // Лісівництво і лісоагромація. – Харків: Майдан, 2002, вип. 103. – С. 104–106.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОСОБЕЙ, ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ РЫБ В СИСТЕМЕ БИОИНДИКАЦИИ КАЧЕСТВА ВОДЫ И СОСТОЯНИЯ ГИДРОЭКОСИСТЕМ

Антоновский А.Г., м.н.с., Демченко В.А., к.б.н., Демченко Н.А., м.н.с., *Сурыдная Н.Н., к.б.н.

*Лаборатория ихтиологии, *отдел герпетологии и зоомузей
НИИ Биоразнообразия наземных и водных экосистем Украины МГПУ*

В публикации обсуждаются возможности и перспективы развития биоиндикации качества воды и состояния гидроэкосистем на основе использования характеристик структуры популяций, ценотического разнообразия ихтиофауны и генетических особенностей особей. Предложена комплексная схема биоиндикации с использованием перечня основных ихтиологических показателей.

Ключевые слова: рыбы, биоиндикация, генетический, популяционный, ценотический уровни.

Антоновський О.Г., Демченко В.О., Демченко Н.А., Сурыдна Н.М. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОСОБИН, ПОПУЛЯЦІЙ ТА УГРУПОВАНЬ РИБ В СИСТЕМІ БІОІНДИКАЦІЇ ЯКОСТІ ВОДИ ТА СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМ / Лабораторія іхтіології, *відділ герпетології та зоомузей НІІ Біорізноманіття наземних та водних екосистем України МАПУ, Україна

У публікації обговорюються можливості та перспективи розвитку біоіндикації якості води та стану гідроекосистем на основі використання характеристик структури популяцій, ценотичного розмаїття іхтіофауни та генетичних особливостей особин. Запропонована комплексна схема біоіндикації з використанням переліку основних іхтіологічних показників.

Ключові слова: риби, біоіндикація, генетичний, популяційний, ценотичний рівні.

Antonovsky A.G., Demchenko V.A., Demchenko N.A., *Suryadna N.N. PROSPECTS OF USING THE CHARACTERISTICS OF INDIVIDUALS, POPULATIONS AND FISH COMMUNITIES IN THE SYSTEM OF BIOINDICATION OF QUALITY OF WATER AND STATE OF HYDROECOSYSTEM / Laboratory of Ichthyology, *department of herpetology and zoological museum of Research Institute of Biodiversity of Land and Water Ecosystems of Ukraine, Melitopol State Pedagogical University, Ukraine.

In a publication possibilities and prospects of development of bioindication of quality of water and state of hydroecosystems on the basis of using the characteristics of the structure of populations, coenotic variety of ichthyofauna and genetic features of individuals are considering. The complex chart of bioindication using of list of basic ichthyological indices is offered.

Key words: fish, bioindication, genetic, coenotic levels.

ВВЕДЕНИЕ

Значительные антропогенные воздействия на гидроэкосистемы и их последствия в последнее время стали неотъемлемым фактором, в значительной степени определяющим дальнейшую эволюцию как гидросферы в целом, так и ее биологических компонентов и особенностей взаимодействия гидробионтов с абиотической средой. Основными прямыми последствиями антропогенного влияния на гидроэкосистемы, как известно, являются изменение качества воды (загрязнение) и трансформация гидробиоценозов (изменение структуры, функциональных особенностей, показателей биоразнообразия и биопродуктивности и т.д.). Очевидно, что масштабы антропогенного воздействия на гидроэкосистемы в краткосрочной и среднесрочной перспективе будут возрастать. В сложившихся условиях существует необходимость в оценке последствий данных воздействий на гидроэкосистемы, в целом, и их биологические компоненты, в частности. Одним из перспективных и интенсивно развивающихся направлений такой оценки является биоиндикация. Подавляющее большинство методик биоиндикации качества водной среды основано на использовании водных беспозвоночных, водорослей и высших водных растений [3, 5, 10, 12, 19]. Оценка качества воды на основании популяционных и ценотических характеристик ихтиофауны развита крайне слабо. В литературе существует небольшое количество работ, которые дают возможность использовать рыб в качестве биоиндикаторов [3, 6, 9, 11, 15]. Учитывая это, данное направление исследований представляется нам крайне интересным в связи с экологической ролью и положением рыб на вершинах трофических цепей в гидробиоценозах.

В данной публикации ставится задача очертить перспективные направления развития биоиндикации качества водной среды на основании использования популяционных и ценотических характеристик ихтиофауны.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным объектом исследований являлись генетические, морфологические, популяционные и биоценотические характеристики рыб. Для разработки ихтиологической схемы биоиндикации были проанализированы и использованы отдельные методы и подходы, используемые в различных

направлениях биологии [1, 2, 3, 14, 16, 17, 18, 19]. Данная работа выполнена в рамках проекта “Состояние ихтиофауны как индикатор экологических рисков в гидрэкосистемах Украины”, который выполняется согласно распоряжению Президента Украины “О предоставлении грантов Президента Украины для поддержки научных исследований молодых ученых” от 30 января 2007 г. № 18/ 2007-рп.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Использование структурных особенностей популяций и сообществ рыб в качестве биоиндикаторов имеет как достоинства, так и недостатки, по сравнению с водными беспозвоночными, водорослями и высшими водными растениями. К преимуществам данной методики следует отнести: относительно крупные размеры объектов; относительную простоту определения видовой принадлежности, по сравнению с беспозвоночными и водорослями; возможность проведения исследований с применением минимума лабораторного оборудования, относительную простоту оборудования, используемого в процессе исследований; относительную простоту определения структурных характеристик популяций рыб. Наиболее существенными недостатками использования рыб как биоиндикаторов качества воды являются: сложность определения достоверных показателей обилия популяций различных видов рыб; существенная маневренность представителей ихтиофауны, что позволяет им избегать неблагоприятных условий существования, фактор изъятия рыб в рыбохозяйственных целях, что нарушает структуру популяций и сообществ.

Учитывая вышеизложенные трудности, возникающие в процессе исследований, следует определить основные методические подходы при использовании показателей генетической структуры, структуры популяций и сообществ рыб как биоиндикаторов качества воды:

- получение результатов с приемлемым уровнем достоверности возможно для относительно надежно обособленных водоемов и их участков, что ограничивает возможность эмиграции рыб в случае ухудшения качества среды и существенного пополнения сообщества за счет иммиграции с других водоемов с отличающимися условиями обитания;
- преимущество в выборе видов-индикаторов следует отдавать видам, приуроченным к определенным местообитаниям и избегающим миграций на значительные расстояния;
- в связи с селективностью орудий лова следует использовать максимально возможное их количество с широким диапазоном размеров ячеи.

Таким образом, применение ихтиологических биоиндикаторов приемлемо для многих водоемов Украины или их обособленных участков с относительно однородными показателями качества воды. Для слабо изолированных и открытых акваторий целесообразней использовать популяционные характеристики маломигрирующих, приуроченных к определенному местообитанию видов рыб. Ценоотические характеристики ихтиофауны таких открытых водоемов, малоинформативны в качестве индикаторных показателей

В процессе осуществления оценки качества среды целесообразно использовать общепринятую экологическую классификацию поверхностных вод Украины [13] (табл. 1).

Таблица 1 – Классы и категории качества поверхностных вод суши и эстуариев Украины [13]

Класс качества воды	I	II		III		IV	V
Категории качества вод	1	2	3	4	5	6	7
Название классов и категорий качества вод по их состоянию	Отличные	Хорошие		Удовлетворительные		Плохие	Очень плохие
	Отличные	Очень хорошие	Хорошие	Удовлетворительные	Посредственные	Плохие	Очень плохие
Название классов и категорий качества вод по степени их чистоты	Очень чистые	Чистые		Загрязненные		Грязные	Очень грязные
	Очень чистые	Чистые	Довольно чистые	Мало загрязненные	Умеренно загрязненные	Грязные	Очень грязные
Трофность	Олиготрофные	Мезотрофные		Эвтрофные		Политрофные	Гипертрофные
	Олиготрофные – олигомезотрофные	Мезотрофные	Мезоэвтрофные	Эвтрофные	Эвполитрофные	Политрофные	Гипертрофные
Сапробность	Олигосапробные		β -мезосапробные		α -мезосапробные		Полисапробные
	β -олиготрофные	α -олигосапробные	β' -мезосапробные	β'' -мезосапробные	α' -мезосапробные	α'' -мезосапробные	Полисапробные

Проведя анализ существующих подходов и методов биоиндикации, для оценки качества воды и состояния гидросистем на основании использования генетических, популяционных и ценологических показателей рыб, на наш взгляд, перспективно использовать три уровня (рис. 1).



Рис. 1. Комплексная схема биоиндикации на основании показателей состояния ихтиофауны

1. Генетический уровень. Генетические изменения в клетках представляют собой интегральный показатель гомеостаза развития, характеризуя как мутагенность среды, так и эффективность иммунной системы организма. В норме большинство генетических нарушений элиминируются посредством иммунной системы. Наличие таких нарушений является индикатором стресса, ведущего к появлению аномальных клеток и снижению иммунной потенции организма элиминировать подобные нарушения. Такие генетические нарушения могут быть выявлены как на хромосомном, так и на молекулярном уровне.

Относительно простые и высокочувствительные цитогенетические методы, основанные на оценке структурных и числовых изменений хромосом в соматических клетках (включая микроядерный тест, сестринские хроматидные обмены, хромосомные aberrации и др.), обеспечивают характеристику стрессового состояния организма. Морфологические аномалии наряду с хромосомными нарушениями - результат направленного влияния компонентов среды обитания, количество которых превышает рамки оптимальности для данного ценоза [4, 7].

2. Популяционный уровень. Биоиндикация качества воды и состояния гидросистем на основании параметров структуры популяций и разнообразия особей с различными свойствами в популяциях рыб. В этом направлении целесообразно выделить следующих показателей:

Размерное разнообразие особей популяции. Наибольший интерес, по нашему мнению, в данном аспекте представляет размерное разнообразие особей различных возрастных групп популяции. Поскольку каждая возрастная группа представлена особями различного размера, то, очевидно, в зависимости от качества среды их распределение по размерному ряду будет отличаться. В связи с этим целесообразно выделить в каждой возрастной группе видов рыб постоянные размерные интервалы, величина которых должна исходить из максимальной длины тела рыб и предельных колебаний длины тела соответствующих возрастных групп. Количество интервалов должно быть небольшим, к примеру, 5 - 7 - очень мелкие особи, мелкие, средние, крупные, очень крупные и т.п. Аналогичным образом можно использовать значения массы тела рыб. Индикаторным показателем в данном случае может быть доля каждой размерной или весовой группы, соответствующая определенной категории качества вод. Для оценки современного состояния качества среды наиболее информативными будут оценки, осуществленные на молоди и на рыбах с коротким жизненным циклом, поскольку размерная структура старшевозрастных групп рыб с длинными жизненным циклом может представлять собой результат воздействий в прошлые периоды. Возможные сложности применения показателя: необходимы точные данные по предельным значениям длины и массы тела для каждой возрастной группы различных видов рыб.

Соотношение полов. Является важным показателем для тех рыб, которые имеют половой диморфизм. Вследствие чего могут существовать резкие отклонения от нормы в соотношении полов в результате как биологических, так и антропогенных факторов. Так, в период интенсивного промысла бычков в Азовском море вылавливаются преимущественно самцы, которые больше по размерам в отличие от

самок. Такое перераспределение полов является важным фактором в формировании урожайности поколений бычка кругляка [8].

Интересные данные можно получить, также используя *индекс мясистости* $IM = \frac{l}{P}$, где l – длина тела рыбы в см, P – масса тела рыбы в г.

Наличие особей с морфологическими отклонениями (асимметрия). Доля в популяции особей с морфологической асимметрией. Асимметрия определяется по таким парным признакам: количество жаберных тычинок и лепестков на I жаберной дуге, количество лучей в грудных и брюшных плавниках, количество чешуй в боковой линии справа и слева соответственно. Предположительно, каждой категории качества воды в популяции будет соответствовать определенная доля особей с наличием морфологических отклонений. Очевидно, что по мере ухудшения условий среды доля таких особей будет увеличиваться, причем от 1 к 4 категориям качества воды увеличение будет незначительным, по сравнению с 5 – 7 категориями.

Разнообразие морфологической асимметрии. По мере ухудшения качества среды будет увеличиваться не только доля особей с наличием асимметрии, но разнообразие и степень ее выраженности. Индикаторными показателями с этой точки зрения могут служить: доля рыб с различным количеством асимметрий, доля рыб с асимметрией различных органов, а также доля рыб, с асимметриями различной степени выраженности. Скорей всего разнообразие и степень выраженности асимметрии будут незначительно возрастать для первых четырех категорий качества воды и существенно увеличиваться от 5 к 7 категории. Поведение такого показателя, как доля рыб с максимальными значениями проявлений асимметрии в различных экологических условиях, очевидно, будет сходным с поведением параметра, характеризующего долю в популяции всех особей с морфологической асимметрией.

Доля особей с наличием морфологической асимметрии в различных возрастных группах популяции и разнообразие возрастных групп среди особей с морфологической асимметрией в популяции. По этим показателям представляется возможным судить как о современном состоянии водного объекта (на основании соответствующих показателей молодости), так и о временном изменении показателей качества воды. Поскольку нам представляется возможным определять наличие неблагоприятных воздействий и загрязнения, имевших место в прошлом и проследивать развитие ситуации во времени на основании показателей морфологической асимметрии соответствующих возрастных групп.

Плодовитость абсолютная. Количество икринок, находящихся в яичниках самки, которые могут быть выметаны в нерестовой период текущего года. Дает возможность оценить, на сколько благоприятными для нереста будут гидроэкологические показатели в водоеме текущем году.

3. Ценоитический уровень. Биоиндикация качества воды и состояния гидросистем на основании параметров структуры и разнообразия сообществ, на наш взгляд, должна осуществляться по следующим направлениям.

Видовое и таксономическое разнообразие: прежде всего видовое и таксономическое богатство, видовое богатство таксонов различного ранга. Очевидно, что эти показатели будут иметь максимальные значения для неких средних показателей качества воды и будут уменьшаться в направлении до очень чистых, олиготрофных, олигосапробных и очень грязных гипертрофных и полисапробных вод.

Трофическое разнообразие группировок рыб. По нашему мнению, значительный интерес в качестве индикаторов представляют разнообразие способов питания и добычи пищи, а также видовое разнообразие различных трофических группировок рыб, выделяемых на основании предыдущего параметра. Очевидно, что для очень чистых, грязных и очень грязных вод будет характерно упрощение трофической структуры сообщества. Максимальное трофическое разнообразие обычно наблюдается при низких средних показателях качества воды.

Разнообразие рыб с различной степенью стено-, эврибионтности. Подразумевается определение количества и доли видов рыб с различной степенью стено- или эврибионтности по отношению к загрязненности, трофности и сапробности воды. Логичным представляется вывод, что по мере роста этих показателей или их существенных временных колебаний в водоеме доля стенобионтных видов будет снижаться.

Разнообразие рыб с морфологическими асимметриями. Рекомендуется учитывать такие показатели: видовое разнообразие и доля видов рыб, имеющих морфологические асимметрии. Очевидно, что по мере ухудшения качества воды, доля видов с асимметричными признаками будет возрастать.

Предложенная схема является первой попыткой унифицировать подходы в биоиндикации качества среды и состояния гидросистем на основании ихтиологических показателей. В дальнейшем следует обратить внимание на подробную интерпретацию полученных данных и активного обсуждения их в научных публикациях.

ВЫВОДЫ

В результате анализа различных подходов в области биоиндикации качества воды и состояния гидроекосистем следует отметить перспективность использования ихтиологических показателей. Ихтиологические показатели в качестве биоиндикаторов перспективно использовать на трех уровнях генетическом, популяционном и ценоотическом. Использование данной системы биоиндикации требует от исследователей четкого использования основных методических подходов, изложенных в данной работе, и достоверных первичных результатов исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева и др. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 288 с.
2. Брагинский Л.П., Игнатюк А.А. Визуально фиксируемые реакции пресноводных гидробионтов как экспресс-индикаторы токсичности водной среды // Гидробиологический журнал. – 2005. – Т. 41. – № 4. – С. 89 - 103.
3. Браун В.М. Рыбы как индикаторы качества воды // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. – Л.: Гидрометеиздат. – 1977. – С. 194-208.
4. Вайнерт Э. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
5. Винберг Г. Г., Алимов А.Ф. и др. Опыт применения разных систем биологической индикации загрязнения вод // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. – Ленинград: Гидрометеиздат. – 1977. – С. 124-131.
6. Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н., Таликина М.Г., Папченкова Г.А., Касьянова Н.В. Изменчивость числа позвонков и аномалии осевого скелета у подопытных сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* после воздействия токсикантов на спермии родителей // Вопросы ихтиологии. – 2002. – Т. 42. – № 1. – С. 109-113.
7. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
8. Ковтун И.Ф. Значение соотношения полов в нерестовой популяции бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) для воспроизводства его поколений в Азовском море // Вопросы ихтиологии. – 1979. – Т. 19. – Вып. 1(114). – С. 176-178.
9. Кожара А.В., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н., Зеленецкий Н.М. Зависимость числа позвонков у пресноводных рыб от типа водоема // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – № 2. – С. 173-181.
10. Кошелев Б.В. Биоиндикация водных экосистем на основании анализа особенностей гаметогенеза и размножения рыб // Биоиндикация и биомониторинг. – М.: Наука, 1991. – С. 166-170.
11. Маилян Р.А. О факторах, лимитирующих численность рыб // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10. – Вып. 3 (62). – С. 546-552.
12. Матвеев В.Ф., Садчиков А.П. Биоиндикация водоемов Подмоскovie // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмоскovie. – М.: Наука, 1982. – С. 61-65.
13. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.А. Дяченко та ін. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
14. Моисеенко Т.И., Лукин А.А. Патологии рыб в загрязняемых водоемах Субарктики и их диагностика // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – № 4. – С. 535-547.
15. Мунтян С.П. Нарушения строения зародышей рыб как показатель условий развития // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмоскovie. – М.: Наука, 1982. – С. 113-120.
16. Оливериусова Л. Оценка состояния окружающей среды методом комплексной биоиндикации // Биоиндикация и биомониторинг. – М.: Наука, 1991. – С. 39-45.
17. Разумовский С.М., Рыбалов Л.Б., Тихомирова А.Л. Изучение сукцессии как способ биоиндикации антропогенных воздействий // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмоскovie. – М.: Наука, 1982. – С. 17-22.
18. Хокс Х.А. Биологический контроль качества речной воды (исходные положения и экологическая обоснованность) // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. – Ленинград: Гидрометеиздат. – 1977. – С. 176-188.
19. Щербак В.І., Семенюк Н.Є. Індикація впливу урбанізації на водойми за різноманіттям фітопланктону // Доповіді Національної академії наук України. – 2006. – № 12. – С. 170-175.

СТРУКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЙ САРАНОВИХ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ТА ПРИМІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ (*ORTHOPTERA, ACRIDIDAE*)

Бовт В.Д., д.б.н., професор, Гришукова Т.Ю., аспірант

Запорізький національний університет

Вивчено видовий склад саранових Запоріжжя та приміських територій. Були проаналізовані основні морфологічні параметри. Були вивчені життєві форми саранових які мешкали в природних біотопах і біотопах, які знаходилися під впливом антропогенного стресу. Одні й ті ж види саранових у різних біотопах можуть формувати декілька життєвих форм. Саранові характеризуються великою екологічною пластичністю. Було вивчено вплив антропогенних факторів на морфологічні особливості саранових. Встановлено, що представники (*Orthoptera, Acrididae*) можуть бути використані як біоіндикатори.

Ключові слова: саранові, *Acrididae, Calliptamus, Chrysochraon, Chorthippus, Mecostethus, Arcyptera, Omocestus, Stauroderus, Stenobothrus*.

Бовт В.Д., Гришукова Т.Ю. СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ САРАНЧОВЫХ ГОРОДА ЗАПОРОЖЬЯ И ПРИГОРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (*ORTHOPTERA, ACRIDIDAE*) / Запорожский национальный университет, Украина.

Изучен видовой состав саранчовых Запорожья и пригородных территорий. Были проанализированы основные морфологические параметры. Были изучены жизненные формы саранчовых, обитающих в природных биотопах и биотопах, которые находятся под действием антропогенного стресса. Одни и те же виды саранчовых в различных биотопах могут формировать несколько жизненных форм. Саранчовые обладают большой экологической пластичностью. Изучено влияние антропогенных факторов на морфологические особенности саранчовых. Установлено, что представители (*Orthoptera, Acrididae*) могут быть использованы в качестве биоиндикаторов.

Ключевые слова: саранчовые, *Acrididae, Calliptamus, Chrysochraon, Chorthippus, Mecostethus, Arcyptera, Omocestus, Stauroderus, Stenobothrus*.

Bovt V.D., Grishukova T.U. STRUCTURE AND FEATURES OF DYNAMICS OF POPULATION LOCUST OF ZAPORIZHZHYA CITY AND SUBURBAN TERRITORY (*ORTHOPTERA, ACRIDIDAE*) / Zaporizhzhya National University, Ukraine .

Species composition of *Acrididae* of Zaporizhzhya region and suburban territories were studied. The main morphology parameters of locust were analyzed. Life forms of locust of nature biotopes and biotopes which were under influence anthropogenic stress were investigated. The same species of *Acrididae* can form some life forms in different biotopes. They are characterized by great ecological flexibility. The influence at anthropogenic factor on the morphology features of locust were studied. Specimens (*Orthoptera, Acrididae*) were determined as bioindicators.

Key words: locust, *Acrididae, Calliptamus, Chrysochraon, Chorthippus, Mecostethus, Arcyptera, Omocestus, Stauroderus, Stenobothrus*.

У багатьох біоценозах саранові – домінуюча по масі група фітофагів серед безхребетних [8;9]. Крім того, самі фітофаги – їжа для багатьох інших живих істот, а також одна з найважливіших ланок в екосистемі, без яких вона була б приречена на знищення. Поряд із такими травоядними тваринами, як копитні та гризуни, саранові належать до головних первинних консументів у сучасних трав'янистих біомах. Причому гільдії продуцентів і первинних консументів виявляють високий рівень коадаптації. За оцінкою різних авторів у степах саранові можуть споживати до 30% надземної фітомаси [6;10;11]. Вони поїдають також сухі залишки рослин [11] і виступають у ролі сапрофагів, крім того коефіцієнт засвоєння їжі порівняно не високий і складає 27 – 37%, у гризунів – до 80%. Значна частина фітомаси, яка з'їдена сарановими, повертається в ґрунт у вигляді екскрементів, які швидко мінералізуються. Таким чином, разом із копитними і гризунами саранові грають ведучу роль у підтриманні ендегенних механізмів, які забезпечують біогеохімічні кругообіги в трав'яних біомах, що особливо важливо для суцесійних процесів. Тому саранові являються важливою складовою ядра коадаптивних комплексів.

Співтовариства саранових характеризуються не тільки особливим видовим складом, але й визначеним спектром життєвих форм. Тобто населення саранових різних біотопів можна порівнювати як по видовому складу, так і по складу життєвих форм [7]. Бей – Бієнко [1; 2] виділив сім типів життєвих форм цих комах, які відносяться до двох крупних класів. Клас фітофілів, або мешканців рослин, був поділений на тамнобіонтів і три типи хортобіонтів: типових, факультативних і травоядних. У класі геофілів, або мешканців ґрунту, були виділені відкриті геофіли (еремобіонти), псамобіонти (пісколюби) і петробіонти (камнелюби).

До задачі дослідження входило:

1. Встановити видовий склад саранових у різних районах Запоріжжя та приміських територій.

2. З'ясувати поширення та зустрічальність саранових у різних районах Запоріжжя та приміських територій.
3. Вивчити морфологічні характеристики саранових.
4. Визначити вплив промислового забруднення на морфологічні показники саранових та встановити можливість саранових використовувати в якості індикаторів.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження саранових проводилося нами в м. Запоріжжя в період із травня по вересень 2005 – 2006 рр. Нами було вивчено морфологію саранових, видовий склад, проаналізовані основні морфологічні параметри. Були вивчені життєві форми саранових, які мешкали в природних біотопах і біотопах, які знаходилися під впливом антропогенного стресу.

Основним матеріалом слугували збори саранових у таких географічних пунктах:

1. м. Запоріжжя, північно-східний район острова Хортиця: біотоп з частково розрідженим травостоєм.
2. м. Запоріжжя, балка Осипенківська: лугова та кам'яниста ділянки.
3. м. Запоріжжя, балка біля Інституту олійних культур: злаковий біотоп.
4. м. Запоріжжя, Заводський район: біля мартенів та прокатних цехів “Запоріжсталь”.

Пункти збору саранових були вибрані з таким розрахунком, щоб максимально охопити різноманіття досліджених біотопів. Об'єктом дослідження слугувало сімейство саранових Acrididae, підсімейства Acridinae та Catantopinae, роди Calliptamus, Chrysocraon, Chorthippus, Mecostethus, Arcyptera, Omocestus, Stauroderus, Stenobothrus.

Склад фауни саранових і особливості їхнього біотопічного розміщення в кожному географічному пункті були встановлені в результаті маршрутних екскурсій. Збір комах у різних біотопах був зроблений при подібних метеорологічних умовах (відсутність опадів і стабільна температура повітря і ґрунту в залежності від місяця) і приблизно в один і той же час дня (з 10.00 – 12.00 перший раз, з 15.00 – 17.00 другий), у періоди високої активності комах.

При зборі матеріалу використовували традиційний метод за допомогою ентомологічного сачка. Зібраних комах розташовували в скляному посуді з герметичною кришкою. Зморювання саранових проводилося за загальноприйнятою методикою. Як зморюючу речовину використовували суміш Никифорова. Джерело зморюючої речовини розташовували без контакту з об'єктом, тому що це могло вплинути на забарвлення саранових.

У лабораторних умовах проводили зняття лінійних показників комах за допомогою окуляр мікрометра на бінокулярі МБС – 9. Вимірювали довжину та ширину тіла, площу стегон, кут між лобом та тім'ям.

Отримані дані обробляли з використанням статистичних показників за загальноприйнятими методиками [5]. Для визначення саранових використовували ентомологічні визначники [1,2].

Перша досліджена група комах була зібрана в північно-східному районі острова Хортиця в біотопі з частково розрідженим травостоєм. Видовий склад та морфометричні показники саранових представлені в таблиці 1.

Таблиця 1- Видовий склад та морфометричні показники саранових у біотопі з частково розрідженим травостоєм.

Назва виду	Площа стегон, $\bar{X} \pm m_x$ мм ²	Довжина тіла, $\bar{X} \pm m_x$ мм	Кут нахилу лоба до тім'я, °	Колір тіла	Домінантний вид на 100 особин	Субдомінантність на 100 особин
Chrysocraon dispar	11,2 ± 0,24	16,7 ± 0,34	87	буро-сірий		14
Arcyptera microptera	9,4 ± 0,18	15,3 ± 0,29	91	сіро-жовтий	37	
Mecostethus grossus	7,2 ± 0,14	8,1 ± 0,19	93	буро-сірий		17
Chorthippus apricarius	9,1 ± 0,21	14,3 ± 0,26	94	буро-жовтий		
Omocestus viridulus	8,57 ± 0,2	14,6 ± 0,28	86	сіро-жовтий		
Chorthippus albomarginatus	7,68 ± 0,15	12,6 ± 0,23	85	жовтий		
Calliptamus italicus	6,9 ± 0,12	11,3 ± 0,21	88	сірий		

За результатами таблиці 1, видно, що досліджена група комах належить до факультативних хортобіонтів. Види, які відносяться до цієї життєвої форми характеризуються мешканням у біотопах з помірно чи частково розрідженим рослинним покривом різного складу. Як правило, саранові перебувають на поверхні ґрунту, рідко в нижньому ярусі травостою, на рослини збираються переважно для харчування. Вони добре стрибають і мають досить розвинуті крила. Характеризуються змішаним типом харчування, при цьому в складі їхнього раціону переважає трав'яне різнотрав'я, полин, злаки [1,2]. У цілому, до факультативних хортобіонтів належать фітофіли, які доволі сильно відрізняються габітуально, але мають подібні перехідні до геофілів біоекологічні і деякі морфологічні особливості. У забарвленні тіла переважають сірі та жовті кольори, кут нахилу лоба до тім'я становить близько 90°.

Друга група саранових, які були досліджені, існувала в луговому біотопі (Осипенківська балка). Проводилися вимірювання довжини тіла, площі стегон, кута між лобом і тім'ям – показників, які екологічно характеризують вид залежно від їхніх параметрів. У таблиці 2 наведено видовий склад і морфометричні показники саранових, мешканців лугового біотопу.

Вихідні дані при ретельному аналізі дозволяють віднести цю групу саранових до тамнобіонтів. Тамнобіонти – це саранові, які мешкають у високій широкотравній рослинності, на невисоких кущах і кущиках. Вони тримаються на кронах цих рослин і часто спускаються на поверхню ґрунту, по якому практично не переміщуються. Характеризуються деревено-кустарним, різнотрав'яним типом живлення. Комахи цієї групи мають потужне тіло коричнево-сірого, жовто-бурого кольору, кут нахилу лоба до тім'я як правило прямий.

Таблиця 2 - Видовий склад та морфометричні показники саранових у луговому біотопі.

Назва виду	Площа стегон, $\bar{X} \pm m_x$ мм ²	Довжина тіла, $\bar{X} \pm m_x$ мм	Кут нахилу лоба до тім'я, °	Колір тіла	Домінантний вид на 100 особин	Субдомінантність на 100 особин
Stauroderus scalaris	8,2 ± 0,23	11,4 ± 0,16	88	буро-коричневий		18
Chrysocraon dispar	9,13 ± 0,31	13,3 ± 0,2	82	буро-зелений		
Calliptamus italicus	8,4 ± 0,24	13,5 ± 0,23	84	жовто-бурий	43	
Mecostethus grossus	6,7 ± 0,41	9,0 ± 0,19	95	коричнево-бурий		21
Chorthippus apricarius	9,1 ± 0,86	14,1 ± 0,35	98	бурий		

Наступна група саранових, яких досліджували, мешкала в злаковому біотопі. Видовий склад і морфометричні показники представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Видовий склад та морфометричні показники саранових у злаковому біотопі.

Назва виду	Площа стегон, $\bar{X} \pm m_x$ мм ²	Довжина тіла, $\bar{X} \pm m_x$ мм	Кут нахилу лоба до тім'я, °	Колір тіла	Домінантний вид на 100 особин	Субдомінантність на 100 особин
Chorthippus albomarginatus	12,7 ± 0,25	21 ± 1,05	62	зелений	39	
Omocestus viridulus	8,1 ± 0,47	14 ± 0,71	51	світло-зелений		21
Chorthippus bicolor	9,2 ± 0,51	16,3 ± 0,81	46	зелений		
Stenobothrus lineatus	7,2 ± 0,38	8,7 ± 0,43	43	яскраво-зелений		17
Calliptamus italicus	9,0 ± 0,41	14,3 ± 0,71	47	зелено-сірий		25

Результати отриманих даних таблиці 3 свідчать про те, що досліджена група належить до факультативних хортобіонтів. Факультативні хортобіонти – це мешканці осокових, злакових, злаково-різнотрав'яних асоціацій.

Характеризуються осоково-злаковим, загально злаковим типом харчування. У забарвленні тіла переважає зелений колір, задні крила добре розвинуті, тіло струнке і стиснуте по боках, кут нахилу лоба до тім'я гострий.

Крім того, дослідження проводилося на ділянках біля мартенів прокатних цехів “Запоріжсталі”. Результати наведені в таблиці 4.

При порівнянні даних, які представлені в таблицях 1 – 4, звертає на себе увагу однотипність зменшення морфометричних показників і складу саранових у біотопі з антропогенним навантаженням. Видовий склад саранових, які знаходилися під антропогенним навантаженням, зменшився на 40 % порівняно з комахами, які мешкали в луговому та злаковому біотопах і на 57,2%, які існували на ділянці з частково розрідженим травостоєм.

Таблиця 4 - Видовий склад та морфометричні показники саранових у біотопі з антропогенним навантаженням.

Назва виду	Площа стегон, $\bar{X} \pm m_x$ мм ²	Довжина тіла, $\bar{X} \pm m_x$ мм	Кут нахилу лоба до тім'я, °	Колір тіла	Домінантний вид на 100 особин	Субдомінантність на 100 особин
<i>Calliptamus italicus</i>	5,6 ± 0,54	8,3 ± 0,13	44	Бурий	43	
<i>Chrysoschraon dispar</i>	6,1 ± 0,62	8,5 ± 0,14	53	Жовто-зелений		32
<i>Arcyptera microptera</i>	7,1 ± 0,12	9,2 ± 0,17	69	Темно-оливкова		25

Як правило, саранові, які належать до однієї життєвої форми, мають подібні як морфологічні, так і габітуальні особливості. Однак між типами життєвих форм можливі різноманітні переходи. Деякі невідповідності морфологічних і екологічних ознак зумовлюються великою гнучкістю фізіологічно-екологічних ознак [7; 12]. Таким чином, один вид може належати до різних життєвих форм. Для підтвердження цього був обраний *Calliptamus italicus*, який є найбільш адаптованим до зміни умов зовнішнього середовища. Проводився розрахунок індексу Ш/В – відношення ширини тіла до висоти в області задньогрудей у саранових, які мешкають у різних біотопах. Показник індексу Ш/В несе в собі такий зміст: якщо результат більший за одиницю, це характеризує тіло як присадкувате, якщо нижче одиниці – струнке. Це має велике значення для встановлення відношення виду до певної життєвої форми. Результати індексу Ш/В представлені в таблиці 5.

$$t \text{ d } \textit{Calliptamus italicus} \text{ лугового та злакового біотопу} = 4,43 \quad p < 0,001$$

$$t \text{ d } \textit{Calliptamus italicus} \text{ лугового та кам'янистого біотопів} = 2,13 \quad p < 0,01$$

$$t \text{ d } \textit{Calliptamus italicus} \text{ злакового та кам'янистого біотопів} = 10,64 \quad p < 0,001$$

Для *Calliptamus italicus* найбільш природним є мешкання в злаковому і луговому біотопі, де він звичайно існує у великій кількості. Але він може зустрічатися і в кам'янистих біотопах, але в значно меншій кількості.

Таблиця 5 - Морфометричні показники *Calliptamus italicus*, який мешкає в різних біотопах

№	Індекс Ш/В <i>Calliptamus italicus</i> у злаковому біотопі	Індекс Ш/В <i>Calliptamus italicus</i> у луговому біотопі	Індекс Ш/В <i>Calliptamus italicus</i> у кам'янистому біотопі
1	0,875 ± 0,0437	1,0961 ± 0,0548	1,1964 ± 0,0598
2	0,851 ± 0,0425	1,0750 ± 0,0537	1,1285 ± 0,0564
3	0,857 ± 0,0428	1,0227 ± 0,0511	1,1293 ± 0,0565
4	0,8902 ± 0,0445	1,0347 ± 0,0517	1,075 ± 0,0538
5	0,8762 ± 0,0438	1,0236 ± 0,0511	1,1076 ± 0,0554
6	0,8784 ± 0,0439	1,0526 ± 0,0526	1,1944 ± 0,0597
7	0,9412 ± 0,0474	0,9900 ± 0,0495	1,0928 ± 0,0546
8	0,8909 ± 0,0445	1,03 ± 0,0515	1,1134 ± 0,0557
9	0,94 ± 0,0471	1,0237 ± 0,0511	1,1274 ± 0,0528
$\bar{X}$	0,8905 ± 0,0111	1,0410 ± 0,0521	1,1201 ± 0,0585

Результати даних таблиці 5 свідчать про те, що популяція італійського прусу в злаковому біотопі належить до факультативних хортобіонтів, у луговому – тампобіонтів, а в кам'янистому – петробіонтів.

Різниця морфометричних показників є наслідком пристосування *Calliptamus italicus* до різних умов існування в навколишньому середовищі.

ВИСНОВКИ

1. Вивчено видовий склад і зустрічальність видів саранових у різних біотопах м.Запоріжжя та приміських територій.
2. Вивчені морфометричні показники популяції саранових, які мешкають у природних біотопах та в біотопах з антропогенним навантаженням.
3. Встановлені життєві форми саранових м. Запоріжжя та приміських територій.
4. Вивчені морфометричні показники саранових у біотопі з антропогенним навантаженням.
5. Саранові одного виду відрізняються морфологічно, навіть в екологічно чистих районах досліджень тому, що вони є екологічно пластичними. Крім того така екологічна пластичність може бути корисною для використання саранових як біоіндикаторів. Біоіндикатор має бути поширеним та легкодоступним видом, екологічно пластичним та реагувати на фактори промислового навантаження зовнішнього середовища. Біологічний індикатор повинен бути значно поширеним у даному регіоні, численність якого помірна, у популяціях якого відбуваються повні морфологічні та морфофункціональні зміни під впливом факторів зовнішнього середовища та антропогенних факторів. А це повною мірою належить до представників (*Orthoptera, Acrididae*), тому вони можуть бути використані як біоіндикатор.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бей – Биенко Г.Я. Отряд Orthoptera – Прямокрылые (прыгающие насекомые) //Определитель насекомых европейской части СССР. - М. – Л. : Наука, 1964, - Т.1.- 235 с.
2. Бей – Биенко Г.Я., Мищенко Л.Л. Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран //Определитель по фауне СССР. – Изд.-во института зоологии АН СССР, 1951. – 667с.
3. Бей – Биенко Г.Я. Общая энтомология. - М.: Высшая школа, 1971. – 479 с.
4. Жерихин В.В. Природа и история травяных биомов // Степи Евразии: проблемы сохранения и восстановления. - М.: Ин.-т географии РАН, БИНРАН, РБО, 1993. – С.29 – 49.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990.- 235 с.
6. Лачинский А.В., Сергеев М.Г., Чильдебаев М.К., Черняховский М.Е., Локвуд Дж.А., Камбулин В.Е., Гаппаров Ф.А. Саранчовые Казахстана, Средней Азии и сопредельных территорий. – Ларами: Международная Ассоциация Прикладной Акридологии и Университет Вайоминга. – 2002. – С.268– 273.
7. Правдин Ф.Н. Экологическая география насекомых Средней Азии. Ортоптероиды. – М.: Наука, 1978. – С.204 – 218.
8. Сергеев М.Г. Закономерности распределения насекомых-фитофагов в травянистых экосистемах // Изв. АН. Сер.биол.наук. – 1998. - №4. – С.445 –450.
9. Сергеев М.Г. Саранчовые в степях Евразии // Степной бюлл. – 2006. - №6. – С.20 –23.
10. Серкова Л.Г. К биологии и вредоносности саранчовых на летних пастбищах Сары – Аркинской степи // Труды Каз НИИ защ.раст. – 1961. – Т.6. – С.147 – 157.
11. Стебаев И.В., Пшеницына Л.Б. Возможности изучения трофической специализации саранчовых (*Orthoptera, Acrididae*) на основе анализа их экскрементов // Энтомол. обозрение. – 1984. – Т.63. – С.433-446.
12. Uvarov B.P. Grasshopper and locusts. A hand book of general acridology. – London: Centre for Overseas Pest Research, 1977. – Vol. 2. – P. 1 – 613.

ОЦЕНКА РОЛИ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ДЕВУШЕК- ВОЛЕЙБОЛИСТОК НА ЭТАПЕ ИНТЕНСИВНОЙ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Богдановская Н.В., к.б.н., доцент, Святодух А.Н., аспирант, Маликов Н.В., д.б.н., профессор

Запорожский национальный университет

Результаты обследования девушек-волейболисток высокой квалификации 18-22 лет позволили констатировать наличие достаточно высокой функциональной зависимости между вазодилаторной функцией сосудистого эндотелия и основными параметрами физической подготовленности обследованных спортсменов.

Ключевые слова: *сосудистый эндотелий, функциональное состояние, вазодилатация, физическая подготовленность, корреляционная зависимость, девушки, 18-22 года, волейбол, высокая квалификация.*

Богдановська Н.В., Святодух А.М., Маликов М.В. ОЦІНКА РОЛІ СУДИННОГО ЕНДОТЕЛІЮ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ДІВЧАТ-ВОЛЕЙБОЛІСТОК НА ЕТАПІ ІНТЕНСИВНОЇ ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ / Запорізький національний університет, Україна.

Результати обстеження дівчат-волейболісток 18-22 років дозволили констатувати наявність достатньо високої функціональної залежності між вазодилаторною функцією судинного ендотелію та основними параметрами фізичної підготовленості обстежених спортсменок.

Ключові слова: *судинний ендотелій, функціональний стан, вазодилатация, фізична підготовленість, кореляційна залежність, дівчата, 18-22 роки, волейбол, висока кваліфікація.*

Bogdanovskaya N.V., Svyatodouh A.N., Malikov N.V. ESTIMATION OF ROLE OF VASCULAR ENDOTHELIUM IN PROVIDING OF PHYSICAL PREPAREDNESS OF GIRLS-VOLLEY-BALLERS ON THE STAGE OF INTENSIVITY COMPETITION / Zaporizhzhya national university, Ukraine.

The results of inspection of girls-volleyballers 18-22 allowed to establish a presence enough high functional dependence between vazodilyatation function of vascular endothelium and basic parameters of physical preparedness of the inspected sportswomen.

Key words: *vascular endothelium, functional state, vazodilyatatsiya, physical preparedness, correlation dependence, girls, 18-22 years, volley-ball, high qualification.*

АКТУАЛЬНОСТЬ

В последние годы в исследованиях целого ряда авторов значительное внимание отводится изучению функционального состояния сосудистого эндотелия лиц различного пола и возраста, страдающих той или иной формой патологии. Высказывается мнение, что дисфункция сосудистого эндотелия является объективным показателем развития патологического процесса в организме [1, 2, 4-6]. Однако в литературе практически отсутствуют сведения относительно особенностей функционального состояния сосудистого эндотелия при воздействии экстремальных факторов внешней среды, в частности, систематической мышечной работы различного объема и интенсивности. Вместе с тем, результаты исследования в указанном направлении могут способствовать формированию устойчивых взглядов относительно основных физиологических механизмов обеспечения высокого уровня физической работоспособности организма и стать основой для создания системы физиологической коррекции его общей функциональной подготовленности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Целью настоящего исследования стала экспериментальная оценка роли сосудистого эндотелия в обеспечении физической подготовленности организма девушек-волейболисток на этапе интенсивной соревновательной деятельности.

В соответствии с поставленной в работе целью нами было проведено обследование 14 девушек в возрасте 18-22 лет волейбольной команды «Орбита-Университет», выступающей в суперлиге чемпионата Украины. Медико-биологическое обследование спортсменов было проведено в середине соревновательного периода.

В процессе обследования оценку функционального состояния сосудистого эндотелия проводили с помощью метода ультразвуковой доплерографии. В соответствии с данным методом у всех девушек регистрировали величины диаметра плечевой артерии (D_p , мм), максимальной линейной скорости кровотока (V_{max} , мл/с) и объемной скорости кровотока (V_{vol} , л/мин) в состоянии относительного покоя и после искусственно созданной реактивной гиперемии. Рассчитывали значения относительного прироста указанных параметров (в % к исходным величинам D_p , V_{max} и V_{vol}). Оценку уровня физической подготовленности девушек-волейболисток, принявших участие в исследовании, проводили с

использованием разработанной нами компьютерной программы «ШВСМ» [3] с расчетом следующих показателей: общей физической работоспособности (PWC_{170} , кгм/мин/кг), аэробной производительности (ОМПК, мл/мин/кг), алактатной и лактатной мощности (АЛАКм и ЛАКм, Вт) и емкости (АЛАКе и ЛАКе, %), порога анаэробного обмена (ПАНО, в % от МПК), частоты сердечных сокращений на уровне ПАНО (ЧССпано, уд/мин). Кроме этого, на основе полученных данных в рамках указанной программы рассчитывались уровни общей (ОВ, баллы), скоростной (СВ, баллы), скоростно-силовой (ССВ, баллы) выносливости, экономичности системы энергообеспечения мышечной деятельности (ЭСЭ, баллы), резервных возможностей организма (РВ, баллы) и общего уровня физической подготовленности (УФП, баллы).

Все полученные в ходе работы данные были обработаны с использованием статистического пакета Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На начальном этапе нашего эксперимента нами была проведена оценка особенностей функционального состояния сосудистого эндотелия обследованных спортсменов.

Как видно из результатов, представленных в таблице 1, в состоянии относительного покоя у девушек-волейболисток регистрировались величины диаметра плечевой артерии (D_p , мм), максимальной линейной скорости кровотока (V_{max} , мл/с) и объемной скорости кровотока (V_{vol} , л/мин), соответствующие общепринятым значениям данных параметров для взрослых, здоровых лиц данного пола и возраста.

Наиболее выраженные изменения были зафиксированы нами после теста с реактивной гиперемией.

В соответствии с данными таблицы 1 на данном этапе исследования у обследованных девушек регистрировались достаточно высокие величины прироста диаметра плечевой артерии (на $14,20 \pm 1,14\%$), максимальной линейной скорости кровотока (на $97,36 \pm 3,80\%$) и объемной скорости кровотока (на $157,34 \pm 5,92\%$).

Таблица 1 – Величины показателей, характеризующих функциональное состояние сосудистого эндотелия у обследованных девушек-волейболисток в состоянии относительного покоя и после искусственно созданной реактивной гиперемии ($M \pm m$).

№	Показатели	Состояние относительного покоя	После реактивной гиперемии	Величина относительного прироста (%)
1	D_p , мм	$0,40 \pm 0,01$	$0,46 \pm 0,01^{***}$	$14,20 \pm 1,14$
2	V_{max} , мл/с	$22,81 \pm 0,38$	$41,58 \pm 1,51^{***}$	$97,36 \pm 3,80$
3	V_{vol} , л/мин	$0,97 \pm 0,03$	$2,49 \pm 0,07^{***}$	$157,34 \pm 5,92$

Примечание: *** - статистически достоверные различия по сравнению с величинами, зарегистрированными в состоянии относительного покоя ($p < 0,001$).

Представленные материалы убедительно свидетельствуют об оптимальном уровне функционального состояния сосудистого эндотелия их организма и, как следствие, о его выраженной вазодилатационной функции. В свете представленных материалов необходимо отметить, что для обычных здоровых людей, не занимающихся систематически тем или иным видом мышечной работы, величины относительного прироста использованных параметров составляют в среднем от 5 до 10%.

Не менее важной задачей данного исследования стало изучение особенностей функциональной зависимости между функциональным состоянием сосудистого эндотелия и уровнем физической подготовленности обследованных девушек-спортсменок.

Как видно из данных таблицы 2, в середине соревновательного периода для них были характерны средние и ниже среднего значения основных параметров физической подготовленности их организма, что, в целом, согласуется с мнением большинства специалистов относительно некоторого снижения уровня функциональной подготовленности спортсменов в различных видах спорта под влиянием продолжительных соревновательных нагрузок.

Достаточно указать на тот факт, что на данном этапе исследования все виды выносливости организма девушек-спортсменок (общая, скоростная, скоростно-силовая), а также общий уровень их физической подготовленности рассматривались как «ниже среднего».

Особый интерес представляли результаты корреляционного анализа между величинами, характеризующими, с одной стороны, функциональное состояние сосудистого эндотелия и, с другой, уровень физической подготовленности спортсменов и его отдельных составляющих.

Таблица 2 – Величины показателей, характеризующих физическую подготовленность обследованных девушек-волейболисток ($M \pm m$).

№	Показатели	Величины	Функциональная оценка
1.	σPWC_{170} , кгм/мин/кг	$15,89 \pm 0,98$	Средний
2.	σMPK , мл/мин/кг	$50,47 \pm 2,23$	Средний
3.	АЛАК _м	$5,31 \pm 0,31$	Средний
4.	АЛАК _е	$31,58 \pm 1,77$	Ниже среднего
5.	ЛАК _м , Вт	$3,85 \pm 0,26$	Средний
6.	ЛАК _е , %	$23,18 \pm 1,49$	Ниже среднего
7.	ПАНО, в % от МПК	$51,49 \pm 1,90$	Средний
8.	ЧСС _{пано} , уд/мин	$128,93 \pm 5,69$	Ниже среднего
9.	ОВ, баллы	$44,81 \pm 6,55$	Ниже среднего
10.	СВ, баллы	$43,67 \pm 6,70$	Ниже среднего
11.	ССВ, баллы	$40,70 \pm 5,36$	Ниже среднего
12.	ЭСЭ, баллы	$40,56 \pm 6,26$	Ниже среднего
13.	РВ, баллы	$43,73 \pm 6,54$	Ниже среднего
14.	УФП, баллы	$42,58 \pm 6,11$	Ниже среднего

Как видно из данных, представленных в таблице 3, в середине соревновательного периода, нам удалось зарегистрировать статистически достоверные, достаточно высокие значения коэффициентов корреляции между величинами прироста диаметра плечевой артерии и такими параметрами функциональной подготовленности обследованных волейболисток, как уровень общей физической работоспособности ($\sigma PWC_{170} - 0,44 \pm 0,15$ а.е.), аэробной производительности ($\sigma MPK - 0,47 \pm 0,15$ у.е.), алактатная и лактатная мощность и емкость (от $0,41 \pm 0,16$ а.е до $0,45 \pm 0,15$ а.е), порог анаэробного обмена (ПАНО – $0,63 \pm 0,11$ а.е.), частота сердечных сокращений на уровне ПАНО (ЧСС_{пано} – $0,53 \pm 0,14$ а.е.), общая выносливость (ОВ – $0,48 \pm 0,15$ а.е.), скоростная и скоростно-силовая выносливость (СВ и ССВ – $0,45 \pm 0,15$ а.е.), резервные возможности организма (РВ – $0,35 \pm 0,17$ а.е.), экономичность системы энергообеспечения мышечной деятельности и общий уровень физической подготовленности ($0,47 \pm 0,15$ а.е.).

Таблица 3 – Величины коэффициентов корреляции между величинами прироста диаметра плечевой артерии (ΔDp) и параметрами, характеризующими физическую подготовленность обследованных девушек-волейболисток ($M \pm m$).

№	Показатели	$R(\Delta Dp)$
1.	σPWC_{170}	$0,44 \pm 0,15^{**}$
2.	σMPK	$0,47 \pm 0,15^{**}$
3.	АЛАК _м	$0,45 \pm 0,15^{**}$
4.	АЛАК _е	$0,45 \pm 0,15^{**}$
5.	ЛАК _м	$0,41 \pm 0,16^*$
6.	ЛАК _е	$0,41 \pm 0,16^*$
7.	ПАНО	$0,63 \pm 0,11^{***}$
8.	ЧСС _{пано}	$0,53 \pm 0,14^{***}$
9.	ОВ	$0,48 \pm 0,15^{**}$
10.	СВ	$0,45 \pm 0,15^{**}$
11.	ССВ	$0,45 \pm 0,15^{**}$
12.	ЭСЭ	$0,44 \pm 0,15^{**}$
13.	РВ	$0,60 \pm 0,12^{***}$
14.	УФП	$0,47 \pm 0,15^{**}$

Примечание: *, **, *** - статистически значимые величины коэффициентов корреляции (соответственно $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$).

В отношении остальных параметров, характеризующих функциональное состояние сосудистого эндотелия ($\Delta V_{\max}$ и ΔV_{vol}) статистически достоверных коэффициентов корреляции с показателями физической подготовленности зарегистрировать не удалось.

ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные данные позволили констатировать наличие достаточно тесной функциональной зависимости между текущим состоянием сосудистого эндотелия с общим уровнем физической подготовленности организма, систематически подвергающихся воздействию физических нагрузок. Можно предположить, что функциональному состоянию сосудистого эндотелия принадлежит важная роль в обеспечении оптимальной формы адаптации организма к систематической мышечной работе. Данный вывод имеет важное теоретическое значение, т.к. не только дополняет имеющиеся сведения по данной проблеме, но и является основой для разработки методов физиологической коррекции функциональной подготовленности организма при занятиях физической культурой и спортом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоус А.М., Малахов В.А. Клеточные механизмы сосудистой патологии (обзор литературы) // Журн. АМН України. - 1998. - Т. 4. - №4. - С. 581 – 596.
2. Визир А.Д., Визир В.А., Березин А.Е. Дисфункция эндотелия и ремоделирование сосудов при артериальной гипертензии: прогностическое значение и перспективы лечения (обзор литературы) // Журн. АМН України. - 2001. - Т. 7. - №3. - С. 524 – 535.
3. Маліков М.В., Богдановська Н.В., Сватсьев А.В. Функціональна діагностика в фізичному вихованні та спорті: Навч. посібник (під грифом МОН України). – Запоріжжя: ЗНУ, 2006. – 246 с.
4. Ребров А.П., Намова О.В. Предпосылки развития эндотелиальной дисфункции при ревматоидном артрите // Терапевтический архив. – 2004. - №5. - С. 79-85.
5. Соболева Г.Н., Иванова О.В., Карпов Ю.А. Состояние эндотелия при артериальной гипертонии и других факторах развития атеросклероза // Терапевтический архив. – 1997. - №9. - С. 80-83.
6. Ferro C.J., Webb D.J. Endothelial dysfunction and hypertension // Drugs. – 1997. – 53, Suppl. 1. – P. 30-41.

УДК 598.244.1:591.543.43

БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА ВЕСНЯНОЇ МІГРАЦІЇ ЧАПЛІ СІРОЇ (*ARDEA CINEREA* LINNAEUS 1758) НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Бондарчук Ю.М., аспірант, Серебряков В.В., д. б. н., професор

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Стаття відображає результати багаторічних досліджень весняної міграції чаплі сірої на території України. За останні десятиріччя середні дати весняного прильоту чапель стали більш ранніми, в середньому на 2 доби. Варіація строків прильоту по Україні становить $9,5 \pm 0,3$ доби. Складена нами фенологічна карта зображує чотири основні весняні міграційні шляхи чапель в межах території України.

Ключові слова: весняна міграція, чапля сіра, багаторічна динаміка, фенологія, Україна.

Бондарчук Ю.М., Серебряков В.В. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВЕСЕННЕЙ МИГРАЦИИ ЦАПЛИ СЕРОЙ (*ARDEA CINEREA* LINNAEUS 1758) НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ / Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина

В статье представлены результаты многолетних исследований весенней миграции цапли серой на территории Украины. В последние десятилетия средние даты прилёта цапель стали более ранними, в среднем на 2 суток. Вариация сроков прилёта по Украине составляет $9,5 \pm 0,3$ суток. Составленная фенологическая карта демонстрирует четыре весенних миграционных пути цапель по территории Украины.

Ключевые слова: весенняя миграция, цапля серая, многолетняя динамика, фенология, Украина.

Bondarchuk Y.M., Serebryakov V.V. THE LONG-TERM DYNAMICS OF GRAY HERON (*ARDEA CINEREA* LINNAEUS 1758) SPRING MIGRATION IN UKRAINE / National Taras Shevchenko University of Kyiv, Ukraine

The results of long-term observations of Gray Heron spring migration in Ukraine are considered. During last decades mean dates of herons arrival became early in the mean into 2 days. Variation of arrival time is $9,5 \pm 0,3$ in Ukraine. Phenological map shows 4 main migration streams of herons in Ukraine.

Key words: spring migration, Gray Heron, long-term dynamics, phenology, Ukraine.

ВСТУП

На території України чапля сіра (*Ardea cinerea* L.) є типовим гніздовим видом [1]. За просторово-часовими екологічними зв'язками належить до дальніх мігрантів, які щорічно залишають гніздовий ареал для уникнення несприятливих умов, та відлітають на зимівлю в основному в регіони Середземномор'я та тропічної Африки (за сприятливих умов частина популяцій лишається в екосистемах Північного Причорномор'я) [2]. Вищезазначені факти встановлено в основному на основі використання методів кільцювання та радіолокації, але для того щоб прослідкувати динаміку весняної міграції, хід якої обмежений рамками вузького часового діапазону, та до того ж на порівняно великій території, досить ефективно зарекомендував себе метод орнітофенологічного (авіфенологічного) картування, який ми і використали для вивчення особливостей весняного прильоту чапель на територію України.

Основною метою цього дослідження було з'ясувати, чи відбулися зміни просторово-часового аспекту весняної міграції чаплі сірої на території України за останні десятиліття, зважаючи на загальновідоме явище зміни клімату. Оперуючи багаторічними даними, зібраними в ході моніторингу даного виду, ми порівняли наші результати з подібним дослідженням за період 1975 - 1989 років [3]. Окрім того, ми проаналізували терміни першої появи чапель в околицях міста Києва за майже столітній період.

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Фактичні дані (дати першої появи птахів у певному регіоні) були зібрані нами для аналізу шляхом використання матеріалів кореспондентської мережі спостерігачів кафедри зоології Київського національного університету імені Тараса Шевченка за 1990 – 2006 роки по Україні та за 1910 – 2006 роки по околицях Києва, результатів власних спостережень в ході короткотривалих експедицій у різні регіони України, літературних джерел за даний період та особистих повідомлень спеціалістів-орнітологів. Фенодати отримували від спостерігачів за допомогою методу анкетування, який широко використовується у світовій практиці [4]. Під час експедицій застосовувались загальноприйняті маршрутний та точковий методи [5]. Середні дати та варіації термінів прильоту розраховували з використанням комп'ютерної програми MS Office Excel 2003. Складені нами фенологічні карти (метод орнітофенологічного (авіфенологічного) картування) базуються на виведених ізофенах, що побудовані шляхом нанесення середніх фенодат на географічні центри областей України та подальшої лінійної екстраполяції.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Щорічна весняна міграція сірих чапель, які є компонентом певної екосистеми, відповідає загальному розвитку сезонних явищ у цій екосистемі. Тому птахи починають з'являтися там, де створюються сприятливі екологічні умови.

Оскільки територія України досить велика та має значний ступінь ландшафтного різноманіття, то терміни появи чапель у різних регіонах відрізняються та, навіть, широко варіюють в межах одного регіону (табл. 1). Однак із цієї ж таблиці видно, що середні багаторічні дати прильоту по всіх областях припадають на третю декаду березня, окрім території Кримського півострова, що пояснюється особливостями клімату. Розрахована варіація термінів прильоту чапель у різних регіонах коливається від 6,6 до 13,7 діб, а в середньому по Україні становить $9,5 \pm 0,3$ доби. Порівняльний аналіз даних результатів з результатами подібних досліджень за період 1975 - 1989 років (табл. 2) показав, що середні дати весняного прильоту *Ardea cinerea* по регіонах України стали на 1 - 4 доби раніше; незначною мірою зменшилась варіація термінів прильоту. На нашу думку, це пов'язане із загальними змінами клімату: м'якші зими в межах гніздового ареалу (хоча в окремі роки спостерігалися аномально низькі температури) – почастишали випадки зимівлі на незамерзаючих водоймах по всій території країни, зміни екологічних умов в основних областях зимівлі змушують птахів раніше розпочати міграційний процес.

Використовуючи отримані середні багаторічні дати прильоту чапель, нами було складено фенологічну карту методом авіфенологічного картування (рис. 1). Загалом, фенологічні карти вважають більш точними, коли вони побудовані на основі багаторічних спостережень, які охоплюють період в 13-15 років щонайменше (Сер), тому наші дослідження і охоплюють період 1990 – 2006 років. Отже, графічне відображення результатів на карті (вигини ізоліній) дає змогу констатувати існування чотирьох основних напрямів весняної міграції чапель в Україні: північно-східний по лівобережжю Дніпра, північний напрям по правобережному Подніпров'ю, західний напрям до Прикарпаття, східний по Волині. Можливі

незначні щорічні варіювання міграційних шляхів, що, очевидно, пов'язано з певними метеорологічними умовами та рядом інших екологічних факторів.

Таблиця 1 – Терміни весняного прильоту чаплі сірої на території України за період 1990 – 2006 рр.

Область	n	Середня дата	Помилка середньої	Стандартне відхилення	Крайні дати
Вінницька	110	23.03	0,6	6,6	20.02 - 12.04
Волинська	61	21.03	1,1	8,8	25.02 - 10.04
Дніпропетровська	81	23.03	1,3	11,7	20.02 - 14.04
Донецька	77	28.03	0,9	8,1	04.03 - 16.04
Житомирська	97	25.03	1,0	9,4	27.02 - 15.04
Закарпатська	32	26.03	1,8	10,2	02.03 - 16.04
Запорізька	49	23.03	1,4	9,8	05.03 - 11.04
Івано-Франківська	33	23.03	1,4	8,2	08.03 - 09.04
Київська	82	23.03	0,9	8,0	03.03 - 13.04
Кіровоградська	58	27.03	1,3	9,6	05.03 - 17.04
Крим	35	13.03	2,3	13,7	11.02 - 06.04
Луганська	71	25.03	1,2	10,5	23.02 - 19.04
Львівська	57	24.03	1,1	8,2	01.03 - 16.04
Миколаївська	63	22.03	1,1	9,0	03.03 - 15.04
Одеська	54	21.03	1,5	11,4	18.02 - 13.04
Полтавська	110	24.03	1,0	10,5	22.02 - 16.04
Рівненська	82	22.03	0,9	8,5	28.02 - 13.04
Сумська	121	28.03	0,9	9,4	06.03 - 18.04
Тернопільська	72	25.03	1,0	8,7	05.03 - 15.04
Харківська	78	29.03	1,1	9,9	24.02 - 20.04
Херсонська	37	19.03	2,0	12,1	17.02 - 15.04
Хмельницька	104	27.03	0,8	8,6	28.02 - 16.04
Черкаська	86	25.03	1,0	9,0	23.02 - 15.04
Чернівецька	31	23.03	1,6	9,0	03.03 - 15.04
Чернігівська	92	28.03	1,0	9,2	01.03 - 17.04
	1773			9,5±0,3	

Таблиця 2 – Терміни весняного прильоту чаплі сірої на території України за період 1975 – 1989 рр.

Область	n	Середня дата	Помилка середньої	Стандартне відхилення	Крайні дати
Вінницька	172	26.03	0.8	10.2	21.02 - 19.04
Волинська	72	24.03	1.3	10.6	24.02 - 17.04
Дніпропетровська	89	25.03	1.1	10.5	26.02 - 15.04
Донецька	83	30.03	1.0	8.9	06.03 - 17.04
Житомирська	118	27.03	0.8	8.8	01.03 - 17.04
Закарпатська	40	28.03	1.6	10.1	03.03 - 18.04
Запорізька	62	25.03	1.4	11.1	01.03 - 15.04
Івано-Франківська	38	26.03	1.4	8.9	10.03 - 13.04
Київська	116	26.03	0.8	8.6	05.03 - 15.04
Кіровоградська	71	29.03	1.1	9.5	08.03 - 19.04
Крим	36	15.03	2.4	14.2	10.02 - 08.04
Луганська	70	28.03	1.4	12.0	26.02 - 07.04
Львівська	74	26.03	1.3	11.3	02.03 - 19.04
Миколаївська	82	25.03	1.1	9.9	05.03 - 18.04
Одеська	74	22.03	1.1	9.7	21.02 - 16.04
Полтавська	122	27.03	0.9	9.6	25.02 - 19.04
Рівненська	98	26.03	0.9	8.9	02.03 - 16.04

Сумська	145	29.03	0.7	8.9	08.03 - 20.04
Тернопільська	75	27.03	1.0	8.9	05.03 - 17.04
Харківська	85	30.03	1.2	10.7	25.02 - 20.04
Херсонська	48	21.03	2.1	14.6	20.02 - 17.04
Хмельницька	122	29.03	0.8	9.3	02.03 - 18.04
Черкаська	123	26.03	0.9	10.3	25.02 - 16.04
Чернівецька	42	25.03	0.8	10.2	01.03 - 20.04
Чернігівська	172	29.03	1.4	8.9	04.03 - 18.04
	2229			10.2±0,3	

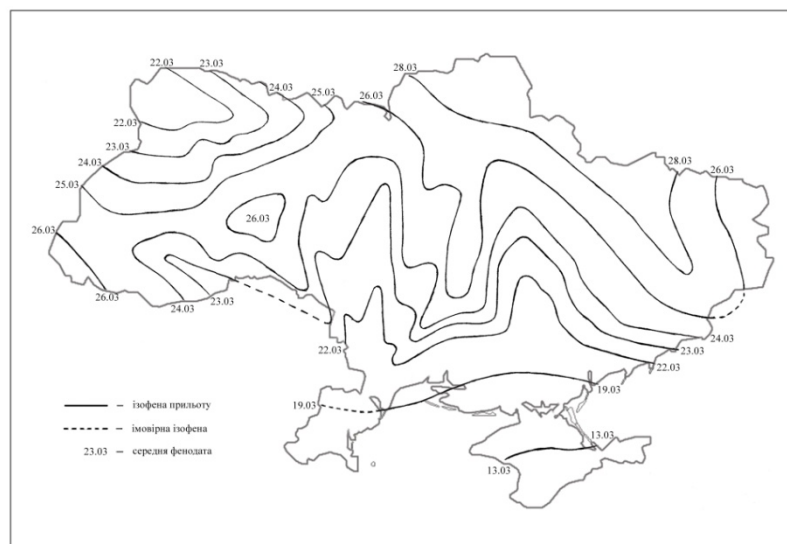


Рис. 1. Фенологічна карта весняної міграції чаплі сірої на території України

Окремі результати вивчення динаміки весняної міграції чапель представлені по околицях Києва за період 1910 – 2006 рр. База даних фактичного матеріалу за такий тривалий період формувалась декількома поколіннями орнітологів Київського університету. У цьому випадку до уваги бралися дати першої появи чапель у даному регіоні. Як видно з графіка (рис. 2), приліт птахів в різні роки відбувався нерівномірно. Найпізніші строки прильоту спостерігаються в середині минулого століття, ближче до початку квітня. Проведена лінія тренду демонструє тенденцію до більш раннього весняного прильоту чапель за останні десятиріччя, тобто ближче до середини березня.

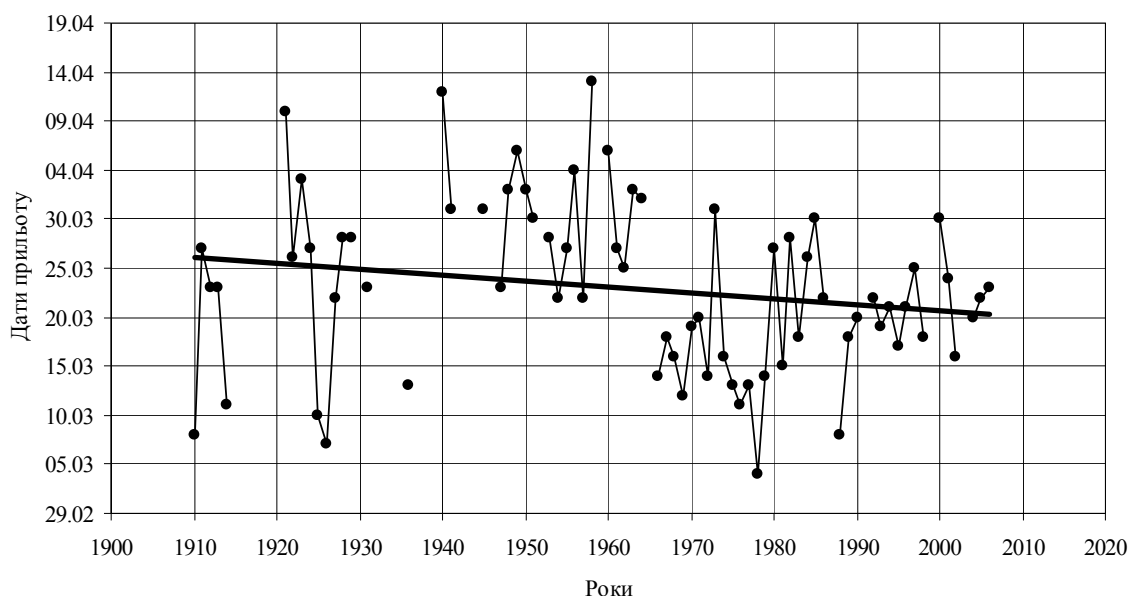


Рис. 2. Динаміка весняного прильоту чаплі сірої в околицях Києва за 1910 – 2006 роки

ВИСНОВКИ

Весняна міграція чаплі сірої на території України починається в середньому в третій декаді березня. Хід міграції є нерівномірним і відбувається в чотирьох напрямках, що підтверджує існування окремих пролітних шляхів на території України. Багаторічна динаміка прильоту дала змогу прослідкувати тенденцію до більш ранніх строків прильоту за останні десятиліття, що, ймовірно, пов'язано зі зміною кліматичних та інших екологічних умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смогоржевський Л. О. Фауна України. – К.: Наукова думка, 1979. – Т. 5. Птахи. – Вип. 1. – 188 с.
2. Кишинский А.А. Серая цапля. Заключение // Миграции птиц Вост. Европы и Сев. Азии. Гагарообразные - Аистообразные. – М.: Наука, 1978. – С. 206-211.
3. Грищенко В.Н., Серебряков В.В. Миграции серой цапли на Украине по данным фенологических наблюдений // Бюлл. МОИП: Отд. Биол. - 1993. - Т. 98. - Вып. 5. - С. 33-37.
4. Серебряков В. В. Екологічні закономірності міграції птахів фауни України в часі та просторі: Дис... д-ра. біол. Наук. 03.00.16 / Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, 13.05.2002. – К., 2002. – С. 170-171.
5. Бибби К., Джонс М., Марсден С. Методы полевых экспедиционных исследований: исследования и учеты птиц. – М.: Союз охраны птиц России, 2000. 186 с.

УДК 669.5 : 61

ВМІСТ ЦИНКУ В КЛІТИНАХ ПРИ ВВЕДЕННІ ЕТАНОЛУ ЩУРАМ РІЗНОГО ВІКУ

Григорова Н.В., к.б.н., доцент, Задорожня В.Ю., аспірант, Миргородська К.П., аспірант,
Єщенко Ю.В., к.б.н., доцент, Бовт В.Д., д.б.н., професор, Єщенко В.А., д.м.н., професор

Запорізький національний університет

У досліджах на щурах показано, що введення етанолу молодим та старим тваринам викликає більш виражений дефіцит цинку в клітинах, ніж при алкоголізації дорослих тварин.
Ключові слова: алкоголь, вік, клітини, цинк, щури.

Григорова Н.В., Задорожня В.Ю., Миргородская Е.П., Ещенко Ю.В., Бовт В.Д., Ещенко В.А.
СОДЕРЖАНИЕ ЦИНКА В КЛЕТКАХ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЭТАНОЛА КРЫСАМ РАЗНОГО
ВОЗРАСТА/Запорожский национальный университет, Украина

В опытах на крысах показано, что введение этанола молодым и старым животным вызывает более выраженный дефицит цинка в клетках, чем при алкоголизации взрослых животных.
Ключевые слова: алкоголь, возраст, клетки, крысы, цинк.

Grigorova N.V., Zadorozhnyaya V.J., Mirgorodskaya E.P., Eshchenko J.V., Bovt V.D., Eshchenko V.A. CELL
ZINC CONTENT UNDER ETHANOL ADMINISTRATION TO THE RATS OF VARIOUS AGE /
Zaporizhzhya National University, Ukraine

It was shown in experiments on rats, that ethanol administration to young and old animals induced more expressed zinc deficiency in the cells than one under adult animals alcoholization.
Key words: age, alcohol, cells, rats, zinc

ВСТУП

Цинк є життєво важливим елементом в організмі [1,8,9,11,12,14,16,22]. Він необхідний для активності понад 200 ферментів [1,7,10,13,15,17,18,19,20,23]. До останніх відноситься алкогольдегідрогеназа, яка каталізує окислення етанолу в організмі [1,3,21]. У зв'язку з цим дослідження обміну цинку в клітинах при алкоголізації заслуговує певної уваги. Для цитохімічного визначення цинку використовується люмінесцентна реакція 8-(п-толуолсульфоніламіно)-хіноліну (8-ТСХ) [4]. За допомогою цієї реакції було показано, що алкоголізація викликає розвиток дефіциту цинку в клітинах [3]. Мета даної роботи полягає у вивченні залежності цих змін метаболізму цинку від віку організму.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У дослідях було використано 102 щури, серед яких було 18 контрольних (дорослих, інтактних), 16 дорослих алкоголізованих, 20 молодих, 14 молодих алкоголізованих, 18 старих, 16 старих алкоголізованих щурів. Молоді тварини були віком 3 міс., дорослі – 6-12 міс., старі – 24 і більше міс. Етанол вводили в шлунок через зонд у кількості 2 мл/кг дев'ятиразово з інтервалами в 3 доби між введеннями. Забивали щурів через 3 доби після останнього введення етанолу.

Із головного мозку готували свіжозаморожені зрізи товщиною 30-60 мкм. На зрізи наносили 0,01%-вий ацетоновий розчин 8-ТСХ. Через 1 хв зрізи промивали дистильованою водою, замикали в гліцерин та розглядали під люмінесцентним мікроскопом.

Парафінові зрізи готували товщиною 5-10 мкм. Зрізи депарафінували, витримували у двох ксилолах та спиртах (по 3 хв у кожному). Потім на зрізи наносили декілька крапель 0,01%-вого ацетонового розчину 8-ТСХ. Через 1 хв зрізи промивали дистильованою водою і замикали в гліцерин.

На препаратах у ділянках розміщення цинку виявлялась жовто-зелена люмінесценція (світлофільтри ФС-1, ЖС-18). Позитивна реакція виявлялась в клітинах панкреатичних островців, базальних відділів кишкових крипт (клітинах Панета), кінцевих відділів передміхурової залози.

Інтенсивність цитохімічної реакції 8-ТСХ оцінювали за трибальною системою, запропонованою В.В. Соколовським [5], а також Ф.Хейхоу та Д.Квагліно [6]. За один бал приймали слабопозитивну, два бали – помірну, три бали – виражену за інтенсивністю реакцію. На основі підрахунку на 100 клітинах виводилась середня величина інтенсивності реакції (в у.о.).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У контрольних (дорослих) щурів інтенсивність цитохімічної реакції 8-ТСХ складала $0,5 \pm 0,04$ у В-інсулоцитах, $2,0 \pm 0,14$ – у гіпокампі, $2,1 \pm 0,17$ – у клітинах Панета, $1,9 \pm 0,13$ – у передміхуровій залозі. При введенні етанолу дорослим тваринам вміст цинку в панкреатичних клітинах був знижений на 40% ($0,3 \pm 0,02$; $p < 0,001$), у гіпокампі – на 35% ($1,3 \pm 0,11$; $p < 0,001$), у панетовських клітинах – на 33% ($1,4 \pm 0,12$; $p < 0,001$), у простаті – на 37% ($1,2 \pm 0,10$; $p < 0,001$). Ці дані свідчать про те, що етанол викликає розвиток дефіциту цинку у всіх досліджених клітинах.

У молодих щурів кількість цинку була нижче, ніж у дорослих тварин на 20% ($0,4 \pm 0,01$; $p < 0,05$) – у В-інсулоцитах, на 25% ($1,5 \pm 0,09$; $p < 0,01$) – у гіпокампі, 38% ($1,3 \pm 0,10$; $p < 0,001$) – у клітинах Панета, 47% ($1,0 \pm 0,07$; $p < 0,001$) – у передміхуровій залозі. Як видно, найбільше відхилення (дефіцит цинку) від контролю відмічалось у клітинах простати.

При введенні етанолу молодим щурам вміст цинку був знижений у порівнянні з контролем на 60% ($0,2 \pm 0,01$; $p < 0,001$) – у клітинах В-панкреатичних островців, 55% ($0,9 \pm 0,08$; $p < 0,001$) – у гіпокампі, 52% ($1,0 \pm 0,07$; $p < 0,001$) – у клітинах Панета, 58% ($0,8 \pm 0,07$; $p < 0,001$) – у клітинах простати.

У молодих алкоголізованих тварин кількість цинку було зменшено в порівнянні з молодими тваринами, які не отримали алкоголю, на 50% ($p < 0,001$) – у клітинах В-острівців, 40% ($p < 0,001$) – у гіпокампі, 23% ($p < 0,001$) – у панетовських клітинах, 20% ($p < 0,001$) – у клітинах простати. Як видно, найбільш виражені зміни спостерігаються в острівцях.

При порівнянні молодих алкоголізованих щурів із дорослими тваринами, які отримали етанол, спостерігалось у першому випадку зниження кількості цинку на 33% ($p < 0,001$) – у В-інсулоцитах, на 31% ($p < 0,01$) – у гіпокампі, на 29% ($p < 0,01$) – у клітинах Панета та передміхурової залози. Ці дані вказують на те, що дефіцит цинку в клітинах при дії алкоголю більш виражений у молодих тварин, ніж у дорослих.

У старих щурів у порівнянні з контрольними (дорослими) вміст цинку був нижче на 40% ($0,3 \pm 0,01$; $p < 0,001$) – у В-інсулоцитах, на 30% ($1,4 \pm 0,10$; $p < 0,01$) – у гіпокампі, на 40% ($1,2 \pm 0,08$; $p < 0,001$) – у клітинах Панета, на 45% ($1,1 \pm 0,10$; $p < 0,001$) – у клітинах простати. Ці дані вказують, що в старих щурів спостерігається дефіцит цинку в клітинах різних органів. Найбільш виражений дефіцит спостерігався в передміхуровій залозі.

При введенні етанолу старим щурам інтенсивність цитохімічної реакції 8-ТСХ була знижена на 60% ($0,2 \pm 0,01$; $p < 0,001$) – в острівцевих клітинах В, 50% ($1,0 \pm 0,07$; $p < 0,001$) – у гіпокампі, 57% ($0,9 \pm 0,08$; $p < 0,001$) – у клітинах Панета, 58% ($0,8 \pm 0,06$; $p < 0,001$) – у клітинах простати. Результати таких досліджень схожі з даними, отриманими в молодих алкоголізованих щурів.

При порівнянні вмісту цинку в клітинах у старих алкоголізованих та старих неалкоголізованих тварин спостерігалися в першому випадку більш низькі цифри: на 37% ($p < 0,001$) – в острівцевих В-клітинах, на 29% ($p < 0,001$) – у гіпокампі, на 25% ($p < 0,001$) – у клітинах Панета, на 27% ($p < 0,001$) у клітинах передміхурової залози. Ці дані аналогічні отриманим у молодих тварин. Найбільш виражені зміни відмічались у В-інсулоцитах.

Кількість цинку в старих алкоголізованих щурів у порівнянні з дорослими тваринами, отримавшими етанол, була знижена на 33% ($p < 0,001$) - у В-клітинах острівців, на 23% ($p < 0,001$) - у гіпокампі, на 36% ($p < 0,01$) - у клітинах Панета, 33% ($p < 0,001$) - у простатичних клітинах. Ці дані вказують на те, що клітини старих щурів більш чутливі до алкоголю, ніж дорослих тварин. У цьому відношенні спостерігалася схожість даних, отриманих у молодих і старих тварин.

Більш виражену чутливість клітин до дії алкоголю в молодих і старих щурів у порівнянні з дорослими тваринами можна пояснити меншою активністю алкогольдегідрогенази, спричиненою дефіцитом цинку в клітинах.

ВИСНОВКИ

1. У молодих і старих щурів вміст цинку в клітинах нижче, ніж у дорослих тварин.
2. При введенні етанолу дорослим щурам кількість цього металу в клітинах знижується.
3. У молодих і старих тварин алкоголь викликає більш виражений дефіцит цинку в клітинах, ніж у дорослих тварин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология). – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Балаболкин М.И. Диабетология. – М.: Медицина, 2000. – 671 с.
3. Берегова Т.В., Щенко Ю.В. Зміни вмісту цинку в клітинах при різних функціональних станах інсулярного апарату підшлункової залози // Вісник ЗДУ. – 2003. - №1. – С. 112-116.
4. Ещенко В.А. Гистохимическое исследование цинка // Цитология. – 1978. – Т.20, №8. – С.927 – 933.
5. Соколовский В.В. Гистохимические исследования в токсикологии. – Л.: Медицина, 1971. – 172 с.
6. Хейхоу Ф., Кваглино Д. Гематологическая цитохимия. – М.: Медицина, 1983. – 320 с.
7. Bauer – Stebenlist B., Meyer F., Farkas E., Vidovic D., Cuesta – Sego T.A., Herbs – Irmer R., Pritzkow H. Correlation of structure and function in oligonuclear zinc (II) model phosphatases// Inorg. Chem. – 2004. – Vol.43, №14. – P.189 – 202.
8. Beattie T.H., Kwun I.S. Is zinc deficiency a risk factor for atherosclerosis?// Br. J. Nutr. – 2004. – Vol.91, №2. – P.177 – 181.
9. Berger A. What does zinc do?// BMJ. – 2002. – Vol.325, №7372. – P.1059.
10. Brown R.S. Zinc finger proteins: getting a grip on RNA// Curr. Opin. Struct. Biol. – 2005. – Vol.15, №1. – P. 94 – 98.
11. Dardenne M. Zinc and immune function// Eur. J. Clin. Nutr. – 2002. – Vol. 56, Suppl. 3. – P. 20-23.
12. Evans S.A., Overton J.M., Alshingit A., Levelson C.W. Regulation of metabolic rate and substrate utilization by zinc deficiency// Metabolism. – 2004. – Vol.53, №6. – P.727 – 732.
13. Fraker P.J. Roles for cell death in zinc deficiency// J. Nutr. Soc. Frans. – 2003. – Vol.31 (Pt 3). – P.723 – 727.
14. Frederickson C.J., Hellmich H.L., Stephenson R., Dewirt D. E., Sabun R., Parsley M.O., Velasco M., Uchida T., Shimamura M., Prough D.S. Protective effects of zinc chelation in traumatic brain injury correlate with upregulation of neuroprotective genes in rat brain// Neurosci. Lett. – 2004. – Vol.355, №3. – P.221 – 225.
15. Furner A.J. Exploring the structure and function of zinc metallopeptidase: old enzymes and new discoveries // Biochem. Soc. Frans. – 2003. – Vol. 31 (Pt 3). – P. 723 – 727.
16. Henkel G., Krebs B. Metallothioneins: zinc, cadmium, mercury, and copper thiolates and selenolates mimicking protein active site features – structural aspects and biological implications// Chem. Rev. – 2004. – Vol.104, №2. – P.801 – 824.
17. Parkin G. Synthetic analogs of zinc enzymes // Met. Ions Biol. Syst. – 2001. – Vol.38. – P. 411 – 460.
18. Seale A.P., de Jesus L.A., Kim C.J., Choi J.H., Lim H.B., Hwang C. S., Kim J.C. Development of an automated protein – tyrosine phosphatase inhibition assay and the screening of putative inulin – enhancing vanadium (IV) and zinc(II) complexes// Biotechnol. Lett. – 2005. – Vol.27, №4. – P.221 – 225.
19. Tan X., Bramlett M.R., Lindahe P.A. Effect of Zn on acetyl coenzyme A synthase: evidence for a conformational change in the alpha subunit during catalysis //J. Am. Chem. Soc. – 2004. – Vol.126, №19. – P. 5954 – 5955.

20. Toyama A., Takahashi Y., Takenchi H. Catalytic structural role of metal free histidine residue in bovine Cu – Zn superoxide dismutase // *Biochemistry*. – 2004. – Vol.43, №16. – P. 4670 – 4679.
21. Vallee B.L. Zinc: biochemistry, physiology, toxicology and clinical pathology // *Biofactors*. – 1988. – Vol.1. – P. 31 – 36.
22. Vitek L., Muchova L., Zelenka J., Zadinova M., Malina J. The effect of zinc salts on serum bilirubine levels in hyperbilirubinemic rats// *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* – 2005. – Vol.40, №2. – P.135 – 140.
23. Williams R. J. Metalloenzyme catalysis// *Chem. Commun (Cambb.)*. – 2003. - №10. – P. 1109 – 1113.

УДК 598.488:350.174.1

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГНІЗДУВАННЯ ДЕЯКИХ ВИДІВ ПТАХІВ – ДУПЛОГНІЗДНИКІВ НОВОСАНЖАРСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дебелий Я. Ю., магістр, Серебряков В.В., д.б.н., професор, *Охрей А.Г., учень

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Новосанжарський навчально-виховний комплекс

Матеріал, що став основою цієї роботи, був зібраний в околицях Нових Санжар протягом 2004-2007 рр. Метою роботи є вивчення гніздової біології птахів-дуплогнізників в умовах Лісостепу України на території Новосанжарського району Полтавської області. Для виконання поставленої мети нами на території району досліджень були розміщені штучні гніздівлі – синичники (32 шт.), та 10 сов'ятників. В основу роботи покладено прижиттєві методи вивчення гніздової біології птахів-дуплогнізників. Використовувалися загальноприйняті методики, практичні рекомендації та експерименти із різних літературних джерел. Загалом для написання роботи було проаналізовано 65 випадків заселень штучних гніздівель дуплогнізниками. Серед птахів, що заселили штучні гніздівлі, були такі види: синиця велика – 44 випадків заселення, горобець польовий – 15, мухоловка строката – 2, синиця блакитна – 2, сойка – 1, повзик – 1.

Ключові слова: птахи-дуплогнізники, яйцекладка, фенологічні спостереження, гніздування.

Дебелий Я.Ю., Серебряков В.В., *Охрей А.Г. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГНЕЗДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПТИЦ – ДУПЛОГНЕЗДНИКОВ НОВОСАНЖАРСКОГО РАЙОНА ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ / Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, *Новосанжарский учебно-воспитательный комплекс, Украина

Материал для написания данной работы был собран в окрестностях Новых Санжар на протяжении 2004-2007 гг. Целью работы является изучение гнездовой биологии птиц-дуплогнезdnиков в условиях Лесостепи Украины, на территории Новосанжарского района Полтавской области. Для выполнения поставленной задачи нами на территории района наблюдений были установлены искусственные гнездования – синичники (32 шт.), и 10 совятников. Использовались прижизненные методы изучения гнездовой биологии дуплогнезdnиков, а также общепринятые методики, практические рекомендации и эксперименты из различных научных источников. Для написания работы проанализировано 65 случаев заселений искусственных гнездовий дуплогнезdnиками. Среди птиц, которые заселяли искусственные гнездовья, были такие виды: синица большая – 44 случая заселения, воробей полевой – 15 случаев, мухоловка пестрая – 2, лазоревка – 2, поползень – 1, сойка – 1.

Ключевые слова: птицы-дуплогнезdnики, яйцекладка, фенологические наблюдения, гнездование.

Debelyi Ia.Iu., Serebryakov V.V., *Ochrey A.G. BIOLOGICAL PECULIARITIES OF BREEDING OF HOLE-BREEDING BIRDS AT NOVI SANZHARI DISTRICT OF POLTAVA REGION / National Taras Shevchenko University of Kyiv, *Novi Sanzhary educational complex, Ukraine

The studies of breeding biology of hole-breeding birds were performed during 2004 – 2007 years at the Novi Sanzhari district of Poltava region. The aim of this work was to analyze breeding biology of hole-breeding birds at the Forest-steppe zone of Ukraine, to make them to live in unusual biotopes, such as agricultural fields. 32 nest boxes for Tits and 10 for Owls were placed at the research area. We used only life studying methods for breeding biology. To write this work, we analyzed 65 occasions of bird nesting in the artificial nests. The most commonly nesting birds in the artificial nests were: Great Tit (44 records), Field Sparrow (15), Pied Flycatcher (2), Blue Tit (2), Nuthatch (1), Eurasian Jay (1). We found, that hole-breeding birds can successfully breed in unusual biotopes with the same breeding success values.

Key words: hole-breeding birds, egg-laying, breeding, phonological studies.

ВСТУП

Гніздування птахів є важливим етапом біологічного циклу будь-якого виду, оскільки воно забезпечує оптимальну його чисельність. Саме вивчення цього біологічного циклу в птахів – дуплогнізників стало головним завданням проведеної роботи. Матеріали, що стали основою цієї роботи, були зібрані в околицях Нових Санжар протягом весняно-літнього періоду 2004 – 2007 рр. Метою роботи стало вивчення гніздової біології птахів-дуплогнізників у лісовій екосистемі з подальшим їх приваблюванням у нетипові для гніздування даної групи птахів біотопи (заплавні луки та агрофітоценози). Природні ландшафти околиць Нових Санжар в останні десятиріччя зазнали істотних змін. Під впливом антропогенної діяльності значно скоротились площі природних екосистем (спостерігається масове вирубування дерев у лісах, як наслідок постає проблема дефіциту природних місць гніздування для дуплогнізників – дупел).

Така тенденція спостерігається не лише в районі досліджень, а стосується більшості території України, тому тема роботи є актуальною в наш час. Науковою новизною роботи є те, що такі роботи не проводились на території району спостережень, а наявні результати з гніздової біології птахів-дуплогнізників в Україні є досить застарілими та потребують уточнення. Крім того, у доступних нам літературних джерелах невідомі факти приваблювання дуплогнізників у нетипові для гніздування цієї групи птахів біотопи.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В основу роботи покладено прижиттєві методи вивчення особливостей гніздової біології птахів-дуплогнізників. Із цією метою на території району досліджень були виготовлені та розміщені штучні гніздівлі – синичники за стандартною конструкцією [1]. Станом на 2007 рік під нашим контролем знаходилися 32 синичники й 10 сов'ятників. Розміри штучних гніздівель, що були використані в роботі наведено в табл. 1

Таблиця 1 – Розміри штучних гніздівель, що використовуються в роботі

Тип гніздівлі Параметр	Синичник для великих синиць	Синичник для дрібних синиць	Сов'ятник
Ширина, см	18	13	25
Довжина, см	18	13	35
Висота, см	28	16	50
Діаметр лотка, см	3 - 4	3	14 × 35
Дно, см	14 × 14	10 × 10	20 × 30

Вибираючи місця розташування штучних гніздівель, ми керувалися такими факторами: відсутністю природних місць для гніздування (природних дупел), низьким рівнем фактора турбування гнізд людиною (нами обирались для розвішування гнізд малолюдні ділянки широколистяного лісу, меліоративні насаджень, старі фруктові сади покинутих людиною осель), висотою розташування гніздівель (для синичників – 2-6 м, для сов'ятників – 4 м) та відстанню між сусідніми гніздівлями (не менше 70-150 м між синичниками та 0,5 км між сов'ятниками).

Опис та вивчення гнізд проводяться згідно із загальноприйнятою методикою [3]. У кожній заселеній гніздівлі вимірювали такі показники: глибина лотка, висота гнізда, діаметр лотка, відстань від лотка до землі. Також нами проведені ретельні фенологічні спостереження, виміряні морфометричні параметри яєць, визначена успішність розмноження, проведені спостереження за поведінкою птахів в гніздовий період.

При цьому оцінювали:

1) лінійні розміри, тобто довжину яйця (L) і максимальний діаметр (B) за допомогою штангенциркуля (точність вимірювання 0,1 мм).

2) об'єм (V) яйця обчислювали за формулою, запропонованою Р.Мяндом [4]:

$$V=0,51 \times L \times B, \quad (1)$$

де: L – довжина, B – максимальний діаметр яйця

3) індекс форми (співвідношення довжини до діаметра):

$$Sph = L/B, \quad (2)$$

де: L – довжина, B – діаметр яйця

Зібраний матеріал був оброблений з використанням загальноприйнятих методів варіаційної статистики [2].

Для визначення успішності розмноження птахів був використаний метод Мейфілда в модифікації В.А.Паєвського [5]. Схема розрахунків цього показника виглядає таким чином. Припустимо, що ne – це кількість яєць у гнізді, de – кількість загиблих, не вилупилися з яєць, t – тривалості ризику, у днях. Тоді швидкість щоденної смертності яєць (qe) визначають як:

$$qe = \Sigma de / \Sigma (t \times ne), \quad (3)$$

а вірогідність висиджування яйця (se) дорівнюватиме:

$$se = (1 - qe)^{Le}, \quad (4)$$

де: Le – тривалість насиджування яєць.

Зібраний матеріал оброблений із використанням загальноприйнятих методів варіаційної статистики [2]. При цьому використовувались такі статистичні показники: середнє арифметичне (M); n – загальне число варіантів, які складають цю сукупність; ліміти (lim) – показники варіації, значення мінімальних (X_{min}) та максимальних (X_{max}) варіантів, між якими розміщуються всі члени цієї сукупності; коефіцієнт варіації (CV) – застосовувався для порівняння мінливості ознак, виражених у різних одиницях. Улітку 2004 року нами був проведений експеримент по перевішуванню штучних гніздівель. Застосовуючи цей метод, ми ставили перед собою мету виявити, як птахи різних видів відрізняють свою гніздівлю від чужої та характер міжвидових відносин.

Під час весняно-літнього польового сезону 2005 року застосовувався метод часткової заміни яєць птахів одних видів яйцями інших видів, згідно з методикою [1]. Були обмінені яйця великої синиці й польового горобця (I кладка великої синиці) та великої синиці (II кладка) і строкатої мухоловки (I кладка). Слід зазначити, що яйця обмінювали на однакову їх кількість. Обов'язковим також було те, щоб яйця перебували на однаковій стадії насиджування. Тому в нашому випадку гніздівлі були підібрані таким чином, щоб дати появи пташенят у гніздах не мали значної варіації в часі (різниця в днях). Метою експерименту стало спостереження за поведінкою птахів під час насиджування яєць та вигодовування пташенят одного виду, птахами інших видів та вивчення успішності розмноження птахів за таких умов. У результаті цього встановлювалась можливість вигодовування птахами чужого потомства.

У серпні 2005 року було закладено пробну ділянку для проведення експерименту, щодо приваблювання птахів-дуплогніздників у нетипові для гніздування біотопи. Для виконання поставленої задачі було обрано заплавні луки та очеретяні зарості. Дослідна ділянка розташована в заплаві р. Ворона, на північно-західній околиці с. Лелюхівка. Дані біотопи багаті кормовими ресурсами, які можуть бути використані птахами-дуплогніздниками, проте їх гніздування тут не відбувається, оскільки відсутні умови для створення гнізд закритого типу. Саме тому були встановлені синичники в цих біотопах і створені умови для гніздування. Метою був аналіз успішності заселення птахами гніздівель за таких умов. Усього на дослідній ділянці в серпні 2005 р. було розміщено 10 штучних гніздівель – синичників: 2 шт. встановлено з метою приваблювання блакитних синиць, 8 – для приваблювання великих синиць. Гніздівлі були розташовані на дерев'яних опорах, на висоті 1,6-2 метри від поверхні землі.

Також був застосований метод кільцювання дуплогніздників. При цьому птахів відловлювали за допомогою западні та сітки-павутинки. Пташенят кільцювали на гніздах. Для кільцювання застосовували стандартні кільця Українського центру кільцювання птахів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Таким чином, було проведено детальний аналіз 63 заселень штучних гніздівель. Інтенсивність заселення птахами-дуплогніздниками штучних гніздівель-синичників у районі досліджень протягом 2004-2007 рр. проілюстрована на рис. 1.

Згідно з діаграмою, серед птахів, що заселили штучні гніздівлі, були такі види: синиця велика *Parus major* – 44 випадки заселення (67,7 %), горобець польовий *Passer montanus* – 15 (23 %), мухоловка строката *Ficedula hypoleuca* – 2 (3 %), синиця блакитна *Parus coeruleus* – 2 (3 %), повзик *Sitta europaea* – 1 (1,5 %). Велика синиця, будучи видом, що найбільш інтенсивно заселяє штучні гніздівлі, стала головним об'єктом досліджень.

У кількісному відношенні на цій території велика синиця серед інших видів-дуплогніздників є численним видом і її можна вважати фоновим видом птахів району досліджень. За даними наших спостережень, заселення (дата початку будівництва гнізда) для здійснення I кладки відбувалося з 1 по 14 квітня ($M = 08.04 \pm 0,76$; $CV=0,08$; $n=28$), для II – з 20 травня по 3 червня ($M=28.05 \pm 1$; $CV=0,14$; $n=16$). Тривалість будівництва гнізда складає 4 – 7 днів ($M=4,8 \pm 0,18$; $CV= 0,02$; $n=28$). Проміри гнізд великої синиці, знайдених у 2004-2007 рр. наведено в табл. 2.

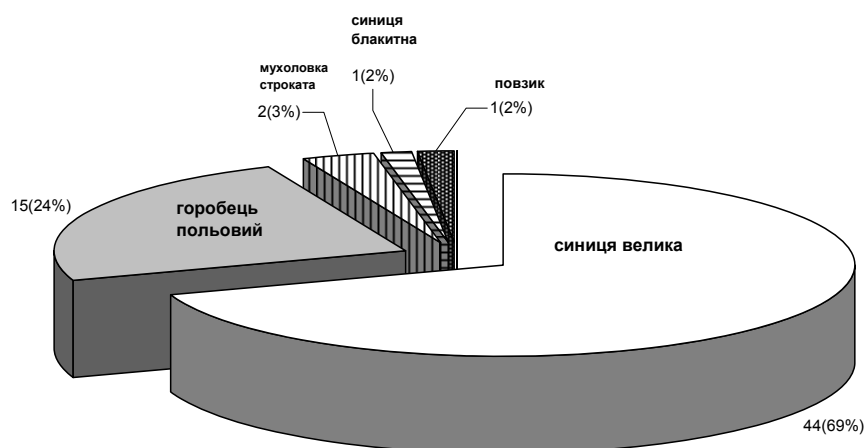


Рис. 1. Інтенсивність заселення птахами-дуплогнізниками штучних гніздівель у районі спостережень у 2004-2007 роках (N=63)

Таблиця 2 – Параметри гнізд великої синиці, знайдених у 2004 – 2007 роках

Параметри гнізда	Lim (min)	Lim (max)	M	±m	CV, %	n, шт.
Діаметр льотка, мм	30	44	35	±0,24	4,6	44
Глибина лотка, мм	61	73	66,6	±0,48	4,8	44
Висота гнізда, мм	70	88	79	±0,8	6,7	44
Діаметр лотка, мм	71	86	78,8	±0,7	6	44
Відстань від льотка до землі, м	1,9	4,6	3,15	±0,1	21,6	44

За весняно-літній період у синиць буває дві кладки. Початок I кладки (2004-2007рр.) відмічався з 07 по 22 квітня ($M=15.04 \pm 0,6$; $CV=0,08$; $n=28$); II – з 21 травня по 09 червня ($M=31.05 \pm 1,2$; $CV=0,15$; $n=16$). Розмір першої кладки синиці великої за весь період досліджень становить 10 – 16 яєць ($M=13 \pm 0,34$; $CV=0,09$; $n=28$); другої кладки – 8–10 яєць ($M=9,4 \pm 0,24$; $CV=0,10$; $n=16$). Морфометричні параметри яєць I та II кладок відображені в табл. 3.

Таблиця 3 – Морфометричні параметри яєць I та II кладок (2004–2007 рр.)

Показник	Lim (min)		Lim (max)		M		±m		CV (%)		n, шт	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Кладка												
Довжина яйця, мм	16,3	16	19,6	19,4	17,8	17,9	±0,027	±0,04	2,7	3,5	322	196
Ширина яйця, мм	12,7	12,2	14,4	14,6	13,5	13,5	±0,02	±0,03	2,4	3,1	322	196
Об'єм яйця, мм ³	110	114	136	137	123	125	±0,25	±0,31	3,7	3,44	322	196
Індекс округленості	1,2	1,25	1,5	1,42	1,3	1,33	±0,03	±0,03	3,8	2,8	322	196

Насиджує самка. Тривалість насиджування кладки складає 13–15 днів ($M=14 \pm 0,12$; $CV=0,057$; $n=44$). Вилуплювання пташенят першої кладки відбувається з 6 по 15 травня ($M=11.05 \pm 0,5$; $CV=0,045$; $n=28$); другої кладки – з 14 по 28 червня ($M=22.06 \pm 1,2$; $CV=0,02$; $n=16$). Тривалість перебування пташенят на гнізді за три роки спостережень складає 15-20 діб ($M=17 \pm 0,24$; $CV=0,07$; $n=44$). Виліт пташенят першої кладки спостерігався з 17 травня по 2 червня ($M=27.05 \pm 0,8$; $CV=0,11$; $n=28$); другої кладки з 02 липня по 16 липня ($M=10.07 \pm 1,2$; $CV=0,06$; $n=16$).

У результаті експерименту по перевішуванню штучних гніздівель, у якому ми зближували гніздівлю великої синиці із гніздівлю польового горобця, встановили, що наявна різниця в часі знаходження гніздівлі самцем та самкою синиці великої – самка знаходила синичник значно повільніше. Також було продемонстровано відсутність міжвидових сутичок між цими видами та нездатність горобця польового до вирізнання власної гніздівлі поміж двох, що знаходяться поруч.

Узагальнюючи результати експерименту по частковій заміні яєць, можна сказати, що обидві «штучні» кладки були сприйняті за свої птахами, що мешкали в гніздівлі. Тимчасово малий розмір кладки при перекладанні та різка зміна кількості яєць не викликала зміни поведінки в птахів. У період насиджування птахи поводити себе адекватно, тобто не відбувалося викидання яєць за межі лотка, їх знищення дорослими птахами та винесення за межі гніздівлі. Було встановлено, що дорослі птахи синиці великої здатні успішно вигодовувати пташенят горобця польового, а дорослі горобці польові та мухоловки строкаті – пташенят синиці великої.

У результаті проведеного експерименту щодо приваблювання птахів-дуплогніздників у нетипові для гніздування біотопи була встановлена можливість синиці великої до успішного гніздування на заплавних луках та в очеретяних заростях. Перебіг гніздування за показниками гніздової біології (кількість яєць у кладці, матеріал побудови гнізда, морфометричні показники яєць та гнізда) не відрізнявся від того, який ми спостерігали в лісових ценозах. 60 % гніздівель (6 з 10 синичників) виявились заселеними синицею великою в перший же рік (2006). Крім того, на заплавних луках у 2007 році вперше відмічено гніздування польового горобця, та констатовано успіх його розмноження. Слід зазначити, що ніяких сутичок між різними видами, що населяють постійно цей біотоп, і синицею великою, яка штучно приваблена на цю територію, не спостерігали.

ВИСНОВКИ

1. Домінуючими видами птахів, що найбільш інтенсивно заселяють штучні гніздівлі на території району досліджень, є: велика синиця – 44 випадки заселення (67,7 %) та польовий горобець – 15 (23 %). Меншою мірою: строката мухоловка – 2 (3 %), блакитна синиця – 2 (3 %), сойка – 1 (1,5 %), повзик – 1 (1,5 %).
2. У 2004 році був застосований модифікований метод по перевішуванню штучних гніздівель. Зближувалася гніздівля синиці великої до горобця польового. Велику роль у виокремленні власного синичника в синиць відігравали позивні звуки пташенят свого виду. Дорослі птахи горобця польового вивчали обидва синичники, проте в жоден не залітали. При зближенні синичників ніяких міжвидових сутичок між цими двома видами не спостерігалось.
3. У 2005 році нами був застосований метод по перекладанню яєць птахів різних видів. Установлено, що дорослі птахи великої синиці здатні успішно вигодовувати пташенят горобця польового, а дорослі горобці польові та мухоловки строкаті – пташенят синиці великої.
4. У серпні 2005 року було закладено пробну ділянку для проведення експерименту по приваблюванню птахів-дуплогніздників у нетипові для гніздування біотопи. 60 % гніздівель (6 з 10 синичників) виявились заселеними синицею великою в перший же рік, досягаючи до значення 80 % на час першої кладки у 2007 році. Крім того, на заплавних луках у 2007 році вперше відмічено гніздування польового горобця. Експериментом було доведено можливість успішного гніздування синиці великої в біотопах, де відсутні умови для побудови гнізд птахами – дуплогніздниками. Перебіг гніздування синиць у нетиповому біотопі не відрізнявся від гніздування в лісі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Благосклонов К.Н. Гнездование и привлечение птиц в сады и парки. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 251 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.
3. Михеев А.В. Определитель птичьих гнезд. – М.: Просвещение, 1975, – 225 с.
4. Мянд Р. Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц. – Таллін: Вагус, 1988. – 195 с.
5. Паевський В.А. Демография птиц. – Л.: Наука, 1985. – 285 с.
6. Hoyt D. F. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs//Auk. – 1979. – Vol. 96-P.73-77.

МОНИТОРИНГ ПТИЧЬЕГО СООБЩЕСТВА НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДКАХ В ОКСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Денис Л.С., научный сотрудник

Окский государственный природный биосферный заповедник

Исследования проводили методом картирования территорий на учетных площадках в трех лесных биотопах Окского заповедника в гнездовой период 2000-2006 гг. Общая площадь обследуемой ежегодно территории составляла 93,5 га. В результате учетов выявлено видовое разнообразие и численность гнездящихся птиц сосняка (3 площадки), ольшаника и дубравы. Размеры площадок 20х3, 16.5 и 17 га соответственно. Проведен сравнительный математический анализ по основным критериям видового богатства и разнообразия. Общая плотность гнездящихся птиц в дубраве, в среднем за семь лет, 92,8 пар/10 га и превосходит таковые в ольшанике и сосняке почти на 30 %. Наибольшая доля видов-доминантов в сосняке (К), в среднем 71,1 %, наименьшая в дубраве – 46,8%. Коэффициент вариации количества видов колеблется от 3,13 % в сосняке (II) до 14,5% в дубраве. В сообществах дубравы и ольшаника существуют значительные межгодовые колебания численности видов и общей плотности населения. Видовое богатство и выравненность сообщества дубравы определяют его большее, чем в сосняке и ольшанике, видовое разнообразие.

Ключевые слова: пробная площадка, сосняк, ольшаник, дубрава, птицы, численность, вид, сообщество, степень доминирования, микростанции.

Денис Л.С. МОНИТОРИНГ ПТАШИНОГО УГРУПОВАННЯ НА ПРОБНИХ МАЙДАНЧИКАХ В ОКСЬКОМУ ЗАПОВІДНИКУ / Окський державний природний біосферний заповідник, Росія.

Дослідження проводили методом картування територій на облікових майданчиках в трьох лісових біотопах Окського заповідника в гніздовий період 2000-2006 рр. Загальна площа обстежуваної щорічно території складала 93,5 га. У результаті обліків виявлена видова різноманітність і чисельність птахів, які гніздяться в сосняку (3 майданчики), вільшняку і діброві. Розміри майданчиків 20х3, 16.5 і 17 га відповідно. Проведено порівняльний математичний аналіз за основними критеріями видового багатства і різноманітності. Загальна щільність птахів, які гніздяться у діброві, у середньому за сім років, 92,8 пар/10 га і перевершує такі у вільшняку і сосняку майже на 30 %. Найбільша частка видів-домінантів у сосняку (К), у середньому 71,1 %, найменша в діброві – 46,8%. Коефіцієнт варіації кількості видів коливається від 3,13% у сосняку (II) до 14,5 % у діброві. В угрупованнях діброви і вільшняку існують значні міжрічні коливання чисельності видів і загальної щільності населення. Видове багатство і вирівненість угруповань діброви визначають його більшу, ніж в сосняку і вільшняку, видову різноманітність.

Ключові слова: пробний майданчик, сосняк, вільшняк, діброва, птахи, чисельність, вигляд, угруповання, ступінь домінування, мікростанції.

Denis L. S. MONITORING OF BIRDS COMMUNITY ON TRIAL AREAS IN OKA RESERVE / Oka state nature biosphere reserve, Russia

The researches were conducted by a mapping of terrain on the three wood biotopes plots in the Oka reserve in the breeding period in 2000-2006 . The common area of inspected annually terrain made 93.5 he. Species diversity and number of nesting birds in pine forest (3 plots), alder forest and oak forest were revealed. The sizes of plots 20x3, 16.5 and 17 he accordingly. The comparative mathematical analysis by the main criteria of species abundance and diversity is conducted. Common density of nesting birds in an oak forest, on the average for seven years, 92.8 pairs / 10 he and surpasses one for alder forest and pine forest almost on 30 %. The greatest part of species - dominants in pine forest (K), on the average 71.1 %, least in an oak-wood - 46.8 %. The coefficient of variation of species number varies from 3.13 % in pine forest (II) up to 14.5 % in an oak-wood. In assemblages of an oak-wood and alder forest there are considerable between year's variations of species number and common density of population. Species abundance and homogeneity degree of assemblage in an oak forest determine its greater, than in pine forest and alder forest, species diversity.

Key words: trial area, pinaceous forest, aldereous forest, oakeous forest, birds, population, species, community, rate of dominance, microstations.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение природных процессов и структуры сообществ на охраняемых территориях остается важным направлением в развитии современной зоологии и экологии. Изучение структуры птичьего сообщества и взаимодействие составляющих его видов, дает возможность понимания закономерностей динамики видового разнообразия, пространственного распределения видов и позволяет в комплексе рассмотреть взаимодействие организмов, связанных между собой одной территорией [1]. До недавнего времени в Окском заповеднике проводились серьезные аутоэкологические исследования, подробно освещенные в трудах Окского заповедника [3]. Орнитофауна заповедника изучена достаточно полно и продолжает пополняться новыми сведениями [17, 6], однако работ, посвященных исследованию структуры птичьего населения лесов сравнительно мало. К этой теме относится работа Л.В. Кулешовой [9], в которой дано одно из первых описаний сообщества птиц в разных биотопах Окского заповедника.

Одним из направлений долговременного мониторинга являются учеты. Данная работа является продолжением ранее начатых исследований на пробных площадках в трех в разных лесных массивах Окского заповедника методом картографирования территорий [16, 12, 13].

Цель работы – определить структуру птичьего сообщества различных мест обитания. А также дать качественную характеристику птичьего населения в трех биотопах заповедника, выявить особенности пространственного распределения птиц. Данные исследований, наряду с ранее опубликованными материалами [10, 11, 3, 4, 5], являются основой долговременного мониторинга гнездового населения птиц.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Окский заповедник (площадь около 80 тыс. га) – один из старейших и существует с 1935 г. Расположен в центре Европейской части Российской Федерации на пересечении координат: 54°43' с.ш. и 40°50' в.д. Климат типичен для средней полосы Европейской части: континентальный, с относительно холодной зимой и умеренно теплым, иногда жарким летом. По материалам лесоустройства 1992-93 гг. известно, что 49.5 тыс. га заповедника (88.7%) занято лесом. Преобладают сложные формации смешанных лесов, включающие сосну, березу, осину и ель. На втором месте «черноольшаники», далее – сосняки брусничники и черничники. Существенную долю занимают пойменные леса (дубравы). Преобладающей древесной породой является сосна (43% насаждений), береза (37 %), ольха (7,5 %) и дуб (4,7 %). Пробные площадки заложены в типичных для заповедника лесных ассоциациях. По одной площадке было заложено в 1999-2000 гг. в трёх различных биотопах Окского заповедника: в сосняке (К), ольшанике и дубраве. Еще 2 площадки в сосняке (I и II) были разбиты в 2004 г. Пробные площадки в сосняке (К, I и II) по 20 га, ольшанике – 16,5 га и дубраве – 17 га. Обследуемые территории в сосняке и ольшанике находятся в Лакашинском лесничестве, дубрава в Центральном лесничестве, в 2 км от к. Липовая гора. Подробное описание территории работ опубликовано ранее [10, 11, 3, 4].

За период с 2000 г. по 2006 г. методом картографирования гнездовых территорий получены данные о количественном и качественном составе птиц в трех разных биотопах, особенности распределения птиц на площадках в наиболее благоприятных для них микростациях. Учеты проводились ежегодно на каждой площадке с середины апреля по 1 июля, в утренние часы, в период наибольшей активности птиц. За это время регистрировали птиц по голосам и визуально, отмечали одновременные контакты, гнездостроение, конфликты и другое поведение. Всего за сезон проводилось 8-10 полноценных посещений каждой площадки, из них два - в вечернее время. Согласно данной методике основанием для выделения гнездовой территории служили не менее двух регистраций, а также одновременные контакты особей. В случае, когда только часть гнездовой территории находилась на площадке, вид отмечался как 0.5 пары. Виды, территории которых не определены в силу малого числа регистраций, а также обилие которых исчислялось менее чем половиной гнездовой территории, отмечены в таблице как присутствующие значком «+». Виды, пролетающие над площадкой, не учитывались (таблица 1).

Сообщество птиц понимается как совокупность популяций на одной определенной территории [18]. При характеристике структуры сообществ птиц использовали следующие параметры: плотность населения, общее число видов, количество видов-доминантов (доля которых в общем населении составляет более 5%), суммарную долю видов-доминантов в населении, как показатель меры доминирования. При математической обработке материала, для характеристики видового разнообразия и степени доминирования сообщества, использовались индексы Симпсона и Бергера-Паркера [14].

Индекс Симпсона рассчитывали по формуле: $D=1/\sum p_i^2$, где p_i – доля пар i -го вида от общего числа пар.

Индекс Бергера-Паркера: $d=N_{\max}/N$, где $N_{\max}$ - число особей самого обильного вида, N – общее число особей всех выявленных видов.

Для удобства сравнения берут обратно пропорциональную величину. Увеличение индексов показывает возрастание разнообразия и снижение доминирования одного вида.

Степень видового богатства оценивали при помощи индекса Маргалефа, который связывает между собой число выявленных видов (S) и общее число особей всех выявленных видов (N): $D_{\text{mg}}=(S-1)/\ln N$. Стабильность сообществ оценивалась по коэффициенту вариации видового богатства и общей численности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

За весь период исследований на площадках отмечено 62 вида гнездящихся птиц, 10 отрядов. Наибольшее число из отряда воробьинообразные – 41 вид (таблица 1).

Общими для всех площадок оказались 30 видов. Численность пяти из них очень высока, они доминируют на всех или двух площадках, 12 достаточно обычны, остальные малочисленны или редки. Наиболее насыщено видами сообщество дубравы – 47 гнездящихся вида птиц, ежегодно – 25 видов, в

разные годы от 28 до 39. В сосняке (К) отмечено 45 видов птиц, но 11 видов из них либо имеют очень низкую численность, либо используют незначительную часть площадки для своей гнездовой территории. В разные годы регистрировалось от 27 до 33 видов, 20 из них гнездились ежегодно. В сосняке на площадках (I) и (II) – 40 видов птиц, ежегодно 24 и 23 вида соответственно. Различия видового состава между площадками в сосняке минимальны и относятся к малочисленным видам. Ольшаник отличается наименьшим видовым богатством, всего в нем отмечено 34 вида, 20 – видов ежегодно, от 24 до 32 видов – в разные годы.

Таблица 1 – Структура населения гнездящихся птиц пробных площадей за весь период исследования.

№ п/п	ВИДЫ	2004-2006 гг.				2000-2006 гг.					
		сосняк (I)		сосняк (II)		Сосняк (К)		Ольшаник		Дубрава	
		N	DI	N	DI	N	DI	N	DI	N	DI
1.	<i>Fringilla coelebs</i>	20.5	32.5	19.8	32.1	20.3	31.4	25.9	38.1	21.6	23.3
2.	<i>Anthus trivialis</i>	4.7	7.4	5.2	8.4	6.4	9.9	-	-	3.4	3.7
3.	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	5.5	8.7	6.0	9.7	7.2	11.1	0.6	0.8	2.6	2.8
4.	<i>Ph. collybita</i>	1.5	2.4	2.0	3.2	3.2	5.0	0.2	0.3	2.3	2.5
5.	<i>Ph. trochilus</i>	0.3	0.5	+	-	+	-	0.2	0.3	3.8	4.1
6.	<i>Ph. trochiloides</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
7.	<i>Ficedula hypoleuca</i>	4.0	6.3	4.3	7.0	5.1	7.8	6.0	8.8	3.7	4.0
8.	<i>F. albicollis</i>	-	-	-	-	+	0.1	0.4	0.6	2.1	2.3
9.	<i>F. parva</i>	0.7	1.1	0.3	0.5	0.4	0.6	+	-	+	-
10.	<i>Erithacus rubecula</i>	3.0	4.8	2.3	4.0	2.8	4.3	2.1	3.0	4.4	4.7
11.	<i>Muscicapa striata</i>	1.8	2.9	1.5	2.4	1.6	2.5	3.3	4.9	3.3	3.5
12.	<i>Parus major</i>	4.3	6.9	5.0	8.1	4.6	7.1	4.4	6.5	8.2	8.9
13.	<i>P. cristatus</i>	0.5	0.8	0.5	0.8	0.4	0.7	-	-	-	-
14.	<i>P. montanus</i>	1.5	2.4	1.2	1.9	1.6	2.5	0.6	0.9	0.3	0.4
15.	<i>P. caeruleus</i>	0.5	0.6	1.0	1.6	0.3	0.5	2.0	3.0	4.8	5.2
16.	<i>Turdus merula</i>	0.7	1.1	0.5	0.8	1.1	1.7	1.4	2.0	1.7	1.8
17.	<i>T. philomelos</i>	1.2	1.9	1.0	1.6	1.1	1.8	0.5	0.8	1.6	1.7
18.	<i>T. viscivorus</i>	0.8	1.2	0.7	1.1	0.5	0.8	-	-	-	-
19.	<i>T. iliacus</i>	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	2.1	3.2	2.1	2.2
20.	<i>Sylvia atricapilla</i>	1.0	1.6	1.0	1.6	1.2	1.8	1.6	2.3	1.0	1.1
21.	<i>S. borin</i>	0.8	1.3	0.8	1.6	0.5	0.8	0.9	1.4	5.9	6.4
22.	<i>S. communis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5
23.	<i>Hippolais icterina</i>	1.5	2.4	0.3	0.5	0.2	0.3	5.2	7.6	2.1	2.2
24.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.3
25.	<i>Sitta europaea</i>	2.0	3.2	2.2	3.5	1.6	2.4	2.7	4.0	2.9	3.2
26.	<i>Certhia familiaris</i>	1.0	1.6	1.0	1.6	0.9	1.4	0.9	1.3	0.7	0.7
27.	<i>Dendrocopos major</i>	0.8	1.3	0.8	1.3	0.5	0.8	0.6	0.9	0.6	0.6
28.	<i>D. leucotos</i>	-	-	-	-	-	-	0.5	0.7	0.5	0.5
29.	<i>D. minor</i>	-	-	-	-	+	-	0.2	0.3	0.4	0.5
30.	<i>Tetrao urogallus</i>	-	-	+	-	0.5	0.8	-	-	-	-
31.	<i>Cuculus canorus</i>	0.7	1.1	0.6	1.0	0.5	0.8	0.6	0.9	0.4	0.5
32.	<i>Oriolus oriolus</i>	0.8	1.3	0.5	0.8	0.5	0.8	0.6	0.9	0.8	0.8
33.	<i>Tetrastes bonasia</i>	-	-	-	-	0.2	0.3	-	-	-	-
34.	<i>Locustella fluviatilis</i>	-	-	-	-	-	-	0.4	0.6	1.5	1.6
35.	<i>Chloris chloris</i>	-	-	0.3	0.5	+	-	-	-	0.4	0.5
36.	<i>Gallinago gallinago</i>	-	-	-	-	-	-	1.2	1.8	0.8	0.9
37.	<i>Tringa ochropus</i>	0.8	1.2	0.7	1.1	0.2	0.3	0.6	0.8	0.6	0.8
38.	<i>Aegithalos caudatus</i>	0.3	0.5	0.2	0.3	0.1	0.2	+	-	0.3	0.4
39.	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	0.3	0.5	0.3	0.4	+	-	-	-	0.3	0.3
40.	<i>Lanius collurio</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

№ п/п	ВИДЫ	2004-2006 гг.				2000-2006 гг.					
		сосняк (I)		сосняк (II)		Сосняк (K)		Ольшаник		Дубрава	
		N	DI	N	DI	N	DI	N	DI	N	DI
41.	<i>L. excubitor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1
42.	<i>Motacilla alba</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
43.	<i>Caprimulgus europaeus</i>	0.3	0.3	+	-	+	-	-	-	-	-
44.	<i>Buteo buteo</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
45.	<i>Acrocephalus dumetorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2
46.	<i>Carduelis carduelis</i>	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.3	0.3
47.	<i>Caprodacus erythrinus</i>	-	-	-	-	-	-	0.7	1.1	0.7	0.7
48.	<i>Columba oenas</i>	0.3	0.5	-	-	+	-	-	-	-	-
49.	<i>Asio otus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.	<i>Picus canus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
51.	<i>Jynx torquilla</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
52.	<i>Streptopelia turtur</i>	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.4	-	-	-	-
53.	<i>Luscinia luscinia</i>	+	-	0.2	0.3	+	-	0.9	1.3	22.6	2.8
54.	<i>Dryocopus martius</i>	+	-	+	-	+	-	-	-	0.2	0.2
55.	<i>Emberiza citrinella</i>	0.2	0.3	0.8	1.3	0.3	0.4	-	-	1.8	2.0
56.	<i>Anas platyrhynchos</i>	-	-	-	-	-	-	0.3	0.5	-	-
57.	<i>Spinus spinus</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
58.	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
59.	<i>Picus viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
60.	<i>Strix uralensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
61.	<i>Accipiter nisus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62.	<i>Accipiter gentilis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Всего:	62.7	100	61.8	100	64.6	100	67.9	100	92.8	100
	Количество видов:	40		40		45		34		47	

N-средняя плотность населения (пар на 10 га); DI-средняя доля в общем населении птиц (%).

Показателем сложности структуры сообществ может служить количество видов-доминантов. Среднее число доминантных видов в сосняке 5 и 5,6; в ольшанике – 4,6; в дубраве – 4,4 (таблица 2). Состав видов-доминантов на площадках сходен, но имеет свои специфические особенности.

На всех площадках явный доминант – зяблик. Значительно уступает ему, но так же очень многочисленна большая синица. Далее в сосняке в число доминантов входит мухоловка-пеструшка, лесной конек, пеночка-трещотка, и в некоторые годы пеночка-теньковка. В ольшанике, кроме трех выше перечисленных наиболее многочисленных видов, всегда в доминантах зеленая пересмешка. В разные годы в качестве доминантов отмечены: серая мухоловка (4 года), по одному году – поползень и белобровик.

В дубраве картина несколько иная. Вслед за зябликом и большой синицей прочно стоит по численности садовая славка (5 лет), лазоревка (3 года), зарянка и пеночка-весничка (по 2 года), один раз – мухоловка-пеструшка. Доля зяблика, как наиболее многочисленного вида, в общем населении птиц на исследуемых территориях в среднем составляет: в ольшанике – 38,1%, в сосняке – 31,4%, в дубраве – 23,3%. Доля доминантных видов в общем населении птиц на площадках существенно различается. В сосняке – наибольшая, в среднем по площадкам – 62,4; 64,8 и 71,4%, в ольшанике – 64,5%, в дубраве – 46,8%. Низкая степень доминирования показывает более высокую выравненность и сложную структуру сообщества дубравы.

Видовое богатство и выравненность сообщества определяют его видовое разнообразие. Данные математической обработки по основным критериям оценки видового богатства показывают, что сообщество птиц дубравы богаче, чем сообщества птиц сосняка и ольшаника (Индексы Симпсона и Бергера-Паркера). Численность встречаемых в сосняке (K) видов только на две единицы меньше, чем в дубраве, но общая плотность населения значительно меньше. Эту связь между количеством видов и общей численностью отражает индекс Маргалефа. Его величина также показывает высокий уровень видового богатства дубравы.

Таблица 2 – Основные параметры структуры и стабильности сообществ птиц на пробных площадках за весь период исследования ($\pm$ стандартное отклонение)

Параметры	Пробная площадка				
	2004-2006 гг.		2000-2006 гг.		
	сосняк (I)	сосняк (II)	сосняк (K)	ольшаник	дубрава
Общая плотность населения гнездящихся птиц (пар/10 га)	67.7 $\pm$ 1.47	61.8 $\pm$ 2.86	64.5 $\pm$ 4.01	67.9 $\pm$ 10.86	92.8 $\pm$ 9.35
Среднее количество видов-доминантов	5	5	5.6	4.6	4.4
Количество гнездящихся видов	34.0 $\pm$ 1.73	32.3 $\pm$ 0.58	31.0 $\pm$ 2.08	28.3 $\pm$ 2.8	34.6 $\pm$ 5.03
Средняя доля видов-доминантов	62.4 $\pm$ 1.93	64.8 $\pm$ 0.85	71.1 $\pm$ 4.6	64.5 $\pm$ 6.05	46.8 $\pm$ 5.62
Индекс видового разнообразия Симпсона	7.25 $\pm$ 0.21	7.27 $\pm$ 0.24	7.06 $\pm$ 0.55	5.78 $\pm$ 0.85	11.51 $\pm$ 1.4
Индекс Бергера-Паркера	3.03 $\pm$ 0.06	3.11 $\pm$ 0.85	3.17 $\pm$ 0.25	2.64 $\pm$ 0.23	4.33 $\pm$ 0.38
Индекс Маргалефа	7.97 $\pm$ 0.42	7.60 $\pm$ 0.22	7.21 $\pm$ 0.49	6.44 $\pm$ 0.52	7.41 $\pm$ 1.02
Коэффициент вариации общей численности, %	2.35	4.62	6.22	15.99	10.07
Коэффициент вариации количества видов, %	5.09	3.13	6.27	9.94	14.5

Общая плотность населения сообщества дубравы в среднем за все годы 92.8 пар на 10 га, что на треть больше, чем в сосняке и ольшанике: от 61.8 до 67.9 пар на 10 га. Доля птиц дуплогнездников наибольшая в ольшанике – 31.9% от общего числа гнездящихся птиц, наименьшая в сосняке – 26.5, 27.9, 29.1%, в дубраве – промежуточное положение (30,4 %). При этом в ольшанике всего 11 видов дуплогнездников, в сосняке 15, в дубраве 17. Доля птиц, гнездящихся на земле в ольшанике наименьшая, всего 4.7%, т.к. ольшаник заливадается тальми водами весной и долго большая территория площадки остается под водой. В сосняке доля птиц, гнездящихся на земле – 30,5 %, в дубраве – 25,0 %. Остальные виды предпочитают крону деревьев и кустарников. Их численность наибольшая в ольшанике. В дубраве высока численность птиц-кронников, которые процветают при высокой продукции ресурсов в течение сезона размножения [19]. Сообщество соснового леса по коэффициенту вариации видового богатства и количества видов отличалось наибольшей стабильностью. Это может говорить о том, что в сосняке стабильные условия существования для птичьего сообщества [15]. В сосняке численность сообщества мало изменяется по годам. Сдерживание колебаний общей численности вызвано сильно выраженной межвидовой территориальностью. Колебание численности по годам наибольшее в дубраве и ольшанике. Изменение численности птиц в широколиственном лесу, по всей вероятности, вызваны вспышками размножения листогрызущих насекомых.

В различных формациях наиболее производительным типам свойственна наиболее сложная ярусная структура. Нижние ярусы растительности при их одинаковом развитии обычно заселяют одни и те же виды птиц, даже при разном составе верхнего яруса древостоя. В этом случае на птиц больше влияет его сомкнутость, зависящая от возраста [2]. Синицы тяготеют к лиственному биотопу с его обилием мест гнездования и пищевых ресурсов, садовую славку в дубраве привлекают обширные поляны, поросшие густой травой и разнообразным кустарником. Птицы приспособляются использовать сходные элементы биотопов в разнообразных растительных сообществах, создавая достаточно высокую плотность гнездования. В таких местах внутривидовая агрессия быстро снижается и проявляется только на границе территорий. А межвидовая агрессия проявляется только в непосредственной близости от гнезда.

Особенно явно это прослеживается у мухоловки-пеструшки. Для птиц – дуплогнездников важным фактором, определяющим плотность популяции, является наличие подходящих для гнездования дупел. Если наложить видовые карты ежегодного распределения гнезд мухоловки-пеструшки друг на друга, то четко очерчиваются определенные микростанции, предпочитаемые этим видом в каждом биотопе. Излюбленные гнездовые участки, ежегодно занимаемые мухоловкой-пеструшкой на всех площадках, представлены лесом с высокой сомкнутостью крон. В ольшанике наиболее плотно и ежегодно заселены участки с большим содержанием среди ольхи березы, и значительной сомкнутостью подлеска. Случаи гнездования на открытых, освещенных участках единичны. На площадке в сосняке (K) мухоловка-пеструшка тяготеет к участкам высокоствольных сосен с наличием второго яруса.

Кроме того, наибольшая плотность и ежегодное гнездование наблюдалось в местах преобладания лиственных пород деревьев: березы, осины, дубового подроста. В таких местах мухоловка-пеструшка

гнездилась активно, располагая гнезда на краю полян, вдоль квартальной просеки, незначительно уходя вглубь леса. Так, в 2001 г. на площади 200х200 м с преобладанием лиственных пород было отмечено 9 пар (на всей площадке 14), 2002 г. на той же территории отмечено 7 пар (на всей площадке 10). Размеры гнездовых и охотничьих участков мухоловки изменяется в зависимости от окружающих птицу условий. Отмечено, что в биотопах хвойного леса он больше, а в биотопах лиственного меньше. Подобные результаты получены моделированием на искусственно созданной опушке леса [20]. В пойменной дубраве мухоловка-пеструшка вынуждена конкурировать с большим числом дуплогнездников. Поэтому ее мобильность в выборе подходящего микробиотопа позволяет занимать менее пригодные для конкурентов участки лесных массивов и не создавать плотных поселений.

На распределении птиц по площадке отмечено влияние внутривидовых (ВВ) и межвидовых (МВ) отношений, особенно интенсивно они проявляются, когда в места гнездования возвращаются перелетные птицы. После раздела территории уровень ВВ агрессии резко снижается, а частота МВ убывает значительно медленнее. Особенно ярко это проявляется у дуплогнездников. На площадке в сосняке мухоловка-пеструшка довольно плотно заселяет участки с наличием лиственных пород второго яруса. На той же территории находятся гнездовые участки большой синицы. При этом участки пеструшек располагаются рядом, но не перекрываются между собой. ВВ агрессия проявляется в случае слишком близкого перемещения нарушителя границ к гнезду, хозяин территории всегда имеет преимущество. Участки большой синицы часто перекрываются с 1-2 участками мухоловки-пеструшки, агрессивность со стороны пеструшки проявляется только в случае пения и активности большой синицы. Гнездовые территории в сосняке больше, чем в ольшанике и дубраве. В дубраве и ольшанике подобные отношения между большой синицей и лазоревкой. Серая мухоловка ведет себя иначе. Гнездовая территория, которую она охраняет, очень мала, беспокойство проявляется в непосредственной близости около гнезда. Внутривидовые конфликты отмечены только в период поиска гнездовых территорий. Населяя одни и те же типы леса, дуплогнездники, благодаря различной стратегии гнездования и кормодобывания, занимают каждый свою экологическую нишу и не вступают в острые конкурентные отношения. Мухоловки и синицы используют различные части кроны для охоты. Подходящие участки микробиотопов существуют как в лиственном, так и в хвойном лесу. Ярусная сложность строения растительных сообществ увеличивает число видов птиц, населяющих его. Сосняки Окского заповедника отличаются большим растительным разнообразием, что позволяет гнездиться большому числу видов птиц, чем в ольшанике.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования трех сообществ птиц показали, что значительно более сложной структурой характеризуется сообщество дубравы, что проявляется в более высоких показателях видового разнообразия и видового богатства. Это обусловлено более высоким флористическим богатством и более высокой пространственной неоднородностью площадки в дубраве, по сравнению с ассоциациями ольшаника и сосняка. Эти факторы повышают разнообразие фитофагов, служащих основным кормом птиц в период размножения. А также увеличение числа подходящих микростадий для гнездования, участков для кормления, укрытий от хищников. Сообщество сосняка имеет более сложную структуру, чем ольшаника, число видов за все годы значительно выше. Мозаичность рельефа и разнообразие микростадий на площадке в сосняке дает большое видовое разнообразие, а скудность кормовой базы ограничивает общую численность ежегодно гнездящихся птиц, что говорит о преобладании компенсаторных флуктуаций отдельных видов, насыщенности этих мест обитания особями [8]. Ольшаник при сходной численности с сосняком уступает в видовом разнообразии. Затопляемость тальми водами части территории площадки на длительный период снижает возможность гнездования значительного количества лесных видов птиц. Открытые участки с болотной растительностью привлекательны для малого числа опушечных видов. Поэтому преобладающее число видов в ольшанике – дуплогнездники и кронники.

Довольно обширная кормовая база лиственного леса позволяет такому виду, как зяблик, занимать господствующее положение в ольшанике. Его численность мало подвержена колебанию, плотность заселения площадки этим видом близка к предельной и ограничивается механизмами территориального поведения [7]. В целом, с увеличением богатств местообитаний, наблюдается увеличение общей численности, видового богатства и разнообразия птиц, тогда как степень доминирования самых многочисленных видов, снижается. Наблюдаемые колебания численности в сообществах широколиственных лесов могут отражать как региональные тренды, так и перераспределение видов и особей при изменении условий внутри местообитаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. - Т. 1. – М., 1989. – 667 с.

2. Владышевский Д.В., Шапарёв Ю.П. Орнитокомплексы лесных птиц // В сб.: «Биоценотические группировки лесных животных». – Красноярск, 1978. – С. 88-103.
3. Денис Л. С. Особенности динамики численности и пространственного распределения птиц в некоторых биотопах Окского заповедника // Тр. Окского заповедника. – Рязань, 2004. – Вып. 23. – С. 119-132.
4. Денис Л.С. Сравнительная характеристика численности птиц на разных участках соснового леса // «Состояние особо охраняемых природных территорий европейской части России»: сборник научных статей, посвященный 70-летию Хоперского заповедника. (Воронежская обл., 23-25 сентября 2005 г.). – Воронеж: изд-во ВГУ. – 2005. – С. 325-331.
5. Денис Л.С. Особенности видового разнообразия и динамики численности птиц в некоторых биотопах Окского заповедника // Орнитологические исследования в Северной Евразии: Тезисы XII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. (31 января–5 февраля 2006 г., Ставрополь). – Ставрополь: изд-во СГУ, 2006. – С. 172-174.
6. Иванчев В. П., Котюков Ю. В. Птицы Окского заповедника // Тр. Окского заповедника. – Рязань, 2001. – Вып. 21. – С. 115-142.
7. Коровин В. А. К анализу и интерпретации многолетней динамики населения птиц // Материалы 10-й Всесоюз. орнитол. конф. Ч.1. – Минск, 1991. – С. 89-91.
8. Косенко С. М., Кайгородова Е. Ю. Структура и организация лесных сообществ гнездящихся птиц заповедника «Брянский лес» // Бюл. МОИП. Отд. Биологии, 2000, Т. 105, Вып. 1. – С. 21-26.
9. Кулешова Л. В. Сообщества птиц Окского заповедника // Проблемы инвентаризации живой и неживой природы в заповедниках. Проблемы заповедного дела. – М., 1988. – С. 131-156.
10. Марочкина Е. А., Чельцов Н. В. Сравнительный анализ пространственной структуры населения птиц дубравы и соснового леса Окского заповедника // Тр. Окского заповедника. – Рязань, 2000. – Вып. 20. – С. 240-250.
11. Марочкина Е. А., Чельцов Н. В., Денис Л. С.. Динамика пространственного распределения воробьиных птиц в некоторых лесных биотопах Окского заповедника // Площадочный метод оценки обилия птиц в современной России: Материалы Всероссийск. совещ. – Тамбов, 2001. – С. 95-106.
12. Морозов Н. С.. Методология и методы учета в исследованиях структуры сообществ птиц: некоторые критические соображения // Успехи совр. биол. -1992. - Т. 112, вып. 1. – С. 139-153.
13. Морозов Н. С. Метод картирования территорий птиц на постоянных пробных площадках: международные рекомендации и личный опыт // Организация научных исследований в заповедниках и национальных парках / Сб. докладов семинара-совещания, г. Пущино-на-Оке, 18-26.12.1999 г. – М., 1999. – С. 156-187.
14. Мэггаран Э.. Экологическое разнообразие и его изменение. – М., 1992. – С. 1-184.
15. Одум Ю. Экология. - Т. 2. – М., 1986. – С. 1-376.
16. Приедниекс Я., Куресоо А., Курлавичус П. Рекомендации к орнитологическому мониторингу в Прибалтике. – Рига, 1986. – С. 1-47.
17. Птушенко Е. С. Список птиц Окского заповедника // Тр. Окского гос. зап-ка. – М., 1958. – Вып. 2. – С. 192-206.
18. Ralph C.J. Terminology used in estimating numbers of birds // Studies in Avian Biology. – 1981.- N 6. – P. 577-578.
19. Greenberg R., Pravosudov V., Sterling J., Kozlenko A., Kontorshchikov V. Tits, warblers and finches: Foliage-gleaning birds of nearctic and palearctic boreal forests // Condor - N 2.- 1999. - P 299-310.
20. Huhta E., Jokimaki J., Rahko P. Breeding success of pied flycatchers in artificial forest adges: The effect a suboptimally shaped foraging area // Auk N 2. – 1999.- T. 116.- P. 528-535.

ВОДНО-БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПЕРЕШЕЙКА ПОЛУОСТРОВА СВЯТОЙ НОС (ОЗ. БАЙКАЛ): АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОТЫ

Елаев Э.Н., д.б.н., доцент, Турунхаев А.В., к.г.н., доцент

Бурятский государственный университет

В статье дается комплексная оценка водно-болотных экосистем перешейка полуострова Святой Нос после подъема уровня озера Байкал. Полученные данные позволяют рассматривать эти экосистемы как основу комплексного мониторинга при изучении процесса формирования болотных экосистем.

Ключевые слова: экосистема, болота, уровень озера, микробиология, биота, Байкал, Прибайкалье, Арангатуи, Иркутский гидроузел.

Елаев Э.Н., Турунхаев А.В. ВОДНО-БОЛОТНІ ЕКОСИСТЕМИ ПЕРЕШІЙКА ПІВОСТРОВА СВЯТИЙ НІС (ОЗ. БАЙКАЛ): АНТРОПОГЕННІ ЗМІНИ В ДРУГІЙ ПОЛОВИНІ XX СТОЛІТТЯ І СУЧАСНИЙ СТАН БІОТИ / Бурятський державний університет, Росія

У статті дається комплексна оцінка водно-болотних екосистем перешийка півострова Святий Ніс після підйому рівня озера Байкал. Отримані дані дозволяють розглядати ці екосистеми як основу комплексного моніторингу при вивченні процесу формування болотних екосистем.

Ключові слова: екосистема, болота, рівень озера, мікробіологія, біота, Байкал, Прибайкалля, Арангатуи, Іркутський гідровузол.

Elaev E.N., Turunchaev A.V. WATER-BOG ECOSYSTEMS OF PENINSULA'S SVJATOJ NOS ON BAIKAL LAKE NECK. ANTHROPOGENIC CHANGES IN THE SECOND PART XX CENTURY AND MODERN CONDITION OF BIOTA / Byriatsk state university, Russia

In the article the complex feature of marsh ecosystems of peninsula Svjatoj Nos on Baikal Lake after raising a lake level given. The received data and results of the comparative system analysis this region as an operation model of modern natural-anthropogenic marsh ecosystems allow to consider, the bases complex monitoring on studying the processes forming a marsh designed.

Key words: ecosystem, bog, stage of lake, microbiology, biota, Baikal Lake, Arangatyu, Irkysk waterworks facility.

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное влияние на природные ландшафты, приобретаю ко второй половине XX века глобальный характер, привело к коренным преобразованиям естественно сложившиеся биогеоценозы. Трансформация некогда единых природных экосистем стала ведущим фактором снижения численности и исчезновения большинства видов животных. Особенно уязвимыми в этом плане являются переходные зоны, в т.ч. водно-болотные экосистемы, поскольку занимают промежуточное положение между наземными и водными биогеоценозами и характеризуются весьма своеобразными экологическими условиями, специфической, высокоадаптированной флорой и фауной [1]. В этой связи не случаен интерес специалистов к водно-болотным экосистемам. Согласно Рамсарской конвенции, к наиболее ценным местообитаниям относится озеро Байкал, включено в Список Участков Всемирного наследия. Поэтому особо важное значение для сохранения биологического разнообразия озера приобретает комплексный экологический мониторинг всей экосистемы как целостного образования с учетом различных гидрогеологических, гидрохимических и микробиологических характеристик.

Строительство плотины Иркутского гидроузла началось в 1957 г. в 65 км от истока р. Ангары и явилось первой ступенью каскада Ангарских ГЭС. Подпор от плотины Иркутского гидроузла распространился до озера Байкал, повышая его уровень к 1959 г. примерно на 2 м по сравнению с естественным. В гидрологическом развитии озера Байкал устанавливаются два периода: естественный и зарегулированный. В естественный период уровень колебался по природным причинам, и его установленное естественное максимальное повышение находилось в пределах этой величины. После строительства Иркутского гидроузла колебания уровня регулировались на более высоком уровне из-за необходимости поддержания напорных условий около плотины.

Искусственная зарегулированность Байкала в конечном итоге привела к общему повышению уровня озера, увеличению амплитуды и изменению режима их колебаний. При этом именно перестройка уровня режима стала основным фактором негативного воздействия Иркутского гидроузла на экосистему Байкала, а также на природу и хозяйство на его побережье.

Наряду с негативными экологическими последствиями ускорения заболачивания прибрежной части Прибайкалья природно-антропогенные экосистемы болот и мелководных заливов представляют определенный научный интерес как полигон изучения природных процессов в «интерактивном» режиме.

При этом антропогенная составляющая рассматривается как естественные условия функционирования общей прибрежной экосистемы озера Байкал.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Мелководные заливы и болота в прибрежной зоне озера Байкал являются особой экотонной зоной, через которую происходит интенсивный обмен энергией, веществом и информацией между наземной и водной системами. Структура и функционирование экосистемы болот и мелководных заливов озера Байкал зависит от физико-химических условий прибрежной полосы суши, водной толщи и донных отложений. Разнообразие и активность гидробионтов (микроорганизмов, растений и животных) определяются условиями среды, основными из которых являются освещенность, температура, наличие доноров и акцепторов электронов.

На восточном побережье озера Байкал широко развиты мелководные заливы и прибрежные болотные природные комплексы, причем последние относятся в основном к евтрофным. Однако в отличие от типичных представителей, болотные образования прибрежной части озера Байкал и его мелководные заливы в последнее десятилетие развивались в специфичных условиях, обусловленных повышением уровня озера. При этом отмечаются отдельные участки, где наблюдаются изменения в общем естественном развитии экосистемы с ускорением или «обновлением» процессов функционирования экосистемы болот и мелководных заливов без ярко выраженного антропогенного фактора. Единая экосистема прибрежных болот и мелководных заливов часто является своеобразной «буферной» зоной техногенного влияния на водную экосистему озера Байкал. В связи этим важную роль играют различные процессы на границах грунтово-болотные воды – зоны аэрации, суша – вода, грунтово-болотные воды – воды мелководных заливов, вода – дно; продукционные и деструкционные процессы в этих экотонных зонах.

В пределах суши окислительно-восстановительные процессы особенно активно протекают в деятельном слое, мощность которого зависит от колебания уровня болотных вод. Механизм окислительно-восстановительных процессов в торфяных залежах болот определяется химическим составом органического вещества торфов, наличием зольных элементов, деятельностью микроорганизмов и химическим составом атмосферных и грунтовых вод. Так в торфяной залежи заболоченного леса с мощностью торфа не более 0,7 м, в слое 0,3 м поддерживаются резко окислительные условия (500-900 мВ). Ниже по профилю отмечается снижение E_h до -140 мВ. Торфяная залежь в открытой топи характеризуется окислительными условиями до глубины 0,2 м, ниже по профилю E_h приобретает отрицательные значения от -140 до -180 мВ. Несмотря на восстановительные условия, здесь протекают биохимические процессы, которые оказывают влияние на формирование геохимических условий деятельного горизонта, что проявляется в выделении газов – CH_4 , CO_2 , H_2S .

Подъем уровня оз. Байкал выразился в нарушении режима подземных вод и сложившегося водного баланса, перераспределении поверхностного и подземного стоков, что отразилось на природных ландшафтах и состоянии почвенного покрова территории. Претерпел определенные трансформации и химический сток. Интересно было бы проследить трансформацию стока биогенных элементов, в частности, азотсодержащих соединений, которые являются довольно токсичными веществами. Повышение их содержания в стоке, возможно, сказалось на протекании биохимических процессов и качественном составе флоры и фауны заболоченной прибрежной части.

Важную роль в функционирование этих экосистем играют микроорганизмы. Микроорганизмы распространены во всех водных и наземных экосистемах. Высокая приспособляемость к условиям внешней среды, существование при наличии или отсутствии кислорода, рост и развитие в значительном диапазоне температур, использование в качестве источников питания различных органических или неорганических соединений, высокая биохимическая активность, большая скорость жизненных циклов наряду с разнообразием выполняемых функций – все эти свойства микроорганизмов способствуют их распространению в почве, воде, воздухе и других объектах внешней среды [4]. Они принимают активное участие в круговороте биогенных элементов и выполняют следующие функции:

- 1) энергетическую – поглощение, трансформация и передача солнечной энергии по трофическим цепям;
- 2) концентрационную – избирательное накопление определенных веществ в природе (биомасса, продукты биохимических реакций);
- 3) деструктивную – аэробная и анаэробная деструкция органического вещества, превращение высокомолекулярных органических соединений в низкомолекулярные и минеральные (неорганические) соединения;
- 4) средообразующую – преобразование физико-химических условий среды;
- 5) транспортную – перенос веществ против градиента концентрации, силы тяжести.

В экосистемах обнаруживаются различные физиологические группы аэробных и анаэробных, автотрофных и гетеротрофных, хемотрофных и фототрофных микроорганизмов. В воде и почвах болот выявлены аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, тионовые, водородокисляющие, метанокисляющие, сульфатредуцирующие, водородпродуцирующие, метанобразующие и другие бактерии. Биохимические свойства их очень разнообразны [3, 2]. Они принимают участие в процессах круговорота биогенных элементов в системе вода – порода – газ – живое вещество.

Как было отмечено выше, болота, занимая промежуточное положение между наземными и водными биогеоценозами, обладают весьма своеобразной флорой и фауной, включающей целый комплекс редких, стенотопных видов. Эта особенность усиливается интразональностью, резко выраженными границами болот, контрастно выделяющими их среди окружающих ландшафтов.

Большая часть болотных растительных группировок перешейка полуострова Святой Нос принадлежит к травяно-гидрофильно-моховым типам [7]. Нами в районе работ выделено три основных варианта болот – березово-осоково-моховое с вахтой и с клюквой, ерничково-сфагновое, которые отличаются друг от друга по доминирующим и сопутствующим им растениям.

Березово-осоково-моховое с вахтой болото. Растительность его формируется в условиях избыточного и застойного увлажнения, растения обитают в среде колеблющейся трясины эвтрофных болот, иногда тяготеют к краю болота. Эдификатором растительности этих болот является мезоэвтроф *Aulacomnium palustris*. Ему сопутствуют мхи *Paludella squarrosa*, *Tomenthypnum nitens*, *Abietinella abietina*, *Sphagnum* sp., *Mnium* sp. Травяной ярус также формируют болотные осоки (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. gracillis*), а также *Poa palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum palustre*, *Comarum palustre*, *Smilacina trifolia*, *Rumex maritimus*. Среди указанных видов в травостое выделяется вахта трехлистная. Наряду с мезотрофами развиваются синузии олиготрофа *Oxycoccus palustris* и кустарничков *Betula rotundifolia*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Chamaedaphne calyculata*. В пределах распространения березово-осоково-моховых ефтровных болот с вахтой наблюдаются обширные участки (поля) камышовых болот, которые развиваются в условиях замещения моховой растительности при избыточном увлажнении.

Березово-осоково-моховое с клюквой мезотрофное болото. Поверхность мелкобугристая с невысокими (15-20 см и 30-50 см в диаметре) кочками. В растительном покрове доминируют мезоэвтрофы *Paludella squarrosa*, *Aulacomnium palustre*, *Tomenthypnum nitens* и сфагнум. Травянистая растительность болота (покрытие 40%) создается в основном за счет обильного расселения *Carex limosa*, а также *Equisetum palustre*, *Drosera rotundifolia* и *Triglochin palustre*. Меньшее фитоценотическое значение в создании травяного покрова имеют *Saxifraga hirculus* и *Epilobium palustre*. В исследуемом болотном массиве по всей его площади имеются пятна различной величины, формируемые кустарниками *Betula rotundifolia*, *Ledum palustre* и *Andromeda polifolia*. Типичным для этого варианта болотной растительности является присутствие *Oxycoccus palustris*, которая селится на осоковых кочках, обрамляя их по периферии.

Ерничково-сфагновое болото. Занимает небольшие площади. Единично встречаются угнетенные деревья – кедр, ель, береза. Из кустарников доминирует березка круглолистная, которой сопутствуют низкорослые ивы. Этому типу болот свойственно присутствие кустарничков голубики, багульника болотного и травянистого растения – глицирии.

Кустарничково-болотная растительность обширной территории перешейка полуострова Святой Нос играет важную экологическую защитную роль.

Уникальные экологические условия болот прибрежной части оз. Байкал, длительное и сложное их развитие в голоцене повлияли на современный состав и структуру фауны. Особенности болотных экосистем во многом определяют состав и население обитающих здесь наземных позвоночных, но и позвоночные, распространяя растительные зачатки, участвуя в круговороте веществ, создании и трансформации биологической продукции, передаче энергии по звеньям трофической цепи и в других биотических процессах, в определенной мере влияют на облик биоценоза болот. Таким образом, наземные позвоночные являются удобными биоиндикаторами состояния экосистемы, использование которых в качестве объекта комплексного мониторинга позволит познать реакции болотных биоценозов на естественные и антропогенные воздействия.

Вместе с тем долгое время зоологическим исследованиям болот уделялось недостаточное внимание. Лишь в последнее десятилетие к болотам возрос интерес, в частности орнитологов, в связи с активизацией работ по изучению редких видов, выявлению ключевых орнитологических территорий.

Все отчетливее стала проявляться роль крупных труднодоступных болотных массивов как исключительно важных естественных убежищ для целого ряда редких и исчезающих видов птиц (а вместе с ними и других представителей флоры и фауны), от сохранности которых зависит их дальнейшая судьба.

В целом по литературным [5, 6, 10, 7, 11, 12, 13, 14, 15] и нашим данным, на Арангатуйских болотах отмечено 139 видов наземных позвоночных, относящихся к 4 классам, 20 отрядам и 43 семействам. Земноводные представлены 3 видами: сибирский углозуб, остромордая и сибирская лягушки, класс пресмыкающиеся – живородящая ящерица, обыкновенный уж, обыкновенный щитомордник.

Птиц – 110 видов из 11 отрядов и 28 семейств (чернозобая гагара, красношейная, серошекая и большая поганки, большой баклан, большая выпь, серая цапля, черный аист, лебедь-кликун, огарь, кряква, черная кряква, чирок-свистунок, клокотун, касатка, серая утка, свиязь, шилохвость, чирок-трескунок, широконоска, красноглазая и хохлатая чернети, каменушка, обыкновенный гоголь, горбоносый турпан, луток, длинноносый и большой крохали, скопа, черный коршун, полевой и камышовый луни, тетеревятник, перепелятник, канюк, большой подорлик, беркут, орланы: долгохвост и белохвост, балобан, чеглок, кобчик, обыкновенная пустельга, рябчик, обыкновенный и японский перепела, серый и черный журавли, погоньш-крошка, лысуха, бурокрылая ржанка, малый зуек, чибис, камнешарка, черныш, фифи, большой улит, щеголь, поручейник, перевозчик, мородунка, турухтан, кулик-воробей, песочники: красношейка, бэрдов, острохвостый, гаршнеп, обыкновенный и азиатский бекасы, кроншнепы: малютка, большой и дальневосточный, большой веретенник, азиатский бекасовидный веретенник, озерная, малая, серебристая и сизая чайки, белокрылая и речная крачки, иглохвостый и белопопашный стрижи, ласточки: береговая, деревенская, воронок, полевой жаворонок, пятнистый конек, трясогузки: желтая, желтоглазая и белая трясогузка, сибирский жулан, черная ворона, ворон, певчий и пятнистый сверчки, толстоклювая камышовка, малая мухоловка, черноголовый чекан, краснозобый и пестрый дрозды, черноголовая и буроголовая гаички, большая синица, обыкновенный поползень, полевой воробей, овсянки: тростниковая, крошка, седоголовая овсянка, дубровник, рыхлая).

Впервые для территории Забайкальского природного национального парка, и в целом для Байкала, выявлено обитание двух новых видов: большой баклан и бэрдов песочник. Большой баклан (*Phalacrocorax carbo* L., 1758) – вид, практически исчезнувший к середине XX века с берегов Байкала. Последние гнезда с яйцами были обнаружены О.К.Гусевым в 1957 г. на о. Безымянный Камешек, и с 1959 г. вид на Байкале не гнездится. Ближайшие колонии большого баклана сохранились на оз. Хубсугул (Монголия) и оз. Барун-Торей (Читинская область, Россия). В 2000 г. по проекту «Я хочу жить в XXI веке» (№ U00015-T1 в рамках общего проекта «Сохранение биоразнообразия Байкальского региона») была предпринята попытка реакклиматизации баклана на Байкале. Птицы с подросшими птенцами были вывезены с островов оз. Барун-Торей и выпущены на Байкале. Осенью того же года их видели в Чивыркуйском заливе. 24/VIII 2002 г. стая из 12 взрослых бакланов встречена в юго-западной части Баргузинского залива у с. Максимиха. С этого времени их стали отмечать регулярно, причем в разных точках, а примерно с 2005 г. регистрируются не только особи, но и сформировавшиеся колонии с гнездами: на островах Чивыркуйского залива [9] и Малого Моря [8]. Бэрдов песочник (*Calidris bairdii* Coues, 1861) – новый залетный вид для Байкальского региона – обитает на крайнем северо-востоке страны (Чукотский полуостров, о. Врангеля) и на арктическом побережье Северной Америки. 22/VII 2000 г. стайка из 11 песочников этого вида была встречена австрийскими орнитологами S.Weigl и S.Wegleitner на одном из озер Торейской котловины (Читинская область). Несколько позже, уже 25/VII того же года, 6 кормящихся куличков отмечены на песчаном берегу бухты Кресты в Чивыркуйском заливе.

Наиболее представительны из них отряды: ржанкообразные – 30 видов (или 27,3% от всего видового состава), воробьинообразные – 28 (25,4%), гусеобразные – 20 (18,2%), соколообразные – 15 (13,7%), остальные отряды представлены 1-4 видами - 0,9-3,6%. На уровне семейств наибольшее видовое разнообразие характерно для бекасовых (21,8% от общего числа видов) и утиных (18,2%). Из других семейств выделяются ястребиные (10%) и чайковые (5,4%).

По характеру использования болотных ландшафтов всех зарегистрированных в гнездовой период птиц можно отнести к двум основным группам: гнездящиеся и факультативные обитатели. К последней категории относятся виды, появляющиеся на территории болот в поисках корма и случайно залетающие сюда из окрестных ландшафтов. Доля этой группы составляет 20-30% болотной авифауны. На состав факультативных обитателей существенно влияет ландшафтное окружение болот. Так, здесь встречаются эвритопные виды (черный коршун, пятнистый конек, белая трясогузка и др.), таежные (тетеревятник, перепелятник, канюк, большой подорлик, рябчик, иглохвостый стриж, малая мухоловка и др.), проникающие на болота из приграничных лесных массивов, птицы из населенных пунктов (деревенская и городская ласточки, полевой воробей), околотоводные (серая цапля, огарь, длиннохвостый и большой крохали, серебристая чайка и др.), залетающие с Байкала, ближних горных речек и озер прибрежной зоны.

Количество нехарактерных для болот видов особенно увеличивается в позднелетний период, когда большинство птиц начинают кочевать (черная ворона, буроголовая гаичка, большая синица, поползень).

Среди транзитных мигрантов, составляющих 18,2% авифауны болот, преобладают водоплавающие и околотоводные птицы.

Ядро авифауны составляют гнездящиеся виды (50-60%), из которых наибольшим разнообразием выделяются отряды ржанкообразные и гусеобразные (12,7-13,6%). Значительную долю среди них занимают перелетные виды. Если в целом по этому району (в пределах Забайкальского природного национального парка) оседлые виды составляют 27,8% [10], то, как показал наш анализ, среди обитателей болот мало оседлых и оседло-кочующих форм (9,1% от общего числа гнездящихся видов).

Являясь неоднородной по происхождению, авифауна болот представлена 5 фаунистическими комплексами. Здесь преобладают сибирские по происхождению виды, своим обитанием связанные с водоемами, - 47,7% от всей гнездовой фауны, почти вдвое меньше видов европейского лесного фаунистического комплекса (25,6%). Заметно на этих болотах представлены транспалеаркты (15,1%). Представители китайского типа фауны, составляющие 9,3%, - также преимущественно обитатели болот и лугов. Наименьшую долю в гнездовой авифауне района имеют представители арктического фаунистического типа (2,3%).

По характеру современного распространения видов картина выглядит следующим образом. В орнитофауне исследуемого района преобладают палеарктические виды (45%). На долю голарктических видов приходится 20,9%. Виды, имеющие всесветное распространение (космополиты), составляют 15,1%. Азиатский комплекс представлен на 17,7%, среди которых наибольшее значение имеют трансасиатская, восточно- и североазиатская группы видов (соответственно 23,5, 23,5 и 47% от всех видов данного комплекса).

Состав болотной авифауны разнообразен и отражает конкретные экологические условия этих ландшафтов. Высока доля гидрофильных и лугово-полевых птиц (по 42,8 и 46,4% соответственно), значительно меньше дендрофильных и синантропных (8,9 и 1,8%). По местам гнездования значительно превосходят другие экологические группы - гнездящихся на деревьях и кустарниках (22%) и дуплогнездников (5,1%) - наземногнездящиеся виды (72,9%), что связано с распространением на болотах открытых и слабо облесенных пространств.

Пространственное распределение птиц по территории болот весьма неоднородно. При переходе от суходольных местообитаний (островки леса, край болота) к типично олиготрофным участкам болота количество видов и плотность их населения снижаются более чем в 7 раз (с 50-60 гнездящихся видов при плотности в 300-400 ос/км² в приграничных лесах до 5-7 при плотности 45-60 на открытых, лишенных древостоя и водоемов участках болот). Из этого следует, что наибольшее значение в повышении обилия авифауны имеют периферийные участки болот как проявление «опушечного» (краевого) эффекта. Увеличение количества и численности видов идет здесь в основном за счет дендрофильных птиц (чеглок, кобчик, обыкновенная пустельга, иглохвостый стриж, черная ворона, малая мухоловка, буроголовая гаичка и др.). В этой переходной зоне (на границе между лесом и болотом) происходит существенная перестройка структуры орнитоценоза и изменение характера его функционирования.

Млекопитающих отмечено 24 вида из шести отрядов: насекомоядные - темнотелая, малая, средняя и равнозубая бурозубки, обыкновенная кутора; рукокрылые - водяная ночница, обыкновенный ушан, северный кожанок; зайцеобразные - заяц-беляк; грызуны - лесная мышовка, азиатская лесная мышь, ондатра, полевки: красная, узкочерепная, экономка; хищные - волк, обыкновенная лисица, бурый медведь, соболь, горностаи, ласка, колонок; парнокопытные - косуля, лось.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о своеобразии фауны наземных позвоночных болотных экосистем, которая отличается смешанным составом и занимает пограничное (эктонное) положение, особенно на границе леса и болота.

ВЫВОДЫ

Суммируя имеющиеся данные по природно-антропогенному функционированию экосистемы болот и мелководных заливов озера Байкал, можно отметить следующее. После повышения уровня озера Байкал, прибрежные болота и мелководные заливы развивались в новых природных условиях.

При этом затопление и заболачивание земельных угодий могут быть рассмотрены как функционирование единой природно-антропогенной экосистемы, в которых антропогенная составляющая может быть рассмотрена как создание определенных естественных условий.

Гидрохимическая и общехимическая характеристика экосистем свидетельствует о смене направленности общего развития экосистемы (рН - характеристики и содержание основных элементов отражает «обновление» процессов болотообразования).

Микробиологические исследования показывают, что несмотря на анаэробные условия в нижних горизонтах, на поверхности наблюдаются плюсовые значения окислительно-восстановительного потенциала. Последнее также свидетельствует об «обновлении» процессов болотообразования. Изменение гидрологического режима на многих участках отразилось на развитии болотных

биогеоценозов (появление растительных ассоциаций, характерных для избыточного увлажнения, и некоторое изменение видового состава наземных животных).

На основе результатов исследований и сравнительного системного анализа по изученным объектам намечается разработка модели функционирования современных природно-антропогенных болотных экосистем с рекомендациями по постановке их комплексного мониторинга. На его основе в дальнейшем опорные объекты могут служить учебными полигонами для студентов и аспирантов. Последнее представляет собой внедрение инновационных форм обучения, когда в ходе полевой практики не только изучаются уникальные «интерактивные» природно-антропогенные процессы болотообразования, но и выполняется научно-исследовательская работа. Студенты и аспиранты могут изучать процессы болотообразования в ходе мониторинговых исследований с выявлением всех особенностей пространственно-временного изменения болотных экосистем. В то же время результаты исследований современных процессов болотообразования на участках территории экономической зоны туристско-рекреационного типа в Прибайкалье позволит дать экологическую характеристику при их освоении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурюхаев С.П., Гармаев Е.Ж., Елаев Э.Н., Ешеев В.Е., Намсараев Б.Б., Плюснин А.М., Турунхаев А.В., Хахинов В.В., Разуваев А.Е. Болотные экосистемы перешейка полуострова Святой Нос (оз. Байкал): гидрогеологические, гидрохимические и микробиологические основы функционирования, растительный и животный мир // Вестник БГУ. - Серия 2: Биология. - Вып. 4. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2003. - С. 9-33
2. Волкова О.Ю., Сурков Б.И. Роль микроорганизмов минеральных вод. - Пятигорск, 1965. - 235 с.
3. Крашенникова С.А. О микрофлоре минеральных вод // Инф.-метод. материалы по вопр. гидрогеологии и бальнеотехнике лечебных вод и грязей. - Вып. 9. - М., 1962. - С. 90-96.
4. Летунова С.В., Ковальский В.В. Геохимическая экология микроорганизмов. - М.: Наука, 1978. - С. 5-16.
5. Лямкин В.Ф. Земноводные и пресмыкающиеся некоторых котловин Забайкалья // Изв. Вост.-Сиб. отд. ГО СССР. - Т.66. - Иркутск, 1969. - С. 98-106.
6. Моложников В.Н. Распространение земноводных и пресмыкающихся на полуострове Святой Нос и островах Чивыркуйского залива // Тр. Баргузин. гос. заповед. - Вып. 6. - Улан-Удэ, 1970. - С. 85-87.
7. Природа Забайкальского национального парка / А.Б.Иметхенов, Т.Г.Бойков, Ц.Х.Цыбжитов, Б.О.Юмов, С.А.Матвейчук. - Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1990. - 193 с.
8. Пыжьянов С.В. Большой баклан снова на Байкале // Сибирская орнитология. - Вып. 4. / Вестник Бурятского госуниверситета. Специальная серия. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2006. - С. 251.
9. Разуваев А.Е. Материалы о состоянии популяции большого баклана в Чивыркуйском заливе озера Байкал на территории национального парка «Забайкальский» // Структура, функционирование и охрана природной среды (К 75-летию Биолого-географического факультета Бурятского госуниверситета): в 2 ч. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2007. - Ч. 2. - С. 79-81.
10. Юмов Б.О., Калинина Л.Н., Бадмаев Б.Б., Ешеев В.Е., Нихилеева Т.П. Наземные животные Забайкальского национального парка. - Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1989. - 49 с.
11. Heyrovsky D., Mlikovsky J., Styblo P., Koutny T. Birds of the Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. - Praga: Ninox Press, 1992. - P. 33-75.
12. Lipa M., Reiter A. Mammals of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. - Praga: Ninox Press, 1992. - P. 105-117.
13. Samek R., Samkova L. Reptiles of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. - Praga: Ninox Press, 1992a. - P. 119-126.
14. Samek R., Samkova L. Amphibians of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. - Praga: Ninox Press, 1992b. - P. 127-135.
15. Reiter A., Andreas M., Benda P., Lipa M., Wolf P. Mammals fauna of the Svjatoj Nos peninsula and isthmus, Lake Baikal // Siberian Naturalist. - Vol. 1. - Praha: Ninox Press, 1995. - P. 41-71.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ПТИЦ И МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Елаев Э.Н., д.б.н., доцент, Турунхаев А.В., к.г.н., доцент, Кобылкин Д.В., к.г.н., ст. преподаватель

Бурятский государственный университет

В статье приводятся материалы по палеоклимату, флоре и фауне Западного Забайкалья в плиоцен-голоценовый период.

Ключевые слова: эволюция, палеогеография, палеоклимат, флора, фауна, плиоцен, плейстоцен, голоцен, Западное Забайкалье.

Єлаєв Є.Н., Турунхаєв А.В., Кобилкін Д.В. ПАЛЕОГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ФАУНИ ПТАХІВ І ССАВЦІВ ЗАХІДНОГО ЗАБАЙКАЛЛЯ / Бурятський державний університет, Росія

У статті наводяться матеріали з палеоклімату, флори і фауни Західного Забайкалля в пліоцен-голоценовий період.

Ключові слова: еволюція, палеогеографія, палеоклімат, флора, фауна, пліоцен, плейстоцен, голоцен, Західне Забайкалля.

Elaev E. N., Turunchaev A. V. Kobulkin D.V. PALEO GEOGRAPHICAL CONDITIONS OF FORMATION OF BIRDS AND MAMMALIAS FAUNA IN THE TERRITORY OF WEST ZABAİKALLIE / Byriatsk state university, Russia

In this article a materials about the paleoclimate, flora and fauna of Western Zabaikalia in the pliozen-golozen are given.

Key words: evolution, paleogeographia, paleoclimat, flora, fauna, pliocen, pleustocen, golocen, Western Zabaikalia .

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, реконструкция палеонтологической летописи сопровождается рядом трудностей, к которым можно отнести прерывистость палеонтологических материалов, плохую сохранность ископаемых остатков, особенности самих объектов изучения (например, экологическая пластичность, территориальная мобильность и др.). Тем не менее, такие попытки по Западному Забайкалью в последнее время начали предприниматься, в частности фундаментальные исследования палеогеографического развития биоты региона [9, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 6, 1, 7, 8]. Наиболее достоверные сведения получены по млекопитающим, основанные преимущественно на палеогеографических и палеонтологических данных. В отношении птиц единственно возможным остаются гипотетические эколого-фаунистические реконструкции путем сопоставления сведений по распространению, таксономическим связям и экологии различных видов птиц и их внутривидовых форм.

В связи с этим ниже приводятся некоторые материалы, обобщающие имеющиеся сведения по палеоклимату, растительности и фауне основных ландшафтов Западного Забайкалья в плиоцен-голоценовый период.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что современный облик рельефа юга Восточной Сибири сформировался в течение плиоцен-четвертичного времени [16, 3]. К началу плейстоцена формирование морфоструктур в основном завершилось, что происходило преимущественно под влиянием климатических факторов [10]. На протяжении этого периода неоднократно изменялись ландшафтно-климатические условия региона [18, 19, 3] в направлении нарастающего иссушения и похолодания. В соответствии с этим, несомненно, шло и изменение растительности [5, 1].

В раннем плиоцене на юге Восточной Сибири климат в целом был теплым и относительно влажным. Сформированный к этому времени горный рельеф обусловил мозаичность ландшафтов с преобладанием смешанных, темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов [14].

Раскопки в разрезе красноцветных монтмориллонитовых глин в нижнем течении долины реки Темник, недалеко от впадения в нее реки Удунга, - одного из древнейших местонахождений ископаемых млекопитающих на территории Западного Забайкалья, показали, что верхний уровень гор занимали хвойные леса, представленные сосной сибирской, тсугой, елью и лиственницей.

В долинах и по их склонам формировались остепненные сосново-березовые леса с присутствием ольхи, лещины, вяза, ореха, граба, ивы. В спектре отмечается также пыльца представителей лугово-лесных и степных сообществ [15].

Стратиграфический аналог разреза Удунга, выделенный из керна проекта «Байкал-бурение», подтверждает широкое распространение по берегам Байкала умеренно-термофильной листопадной и теплолюбивой хвойной (тсуга, пихта) флоры [4]. Присутствие в спектре тсуги говорит о том, что горы Прибайкалья и Забайкалья получали не меньше 800 мм осадков, а среднегодовые температуры не опускались ниже +3⁰С.

В конце раннего плиоцена происходят значительные изменения в климате Западного Забайкалья, что отразилось в изменении видового состава биоты и характере осадконакопления. Донные осадки Байкала зафиксировали на рубеже раннего и позднего плиоцена уменьшение доли темнохвойной растительности. Доминантами в это время выступают представители лесостепной и степной растительности. Изменения отразились также и в видовом составе фауны. В позднем плиоцене появляются млекопитающие открытых пространств – гепарды и палеотрагусы. В ходе раскопок разреза Удунга был выявлен комплекс русцинийских млекопитающих. Здесь встречены остатки приматов – тонкотелой обезьяны, хищников – панды малой, волка, енотовидной собаки, медведя, гиены, саблезубого тигра, барсука, рыси, россомахи. К хоботным относились гребнезубый мастодонт и южный слон. Непарнопалые были представлены гиппарионами, носорогом, постсхизотерием, а парнокопытные — аксисом, орхонocerосом Громова, косулей, винторогой антилопой, газелью, горным бараном [14].

Эоплейстоцен Западного Забайкалья характеризуется уже более прохладным климатом, чем в третичное время. В кернах байкальских отложений преобладает пыльца древесных растений (кедр, сосна, пихта, ель). А пыльца умеренно-термофильной флоры встречается в виде единичных зерен [4]. В Селенгинском среднегорье широкое развитие получили открытые степные пространства. Леса начали уступать открытым степным, а местами полупустынным пространствам. По берегам водоемов сохранились луговые участки с кустарниковыми зарослями. Лес, по-видимому, был преимущественно в горах. В составе териофауны наблюдаются кардинальные изменения. На смену виллафранкским формам приходят ранее не встречавшиеся в Западном Забайкалье роды – санменские лошади, итанцинские и толгойские носороги, винторогие антилопы и косули. К концу эоплейстоцена биота становится еще более разнообразной. Это происходило за счет интенсивного информационного обмена между Европейско-Сибирской и Центрально-Азиатской палеозоогеографическими подобластями. Кроме вышеуказанных родов крупных млекопитающих, широкое распространение получают волки, гиены, рыси, медведи, слоны, олени, бизоны [14]. Как показывают известные данные, в ископаемой фауне мелких млекопитающих были современные и горные виды (северная пищуха), и лесные (красно-серая полевка), и степные (даурская пищуха, длиннохвостый суслик, сибирский тушканчик, даурский хомячок, узкочерепная полевка, полевка Брандта и др.) [9, 11, 13, 1]. Орнитофауна, по всей видимости, также включала наряду с вымершими и много современных видов, среди которых встречались горные и лесные формы, но заметно преобладали, особенно в Забайкалье, степные птицы. Раннеплейстоценовая орнитофауна включала птиц темнохвойных, хвойно-широколиственных лесов, лесостепи, степей, интразональных элементов ландшафта – представителей таких эволюционно древних систематических групп птиц, как куриные (глухарь, рябчик, тетерев, куропатки), хищные (орлы), утиные, некоторые совы и т.д., из степных – страусы, журавли, дрофы и др.. Например, в среднеплейстоценовых отложениях Восточного Прибайкалья (Засухино) найдены остатки современных околотовных и водных птиц – коростеля и чирка-свистунка. По югу Байкальской Сибири в нижнем плейстоцене широко обитали страусы (*Struthio sp.*) [11, 12].

В голоценовую эпоху на территории региона отсутствовали резкие и четко выраженные колебания климата (похолоданий и потеплений). Это обстоятельство способствовало довольно плавной смене климатических периодов и слабому изменению растительного покрова. Ранний голоцен характеризовался экспансией еловых и пихтовых лесов [18]. Наблюдалось наступление леса на степь. С середины голоцена (5-6 тыс. лет назад) устанавливается современный облик ландшафтов и климата. Плейстоцен для всей Сибири ознаменовался усилением похолодания и аридизацией климата. Начавшееся в конце третичного периода похолодание привело в раннем плейстоцене к образованию на севере Восточной Сибири обширного оледенения. В Прибайкалье и частично в Забайкалье это вызвало образование ледников горно-долинного типа, приведшего к установлению перигляциального режима, развитие вечной мерзлоты, формирование лессов, появление в растительности тундровых и лесотундровых элементов [19].

Климат стал холодным и сухим. Широкое распространение получили сухие (холодные) степи, полупустыни и пустыни. В среднем плейстоцене и дальше в позднем плейстоцене наблюдались колебания климата и соответственно изменялись границы и площади разных ландшафтов. В межледниковье расширялись площади лесных и лесостепных ландшафтов. В целом, по мнению ряда палеогеографов [2, 3, 12, 10], природная обстановка в Прибайкалье и Забайкалье не претерпела существенных изменений с позднего плейстоцена.

В плейстоцене сформированная в эоплейстоцене фауна развивается по пути адаптации к изменяющимся природным условиям за счет комбинации видов и сообществ. Однако циклические изменения

(оледенение – межледниковье) отражались в постепенном обеднении видового состава не только фауны, но и флоры. Для раннего плейстоцена в отложениях озера Байкал характерна пыльца кедра, ели, полыни, маревых, злаков, гречишных. Средний плейстоцен представлен господством пыльцы кедра и лиственницы.

Поздний плейстоцен Западного Забайкалья ознаменовался появлением древнего человека. До недавнего времени считалось, что древние охотники появились на изучаемой территории не раньше 60-70 тыс. лет назад. Однако открытие в 2001 г. в нижней части долины р. Алан древнейшей стоянки, с каменным инвентарем, значительно отличающимся от характерной для палеолита Забайкалья пластинчатой толбагинской и аналогичным ей индустрии, значительно раздвинуло хронологические рамки периода обитания палеолитического человека. Морфометрические характеристики орудий говорят о более древней и примитивной технологии их изготовления. По предварительным данным возраст стоянки может оцениваться как среднепалеолитический, а абсолютный возраст – не позднее 160 тыс. лет назад. Объектами охоты древнего человека в этот период были волки, дзерены, косули, бизоны, лошади. Остатки представителей мамонтового комплекса (носорог, винторогая антилопа, байкальский як и др.), характерного для фауны позднего плейстоцена, пока не встречены.

В каргинское время территория Западного Забайкалья активно осваивалась племенами охотников, преобладающей технологией изготовления орудий которых была призматическая. Их стоянки достаточно хорошо изучены и распространены по долинам почти всех крупных рек Селенгинского среднегорья. Видовой состав промысловой фауны различных стоянок практически не отличается и его ядро составляют: волки, лисицы, дзерены, горные бараны, бизоны, винторогие антилопы (известны в основном из южных стоянок), носороги, лошади. Кости птиц на стоянках очень редки. На стоянке Варварина Гора найдены остатки клушицы. В культурном слое стоянки Подзвонкой, расположенной в долине р. Тамир (южная часть Западного Забайкалья) найдена скорлупа страуса. Из нее древнее население изготавливало различные украшения. В Западном Забайкалье довольно часто встречается скорлупа и целые кладки яиц этой крупной птицы. В основном они приурочены к песчаным выдувам. Страусы обитали на изучаемой территории, по всей видимости, вплоть до раннего голоцена.

В конце сартанского оледенения в Забайкалье широкое распространение получает, характерная только для сибирского мезолита, микропластинчатая индустрия. Мамонтовая фауна постепенно исчезает и на смену ей приходит современная. Необходимо отметить, что наиболее характерные для палеолитической фауны животные исчезают с территории Западного Забайкалья под воздействием антропогенного прессинга (например, последние дзерены были добыты в 50-е годы XX века).

В орнитофауне на протяжении всего плейстоцена шло, с одной стороны, обеднение, с другой, обогащение за счет пульсации ареалов многих видов под влиянием наступающих с севера ледников. В частности, с ледниковым периодом обычно связывается проникновение к югу северных (таежных) и даже тундровых форм, тем более, что сформировавшаяся под влиянием наступавших ледников своеобразная тундро-степь занимала в плейстоцене почти все Прибайкалье. Вероятно, именно оттуда проникли в горы Южной Сибири белая и тундряная куропатки, сформировав ядро орнитофауны горной тундры. Другие же представители высокогорной орнитофауны, представленной преимущественно видами арктического и центрально-азиатского (по Б.К.Штегману [21] - тибетский тип фауны) происхождения, проникли сюда в голоцене, причем разными путями [6]: первый - Гималаи - Тибет - Алай - Тянь-Шань – Алтай - Саяны (бородач, горный конек, альпийская галка), второй - через восточные горные системы: Тибет - Наньшань - горные системы Восточного Китая - (монгольский зук, пятнистый конек, восточный воронок). А.А.Назаренко [17] предполагает существование около 11-9 тыс. лет назад (ранний голоцен) в Центральной Азии узкой мезофильной полосы: Восточный Наньшань - Бэйшань - Гобийский Алтай - Хангай, по которому быстро расселились к северу корольковая пеночка, соловей-красношейка. Используя все названные пути, проникли в Северную Азию, вероятно, горный дупель, бледная завирушка, пеночка-зарничка.

Многие восточно-азиатские виды проникли в Южную Сибирь первоначально, по-видимому, в плейстоцене, затем отступили и вновь появились здесь в голоценовый оптимум, т.е. примерно 5 тыс. лет назад, когда еще были распространены широколиственные леса. В настоящее время они имеют достаточно устоявшийся ареал в регионе (хохлатый осоед, малый перепелятник, амурский кобчик, японский перепел, большой козодой, иглохвостый стриж). Имевшее место на протяжении XX века, проникновение в бассейн Байкала некоторых дальневосточных видов (черная кряква, сплюшка, серый скворец, толстоклювая камышевка и др.) носит, на наш взгляд, вторичный характер.

Вопрос появления европейских видов достаточно сложен. Но, тем не менее, можно предположить, так же как и для восточно-азиатских видов, несколько фаз их проникновения на описываемую территорию в плейстоцене, и затем вторичное проникновение отдельных видов в голоценовый оптимум.

ВЫВОДЫ

На основе изложенного можно предположить, что современная фауна региона, по-видимому, развивалась в позднелипсценно-голоценовое время. Проведенный анализ динамики природной среды региона свидетельствует о давнем пространственном контакте элементов разных экологических групп животных. Формирование фауны птиц и млекопитающих переходной зоны на юге Восточной Сибири шло в несколько этапов. Первые современные формы появились, по-видимому, уже в липсцене. Становление фауны птиц и млекопитающих современного типа происходило в плейстоцен-голоцене на фоне пульсации ареалов многих видов в зависимости от климатического ритма в меж- и послеледниковые периоды, зонального и вертикального смещения фитоценозов. В результате фауна постоянно менялась в сторону либо обеднения, либо обогащения элементами разных географо-генетических и экологических групп. Процесс становления фауны и населения птиц и млекопитающих юга Восточной Сибири продолжается и в настоящее время в силу происходящих естественных и антропогенных изменений в экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Н.В. Динамика природной среды Западного Забайкалья в позднем кайнозое (по данным фауны мелких млекопитающих): Автореф. ... канд. геогр. наук 25.00.25. – Иркутск, 2003. – 22 с.
2. Антощенко-Оленев И.В. История природных обстановок и тектонических движений в позднем кайнозое Западного Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1982. – 158 с.
3. Базаров Д.Б. Кайнозой Прибайкалья и Западного Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1986. – 182 с.
4. Безрукова Е.В., Кулагина Н.В., Летунова П.П., Шестакова О.Н. Направленность изменений растительности и климата Байкальского региона в последние 5 миллионов лет (по данным палинологического исследования осадков озера Байкал) // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40, №5. – С. 739-749
5. Белова В.А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – 160 с.
6. Доржиев Ц.З. История и пути проникновения центрально-азиатских горных птиц в Сибирь // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии: Мат-лы I Междунар. орнитол. конф. – Улан-Удэ, 2000. – С. 30-32.
7. Елаев Э.Н. Пространственно-временная организация сообществ птиц в зоне контакта тайги и степи (юг Восточной Сибири): Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук.: 03.00.16 – Улан-Удэ, 2005. – 48 с.
8. Елаев Э.Н., Турунхаев А.В., Кобылкин Д.В. Эволюционно-палеогеографические аспекты формирования фауны в переходной зоне на примере юга Восточной Сибири // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий: Мат-лы Междунар. научно-практ. конф. – Барнаул: Изд-во Алт. ГУ, 2005. – С. 96-98.
9. Ербаева М.А. История антропогенной фауны зайцеобразных и грызунов Селенгинского среднегорья. – М.: Наука, 1970. – 218 с.
10. Иметхенов А.Б. Природа переходной зоны на примере Байкальского региона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 232 с.
11. Иметхенов А.Б., Калмыков Н.П. Фауна и флора кайнозоя Бурятии. – Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1988. – 181 с.
12. Калмыков Н.П. Фауна крупных млекопитающих плейстоцена Прибайкалья и Западного Забайкалья. – Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1990. – 116 с.
13. Калмыков Н.П. Фауна млекопитающих и биостратиграфия плиоцена Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1992. – 97 с.
14. Калмыков Н.П. Эволюция экосистем бассейна озера Байкал в позднем кайнозое. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1999. – 114 с.
15. Калмыков Н.П., Малаева Е.М. Новое местонахождение нижнелипсценного комплекса млекопитающих в Западном Забайкалье // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36, № 11. – С. 57-61.
16. Логачев Н.А. Саяно-Байкальское становое нагорье // Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. – М.: Наука, 1974. – С. 16-162.
17. Назаренко А.А. К истории орнитофауны сибирско-дальневосточной тайги. Последняя – голоценовая стадия обогащения центрально-азиатскими элементами // Тез. докл. VII Всесоюз. орнитол. конф. – К.: Наукова думка, 1977. – Т. 1. – С. 19.
18. Равский Э.И. Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. – М.: Наука, 1972. – 336 с.

19. Равский Э.И., Александрова Л.П., Вангенгейм Э.А. и др. Антропогенные отложения юга Восточной Сибири. – М.: Наука, 1964. – 280 с.
20. Турунхаев А.В., Елаев Э.Н. О роли позднего (новобайкальского) орогенного этапа развития Саяно-Байкальского Станового нагорья в формировании современной фауны наземных позвоночных Забайкалья // Структура, функционирование и охрана природной среды (к 75-летию биолого-географического факультета Бурятского госуниверситета). В 2-х частях. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2007. – Ч. 2.
21. Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР: Птицы. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – Т. 1. – Вып. 2. – 157 с.

УДК 574.4 (477.51+477.41)

ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЕКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ДЕЯКИХ ТЕРИТОРІЙ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ТА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

Емельянов І. Г., чл.-кор. НАН України, д.б.н., професор, Полуда А. М., к.б.н., с.н.с.,
*Загороднюк І. В., к.б.н., доцент

*Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України,
Луганський національний педагогічний університет імені Тараса Шевченка

Розроблено та запропоновано підходи щодо оцінки біорізноманіття екосистем, запроваджено оригінальні інтегральні показники та алгоритм виявлення цінних біотичних угруповань. На прикладі птахів, які гніздяться на 15 ділянках північно-східної України, було продемонстровано застосування цього оригінального алгоритму. Результати аналізу дозволяють виявляти найбільш перспективні території для включення до мережі природно-заповідного фонду держави.

Ключові слова: біорізноманіття, таксономічне багатство та різноманіття, складність угруповань, птахи, екосистеми, природно-заповідний фонд.

Емельянов И.Г., Полуда А.М., *Загороднюк И.В. ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЧЕРНИГОВСКОЙ И КИЕВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ / Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины, *Луганский национальный педагогический университет имени Тараса Шевченко, Украина

Разработаны и предложены подходы для оценки биоразнообразия экосистем, применены оригинальные интегральные показатели и алгоритм выявления ценных биотических сообществ. На примере гнездящихся птиц 15 участков северо-восточной Украины было продемонстрировано применение этого оригинального алгоритма. Результаты анализа позволяют выявлять наиболее перспективные территории для включения в сеть природно-заповедного фонда государства.

Ключевые слова: биоразнообразие, таксономическое богатство и разнообразие, сложность сообществ, птицы, экосистемы, природно-заповедный фонд.

Emelyanov I.G., Poluda A.M., *Zagorodniuk I.V. ESTIMATION OF BIODIVERSITY OF ECOSYSTEMS ON THE EXAMPLE OF SOME TERRITORIES OF THE CHERNIGIV AND KYIV AREAS / The Schmalhausen Institute of Zoology National Academy of Sciences of Ukraine, *Lugansk Pedagogical University, Ukraine
Developed and offered approaches for the estimation of biodiversity of ecosystems. Original integral indexes and algorithm of exposure of valuable biotic groupments are applied. On the example of breeding birds of 15 plots in North-eastern Ukraine were shown applications of this original algorithm. The results of analysis allow to expose the most perspective territories for including its in the network of the naturally-protected fund of the state.

Key words: biodiversity, taxonomic wealth and diversity, complexity of communities, birds, ecosystems, naturally-protected fund.

ВСТУП

Визнання необхідності охорони не тільки генофонду, але й ценофонду біосфери – положення, зафіксовані в Міжнародній конвенції з біорізноманіття, що була прийнята на конференції ООН із проблем охорони довкілля, – зумовлює розвиток екосистемних досліджень, які передбачають проведення робіт з інвентаризації та бонітування екосистем за багатством і різноманіттям живого на рівні біотичних угруповань. Усе це потребує збереження еталонних ділянок, які репрезентують наявне багатство фауни і флори. Зазначені еталонні ділянки мають непересічне значення як природні банки генофонду й ценофонду живого, що можуть служити джерелом для відновлення деєстованих ландшафтів нашої держави.

Виходячи з викладеного вище, зараз вкрай важливим є питання щодо добору критеріїв для визначення еталонних за біорізноманіттям територій або акваторій. Вирішення цього питання є чи не найважливішим аспектом серед багатьох проблем, пов'язаних з вивченням і збереженням біорізноманіття, серед яких, зокрема, слід відзначити такі:

- 1) Які показники при порівняльному аналізі дозволять визначити місце тієї чи іншої ділянки в низці інших за біорізноманіттям?
- 2) На чому повинні ґрунтуватися критерії добору таких показників?
- 3) Чи може існувати лише один критерій оцінки цінності за біорізноманіттям?

Зрозуміло, що розробка якогось одного інтегрального показника дозволила би зняти багато питань. Проте на сьогодні за відсутності такого показника обмежитись одним критерієм просто неможливо. Отже, необхідно отримати низку оцінок при аналізі різноманіття флористичних, фауністичних або біотичних угруповань, які не обов'язково повинні збігатись.

Вагомість кожної оцінки може змінюватися залежно від мети аналізу. Наприклад, оцінка біорізноманіття певної екосистеми з позицій регіональної чи глобальної репрезентативності, унікальності або цінності найчастіше за все буде відрізнятися. Крім того, кожний окремо обраний критерій може об'єднувати систему ієрархічно підпорядкованих критеріїв, які при різних підходах до оцінки (залежно від того, що ми хочемо з'ясувати – типовість, рідкісність, унікальність або цінність) можуть змінювати свій ранг, тобто мати різну вагу при визначенні тієї чи іншої якісної характеристики екосистеми.

Отже, широкий спектр оцінок необхідний для об'єктивного розгляду і визначення еталонних ділянок, які потрібно взяти під охорону та які будуть репрезентувати типові, рідкісні, унікальні або цінні за біорізноманіттям екосистеми з позицій регіонального, національного, міжнародного чи біосферного рівнів.

Як еталони природи для збереження наявного біорізноманіття найважливішими для оцінки слід вважати такі властивості екосистем:

- мінімальний ступінь їх ураженості від дії антропогенного пресу;
- можливість втрати (заміщення природних угруповань антропогенними), що може статись або внаслідок їх малої площі, або в результаті надмірного впливу господарчої діяльності людини (це залежить також і від функціональної стійкості екосистем, тобто від їх здатності до самовідновлення при дії збурюючих чинників довкілля);
- риси унікальності та рідкісності, що зумовлюють їх цінність; багатство та різноманіття біотичних суспільностей, які вони репрезентують, включаючи видове, родове, родинне тощо);
- різноманіття життєвих форм (екоморф), фауністичних чи флористичних угруповань, функціональних груп організмів, генофонду та ценофонду живого тощо.

Що ж стосується відмінностей між якісними параметрами тієї чи іншої екосистеми, то слід зауважити, що рідкісність і навіть унікальність екосистем не завжди слід ототожнювати з їх малою репрезентативністю. Справа в тому, що в результаті екстенсивного господарювання людини (освоєння нею великих площ природно-територіальних комплексів) раніше типові ділянки в тому чи іншому регіоні стали на сьогодні рідкісними, залишаючись при цьому репрезентативними для зазначеного регіону. Отже, в цих випадках рідкісність відповідає і репрезентативності, і цінності.

Крім зазначеного вище, залишається ще проблема адекватної кількісної оцінки ступеня цінності тієї чи іншої екосистеми за біорізноманіттям у межах усієї заповідної території (акваторії) з урахуванням її унікальності, рідкісності, з одного боку, та репрезентативності – з іншого. Риси унікальності взагалі підвищують цінність екосистеми, якщо вони стосуються суттєвих параметрів різноманіття біоти. Це, по-перше, значне видове багатство і видове різноманіття, а, по-друге, – високі показники «таксономічного різноманіття» і складності угруповань, включаючи ендемічних, реліктових і рідкісних представників флори й фауни. Тобто унікальність і цінність екосистем може визначатися за наявністю в складі біоти раритетних видів, при цьому враховується і ранг таксона, який вони представляють. Чим вищий таксон репрезентує ендемічний, реліктовий або рідкісний вид, тим більш вагома унікальність і цінність усього біоценозу. Отже, необхідна розробка алгоритму щодо виявлення репрезентативних, унікальних і цінних територій (акваторій) за багатством і різноманіттям біотичних угруповань.

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ БІОРИЗНОМАНІТТЯ

Нами пропонується алгоритм щодо виявлення репрезентативних, унікальних і цінних за біорізноманіттям екосистем, який включає показники, що застосовуються для оцінки багатства та різноманіття рослинних і тваринних угруповань або біоценозів у цілому [3].

ОЦІНКА БАГАТСТВА ТА РІЗНОМАНІТТЯ УГРУПОВАНЬ

Одним з основних показників структури біоти (або угруповань флори і фауни) є **багатство видів**, тобто насиченість території (акваторії) видами, родами чи таксонами вищих рангів.

Крім числа видів (родів, родин, рядів), що зустрічаються в цій екосистемі, можна рекомендувати застосування показників відношення кількості видів до числа родів, родин, рядів тощо [1] або, навпаки, показників відношення кількості вищих таксонів до числа нижчих.

Таксономічна структура біотичних угруповань окрім показників загальної насиченості їх видами, включає кількісні характеристики рясності видів чи систематичних груп вищих рангів. Узагальнені дані за багатством видів та їх рясністю на тій чи іншій території (або в акваторії) виражають за допомогою **показників видового різноманіття**. Оцінка видового різноманіття проводиться за допомогою різних індексів: Сімпсона, Маргалефа, Менхінка, Бріллоена, Макінтоша, Бергера-Паркера тощо [13, 10, 11, 8, 17].

Найкращим серед них є інформаційний індекс Шеннона, який, на відміну від багатьох інших, оцінює різноманіття випадкових вибірок, тому частіше за все використовується при вивченні структури угруповань [2, 4, 6, 15, 14]. Крім того, він об'єднує видове багатство і вирівненість в єдину величину та кількісно (в бітах) оцінює рівноімовірність реєстрації різних видів в угрупованні, що дозволяє диференціювати угруповання з однаковим видовим багатством, але з різним ступенем домінування тих або інших видів. Застосування цього індексу можливе і на вищих рівнях таксономічної ієрархії (для родів, родин, рядів тощо). Іноді його використовують також для аналізу інших сукупностей організмів: різних генотипів, вікових груп тощо [8].

Разом із показниками видового багатства та різноманіття було запропоновано розглядати структуру таксономічних відношень в угрупованні, або «таксономічне різноманіття» [5]. Обрахунок таксономічного різноманіття проводиться аналогічно обчисленню видового різноманіття. При цьому на першому етапі досліджується таксономічне багатство угруповання (сума таксонів компонентів). Наступним етапом є аналіз власне «таксономічного різноманіття».

Таксономічне багатство визначається за допомогою функції, яка репрезентує суму таксонів в угрупованні, що існує на даній території (в акваторії). Наприклад, для угруповання, що включає 5 видів 4 родів 3 родин 2 рядів 1 класу, сума таксонів становить: $5+4+3+2+1=15$.

Таксономічне різноманіття можна оцінити через індекс Шеннона як рівноімовірність представленості в множині (фауні чи флорі) підмножин. Якщо при оцінці видового різноманіття як змінні (P_i) виступають показники рясності видів, то при оцінці «таксономічне різноманіття» враховують суму таксонів різного рангу, а як змінні виступають частки таксонів різних рангів без урахування рясності таксонів. У нашому прикладі сума таксонів становить 15, а частки – $5/15$, $4/15$, $3/15$, $2/15$, $1/15$.

Зрозуміло, що таксономічне різноманіття тим більше, чим вищі таксономічні рівні представляють види, які зареєстровані на досліджуваній території (в акваторії). Детальний розгляд та алгоритм обрахунку цього показника наведено раніше [7].

Для коректного порівняння угруповань за показником таксономічного різноманіття необхідно використовувати одномасштабну таксономічну шкалу (у наших моделях: вид – рід – родина – ряд; рис. 1, табл. 1). У реальних ситуаціях звичайними є випадки таксономічного виродження, коли таксони вищих рангів інваріантні та дорівнюють одиниці. У такому разі ієрархічні схеми мінімізуються, і рівні, що представлені одним таксоном, не враховуються.

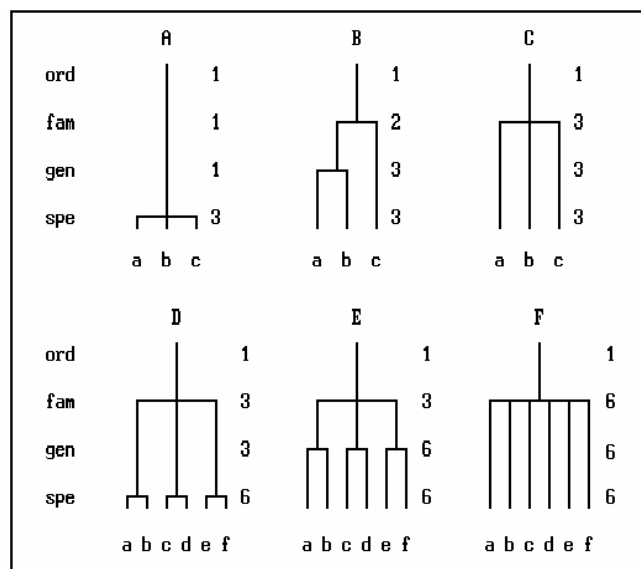


Рис. 1. Моделі таксономічної структури у двох серіях рівновеликих угруповань.

Верхній рядок (A, B, C) – 3 види, нижній (D, E, F) – 6 видів.

Таксономічні ранги: spe, gen, fam, ord – вид, рід, родина, ряд відповідно.

Коли виродження таксономічної структури угруповання максимальне (рис. 1, модель А), для оцінки таксономічного різноманіття (H_t) необхідно брати до уваги другий таксономічний рівень. Так, модель А повинна обраховуватись за схемою А', а моделі В...F – за схемами В'...F' (табл. 1).

Показники видового і таксономічного різноманіття можна застосовувати для оцінки складності структурної організації тваринних чи рослинних угруповань. Якщо показник видового різноманіття оцінює кількість організованості в угрупованні, то показник таксономічного різноманіття відображає якісну сторону ступеня організованості угруповання. Отже, завдання полягає в тому, щоб об'єднати ці показники і надалі проводити комплексну оцінку угруповань з урахуванням обох показників.

Таблиця 1 – Оцінка таксономічного різноманіття для шести моделей угруповань (моделі показано на рис.1)

Модель	Число видів	Число таксонів за рангами			Сума таксонів	Різнорманіття, H_t
		родів	родин	рядів		
A	3	1	1	1	6	–
B	3	3	2	1	9	–
C	3	3	3	1	10	–
D	6	3	3	1	13	–
E	6	6	3	1	16	–
F	6	6	6	1	19	–
A'	3 (3/4)	1 (1/4)	–	–	4	0,811
B'	3 (3/8)	3 (3/8)	2 (2/8)	–	8	1,561
C'	3 (3/9)	3 (3/9)	3 (3/9)	–	9	1,585
D'	6 (6/12)	3 (3/12)	3 (3/12)	–	12	1,500
E'	6 (6/15)	6 (6/15)	3 (3/15)	–	15	1,522
F'	6 (6/18)	6 (6/18)	6 (6/18)	–	18	1,585

Для цього можна використати мультиплікативну функцію, що включає, з одного боку, показник таксономічного різноманіття, а з іншого – питомий показник «ієрархічного» різноманіття [8, 16].

Останній являє собою середнє значення видової насиченості (кількісну оцінку видового багатства), або видової рясності різних таксономічних рівнів (видового, родового, родинного тощо), тобто є аналогом показника видового різноманіття, який обраховується на рівні родів, родин тощо. Щоб позбутися розмірності показника в бітах у квадраті, доречно після його обчислення брати квадратний корінь. Отже, структурна складність угруповання буде оцінюватись функцією, яку можна представити формулою:

$$C = (H_t \cdot 1/N \sum H_i)^n,$$

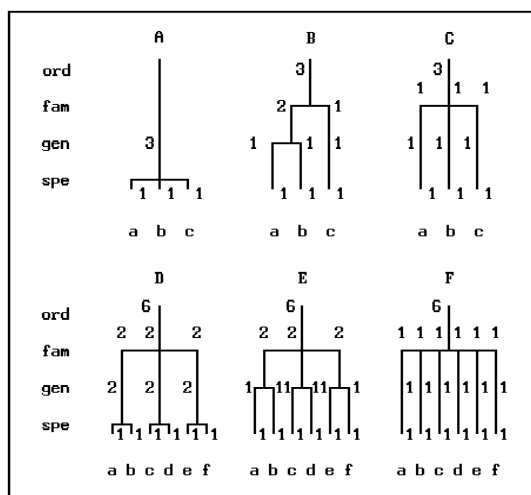


Рис. 2. Моделі таксономічної структури угруповань, що ілюструють техніку обчислення показника складності. Цифри в ключових точках вказують на число підпорядкованих таксонів першого таксономічного рівня (видів)

де H_t – показник таксономічного різноманіття; H_i – показник видової насиченості або видової рясності i -го таксономічного рівня, N – кількість рівнів, що аналізується, n – показник степеня ($n = 1/2$).

Запропонований показник враховує як структуру таксономічних відношень організмів, так і їх дольову представленість на різних таксономічних рівнях. При цьому він відображає якісно-кількісну характеристику організованості угруповання. У зв'язку з цим його можна вважати інтегральним показником, що оцінює різноманіття біотичних угруповань [4, 6].

Опрацювання зазначеного показника на моделях та природних угрупованнях показало ефективність його застосування для оцінки складності, або ступеня організованості угруповань організмів різних таксономічних груп. Обчислення показника складності на прикладі кількох моделей угруповань, які характеризуються різною таксономічною структурою (рис. 2), наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінка складності для шести моделей угруповань

Модель	H_t	Ієрархічне різноманіття			Складність С
		H_{spe}	H_{gen}	H_{fam}	
A	0,811	1,585	0	–	0,802
B	1,561	1,585	1,585	0,918	1,459
C	1,585	1,585	1,585	1,585	1,585
D	1,500	2,585	1,585	1,585	1,696
E	1,522	2,585	2,585	1,585	1,851
F	1,585	2,585	2,585	2,585	2,024

Примітка: H_t – таксономічне різноманіття; H_{sp} – видове різноманіття (представленість видів рівноімовірна); H_{gen} – різноманіття насиченості родів видами; H_{fam} – різноманіття насиченості родин видами.

ОЦІНКА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТІ, УНІКАЛЬНОСТІ ТА ЦІННОСТІ ЕКОСИСТЕМ

У цьому розділі розглянуто показники, що пропонуються для оцінки репрезентативності, унікальності та цінності екосистем за багатством і різноманіттям біотичних угруповань. При первинному аналізі достатньою стає оцінка різноманіття угруповання шляхом порівняння комплексу його характеристик з будь-яким (навіть абстрактним) еталоном, яким є теоретична модель або фактичне угруповання, відтворене шляхом синтезу емпіричних даних (зокрема, запозичених з літературних джерел). Надалі можливе порівняння нових даних, отриманих при проведенні відповідного дослідження, з тим же самим еталоном, або порівняння між собою двох чи кількох ділянок за розглянутими показниками різноманіття.

У найзагальнішому вигляді **типовість (репрезентативність)** ділянок, рекомендованих для заповідання, визначається якнайбільшим представництвом тих або інших таксонів у складі фауни, флори чи біотичних угруповань тощо більших за розміром територій (акваторій). Слід диференціювати типовість (R) за багатством (R_s), за різноманіттям (R_n), за таксономічним різноманіттям (R_{Ht}), за складністю (R_c). У випадках, коли порівняльний аналіз проводиться відносно абстрактного еталона, ці показники обчислюються за такими формулами:

$$a) R_s = n_i / S,$$

де n_i – число видів (родів, родин, рядів тощо) для досліджуваної ділянки, S – загальна кількість видів (родів, родин, рядів тощо) для заповідника (регіону, біому, біосфери);

$$б) R_n = H_i / H_{max},$$

де H_i – різноманіття видове (родів, родин, рядів тощо) для досліджуваної ділянки, H_{max} – різноманіття видове (родів, родин, рядів тощо) для досліджуваної ділянки при максимальній вирівненості компонентів угруповання, або реальне різноманіття видове (родів, родин, рядів тощо) в цілому для заповідника (регіону, біому, біосфери);

$$в) R_{Ht} = H_{Ti} / H_{Tmax},$$

де H_{Ti} – таксономічне різноманіття для досліджуваної ділянки, H_{Tmax} – абсолютна монотипність (всі види представляють найвищі таксони) для досліджуваної ділянки, або реальне таксономічне різноманіття для заповідника (регіону, біому, біосфери);

$$г) R_c = R_{Ci} / R_{Cmax},$$

де R_{Ci} – структурна складність угруповання для досліджуваної ділянки, R_{Cmax} – максимально можлива складність угруповання для досліджуваної ділянки, або реальна структурна складність угруповання для заповідника (регіону, біому, біосфери).

Останню формулу можна представити і по-іншому:

$$R_c = (H_{Ti} \cdot 1/N \sum H_i)^n / (H_{Tmax} \cdot 1/N \sum H_{Imax})^n,$$

де H_{Ti} – показник таксономічного різноманіття для досліджуваної ділянки, H_i – показник видової насиченості або видової рясності i -го таксономічного рівня, H_{Tmax} – абсолютна монотипність (всі види представляють найвищі таксони) для досліджуваної ділянки, або реальне таксономічне різноманіття в цілому для заповідника (регіону, біому, біосфери), H_{Imax} – різноманіття видове (родів, родин, рядів тощо) для досліджуваної ділянки при максимальній вирівненості компонентів угруповання, або реальне різноманіття видове (родів, родин, рядів тощо) для заповідника (регіону, біому, біосфери), N – кількість рівнів, що аналізуються, n – показник степеня ($n = 1/2$).

Унікальність екосистем залежить від наявності раритетних представників фауни чи флори у складі біотичних угруповань. Аналіз можна проводити як окремо для ендемічних, реліктових і рідкісних видів, так і для всіх разом. Як і в попередньому випадку (щодо типовості), доцільно диференціювати унікальність (U) за:

- а) багатством (U_s),
- б) різноманіттям (U_n),
- в) таксономічним різноманіттям (U_{nt}),
- г) складністю (U_c).

Обрахунки та позначення тут такі ж самі, як і при розрахунках типовості (репрезентативності) ділянок, але стосуються вони тільки зазначених груп організмів.

Унікальність залежить від наявності ендемічних, реліктових і рідкісних представників фауни чи флори, тваринних або рослинних угруповань тощо, у зв'язку з чим найбільшою унікальністю будуть характеризуватися такі угруповання, де всі перелічені показники будуть мати найвищі значення при порівнянні двох (або кількох) ділянок. У випадках, коли порівняльний аналіз проводиться відносно абстрактного еталону, найбільшою унікальністю будуть характеризуватися угруповання, де всі показники матимуть значення близькі до одиниці.

Отже, репрезентативні за унікальністю ділянки будуть місцем помешкання якнайбільшої кількості рослинних і тваринних організмів, які представляють найвищі ранги раритетних таксонів для заповідника (регіону, біому, біосфери).

Цінність тієї чи іншої екосистеми в межах усієї заповідної території (акваторії) повинна розглядатися з урахуванням її унікальності, рідкісності, з одного боку, та репрезентативності – з іншого. Риси унікальності взагалі підвищують цінність ділянки, якщо вони стосуються суттєвих параметрів різноманіття біотичних угруповань [1].

Серед останніх це, по-перше, – значне багатство і різноманіття угруповань (у тому числі й на рівні таксонів вищих рангів), а, по-друге, – високі показники таксономічного різноманіття та складності за унікальністю, тобто коли раритетні види представляють вищі таксони (по аналогії з поняттям «рівень ендемізму»), значні за кількістю та вирівняні за рясністю. Отже, найбільш цінні екосистеми будуть перш за все репрезентувати унікальність тваринних, рослинних або біотичних угруповань.

Таким чином, за розробленим алгоритмом із застосуванням запропонованих показників можна одержати кількісну оцінку наявного багатства і різноманіття тваринних, рослинних або біотичних угруповань природно-територіальних комплексів, що надає можливість проводити ексклюзивне виявлення репрезентативних, унікальних та цінних за біорізноманіттям територій, перспективних для включення до мережі природно-заповідного фонду (ПЗФ) держави. На підставі розроблених критеріїв спробуємо оцінити біорізноманіття деяких територій у Чернігівській та Київській областях.

АНАЛІЗ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ДЕЯКИХ ТЕРИТОРІЙ В ЧЕРНІГІВСЬКІЙ ТА КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТЯХ (НА ПРИКЛАДІ ПТАХІВ)

У Лісостепу та Поліссі Лівобережної України знаходиться багато природно-заповідних територій, більшість з яких мають категорію заказників загальнодержавного та місцевого значення. Біосферні та природні заповідники в цьому регіоні відсутні, але є три національні природні парки – «Деснянсько-Старогутський» [12], «Ічнянський» та «Мезинський». Найбільше одиниць ПЗФ серед областей України має Чернігівщина. Тільки заказників місцевого значення на 1986 рік тут налічувалось 361, а загальна кількість територій та об'єктів усіх категорій складала 530 одиниць [9]. Зрозуміло, що вони мають неоднакове значення для збереження біорізноманіття.

Останнє зумовлено різними причинами, серед яких – площа територій, що охороняються, місце їх розташування, число раритетних видів рослин і тварин. Відомо багато прикладів, коли території ПЗФ створювались на девастованих ділянках, які не мають ніякої цінності для природоохоронної справи. Надзвичайно актуальним на сьогодні є перегляд існуючих об'єктів ПЗФ. При цьому головною метою стає виявлення найбільш цінних за біорізноманіттям ділянок та розробка відповідних рекомендацій щодо їхнього природоохоронного значення. Польові дослідження проводили в Лісостепу та Поліссі Лівобережної України, де було обстежено кілька десятків заказників, переважно гідрологічних. У цій роботі розглядаються тільки ті заказники, що використовуються як приклади комплексної оцінки їх значення для збереження фауни, зокрема птахів, що гніздяться.

Для того, щоб аналіз був коректним, відбирались тільки ті ділянки, які є перспективними для внесення до мережі ПЗФ та відповідають таким критеріям: територія включає водно-болотні угіддя і є значною за площею (не менше 200 га). Зрозуміло, що не можна порівнювати за біорізноманіттям території, які значно різняться за площею (наприклад, 10 га та 1000 га). Більшість, з 15 обраних за цими критеріями

територій, знаходиться в Чернігівській області, дві – у Київській області (на межі з Чернігівщиною). Причому, на 14 з них утворені об'єкти ПЗФ і тільки одна не є такою (табл. 3).

Таблиця 3 – Список територій, які були відібрані для аналізу

№ ділянки	Назва території	Природоохоронний статус	Розташування	Площа ділянок, (га)
1	«Дорогинський» та «Жевак»	Гідрологічний заказник загальнодержавного значення «Дорогинський», гідрологічний заказник місцевого значення «Жевак»	Чернігівська обл., Ічнянський р-н	1200
2	«Сосинський»	Гідрологічний заказник загальнодержавного значення «Сосинський»	Чернігівська обл., Козелецький р-н	400
3	«Каморетський»	Загальнозоологічний заказник загальнодержавного значення «Каморетський»	Чернігівська обл., Менський р-н	500
4	«Дніпрово-Деснянський»	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Дніпрово-Деснянський»	Київська обл., Вишгородський р-н	900
5	«Усівський»	Гідрологічні заказники загальнодержавного значення «Усівський-1» та «Усівський-2»	Київська обл., Згурівський та Яготинський р-ни	1300
6	«Городок»	Гідрологічний заказник місцевого значення «Городок»	Чернігівська обл., Щорський р-н	600
7	«Болото Супій»	Гідрологічний заказник місцевого значення «Болото Супій»	Чернігівська обл., Бобровицький р-н	200
8	«Бондарівське»	Гідрологічний заказник місцевого значення «Бондарівське»	Чернігівська обл., Козелецький р-н	700
9	«Антонівський»	Гідрологічний заказник місцевого значення «Антонівський»	Чернігівська обл., Варвинський р-н	300
10	«Полівщина»	Гідрологічні заказники місцевого значення «Полівщина-1» та «Полівщина-2»	Чернігівська обл., Варвинський та Прилуцький р-ни	1100
11	«Свидовецький»	Гідрологічний заказник місцевого значення «Свидовецький»	Чернігівська обл., Бобровицький р-н	400
12	«Вербівський» та «Широкий лог»	Гідрологічні заказники місцевого значення «Вербівський» та «Широкий лог»	Чернігівська обл., Ріпкинський та Городнянський р-ни	300
13	«Машівський»	Гідрологічний заказник місцевого значення «Машівський»	Чернігівська обл., Семенівський р-н	300
14	Болото «Замглай»	Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Болото Замглай»	Чернігівська обл., Ріпкинський р-н	800
15	Заплави річок Снов та Єлинка	Немає	Чернігівська обл., Щорський р-н	300

РЕЙТИНГ ОБСТЕЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА БІОРІЗНОМАНІТТЯМ. РАРИТЕТНІ ВИДИ ПТАХІВ, ЩО ГНІЗДЯТЬСЯ В РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Показники багатства та різноманіття фауністичних угруповань для 15 відібраних територій розраховано за двома списками: за раритетними і за всіма видами птахів, що мешкають на кожній з ділянок. Птахи, як і хребетні загалом, відносяться до найбільш вразливої групи тварин із найвищим рівнем ризику зникнення, і стан їхніх популяцій віддзеркалює збереженість природних територій. Слід зазначити, що не всіх рідкісних видів тварин включено до «Червоної книги України», тому ми використовуємо ширшу категорію – «раритетні види», тобто види, що входять до різних «червоних» списків («червонокнижні» види), а також декілька рідкісних у регіоні видів, гніздування яких доведено на територіях що досліджувалися. Це стосується деркача та дупеля. Ці види не було включено до Червоної книги, хоча вони увійшли до Європейського списку глобально вразливих видів.

Наявність раритетних видів на територіях ПЗФ може свідчити про високий ступінь збереженості екосистем. Як свідчать дані досліджень, присутність рідкісних видів зазвичай визначається відносним таксономічним багатством відповідного надвидового таксону (зокрема, ряду).

Загалом список раритетних видів птахів Лісостепу та Полісся Лівобережної України включає 30 видів, у тому числі 28 «червонокнижних» і 2 регіонально рідкісних видів (табл. 4). Наявність раритетних видів птахів, що гніздяться на територіях ПЗФ дослідженого регіону, загалом висока. Більше третини цих видів (38 %) присутні на досліджених ділянках. Результати обліків дозволяють констатувати, що число цих видів на територіях заповідної мережі загалом свідчить про високий рівень збереженості природних угруповань. Проводилося також складання списків видів птахів, які гніздяться на кожній з цих 15 територій (виключенням є заказник «Машівський», де така робота не була зроблена). Кількість видів, що були зареєстровані на окремих ділянках, коливалася від 59 (заказники «Вербівський» та «Широкий лог») до 132 (заказники «Поліівщина»).

Таблиця 4 – Раритетні види птахів, які гніздяться на території північно-східної України

Ряд	Вид
Види, які включено до “Червоної книги України”	
Ряд Лелекоподібні – <i>Ciconiiformes</i>	Лелека чорний – <i>Ciconia nigra</i>
Ряд Гусеподібні – <i>Anseriformes</i>	Чернь білоока – <i>Aythya nyroca</i> Гоголь – <i>Bucephala clangula</i>
Ряд Соколоподібні – <i>Falconiformes</i>	Скопа – <i>Pandion haliaetus</i> Шуліка рудий – <i>Milvus milvus</i> Лунь польовий – <i>Circus cyaneus</i> Канюк степовий – <i>Buteo rufinus</i> Змієїд – <i>Circaetus gallicus</i> Орел-карлик – <i>Hieraaetus pennatus</i> Підорлик великий – <i>Aquila clanga</i> Підорлик малий – <i>Aquila pomarina</i> Могильник – <i>Aquila heliaca</i> Орлан-білохвіст – <i>Haliaeetus albicilla</i> Балабан – <i>Falco cherrug</i> Сапсан – <i>Falco peregrinus</i>
Ряд Куроподібні – <i>Galliformes</i>	Глухар – <i>Tetrao urogallus</i>
Ряд Журавлеподібні – <i>Gruiformes</i>	Журавель сірий – <i>Grus grus</i> Дрохва – <i>Otis tarda</i>
Ряд Сивкоподібні – <i>Charadriiformes</i>	Ходуличник – <i>Himantopus himantopus</i> Лежень – <i>Burhinus oedipnemos</i> Кулик-сорока – <i>Haematopus ostralegus</i> Поручайник – <i>Tringa stagnatilis</i> Кроншнеп великий – <i>Numenius arquata</i>
Ряд Совоподібні – <i>Strigiformes</i>	Пугач – <i>Bubo bubo</i> Сич волохатий – <i>Aegolius funereus</i> Сипуха – <i>Tyto alba</i>
Ряд Горобиноподібні – <i>Passeriformes</i>	Сорокопуд сірий – <i>Lanius excubitor</i> Очеретянка прудка – <i>Acrocephalus paludicola</i>
Види, що не увійшли до “Червоної книги України”	
Ряд Журавлеподібні – <i>Gruiformes</i>	Деркач – <i>Crex crex</i>
Ряд Сивкоподібні – <i>Charadriiformes</i>	Дупель – <i>Gallinago media</i>

Порівняльний аналіз ділянок за показниками багатства та різноманіття угруповань птахів наведено в таблицях 5 та 6. Очевидно, що за всіма показниками досліджені ділянки відрізняються досить суттєво. Результати цього аналізу представлено на діаграмах (рис. 4, 5).

Найвищі показники складності за раритетними видами характерні для ділянок 15 (заплави річок Снов та Слінка), 14 («Замглай»), 6 («Городок») та 4 («Дніпрово-Деснянський»). Найменші показники відмічено для ділянок: 9 («Антонівський»), 13 («Машівський»), 12 («Вербівський» та «Широкий лог»), при цьому на останній не зареєстровано жодного раритетного виду птахів (табл. 5; рис. 5).

Що ж стосується визначення репрезентативних територій (табл. 6), то найбільш репрезентативними за багатством та різноманіттям з позицій представленості таксонів різного рангу будуть такі ділянки (рис. 5): 14 (болото «Замглай»), 10 («Поліівщина»), 9 («Антонівський»). Найбільш збідненим представництвом, а отже й найменшою репрезентативністю за багатством і різноманіттям угруповань птахів характеризується ділянка 12 («Вербівський» і «Широкий лог»).

Таблиця 5 – Багатство і різноманіття угруповань птахів досліджених ділянок, розраховані за списком раритетних видів

Ділянка	Багатство					Різноманіття					
	видів	родів	родин	рядів	сума таксонів	видів	родів	родин	рядів	таксономічне	складність
1	3	3	3	3	12	1,59	1,59	1,59	1,59	2,00	1,78
2	2	2	2	2	8	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,41
3	4	4	3	3	14	2,00	2,00	1,50	1,50	1,99	1,86
4	6	6	3	3	18	2,59	2,59	1,25	1,25	1,92	1,92
5	3	3	3	3	12	1,59	1,59	1,59	1,59	2,00	1,78
6	7	6	4	3	20	2,81	2,52	1,66	1,38	1,93	2,01
7	2	2	2	2	8	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,41
8	4	4	3	3	14	2,00	2,00	1,50	1,50	1,99	1,86
9	1	1	1	1	4	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
10	2	2	2	2	8	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,41
11	2	2	2	2	8	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,41
12	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	1	1	1	1	4	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
14	5	5	4	4	18	2,32	2,32	1,92	1,92	1,99	2,06
15	5	5	5	4	19	2,32	2,32	2,32	1,92	1,99	2,11

Примітка: номери ділянок (1-15) – позначення ті ж самі, що й у таблиці 3.

Таблиця 6 - Багатство і різноманіття угруповань птахів досліджених ділянок

Ділянка	Багатство					Різноманіття					
	видів	родів	родин	рядів	сума таксонів	видів	родів	родин	рядів	таксономічне	складність
1	121	78	37	15	251	6,92	6,08	4,77	2,50	1,68	2,92
2	113	73	35	14	235	6,82	5,99	4,68	2,46	1,68	2,90
3	121	79	36	14	250	6,92	6,09	4,74	2,63	1,67	2,92
4	117	74	37	15	253	6,87	5,96	4,64	2,46	1,69	2,90
5	117	76	37	15	245	6,87	6,05	4,77	2,55	1,69	2,93
6	106	68	35	14	223	6,73	5,87	4,58	2,39	1,70	2,89
7	83	57	30	14	184	6,38	5,63	4,48	2,28	1,75	2,87
8	107	72	37	14	230	6,74	5,98	4,70	2,48	1,71	2,92
9	112	77	38	15	242	6,81	6,10	4,78	2,50	1,71	2,94
10	132	86	39	15	272	7,04	6,22	4,82	2,67	1,66	2,94
11	93	63	31	14	201	6,54	5,78	4,48	2,39	1,72	2,88
12	59	43	27	12	141	5,83	5,29	4,40	2,13	1,81	2,83
13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	117	76	38	16	247	6,87	6,05	4,76	2,67	1,71	2,95
15	115	72	36	14	237	6,85	5,93	4,62	2,44	1,68	2,89

Примітка: номери ділянок (1-15) – позначення ті ж самі, що й у таблиці 3.

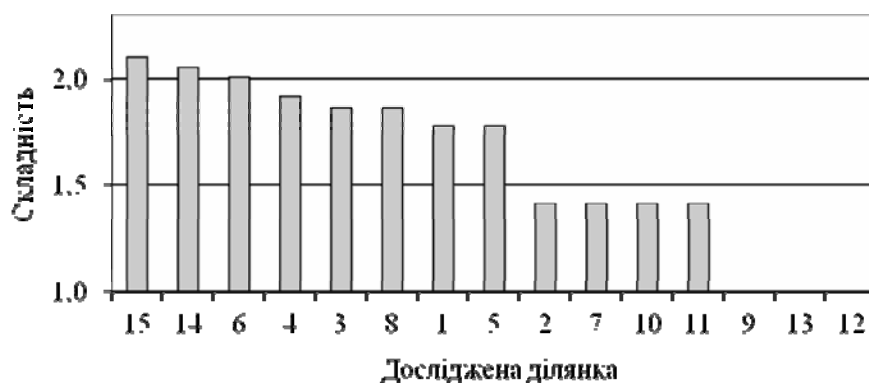


Рис. 4. Рейтинг територій за показником складності угруповань, розрахованим за списком раритетних видів птахів (дані з табл. 5)

Враховуючи рейтингову оцінку унікальності та репрезентативності досліджених територій за біорізноманіттям (табл. 5, 6), можна провести їх порівняння. Якщо обрахувати адитивну функцію складності за рідкісними та всіма видами птахів, одержимо комплексний показник складності, який можна рекомендувати для визначення цінних за біорізноманіттям екосистем.

Дані, що наведено в таблиці 7, а також результати аналізу розподілу показників багатства і різноманіття, обчислених за раритетними та всіма видами птахів (рис. 6), і рейтингового положення ділянок за комплексним показником складності (рис. 7), дозволяють визначити цінність територій. Отже, найбільш цінними ділянками є: 14 (болото «Замглай»), 15 (заплави річок Снов і Єлинка), 6 («Городок»), 4 («Дніпрово-Деснянський»). Рейтингова оцінка територій за комплексним показником складності угруповань збігається з оцінками таксономічного багатства досліджених ділянок (рис. 4, 5).

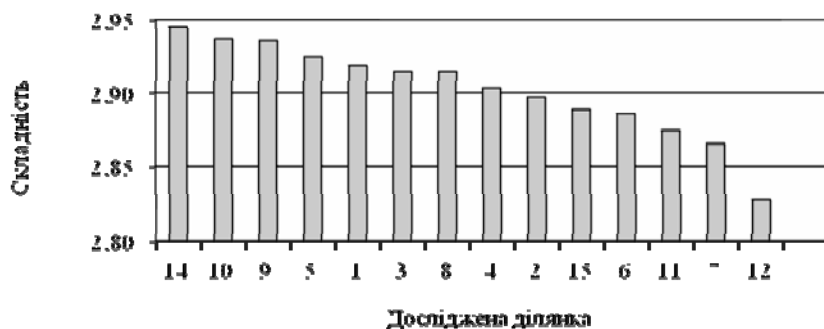


Рис. 5. Рейтинг репрезентативних за біорізноманіттям територій.
Показник складності розрахований за списком усіх видів птахів (табл. 6)

Таблиця 7 – Порівняльна характеристика багатства та різноманіття угруповань птахів (за даними табл. 5,6)

Ділянка	Багатство (сума таксонів)		Різноманіття		
	за раритетними видами	за всіма видами	Показник складності (C)		Комплексний показник складності (C ₁ +C ₂)
			за раритетними видами (C ₁)	за всіма видами (C ₂)	
1	12	251	1,78	2,92	4,70
2	8	235	1,41	2,90	4,31
3	14	250	1,86	2,92	4,78
4	18	253	1,92	2,90	4,82
5	12	245	1,78	2,93	4,71
6	20	223	2,01	2,89	4,89
7	8	184	1,41	2,87	4,28
8	14	230	1,86	2,92	4,78
9	4	242	0,00	2,94	2,94
10	8	272	1,41	2,94	4,35
11	4	201	1,41	2,88	4,29
12	0	141	0,00	2,83	2,83
13	4	—	0,00	—	—
14	18	247	2,06	2,95	5,00
15	19	237	2,11	2,89	4,99

Примітка: Номери ділянок (1–15) — позначення ті ж самі, що й у таблиці 3; C₁ та C₂ – відповідно складність за раритетними та за всіма видами птахів.

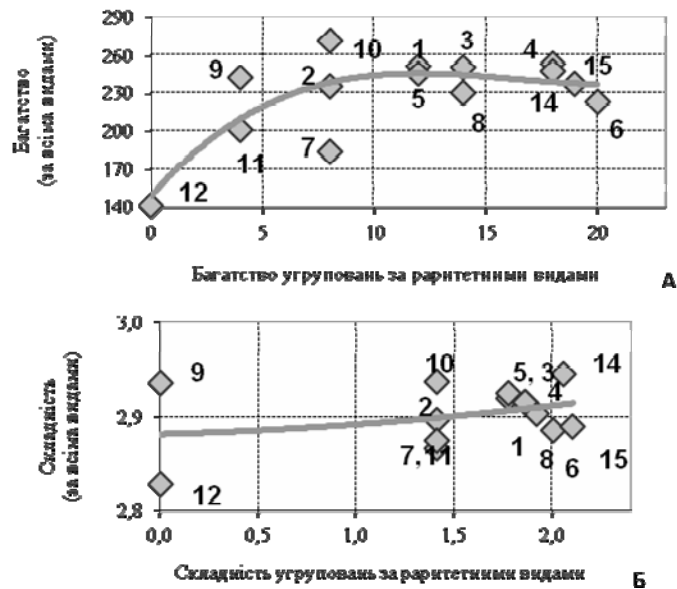


Рис. 6. Розподіл показників багатства (А) та різноманіття (Б), розрахованих для раритетних видів (абсциса) та для всіх видів птахів (ордината) за даними таблиці 7.

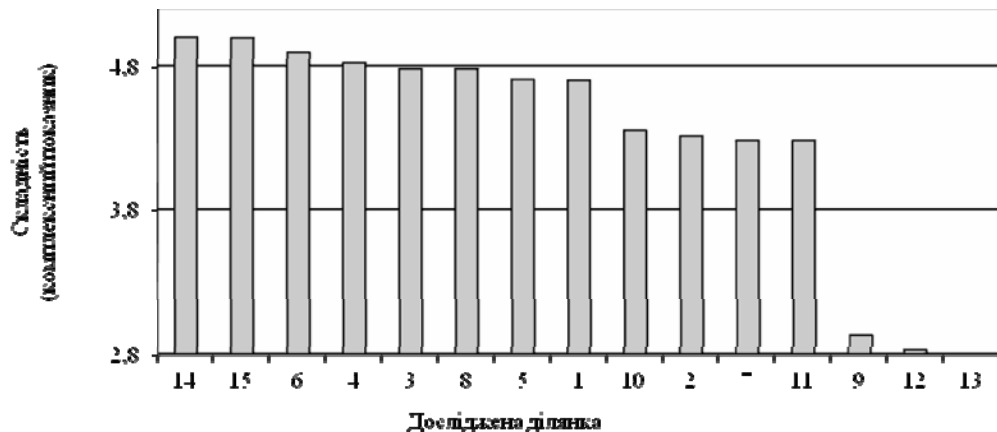


Рис. 7. Рейтингове положення цінних за біорізноманіттям територій. Як основний показник використано комплексний показник складності (табл. 7).

ВИСНОВКИ

У цій роботі використано матеріали, що стосуються в основному видового багатства птахів 15 територій, розташованих у Чернігівській та Київській областях. Серед цих територій 14 відносяться до природно-заповідного фонду України, з яких 6 – заказники загальнодержавного, а 8 – місцевого значення. Одна ділянка взагалі не є природоохоронною. Таким чином, у результаті проведених досліджень і подальшого аналізу даних польових робіт із застосуванням показників таксономічного багатства й різноманіття та розробленого алгоритму можна визначити унікальність і цінність зазначених територій за біорізноманіттям.

Якщо виходити з позицій значення територій для збереження рідкісних видів птахів, то найвищі показники складності за раритетними видами характерні для чотирьох ділянок, з яких тільки дві відносяться до категорії «Заказник загальнодержавного значення» (ландшафтні заказники «Дніпрово-Деснянський» та «Болото Замглай»), а ще одна взагалі не має природоохоронного статусу. З п'яти заказників загальнодержавного значення найнижчим показником складності характеризується гідрологічний заказник «Сосинський». Виходячи з цього, для більш ефективної охорони птахів, яких включено в «Червону книгу України», доцільно було би включити території, що знаходяться у верхів'ях річки Замглай (ділянка 14) та в заплавах річок Снов і Єлинка (ділянка 15), до ПЗФ України, створивши, як мінімум, зоологічні заказники загальнодержавного значення.

Також «підвищити» статус гідрологічних заказників місцевого значення «Бондарівське» та «Городок» до заказників загальнодержавного значення, надавши їм категорію «загальнозоологічний» і збільшивши їхню площу в 2–3 рази.

Дещо інша картина вимальовується, якщо аналізувати території за багатством і різноманіттям угруповань усіх птахів, що там гніздяться. Найбільш репрезентативними за цими показниками є болото «Замглай» (ділянка 14), а також гідрологічні заказники місцевого значення, розташовані в заплаві річки Удай («Поліівщина» та «Антонівський»). Найбіднішим представництвом птахів, а, отже, й найменшою репрезентативністю за багатством і різноманіттям характеризуються ділянка 12 («Вербівський» та «Широкий лог») і ділянка 7 («Болото Супій»). Аналіз за цими показниками підтвердив рекомендації, що було наведено вище. У першу чергу це стосується «Замглая» та «Бондарівського».

Результати проведеного аналізу дозволяють запропонувати й інші рекомендації. Зокрема, заплава річки Удай має важливе значення для збереження екосистем, що характерні для Лівобережного Лісостепу. Тому на ділянці річки від м. Прилуки до межі з Полтавщиною доцільно створити національний природний парк і включити до його складу заказники (місцевого значення) «Поліівщина-1», «Поліівщина-2», «Антонівський», «Бутилівське», «Заудаївський», «Леляківський» та прилеглі до них території. Доцільно виключити з ПЗФ України гідрологічні заказники місцевого значення «Вербівський» та «Широкий лог» – зараз території цих заказників являють собою сільськогосподарські угіддя та торф'яні кар'єри, у зв'язку з чим і видовий склад гніздової орнітофауни тут надзвичайно бідний. Що стосується гідрологічного заказника (місцевого значення) «Машівського», то в сучасному осушеному стані він може бути перспективним лише для робіт з ренатуралізації боліт. Низькі показники багатства й різноманіття угруповань птахів, що властиві для гідрологічного заказника місцевого значення «Болото Супій», пояснюються його невеликою площею, у зв'язку з чим доцільно приєднати цей заказник до гідрологічного заказника місцевого значення «Свидовецький», із яким він межує.

ЛІТЕРАТУРА

1. Второв П. П., Второва В. Н. Эталоны природы (Проблемы выбора и охраны). – М.: Мысль, 1983. – 205 с.
2. Емельянов И. Г. Разнообразие фаунистических комплексов как показатель состояния биоты // Фауна Східних Карпат: сучасний стан і охорона. – Ужгород, 1993. – С. 8–20.
3. Емельянов И. Г. Оцінка біорізноманіття екосистем у контексті оптимізації мережі природно-заповідних територій // Заповідна справа в Україні на межі тисячоліть. – Канів, 1999. – С. 119–127.
4. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. – К., 1999. – 168 с.
5. Емельянов И. Г., Загороднюк И. В. Таксономическое разнообразие фаунистических комплексов и стратегия сохранения генофонда животного мира // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе: Илим, 1990. – С. 45–46.
6. Емельянов И. Г., Загороднюк И. В., Хоменко В. Н. Таксономическая структура и сложность биотических сообществ // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 8, № 4. – С. 6–17.
7. Загороднюк И. В., Емельянов И. Г., Хоменко В. Н. Оценка таксономического разнообразия фаунистических комплексов // Доповіді НАН України (Серія: Математика, природознавство, технічні науки). – 1995. – № 7. – С. 145–148.
8. Мэргаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
9. Одноралов В. С., Давыдок В. П., Божко А. Б. и др. Природно-заповедный фонд Украинской ССР. – К.: Урожай, 1986. – 224 с.
10. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 742 с.
11. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
12. Природно-заповідний фонд України загальнодержавного значення: Довідник / Редкол. В. Б. Леоненко та ін. – К., 1999. – 240 с.
13. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 830 с.
14. Margalef R. Perspectives in ecological theory. – Chicago; London: Chicago Univ. Press, 1969. – 111 p.
15. Pielou E. C. Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse // Amer. Naturalist. – 1966. – Vol. 100, № 916. – P. 463–465.
16. Pielou E. C. Ecological diversity. – New York: Wiley, 1975. – 166 p.
17. Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication. – Urbana: Illinois Univ. Press, 1949. – 117 p.

ВПЛИВ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ НА БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТІВ РІЗНИХ ТИПІВ

Жалніна К. В., аспірант

Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського"

Вивчено дію сучасного комплексного біопрепарату на ґрунтах чотирьох різних генетичних типів. Результати досліджень показали, що вплив біопрепарату на структуру мікробіоценозів, ферментативну активність, нітрифікаційну та амоніфікаційну здатність змінюється залежно від типу ґрунту.

Ключові слова: мікробні препарати, мікроорганізми, показник оліготрофності, показник мінералізації, ферментативна активність

Жалніна Е.В. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ РАЗНЫХ ТИПОВ / Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. О.Н. Соколовского», Украина

Изучено действие современного комплексного биопрепарата на почвах четырёх разных генетических типов. Результаты исследований показали, что влияние биопрепарата на структуру микробиоценозов, ферментативную активность, нитрификационную и аммонификационную способность изменяется в зависимости от типа почвы.

Ключевые слова: микробные препараты, микроорганизмы, показатель олиготрофности, показатель минерализации, ферментативная активность

Zhalnina K. THE MICROBIC PREPARATION INFLUENCE ON THE BIOLOGIC INDEXES OF DIFFERENT SOIL TYPES / O.N.Sokolovski National Scientific Center of Soil Science and Agrochemistry Research, Ukraine

Effect of new complex biological preparation was studied on four different soil types. The results of studying show that impact of biological preparation on microbial cenosis, enzymatic activity, nitrification and ammonification ability change depending on soil type.

Key words: microbic preparations, microorganisms, oligotrophic index, mineralization index, enzyme activity

ВСТУП

На даний час постала гостра необхідність відновлення природних екосистем, збереження їхнього біологічного різноманіття, а також захисту агроекосистем від деградації. З усіх факторів, що визначають продуктивність складної системи ґрунт-рослина-мікроорганізми, останні відіграють значну, а часом і головну роль. Мікроорганізми мають суттєвий вплив на формування і генезис ґрунту, значною мірою визначають його родючість. Тому активізація мікробно-рослинної взаємодії є потужним фактором підвищення продуктивності агроекосистем. У зв'язку з цим актуальним є створення і застосування новітніх біотехнологій, які базуються переважно на використанні мікробних препаратів, здатних сприяти одержанню високоякісної екологічно безпечної продукції рослинництва, а також захисту рослин, поліпшенню їхнього живлення та підвищенню урожайності культур [1].

Останнім часом у багатьох країнах досить інтенсивно застосовують мікробні препарати на основі відселекціонованих мікроорганізмів. В Україні також зареєстровано декілька вітчизняних препаратів та на стадії завершення перебуває розробка близько десятка інших мікробних препаратів для низки сільськогосподарських культур [2,3].

Мікробні препарати використовуються вже понад сто років, проте ефективність більшості з них виявилась недостатньою або нестабільною, і з цієї причини вони не відіграли суттєвої ролі в підвищенні продуктивності аграрного виробництва. Відомо, що достовірний господарчий ефект вони забезпечують лише на 60-70%. Для сучасних мікробіологічних препаратів практично немає достовірної інформації щодо впливу ґрунтово-хімічних та біологічних умов на ефективність їхньої дії, що зумовлює зниження ефективності використання препарату в інших регіонах. Тому питання визначення певних ґрунтових умов ефективного використання біопрепаратів є актуальним [2].

Метою даної роботи було встановлення суттєвих відмінностей дії сучасного біопрепарату на різних типах ґрунтів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Об'єктом наших досліджень був ґрунт 4 різних генетичних типів важкосуглинкового та легкоглинистого гранулометричного складу з наступними характеристиками в орному шарі (табл.1).

Нами досліджувалась дія сучасного біопрепарату комплексної дії, мікрогуміну, який розроблений для передпосівної інокуляції ярого ячменю та гречки (Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН). Біопрепарат сприяє підвищенню польової схожості та енергії проростання насіння; формуванню розвиненої кореневої системи, зростанню адсорбуючої здатності коріння; формуванню активного

рослинно-бактеріального симбіозу; збільшенню кількості стебел і активізації формування генеративних органів, що суттєво впливає на насінневу продуктивність культур; інтенсифікації процесу фотосинтезу в рослин [4,5].

Таблиця 1 - Характеристика об'єктів дослідження

Тип ґрунту	рН сол.	Сума увібраних основ, мг-екв на 100 г ґрунту	Вміст вуглецю С за Тюрнімом, %	Загальний азот, %	Вміст рухомого фосфору і калію за Чіриковим мг / 100 г ґрунту	
					P ₂ O ₅	K ₂ O
сірий лісовий	5,3	19,0	1,1	1,9	8,4	26,3
чорнозем опідзолений	5,7	29,3	1,5	2,7	18,0	8,0
чорнозем звичайний	7,0	37,3	2,6	4,5	38,0	12,6
чорнозем типовий	6,4	43,0	3,2	5,5	36,0	5,8

Дослід проводився у вегетаційному будинку ННЦ ІГА. Для досліду використовувалися посудини місткістю 5 дм³. Повторність досліду - чотириразова. Кожний з 4 типів ґрунтів був представлений двома варіантами: з передпосівною бактеризацією зерен ячменю мікрогуміном та контроль без бактеризації. Тест-культура – ячмінь сорту Фенікс.

У дослідних варіантах визначали структуру мікробіоценозів, ферментативну активність, нітрифікаційну та амоніфікаційну здатність ґрунтів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз чисельності основних груп мікроорганізмів виявив наступний вплив на ґрунтову мікрофлору біопрепарату, що застосовувався для передпосівної бактеризації насіння ярого ячменю (табл. 2).

Таблиця 2 - Вплив бактеризації біопрепаратом на мікробіологічні показники ґрунтів різних типів під час вегетації рослин ярого ячменю

Тип ґрунту	Варіанти	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн/г		Активні цети, млн/г	Гриби, тис/г	Оліготрофні мікроорганізми, млн/г	Евтрофні мікроорганізми, млн/г	Сумарний біологічний показник, %
		Органічний	Мінеральний					
сірий лісовий	контроль	14,7	24,2	5,8	42,4	37,3	38,9	65,7
	біопрепарат	11,9	30,6	5,8	49,5	36,9	42,5	68,6
чорнозем опідзолений	контроль	11,2	15,4	5,5	58,7	27,2	26,7	55,3
	біопрепарат	11,0	11,8	4,7	41,2	33,2	22,9	49,8
чорнозем звичайний	контроль	15,6	12,4	5,5	37,8	29,2	28,0	53,9
	біопрепарат	15,6	18,8	4,8	33,7	30,0	34,4	55,9
чорнозем типовий	контроль	22,5	25,6	8,6	101,7	49,8	49,1	96,7
	біопрепарат	10,7	19,6	6,0	44,5	22,4	30,3	54,0
H _P 0 ₅		5,9	5,5	1,5	23,6	9,4		
F _{факт.}		3,9	12,5	5,2	7,4	6,7		
F _т = 2,48								

На чорноземі типовому, де використовувався мікрогумін, чисельність органотрофних бактерій у середньому була у 2 рази нижчою за контроль.

Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот у сірому лісовому ґрунті та чорноземі звичайному, зростає на 27 % та на 52 % відповідно при застосуванні біопрепарату в порівнянні з контролем. Зниження чисельності мікроорганізмів цієї групи відбувається на чорноземі типовому на

24 %. Зменшення кількості актиноміцетів, грибів та оліготрофів відбувалось лише в чорноземі типовому – на 30 %, 56 % та 55 % відповідно. Значення чисельності мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп в інших типах ґрунтів істотно не змінювалися.

Відбулися зміни і функціонального стану (рис. 1, 2.) мікробного комплексу. Зростання мінералізаційного потенціалу відбувалося в сірому лісовому ґрунті, чорноземі звичайному та чорноземі типовому. У чорноземі опідзоленому цей показник знижувався. Водночас показник оліготрофності зменшувався в сірому лісовому типі ґрунту, чорноземі звичайному та чорноземі типовому, але зростав у чорноземі опідзоленому при використанні біопрепарату.

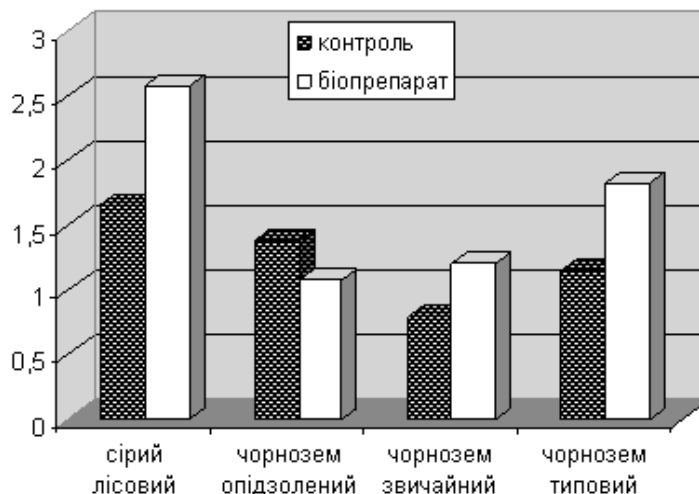


Рис.1. Вплив бактеризації біопрепаратом на показник мінералізації ґрунтів різних типів.

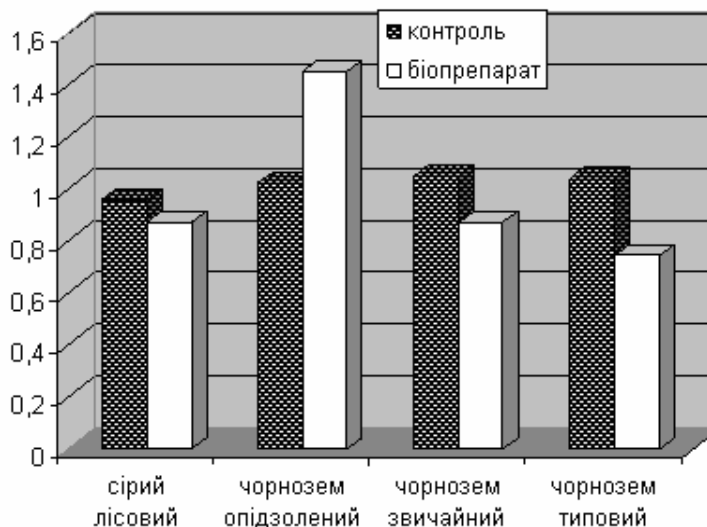


Рис.2. Вплив бактеризації біопрепаратом на показник оліготрофності ґрунтів різних типів.

Для оцінки впливу бактеризації на загальну чисельність мікроорганізмів розраховано сумарний біологічний показник за Дж. Ацці. Позитивний вплив бактеризації на мікрофлору ґрунту спостерігався у варіантах з сірим лісовим ґрунтом та чорноземом звичайним. У варіанті з чорноземом типовим та чорноземом опідзоленим відбувалось зменшення біологічного показника.

Таким чином, у сірому лісовому ґрунті та чорноземі звичайному спостерігався позитивний вплив мікрогуміну як на показники мінералізації й оліготрофності, так і на сумарний біологічний показник, що свідчило про покращення трофічного режиму ґрунтів. На чорноземі типовому, хоча і відбувалось зниження сумарного біологічного показника за рахунок зниження чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, але одночасно активізувалися процеси мінералізації та знижався коефіцієнт оліготрофності. При застосуванні мікрогуміну на чорноземі опідзоленому було визначено зменшення сумарного біологічного показника, погіршення трофічного режиму ґрунту, спад напруженості мінералізаційних процесів.

Для встановлення інтенсивності і спрямованості метаболічних процесів у мікробному ценозі визначено показники ферментативної, амоніфікаційної, нітрифікаційної активності.

Під впливом мікрогуміну дегідрогеназна (рис.3.). активність значно збільшується в порівнянні з контрольним варіантом без бактеризації на сірому лісовому ґрунті та чорноземі опідзоленому – на 28% та 40 % відповідно. На чорноземі звичайному та чорноземі типовому було виявлено незначну тенденцію зменшення активності дегідрогеназної активності.

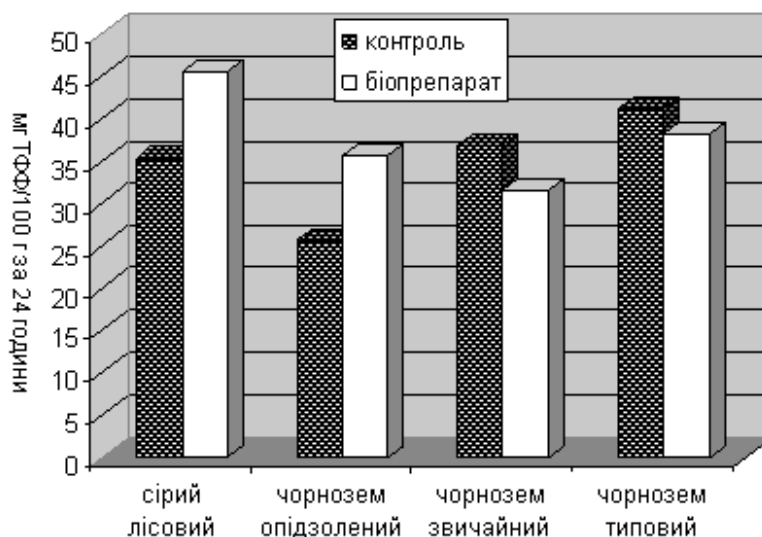


Рис.3. Вплив бактеризації мікрогуміном на дегідрогеназну активність ґрунтів різних типів.

Під впливом мікрогуміну поліфенолоксидазна активність (рис.4.) зменшується на сірому лісовому ґрунті – на 40 % на варіантах з бактеризацією в порівнянні з контролем та має незначну тенденцію до зменшення активності в чорноземі опідзоленому і чорноземі типовому.

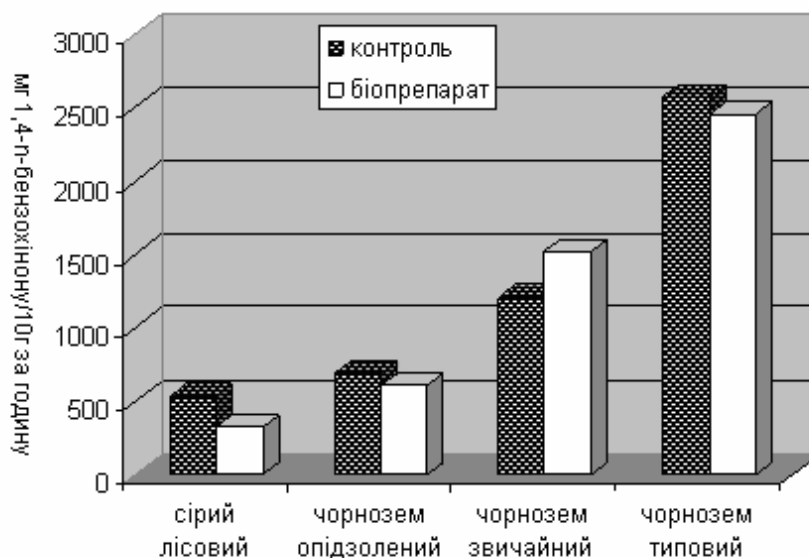


Рис.4. Вплив бактеризації мікрогуміном на поліфенолоксидазну активність ґрунтів різних типів.

Що стосується інвертазної активності, то суттєвих відмінностей між варіантами не було виявлено.

Визначення амоніфікаційної здатності (табл. 3.) ґрунту дає уявлення про можливість мобілізації азотного фонду.

В умовах застосування мікрогуміну на сірому лісовому ґрунті та чорноземі опідзоленому спостерігалось зниження амоніфікаційної здатності ґрунту в порівнянні з контролем – на 29 % та на 36 % відповідно. Щодо чорнозему звичайного та чорнозему типового – спостерігалась слабка тенденція зростання амоніфікаційної здатності ґрунту.

Позитивні тенденції в умовах застосування мікрогуміну спостерігалися у визначенні нітрифікаційної здатності (табл. 3) ґрунту. Найбільш зростала нітрифікаційна здатність ґрунту при використанні біопрепарату в порівнянні з контролем на чорноземі опідзоленому та типовому – на 64 % та 69 %.

Таблиця 3 - Вплив мікрогуміну на біохімічні процеси ґрунтів різних типів

Тип ґрунту	Варіанти	Амоніфікаційна здатність, мг N-NH ₃ на 100 г ґрунту	Нітрифікаційна здатність, мг N-NO ₃ на 100 г ґрунту
сірий лісовий	контроль	3,7	1,3
	біопрепарат	2,6	1,6
чорнозем опідзолений	контроль	4,1	1,1
	біопрепарат	2,7	1,7
чорнозем звичайний	контроль	1,5	1,2
	біопрепарат	1,9	1,4
чорнозем типовий	контроль	1,1	1,4
	біопрепарат	1,3	2,4
НІР ₀₅		0,6	0,2

ВИСНОВКИ

Таким чином, нами було виявлено, що на чотирьох досліджених типах ґрунтів, значно відмінних за агрохімічними показниками, біопрепарат проявив різну дію на структуру мікробіоценозів, ферментативну активність, нітрифікаційну та амоніфікаційну здатність.

При використанні мікрогуміну на сірому лісовому типі ґрунту, чорноземі типовому та чорноземі звичайному відбувалось покращення трофічного режиму ґрунту, на чорноземі опідзоленому біопрепарат не проявив позитивної дії на трофічний режим.

Спостерігалася загальна тенденція активації нітрифікаційних процесів за використанням мікрогуміну. Амоніфікаційна здатність суттєво знижувалась у порівнянні з контролем на сірому лісовому ґрунті та на чорноземі опідзоленому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патики В.П., Патики М.В. Біопрепарати в біоорганічному землеробстві// Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Вип.3. – Чернігів, 2006.– С. 7-20.
2. Волкогон В.В. Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Вип.1. – Чернігів, 2005.– С. 6-29.
3. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія.– К.: Арістей, 2006. -284 с.
4. Рекомендації з ефективного застосування біологічного препарату мікрогуміну в технології вирощування ярого ячменю/В.В. Волкогон, Ю.М. Халеп, К.І. Волкогон. – Чернігів, 2005. –14 с.
5. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика // За ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.

УДК 632.954+597.551.2:577.124

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ В ТКАНИНАХ КОРОПА ВІД ДІЇ ГЕРБИЦИДІВ РІЗНОЇ ХІМІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Жиденко А.О., к.б.н., доцент, Мехед О.Б., к.б.н., Бібчук К.В., аспірант

Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка

Вивчено зміни вуглеводного обміну в тканинах молоді коропа (печінка, мозок, білі м'язи) під дією гербіцидів різної хімічної будови (похідні 2,4 - дихлорфеноксиоцтової кислоти та зенкору). Під їх

впливом спостерігається порушення рівноваги в активності ферментів основних напрямків вуглеводного обміну після 14-добового перебування риб у токсичних умовах.
Ключові слова: короп, гербіциди, вуглеводний обмін, глюкозо-6-фосфатаза, глюкозо-6-фосфатдегідрогеназа, ізоцитратдегідрогеназа, лактатдегідрогеназа.

Жиденко А.О., Мехед О.Б., Бибчук К.В. ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА В ТКАНЯХ КАРПА ОТ ДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ РАЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ / Черниговский государственный педагогический университет имени Т.Г.Шевченко, Украина

Изучены изменения углеводного обмена в тканях молоди карпа (печени, мозга, белых мышцах) под действием гербицидов разного химического строения (производных 2,4 - дихлорфеноксиуксусной кислоты и зенкора). Под их влиянием нарушается равновесие в активности ферментов основных направлений углеводного обмена после 14-суточного пребывания рыб в токсических условиях.
Ключевые слова: карп, гербициды, углеводный обмен, глюкозо-6-фосфатаза, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, исоцитратдегидрогеназа, лактатдегидрогеназа.

Gidenko A. O., Mehed O. B., Bubchuk K. V. DEPENDENCE of INDEXES of CARBOHYDRATE EXCHANGE In FABRICS of CARP OT ACTION of HERBICIDES of DIFFERENT CHEMICAL STRUCTURE / Chernigov state pedagogical university of the name of Taras Shevchenko, Ukraine

Changes of a carbohydrate exchange in fabrics young carp (liver, brain, white muscles) under the influence of herbicides of various chemical structure (derivatives 2,4-dichlorophenoxyacid and zencor) are investigated. Under their impact the activity of enzymes' basic directions of a carbohydrate exchange after 14-daily stay of fishes in toxic conditions is misbalanced

Key words: carp, herbicide, carbohydrate metabolism.

ВСТУП

У зв'язку зі збільшенням обсягів виробництва добрив і пестицидів останнім часом гостро постає питання про наслідки їхнього застосування. Особливо актуальна ця проблема для гідробіонтів, які, на відміну від наземних тварин, не здатні уникати контактів з токсикантами. Як об'єкт вивчення особливої уваги заслуговують риби, оскільки вони представляють кінцеву ланку в трофічному ланцюзі і є їжею для людини. Гербіциди, що потрапляють до водойм, діють як на дорослих особин, так і на молодь риб. Саме організми, що розвиваються, потребують постійного поповнення запасів енергетичних субстратів для нормального функціонування і розвитку, тому дія токсиканту може призвести до необоротних порушень пластичного й енергетичного обміну і, навіть, до загибелі організму. Отже, метою цієї роботи було вивчення впливу хімічної будови гербіциду на спрямованість реакцій вуглеводного обміну в тканинах молоді коропа (0+) за 14-добового перебування риби в умовах гербіцидного навантаження). Для дослідження були обрані два гербіциди: похідні 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти – (2,4-ДА – амінна сіль і 2,4-ДБЕ бутиловий естер) та зенкор у концентрації 2 ПДК (гранично допустимі концентрації). Похідни 2,4-Д найбільш широко застосовувались для знищення водної рослинності. Зенкор (4-аміно-6-третбутил-3(метилтіо)-1,2,4-триазин-5(4Н)-он) за хімічною будовою відноситься до групи гетероциклічних сполук (триазинів). Пестициди цієї групи використовуються як ґрунтові гербіциди.

ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження обрано цьоголіток коропа (*Cyprinus carpio* L.), які були вирощені ВАТ „Чернігівгосп”. Досліди з вивчення впливу гербіцидів проводили у 200-літрових акваріумах з відстояною водопровідною водою, у яких рибу розміщували з розрахунку 1 екземпляр на 20 л води. В усіх випадках здійснювали контроль і підтримували постійний гідрохімічний режим води. Величина рН складала 7,40±0,28; вміст кисню – 5,5±0,5 мг/л, температура води відповідала природній (+8 - +15°C). Дослідження проводили восени 2004-2006 років. Маса риб коливалась у межах 40-105г.

Концентрацію досліджуваних гербіцидів, що відповідає 2 ГДК, створювали шляхом внесення розрахованих кількостей 40%-вого водного розчину 2,4-ДА, розчину 2,4-ДБЕ в льодяній оцтовій кислоті, 70%-ного порошку зенкору. Під час проведення досліджень використовували мозок, печінку та білі м'язи коропа. Із метою визначення активності ферментів гомогенат тканин готували на 0,25 М сахарозі в співвідношенні 1:10. Ядра, мітохондрії та мікросоми виділяли за загальноприйнятими методиками [11] з урахуванням деяких особливостей фракціонування гомогенатів тканин риб.

Активність глюкозо-6-фосфатази (КФ.3.1.3.9, Г-6-Фаза) визначали в надосадовій фракції гомогенатів вищевказаних органів [4]. Ферментативну активність виражали в мкмоль неорганічного фосфору (P_i) за 1 хв на 1 мг білку.

Визначення активності глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (КФ 1.1.1.49, Г-6-ФДГ) проводили спектрофотометрично при довжині хвилі 340 нм [8]. Активність виражали в мкмоль NADP/ мг білка за хв. Активність ізоцитратдегідрогенази (КФ 1.1.1.41, ІЦДГ) визначали в мітохондріальній фракції гомогенатів. Виділення мітохондрій здійснювали за загальноприйнятою методикою [9], додатково очищували центрифугуванням у градієнті густини сахарози 0,32-1,2М [2] у горизонтальному роторі при 75000 g протягом 60 хвилин при +4°C. Ферментативну активність виражали в мкмоль NADPH у розрахунку на 1 мг білку за 1 хвилину. Лактатдегідрогеназу (КФ 1.1.1.27, ЛДГ) активність визначали

спектрофотометрично за зміною оптичної густини окиснення NADH при 340 нм [8]. Активність ферментів виражали в мкмоль NADPH/мг білка за хв. Вміст білку у ферментативних препаратах визначали за методом О.Н. Лоурі [10].

Усі результати були оброблені статистично за І.А. Ойвіним [5]. Відмінності між порівнюваними групами вважали вірогідними при * – $P < 0,05$. Кореляційний аналіз та однофакторний дисперсійний аналіз проводили згідно з методичними рекомендаціями [3].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Застосовуючи біохімічні методи, і, зокрема, методи ензимоіндикації, можна визначити ступінь інтоксикації на самих ранніх стадіях токсичної дії, задовго до загибелі тварин. В ході експерименту нами одержано результати, які показують, що адаптація риб до токсичних умов навколишнього середовища призводить до змін внутрішньоклітинних біоенергетичних процесів (рис.1-3), що виражається в інтенсивності генерування енергії. Порівняльний аналіз даних (рис.1) показує незначне збільшення активності ЛДГ у всіх досліджуваних органах за дії обох токсикантів, за виключенням мозку під дією зенкору, однак вказані зміни не вірогідні.

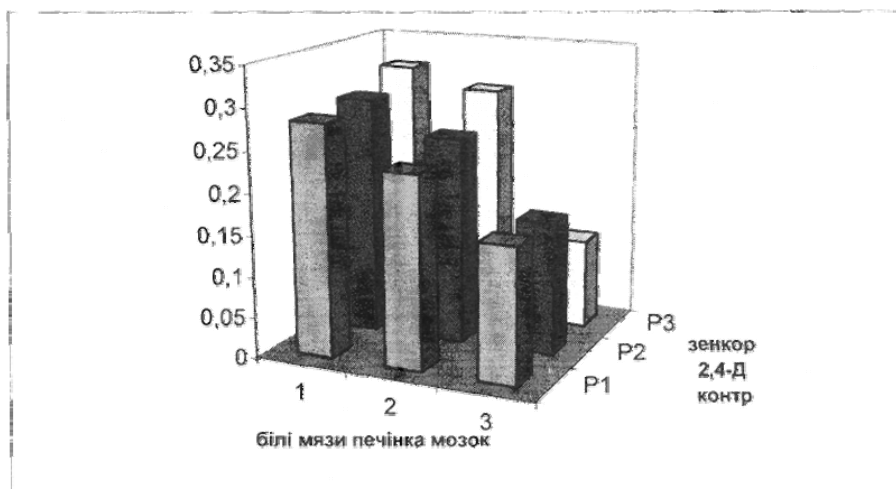


Рис.1. Активність ЛДГ в тканинах коропа ($M \pm m$)

Ферменти різних шляхів вуглеводного обміну по-різному реагують на гербіцидне забруднення, оскільки зміни активності окремих ферментів чи ферментних систем є основним механізмом регуляції метаболічних процесів. Зокрема, лактатдегідрогеназа виявилась більш стабільною в порівнянні з ізоцитратдегідрогеназою (рис.2), що може свідчити про надійність функціонування гліколізу в умовах токсикозу.

Так, у білих м'язах (рис.2) активність ПДГ вірогідно зростає за дії обох гербіцидів, і вказаний показник зменшується в печінці (відповідно у 3,3 разу під впливом 2,4-Д і майже у 9 разів при дії зенкору). У мозку гербіциди практично не впливають на активність ПДГ. Такий прояв стабільності можливо пов'язаний з локалізацією цього ферменту в матриксі мітохондрій. Активність ферменту Г-6-ФДГ, який локалізований в цитоплазмі при 2,4-Д-індукованому токсикозі підвищується у 1,8, а під дією зенкору – у 6,4 разу (рис.3). Активність Г-6-Ф у білих м'язах мінімальна і практично не змінюється під дією гербіцидів (рис.4). У мозку її рівень збільшується, але недостатньо, і лише в печінці під дією 2,4 Д відбувається ріст активності в 4 рази та під дією зенкору в 2,5 разу (рис.4).

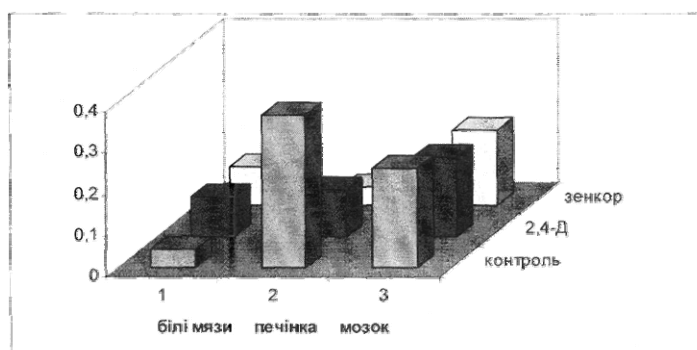
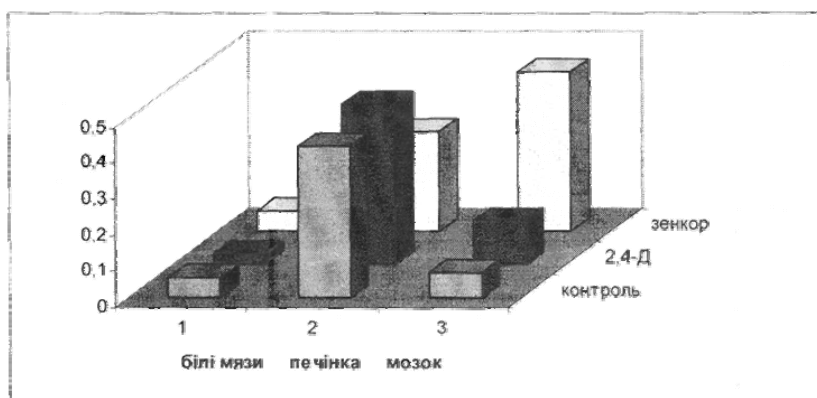
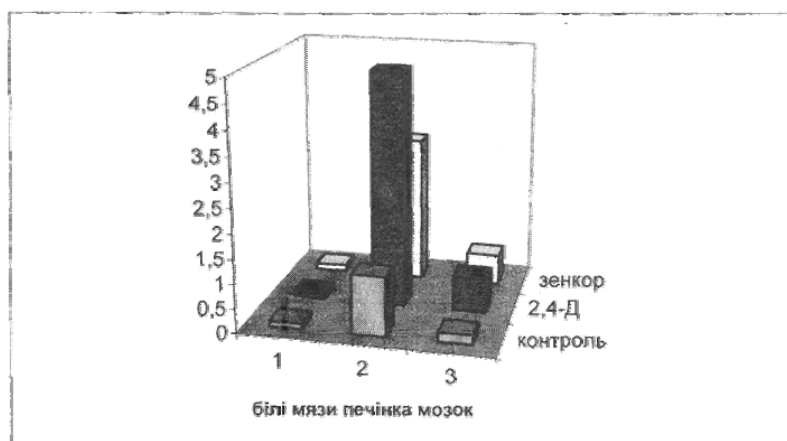


Рис.2. Активність ПДГ у тканинах коропа ($M \pm m$)

Рис.3. Активність Г-6-ФДГ у тканинах коропа ($M \pm m$)Рис. 4. Активність Г-6-Фази в тканинах коропа ($M \pm m$)

Співвідношення активності протікання енергоутворюючих та енерговитратних реакцій впливає на можливість формування термінової та довготривалої адаптації. Порівняльний аналіз даних (рис. 5, 6, 7) показує відносну рівновагу в активності ферментів основних напрямків вуглеводного обміну: ЛДГ (гліколізу), Г-6-Фази (глюконеогенезу), Г-6-ФДГ (пентозофосфатного шунта), ЦДГ (циклу Кребса) у досліджуваних тканинах контрольних риб. Під дією гербіцидів спостерігається порушення цієї рівноваги після 14-добового перебування риб у токсичних умовах: у білих м'язах рівновага зсувається у напрямку аеробного окиснення, про що свідчить збільшення активності ЦДГ у 2 рази порівняно з контролем під дією 2,4-Д і зенкору (рис.5).

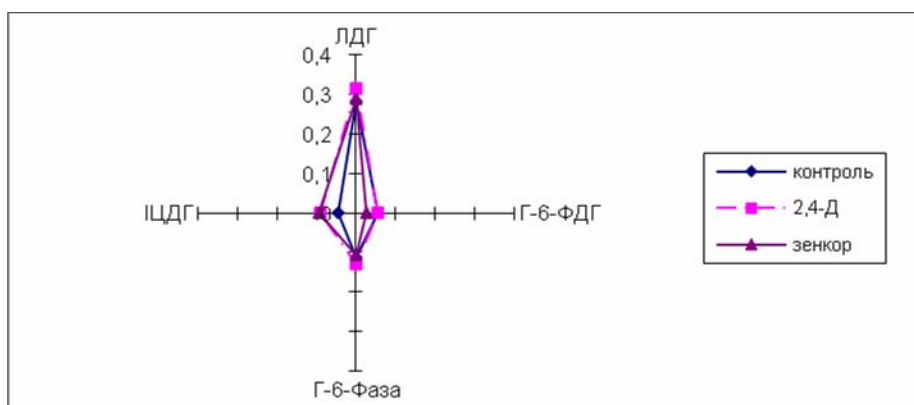


Рис. 5. Граф-схема співвідношення активності протікання енергоутворюючих та енерговитратних процесів у білих м'язах коропа при гербіцидному навантаженні.

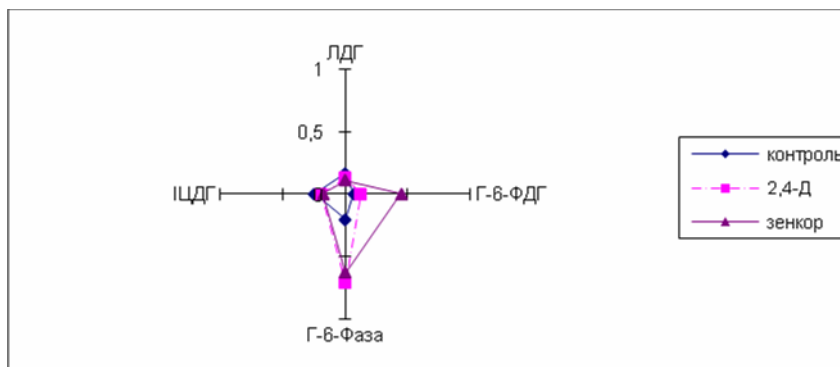


Рис. 6. Граф-схема співвідношення активності протікання енергоутворюючих та енерговитратних процесів в мозку коропа при гербіцидному навантаженні.

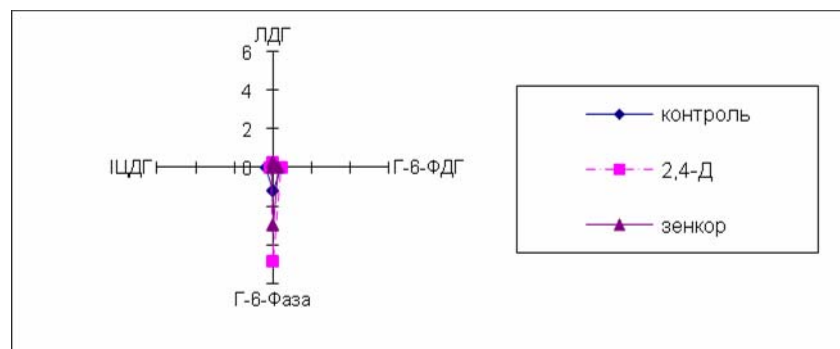


Рис. 7. Граф-схема співвідношення активності протікання енергоутворюючих та енерговитратних процесів в печінці коропа при гербіцидному навантаженні.

У мозку спостерігаються зміни активності ферментів за дії застосовуваних пестицидів: при 2,4-Д – індукованому токсикозі підвищення активності Г-6-Ф сягало 3,5 разів, а під дією зенкору рівень активності цих ферментів також збільшується порівняно з контролем, однак більш суттєві зміни активності відбуваються в напрямку пентозо-фосфатного шляху.

У печінці зсув рівноваги спостерігається в бік анаболітичного напрямку, оскільки під дією зенкору і під дією 2,4-Д активність Г-6-Фази суттєво збільшилась. Ці результати можна пояснити необхідністю поповнення тканин глюкозою – самим лабільним і для деяких тканин єдиним джерелом енергії. Відомий вплив зимового голодування молоді коропа на збільшення активності ферментів незворотніх реакцій глюконеогенезу і печінці (Явоненко О.Ф. та ін., 1993; Жиденко А.О., Кривопиша В.В., 2004). Дія гербіцидів підсилює ці процеси, оскільки без постійного притоку глюкози формування адаптації виявиться неможливим.

ВИСНОВКИ

Під дією гербіцидів у білих м'язах молоді коропа рівновага в активності ферментів вуглеводного обміну зсувається в напрямку аеробного окиснення. У печінці зсув рівноваги спостерігається у бік анаболітичного напрямку, а у мозку зростання активності ферментів відбувається в напрямку пентозофосфатного шляху.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жиденко А.О., Кривопиша В.В. Метаболические адаптации сеголеток и двухлеток карпа к условиям зимовки // Гидробиол. журн. – 2004. – № 40. – С. 42-48.
2. Зинич В.Н. Метод измерения 2-оксиглутаратдегидрогеназной активности интактных митохондрий // Укр. биохим. журн. – 1986. – 58, 2. – С. 73-77.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. Мехед О.Б., Яковенко Б. В., Жиденко А.А. Влияние зенкора на содержание глюкозы в тканях карпа чешуйчатого (*Cyprinus carpio* L.) при разных температурах // Укр. біохім. журн. – 2004. – 76, №3. – С. 110-113.
5. Ойвин И.А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований // Патол.физиол.и експер.терапия. – 1960. – № 4. – С. 76-85.
6. Хочачка П., Сомеро Д. Биохимическая адаптация. – М.: Мир, 1988. – 568 с.

7. Явоненко А.О., Грубінко В.В., Жиденко А.О. Динаміка вуглеводів у тканинах молоді коропа в процесі зимівлі // Рибне господарство. – К., 1993. – В. 47. – С. 18-21.
8. Biochemica information. – W. – Germany: BoehringerMannheim GmbH, Biochemica, 1975. – Bd.1, 2. – P.99-100.
9. Biochemica information. – W. – Germany: BoehringerMannheim GmbH, Biochemica, 1975. – Bd.2. – P.167.
10. Lowry O.H., Rosebrough N.I. Farr A.I., Rendall R.I. // Biol. Chem. – 1951 – 193, №1. – P.265-275.
11. Schachman H.K. Ultracentrifugation in Biochemistry. – New York: Acad. Press., 1959. – 356 p.

УДК 598.2

В'ЮРКОВІ *FRINGILLIDAE* НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»

Камінська Н.В., аспірант

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У ході польових досліджень, що проводилися у 2003-2006 рр., вдалося встановити видовий склад, біотопічний розподіл і чисельність в'юркових на території Національного природного парку «Подільські Товтри». Всього відзначено 11 видів, з них 6 видів – зяблик, костогриз, зеленяк, щиглик, коноплянка, щедрик – гніздяться, 2 види – снігур і чиж – зимують щороку, 1 вид – в'юрок – зимує і спостерігається на прольоті, ще 1 вид – чечітка звичайна – зимує тільки в окремі роки, а шишкар ялиновий належить до рідкісних залітних видів. До типових стацій, які населяють в'юркові, належать широколистяні (грабові, грабово-дубові, грабово-ясеневі) і хвойні (соснові) ліси, полезахисні смуги, річкові долини, лучно-степові ділянки з чагарниками, а також населені пункти сільського і міського (житлові і промислові зони, парки) типів. У статті також вказується щільність та значущість видів у типових біотопах, наводяться терміни прильоту і відльоту гніздових і зимуючих птахів.

Ключові слова: в'юркові, Національний природний парк «Подільські Товтри», видовий склад, біотопічний розподіл, чисельність.

Каминская Н.В. ВЬЮРКОВЫЕ *FRINGILLIDAE* НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «ПОДОЛЬСКИЕ ТОЛТРЫ» / Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко. Украина

В ходе полевых исследований, проводившихся в 2003-2006 гг., удалось установить видовой состав, биотопическое распределение и численность вьюрковых на территории Национального природного парка «Подольские Толтры». Всего отмечено 11 видов, из них 6 видов – зяблик, дубонос, зеленушка, щегол, коноплянка, канареечный вьюрок – гнездятся, 2 вида – снегирь и чиж – зимуют каждый год, 1 вид – вьюрок – зимует и наблюдается на пролёте, ещё 1 вид – чечётка обыкновенная – зимует только в отдельные годы, а обыкновенный клёст принадлежит к редкостным залётным видам. К наиболее типичным стациям, которые населяют вьюрковые принадлежат широколиственные (грабовые, грабово-дубовые, грабово-ясеновые) и хвойные (сосновые) леса, полезащитные полосы, речные долины, луга с зарослями кустарников, а также посёлки и города (жилищные и промышленные зоны, парки). В статье также указываются плотность и значимость видов в типичных биотопах, приводятся сроки прилёта и отлёта гнездящихся и зимующих птиц.

Ключевые слова: вьюрковые, Национальный природный парк «Подольские Толтры», видовой состав, биотопическое распределение, численность.

Kaminska N.V. FRINGILLIDAE OF NATIONAL NATURE PARK “PODILSKI TOVTRY” / National Taras Shevchenko University of Kyiv. Ukraine

Species diversity, biotopes and number of fringillids in National Park “Podilski Tovtry” have been revealed on the course of field studies in the years 2003-2006. Among 11 species recorded: 6 are nesting (Chaffinch, Hawfinch, Greenfinch, Goldfinch, Serin), 2 species are regularly wintering (Bullfinch, Siskin), 1 is wintering and observed on migration (Brambling), 1 is occasionally wintering (Redpoll), 1 species belongs to rare visitants (Common Crossbill). The most typical biotopes, which fringillids frequent, are deciduous (hornbeam/oak) and coniferous (pine) forests, shelter belts, river valleys, meadows with shrubs, as well as various settlements, including cities (residential and industrial areas, parks). Density of populations and the significance of species in typical biotopes, dates of arrival and departure of nesting and wintering species are provided.

Key words: Fringillidae, National Nature Park “Podilski Tovtry”, species diversity, density, significance.

ВСТУП

Дослідження, висвітлені в нашій роботі, були спрямовані на вивчення поширення, біотопічного розподілу, чисельності та особливостей біології представників родини В'юркові (Fringillidae) в умовах НПП «Подільські Товтри». Зумовлено це насамперед тим, що на території України вивченню стану Видів Загальноєвропейської Природоохоронної Значимості (Species of European Conservation Concern, SPEC) приділяється ще мало уваги. Особливо це стосується дрібних горобцеподібних птахів (ряду Passeriformes), у тому числі і в'юркових (родина Fringillidae). Так, до сьогодні невідома точна чисельність популяцій шедрика *Serinus serinus*, костогриза *Coccythraustes coccythraustes*, зеленька *Chloris chloris*. Відсутня повна картина гніздового та зимового розподілу птахів на території України, їх міграційних переміщень. На даний момент також відсутні дані з чисельності та гніздового ареалу чижа *Spinus spinus* в Україні. Відсутній моніторинг стану популяцій чечітки *Acanthis flammea* під час перебування на території України. Невідома точна чисельність виду та сучасний стан популяції шишкар'я ялинового *Loxia curvirostra*. Сподіваємось, що отриманні результати частково допоможуть у вирішенні цих проблем.

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Національний природний парк «Подільські Товтри» (далі НПП) розташований в межах Городецького, Кам'янець-Подільського та Чемеровецького районів Хмельницької області на площі 261 316 га (12,5% території області). Характерною ландшафтною особливістю НПП є наявність Товтрового кряжу – скелястої дугоподібної гряди, яка простягнулась на 90 км від смт. Сатанів Городецького району на півночі до с. Китайгород Кам'янець-Подільського району на півдні. Їх площа досягає 25 тис. га, 15 із яких вкриті лісом. Ще однією з особливостей ландшафтів парку є наявність річок – приток Дністра, які перетинають Товтровий кряж в меридіальному напрямку: Збруч, Жванчик, Смотрич, Тернава, Студениця, Ушиця, Калюс і течуть в глибоких каньйоноподібних долинах з обривистими берегами. Долини річок неширокі: від кількох десятків метрів до 1-1,5 км, що зумовлює наявність закритих і напіввідкритих типів ландшафтів. Для берега Дністра, який є південною межею НПП, характерні відкриті типи ландшафтів. Основну ландшафтну і природну цінність парку складають масиви рослинних угруповань широколистяних лісів, так званих дібров Подільського типу, представлених грабово-дубовими, грабово-ясеневими, грабово-дубово-буковими, а також чисто буковими і грабовими лісами та лісами дуба скельного. Значну площу парку займають відкриті типи ландшафтів с/г угідь, луків, долин річок [4].

Матеріал для статті зібраний у 2003-2006 рр. поблизу населених пунктів Баговиця, Довжок, Зінківці, Кам'янка, Княжпіль, Суржинці, Тарасівка Кам'янець-Подільського та Гуків, Долинівка, Жабенці, Мар'янівка, П'ятничани Чемеровецького районів, а також на території м. Кам'янець-Подільський та смт. Чемерівці Хмельницької області.

Дослідженнями були охоплені типові для цього регіону біотопи: широколистяні та хвойні ліси, лучно-степові ділянки з чагарниками, долини річок, полезахисні смуги, населені пункти міського і сільського типів.

Широколистяні ліси. Матеріал зібраний на території заказника «Панівецька дача» Кам'янець-Подільського району та охоплював лісові масиви Чемеровецького ДЛГ поблизу населених пунктів Мар'янівка та Жабенці. Деревостани цих біотопів двоярусні. Перший ярус складають дуб звичайний *Quercus robur* і скельний *Q. Petraea*, за участю клена гостролистого і ясена звичайного, другий – граб звичайний *Carpinus betulus* з домішкою липи сердцелистої, клена польового і зрідка черешні *Cerasus avium* та осики *Populus tremula*, на узліссях – груші звичайної *Pyrus communis* та яблуні лісової *Malus sylvestris*. Підріст представлений в основному грабом звичайним, липою сердцелистою та кленом польовим. Добре розвинений у цих лісах підлісок складається з бузини чорної *Sambucus nigra*, рідше трапляються такі види, як дерен справжній *Cornus mas*, бруслина бородавчата *Evonymus verrucosa* та європейська *E. europaea*, на узліссях – глід одноматочковий *Crataegus monogyna*, терен звичайний *Prunus spinosa* і шипшина собача *Rosa canina*. Трав'яний покрив досить різноманітний і густий. Домінують у ньому копитняк європейський *Asarum europaeum*, зірочник ланцетовидний *Stellaria holostea*, печіночниця звичайна *Hepatica nobilis*, підлісник європейський *Saniculla europaea*, барвінок малий *Vinca minor*, медунка темна *Pulmonaria obscura*, зеленчук жовтий *Galeobdolon luteum*, маренка запашна *Asperula odorata*. Особливістю даного біотопу також є наявність в його складі хвойно-листяних ділянок, деревостани яких в основному складаються з ялини європейської *Picea abies* з домішкою сосни звичайної *Pinus sylvestris*, ясена звичайного та граба звичайного. До складу добре розвиненого підліску входять клен татарський *Acer tataricum*, бузина чорна, малина лісова *Rubus idaeus*, на узліссях – шипшина корична *Rosa cinnamomea*, глід одноматочковий та терен звичайний. Трав'яний покрив цих ділянок представлений дріоптерисом чоловічим *Dryopteris filix-mas*, кропивою дводомною *Urtica dioica*, копитняком європейським, маренкою запашною, медункою темною.

Хвойні ліси. Дослідження охоплювали лісові масиви поблизу населених пунктів Княжпіль і Суржинці

Кам'янець-Подільського р-ну. Деревостани цього біотопу однарусні, складаються з сосни звичайної, іноді з дуже незначною домішкою ялини європейської. У підліску домінує бузина чорна, зрідка трапляється клен татарський, бруслина бородавчата та ліщина звичайна *Corylus avellana*. Трав'яний ярус досить незначний і представлений в основному кропивою дводомною і чистотілом звичайним *Chelidonium majus*.

Лучно-степові ділянки з чагарниками (ділянки поблизу населених пунктів Баговиця і Тарасівка Кам'янець-Подільського р-ну та Мар'янівка і Жабенці Чемеровецького р-ну.) представлені суходільними, а в пониженнях перезволоженими луками. У першому ярусі суходільних лук домінує глід одноматочковий і маслинка вузьколиста *Elaeagnus angustifolia*, а в пониженнях перезволожених лук – груша звичайна, черешня та яблуня лісова, верба козяча *Salix caprea*.

Другий ярус складають шипшина собача та корична і терен звичайний, а на перезволожених луках ще й бузина чорна. Чагарники першого і другого ярусів розміщені відносно рівномірно, нещільно, у ярках дуже часто утворюють чагарникові зарості. Трав'янистий покрив, висота якого коливається в межах 0,05–0,7 м, представлений на суходільних луках такими видами, як типчак, тонконіг вузьколистий, осока низька, самосил гайовий *Teucrium chamaedrys*, полин австрійський *Artemisia austriaca*, що є домінуючими видами, крім них до складу травостою входять пирій середній *Elytrigia intermedia* і повзучий *Elytrigia repens*, люцерна руминська *Medicago romanica*, конюшина гірська *Trifolium montanum*, середня *Trifolium medium* і альпійська *Trifolium alpestre*, еспарцет піщаний *Onobrychis arenaria*, шавлія похила *Salvia nutans*, підмаренник справжній *Galium verum*, маренка рожева *Asperula cynanchica*. На перезволожених луках ростуть тонконіг болотний *Poa palustris*, мітлиця повзуча *Agrostis stolonifera*, щучник дернистий *Deschampsia caespitosa*, осока лисяча *Carex vulpina*, молінія голуба *Molinia caerulea*, підмаренник болотний *Galium palustre*, хвощ болотний *Equisetum palustre*, вербозілля звичайне *Lysimachia vulgaris*, калюжниця болотна *Caltha palustris*, частуха подорожникова *Alisma plantago-aquaticum* та інші.

Долини річок:

долина р. Збруч від с. Долинівка до с. Гуків Чемеровецького р-ну. У першому ярусі біотопу домінує верба біла *Salix alba* та ламка *S. fragilis*, клен ясенolistий *Acer negundo*, ясен звичайний та робінія звичайна *Robinia pseudoacacia*; у другому – яблуня лісова, клен татарський та верба козяча. Чагарниковий ярус представлений тереном звичайним, бузиною чорною та трав'янистою *Sambucus edulis*, шипшиною собачою, глодом одноматочковим, а також підростом клена ясенolistого, ясена звичайного, робінії звичайної та черешні. У трав'яному покриві домінують кропива дводомна, чистотіл звичайний, гравілат міський *Geum urbanum*, а на відкритих ділянках – тонконіг лучний *Poa pratensis*, тимопіївка лучна *Phleum pratense*, оман високий *Inula helenium*. Прибережна рослинність представлена в основному осокою гострою *Carex acuta* та рогозом широколистим *Typha latifolia*;

долина р. Смотрич від с-ща Смирнова до с. Смотрич Кам'янець-Подільського р-ну – заказник «Смотрицький каньйон». У першому ярусі біотопу домінують тополя чорна *Populus nigra*, липа серцелиста, клен гостролистий та верба біла, що зростають на дні каньйону, яким протікає річка. Другий ярус представлений в основному породами фруктових дерев – горіхом грецьким *Juglans regia*, вишнею звичайною *Cerasus vulgaris*, яблунею домашньою *Malus domestica*. На схилах каньйону зростають невеликі групи чагарників і дерев: шипшина собача, шипшина гвоздична *Rosa caryophyllarea*, глід п'ятистовпчиковий *Crataegus pentagyna*, калина цілолиста *Viburnum lantana*, ліщина звичайна, дерен справжній, жостір проносний *Rhamnus cathartica*. Трав'яниста степова рослинність представлена такими типовими видами, як чебрець подільський, полин австрійський, самосил гайовий, прибережно-водна рослинність включає в себе такі види: стрілолист стрілолистий *Sagittaria sagittifolia*, очерет звичайний *Phragmites australis*, осока гостра. На кам'янистих урвищах також зростають угруповання із цибулі подільської *Allium podolicum*, молодила руського *Sempervivum ruthenicum*, авринії скельної *Aurinia saxatilis*, очитку їдкою *Sedum acre*.

Полезахисні смуги. Під час проведення досліджень нами були охоплені найбільш типові для досліджуваної території полезахисні смуги (вдоль доріг від с. Мар'янівка до с. Ружа та від с. Гуків до с. П'ятничани Чемеровецького р-ну). У першому ярусі біотопу домінують тополя чорна, ясен звичайний, клени несправжньо-платановий, гостролистий та ясенolistий, у другому – яблуня лісова, черешня, горіх волосський. Третій ярус представлений підростом клена ясенolistого та гостролистого; із чагарників – шипшиною собачою, глодом одноматочковим, тереном і бузиною чорною. У травостої домінують кропива дводомна, чистотіл великий, лопух справжній *Arctium lappa*, різноманітні злаки.

Населені пункти сільського типу. Матеріал дослідження збирався на території населених пунктів Мар'янівка та Гуків Чемеровецького р-ну і Зінківці, Тарасівка, Баговиця Кам'янець-Подільського р-ну. Для даних біотопів характерне рівномірне озеленення усієї території із незначним чагарниковим ярусом, який представлений в основному ягідниками. У першому ярусі зростають горіх волосський, черешня, липа серцелиста, клени гостролистий та ясенolistий, ясен звичайний, робінія звичайна, гіркокаштан

звичайний *Aesculus hippocastanum*, а у другому – вишня звичайна, яблуня домашня, груша звичайна *Pyrus communis*, абрикос звичайний *Armeniaca vulgaris*, слива домашня *Prunus domestica*, алича *Prunus divaricata*, горобина звичайна *Sorbus aucuparia*. Чагарниковий ярус представлений, виноградом звичайним *Vitis vinifera*, малиною, смородиною чорною *Ribes nigrum*, агрусом *Grossularia reclinata*, а також декоративними кущами: трояндою білою *Rosa alba*, бузком звичайним *Syringa vulgaris*, свидиною білою; трав'яний – насадженнями с/г культур: картоплі, кукурудзи, квасолі, капусти, буряка, гарбуза, а також посівами конюшини та люцерни. Із дикорослих тут домінують кропива дводомна, чистотіл великий, кульбаба лікарська *Taraxacum officinale*, подорожник великий *Plantago major*, спориш звичайний *Polygonum aviculare*.

Населені пункти міського типу (м. Кам'янець-Подільський та смт. Чемерівці):

житлова зона характеризується достатньо високим ступенем озеленення території. Перший ярус представлений тополею чорною, кленом гостролистим, ясенелистим та несправжньою платаном, липою сердцелистою, гіркогоштаном звичайним, вербою ламкою і горіхом волоським. У другому ярусі домінують вишня звичайна, яблуня домашня, абрикос звичайний, черешня, алича, а також горобина звичайна. Чагарниковий ярус представлений в основному шипшиною собачою, свидиною білою, калиною *Viburnum opulus* та бузком звичайними, а також диким виноградом п'ятистовпчиковим *Parthenocissus quinquefolia*. Трав'янистий покрив досить різноманітний, домінують у ньому кульбаба лікарська, розхідник звичайний *Glechoma hederacea*, лопух справжній, грястиця збірна *Dactylis glomerata*, спориш звичайний, лобода садова *Atriplex hortensis*, грицики звичайні *Capsella bursa-pastoris*, подорожники великий та ланцетolistий *P. lanceolata*, конюшина біла *Trifolium repens*, деревій звичайний *Achillea millefolium*, глуха кропива біла, чистотіл великий;

промислова зона. Для цього біотопу також характерний високий ступінь озеленення усієї території. Одноярусні деревостани складаються із яблуні лісової, черешні, маслинок вузьколистий, шовковиці чорної *Morus nigra* і клена ясенелистого. Чагарниковий ярус даного біотопу представлений кущами шипшини собачої, бузини чорної, свидини білої, глоду одноматочкового, бузини трав'янистої, болиголову плямистого *Conium maculatum*. У трав'яному покриві домінують люцерна, конюшина, еспарцет та злакові культури, а також кропива дводомна;

дендропарк. Деревостани цього біотопу двоярусні. Перший ярус складають клен гостролистий та несправжньою платаном, а також ясен звичайний, другий – граб звичайний, липа сердцелиста, робінія звичайна та клен польовий, зрідка трапляється черешня. Підріст представлений ясенем звичайним, кленом гостролистим та польовим, а також робінією звичайною і черешнею. У підліску домінує бузина чорна. Трав'яний ярус досить різноманітний та густий, проективне покриття досягає 85-90%. Домінують у ньому яглиця звичайна *Aegopodium podagraria*, чистотіл звичайний, глуха кропива біла та гладенька *L. laevigatum*, собача петрушка звичайна *Aethusa cynapium*, кульбаба лікарська, розрив-трава звичайна *Impatiens noli-tangere*, кропива дводомна, полин звичайний *Artemisia vulgaris*, трапляються також хамерний вузьколистий *Chamaenerion angustifolium*, підбіл звичайний *Tussilago farfara*, жовтець повзучий *Ranunculus repens*, фіалка собача *Viola canina*, гравілат міський.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА

Загальна протяжність маршрутів склала 32 км, обліки на яких здійснювались без обмеження ширини трансекти з наступним підрахунком щільності (особин на км²) за середньою дальністю виявлення птахів [3, 9].

При аналізі структури населення птахів у біотопах нами використана шкала відносних оцінок чисельності видів, запропонована А.П. Кузякіним (1958). Чисельність виду в населенні біотопу визначалась за допомогою таких градацій: численний (більше 100 особин на км²), звичайний (від 10 до 100), рідкісний (від 1 до 10) та дуже рідкісний (менше 1), а його значущість в орнітонаселенні біотопу та міра участі в орнітоценозі (% від загальної кількості птахів у біотопі) визначались за такими градаціями: домінантний (10% і більше), співдомінантний (від 1 до 10%) та другорядний (менше 1%).

РЕЗУЛЬТАТИ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Отримані результати дозволили встановити перебування на території НПП 11 видів в'юркових.

Зяблик *Fringilla coelebs* – численний, домінантний вид широколистяних лісів – 480,5 особин/км² (26,2 %) та звичайний домінантний вид у хвойних лісах – 45,5 особин/км² (23,8%). Звичайний, співдомінантний вид у долинах річок – 59,5 особин/км² (7,6%), а також у сільських населених пунктах – 20,3 особин/км² (6,6%) та полях смугах – 15,3 особин/км² (7,4%). У житлових зонах міст та дендропарках щільність птахів відповідно становить – 19,5 особин/км² (6,6%) та 42 особин/км² (15,7%). Лише в промислових зонах міст зяблик є рідкісним, другорядним видом – 5,5 особин/км² (0,9%). Гніздовий, перелітний.

Птахи з'являються на місцях гніздування в третій декаді березня, відлітають на зимівлю у першій-другій декаді жовтня, окремі особини (самці) у теплі зими (2005, 2007 рр) залишаються на зимівлю.

Костогриз *Coccythraustes coccythraustes*. Численний, співдомінантний вид широколистяних лісів – 102,5 особин/км² (5,6%) та звичайний, співдомінантний вид річкових долин – 20,6 особин/км² (2,6%). У сільських населених пунктах щільність птахів становить – 8,5 особин/км² (1,4%), лучно-чагарникових біотопах – 6,2 особин/км² (1,2%), полезахисних смугах – 3,5 особин/км² (1,7%), у житлових та промислових зонах міст – 4 особин/км² (1,3%) та 19,3 особин/км² (3,2%), а в міських дендропарках – 20,5 особин/км² (7,7%). Гніздовий, осілий.

Зеленяк *Chloris chloris*. Звичайний, доміантний вид хвойних лісів – 20,5 особин/км² (14,9%). А також звичайний, співдомінантний вид лучно-чагарникових біотопів – 35 особин/км² (6,7%) та широколистяних лісів – 27,2 особин/км² (1,5%), сільських населених пунктів – 15,3 особин/км² (2,5%), полезахисних смуг – 11,5 особин/км² (5,6%) і долин річок – 10,5 особин/км² (1,3%). У міських житлових та промислових зонах і дендропарках щільність зеленяка відповідно становить – 10,5 особин/км² (3,6%) та 29,5 (4,9%) особин/км² і 20,2 особин/км² (7,6%), де він також є співдомінантним видом. Гніздовий, осілий.

Щиглик *Carduelis carduelis*. Звичайний співдомінантний вид. У широколистяних лісах його щільність становить 20,5 особин/км² (1,1%), лучно-чагарникових біотопах – 20,2 особин/км² (3,9%), сільських населених пунктах – 10,7 особин/км² (1,7%), долинах річок – 10,5 особин/км² (1,3%). Рідкісний співдомінантний вид у хвойних лісах – 6,5 особин/км² (4,7%) та полезахисних смугах – 4,5 особин/км² (2,2%). У міських промислових та житлових зонах щільність щигликів становить – 15,5 особин/км² (2,6%) та 11,5 особин/км² (3,9%) відповідно, у дендропарках – 12,0 особин/км² (4,5%). Гніздовий, осілий.

Коноплянка *Acanthis cannabina*. Звичайний доміантний вид у міських промислових зонах – 75,4 особин/км² (12,5%). Звичайний, співдомінантний вид лучно-чагарникових біотопів – 14,7 особин/км² (2,8%), рідкісний співдомінантний у полезахисних смугах – 9,5 особин/км² (4,6%), рідкісний, другорядний у долинах річок – 5,8 особин/км² (0,7%). Звичайний співдомінантний вид сільських населених пунктів. – 10,5 особин/км² (1,7%). Гніздовий, осілий.

Щедрик *Serinus serinus* на території парку буває під час прольотів, цей вид також виявлено на гніздуванні (Новак, Новак, 1989). Протягом травня-червня 1999, 2000, 2001 років самець цього виду співав у районі стадіону ім. Тонкочеева (м. Кам'янець-Подільський), проте гнізд птахів знайдено не було (Матвеев, 2003). Під час досліджень ми зустрічали птахів у третій декаді квітня 2005 р. на м-ні Жовтневий у м. Кам'янці-Подільському, а також у другій декаді червня 2004-2005 рр. у населених пунктах Гуків та Мар'янівка Чемеровецького р-ну.

Снігур *Purrrhula purrrhula*. Звичайний зимуючий вид, що зустрічається щороку на усій території дослідження. З'являються птахи в третій декаді жовтня невеличкими групами, що складаються з 5-10 особин (1-3-х самців та 4-7-х самок). Під час зимівлі тримаються зграйками (до 10-20 особин) у населених пунктах сільського (30,3 особин/км²) і міського (22,5 особин/км²) типів, долинах річок (19,5 особин/км²), полезахисних смугах (17,2 особин/км²), міських дендропарках (15,5 особин/км²). На місця гніздування відлітають у першій-другій декаді березня.

Чиж *Spinus spinus*. Звичайний вид, який щороку з першої декади грудня до першої декади березня перебуває на зимівлі. На території НПП він є звичайним видом у населених пунктах міського (10,2 особин/км²) типу, дещо менша його чисельність у сільських населених пунктах (5,5 особин/км²), долинах річок (4,5 особин/км²) і полезахисних смугах (3,0 особин/км²).

В'юрок *Fringilla montifringilla* згідно з даними В. Боголепова (1913, 1915), В. Храмовича (1926) та Л. Портенка (1928) зустрічається на зимівлі та під час прольотів, про що також повідомляють В.Новак (1998) та М. Матвеев (2003). Нами самець цього виду був зареєстрований на прольоті лише в населеному пункті Жабенці Чемеровецького району (10. 12. 2004 р).

Шишкар ялиновий *Loxia curvirostra*. Рідкісний, залітний (Новак, Новак, 1989). Зграйку із 20 особин нам доводилось спостерігати лише у грудні 2004 в насадженнях ялини блакитної (м. Кам'янець-Подільський).

Чечітка звичайна *Acanthis flammea* в межах НПП зустрічається на зимівлі лише в окремі роки (Боголепов 1913; Новак, Новак, 1989; Матвеев, 2003). Іноді тримається протягом усієї зими, з'являючись у середніх числах жовтня і повертаючись на північ у лютому. У теплі зими чечітка іноді зовсім не з'являється (Боголепов, 1913).

ВИСНОВКИ

1. На території НПП «Подільські Товтри» поширені 11 представників родини В'юркові (Fringillidae): зяблик *Fringilla coelebs*, зеленяк *Chloris chloris*, коноплянка *Acanthis cannabina*, щиглик *Carduelis carduelis*, костогриз *Coccythraustes coccythraustes*, щедрик *Serinus serinus*, снігур *Purrrhula purrrhula*,

чиж *Spinus spinus*, в'юрок *Fringilla montifringilla*, шишкар ялиновий *Loxia curvirostra*, чечітка звичайна *Acanthis flammea*.

2. У межах НПП в'юркові мають такий статус:
 - гніздовий перелітний – зяблик, шедрик;
 - гніздовий, осілий – зеленьк, коноплянка, щиглик, костогриз;
 - зимуючий – снігур, чиж, чечітка звичайна;
 - зимуючий, пролітний – в'юрок;
 - інвазійний – шишкар ялиновий.
3. Типовими стаціями для в'юркових на території НПП є: широколистяні ліси, хвойні ліси, лучно-степові ділянки з чагарниками, долини річок, полезахисні смуги, населені пункти сільського та міського типів.
4. На території дослідження перелітні види (зяблик) з'являються протягом другої декади березня – першої декади квітня. Відлітають на зимівлю в другій декаді жовтня.
5. Осілі види (зеленьк, коноплянка, щиглик, костогриз) з'являються на місцях гніздування в першій декаді квітня. Після закінчення гніздового сезону, у третій декаді серпня, збираються невеличкими зграйками і кочують у пошуках їжі.
6. Зимуючі види на території НПП з'являються: у третій декаді жовтня – снігур; у першій декаді грудня – чиж. Відлітають на місця гніздування в першій – другій декадах березня.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боголепов В. Матерьялы по орнитологии Каменецкого уезда Подольской губ. // Зап. общества Подольских естествоисп. и любителей природы. – 1915. – Т. 3. – С. 164-165.
2. Боголепов В. Птицы Каменецкого уезда (Подольской губ.) (Предварительное сообщение) // Зап. общества Подольских естествоисп. и любителей природы. – 1913. – Т. 2. – С. 135-140.
3. Доброхотов Б.П. Особенности применения метода линейного трансекта при учёте птиц в лесных ландшафтах // Орнитология. – Вып. 5. – М.: Изд-во. МГУ, 1962. – С. 379-385.
4. Любінська Л.Г., Боев О.М., Пленсак В.М., Волощук В.А. Загальні відомості про Національний природний парк “Подільські Товтри” // Літопис природи Національного природного парку “Подільські Товтри”. – Том. VI. – Кам'янець-Подільський, 2003. – С. 4-5.
5. Матвеев М.Д. Орнітофауна м. Кам'янця-Подільського та його околиць // Літопис природи Національного природного парку “Подільські Товтри”. – Том. VI. – Кам'янець-Подільський, 2003. – С. 290-291.
6. Новак В.О., Новак Л.М. Орнітофауна Хмельницької області. Фауністична характеристика. – Хмельницький: Майбуття, 1998. – 27 с.
7. Портенко Л.А. Очерк фауны птиц Подольской губернии // Бюллетень Моск. об-ва испыт. природы. Биол. – 1928. – Т. 37. – Вып. 1-2. – С. 92-204.
8. Птахи України під охороною Бернської конвенції/ Гаврись Г.Г., Полуда А.М., Домашнінець В.Г., Фесенко Г.В., Давиденко І.В., Боярчук В.П., Кузьменко Ю.В., Цукатова С.В., Тайкова С.Ю., Сипко А.В.// Під заг. ред. Г.Г. Гаврися – Київ, 2003. – С. 351-370.
9. Равкин Ю.С., Доброхотов Б.П. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 130-136.
10. Фесенко Г.В., Бокотей А.А. Анований список українських наукових назв птахів фауни України. – Київ-Львів, 2000. – 44 с.
11. Храчевич В.П. Огляд фавни птахів Поділля // Нарис фавни Поділля. – Розд. IV. – Вінниця, 1926. – С. 34-90.

ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА GERANIUM ROBERTIANUM ТА GERANIUM SANGUINEUM НА ТЕРИТОРІЇ КАНІВСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Касянчук О. В., аспірант

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка

З'ясовано фітоценотичну приуроченість досліджуваних видів *Geranium sanguineum* та *Geranium robertianum* на території Канівського природного заповідника. Встановлено екологічні особливості *G. robertianum* та *G. sanguineum* за провідними едафічними (вологість ґрунту - Hd, змінність зволоження - fH, кислотність - Rc, вміст карбонатів - Ca, засоленість -Tr) та кліматичними факторами (гумідність - Om, морозистість - Cg, континентальність клімату - Kn, радіаційний баланс - Tm).

Ключеві слова: *Geranium*, *фітоіндикація*, *екологічна та фітоценотична характеристика*, *синтаксон*.

Касянчук О.В. ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА GERANIUM SANGUINEUM И GERANIUM ROBERTIANUM НА ТЕРРИТОРИИ КАНЕВСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА / Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Украина

Выяснена фитоценотическая приуроченность исследованных видов *Geranium sanguineum* и *Geranium robertianum* и их фитоиндикационная оценка на территории Каневского природного заповедника. Определены экологические особенности *G. robertianum* и *G. sanguineum* за ведущими едафическими (влажность почвы - Hd, изменчивость влажности - fH, кислотность - Rc, содержание карбонатов - Ca, засоленность -Tr) и климатическими факторами (гумидность - Om, морозность - Cg, континентальность климата - Kn, радиационный баланс - Tm).

Ключевые слова: *Geranium*, *фитоиндикация*, *экологическая и фитоценотическая характеристика*, *синтаксон*.

Kasyanchuk O.V. ECOLOGO-CENOLOGICAL FEATURES OF GERANIUM ROBERTIANUM AND GERANIUM SANGUINEUM IN KANIV NATURAL RESERVE / Kyiv national Taras Shevchenko university, Ukraine

Ecologo-cenological features of *Geranium robertianum* and *Geranium sanguineum* were investigated in Kaniv natural reserve. Ecological conditions of plant communities determined by the methods of photoindication by 10 factors (radiation balance, continentality, humus content, frost, humidity, and variability of soil, moistening, general salt, nitrogen and acid soil regimes).

Key words: *Geranium*, *phytoindication*, *ecological and phytocenotic characteristics*, *syntaxa*.

ВСТУП

Збереження і підтримання біотичної різноманітності є глобальною проблемою, актуальною і в Україні. Особливого значення набувають комплексні дослідження окремих систематичних груп, зокрема й види родини Geraniaceae.

Аналіз літературних джерел доводить, що види *Geranium robertianum* та *Geranium sanguineum* досліджені лише в систематичному та флористичному аспектах, а даних про їх екологічну та ценотичну приуроченість недостатньо.

Метою наших досліджень було з'ясування еколого-ценотичної приуроченості та визначення екологічної амплітуди *G. robertianum* та *G. sanguineum* за провідними екологічними факторами на території Канівського природного заповідника.

Уперше на основі еколого-флористичної класифікації за Ж. Браун-Бланке складено синтаксономічну схему та описані еколого-ценотичні особливості синтаксонів за участю видів *Geranium robertianum* та *Geranium sanguineum*, а також встановлені екологічні амплітуди та участі цих видів в певних екотопах Лісостепу України, на прикладі Канівського природного заповідника.

ПРИРОДНІ УМОВИ

Канівський природний заповідник знаходиться в Черкаській області в Канівському районі та займає територію 2027 га. Він представлений трьома різними за своїми природними особливостями територіями – надзапальною правобережною частиною, заплавою Дніпра (острови Круглик та Шелестів), а також боровою терасою (Зміїні острови).

Більшість (майже 1500 га) території Канівського заповідника лежить у межах дислокованої четвертої надзапальної тераси Дніпра. Це низькогір'я, обмежене долинами Дніпра, Росі та Росави, значно підняте (найвища точка – 255 м. н. р. м.) над сусідніми територіями і сильно розчленоване ерозією, має вигляд гір і часто в літературі іменується «Канівськими горами» [1].

Згідно зі схемою фізико-географічного районування України, вони відносяться до фізико-географічної області Київського плато, Західно-Української провінції, лісостепової зони Східноєвропейської фізико-географічної країни. За геоботанічним районуванням рослинність цієї території відноситься до Умансько-Канівського (Правобережного центрального) округу Подільсько-Середньопридніпровської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейсько-Сибірської лісостепової області. Материнською основою ґрунту є лесовидні суглинки. Лише на крутих схилах та плато найвищих горбів на поверхню виходять різноманітні відклади льодовикової формації, неогену, палеогену та крейди.

Через значну розчленованість рельєфу на території заповідника спостерігається велика різноманітність мікрокліматичних умов, ґрунтового й рослинного покривів та тваринного світу [2].

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження фітоценотичних особливостей *Geranium sanguineum*, *Geranium robertianum* на території Канівського природного заповідника проводились на основі власних геоботанічних описів ценозів з видами роду. Для з'ясування екологічних особливостей, з використанням методу фітоіндикації, використовували геоботанічні описи В. Л. Шевчика, В. А. Соломахи, Ю. О. Войтюка та ін.

Описи опрацьовували за методом перетворення фітоценотичних таблиць із застосуванням пакету програм, розробленого українськими фітоценологами.

Екологічні особливості видів визначалися за провідними едафічними (вологість ґрунту - Hd, змінність зволоження - fH, кислотність - Rc, вміст карбонатів - Ca, засоленість -Tr) та кліматичними факторами (гумідність - Om, морозистість - Cg, континентальність клімату - Kп, радіаційний баланс - Tm) за методом фітоіндикації, розробленим у відділі екології фітосистем Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України [3].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На території заповідника поширено шість видів з родини Geraniaceae: *G. divaricatum*, *G. palustre*, *G. pratense*, *G. pusillum*, *G. robertianum*, *G. sanguineum*. Але ми досліджували еколого-ценотичну приуроченість лише *G. robertianum*, *G. sanguineum* на території Канівського природного заповідника, оскільки ці види є більш поширеними на території заповідника.

Geranium sanguineum поширений у лісах Закарпатської області та західних областях України, на Поліссі і в Лісостепу, на південь - рідшає, у Степу — зрідка, поодинокі. По лісах, між чагарниками, особливо в борах, на піщаному або вапняковому ґрунті, по схилах. На території Канівського природного заповідника зростає на освітлених ділянках лісу, узліссі та поширений у складі двох класів: *Quercus-Fagetalia* та *Trifolium-Geranieta*.

Geranium robertianum поширений по всій Україні, але в степовій зоні зустрічається рідко. Зростає в затінених місцях, лісах, по кам'янистих місцях, скелях, чагарниках. На території Канівського природного заповідника зростає в затінених місцях, лісах та входить до складу двох класів: *Quercus-Fagetalia*, *Robinieta*.

Синтаксономічна схема угруповань за участю *Geranium robertianum* та *Geranium sanguineum* на території Канівського природного заповідника

Quercus-Fagetalia Br.-Bl. et Vlieger 1937

Quercetalia robori-petraeae R. Tx. 1931

Genista germanicae – *Quercion Neuhausl et Neuhauslova-Novotna* 1967

Melicae nutantis -*Quercetum robori* Shevchyk et V.

Fagetalia sylvaticae Pawl. 1928

Carpinion betuli Issler 1931 em Mayer 1937

Galeobdolon luteae-*Carpinetum* Shevchyk, Bakalya et V. Sl. 1996

G.I. – *C. sambucetosum nigrae* Shevchyk, Bakalya et V. Sl. 1996

Robinieta Jurko ex Hadac et Sofron 1980

Chelidonio-Robinieta Jurko ex Hadac et Sofron 1980

Chelidonio-Robinion Hadac et Sofron 1980

Impatiens parviflorae-Robinetum Sofron 1967

Trifolio-Geranieta Th. Mull. 1961

Origanetalia vulgaris Th. Mull. 1961

Geranion sanguinei R. Tx. In Th. Mull. 1961

Vincetoxici hirundinariae-Origanetum vulgaris Kolbek et Petricek 1979

Синтаксони класу **Quercus-Fagetea** охоплюють широколистяно- та мішанолісові ценози, приурочені до багатих сірих лісових та дерново-підзолистих ґрунтів. На території заповідника клас поширений в умовах правобережної нагірної частини, а також надзапальної лівобережної частини, представленої на боровій терасі Зміїних островів.

Союз Carpinion betuli (порядок Fagetalia sylvaticae) містить угруповання широколистяних лісів, які розвиваються в найбагатших та оптимально зволжених варіантах едафотопів правобережного лісового масиву заповідника [3].

Асоціація Galeobdolon luteae – Carpinetum (діагностичні види: *Galium odoratum*, *Galeobdolon luteum*, *Aegopodium podagraria*, *Viola odorata*)

Це рослинне угруповання описане в правобережній нагірній частині Канівського природного заповідника в широколистяному лісі. Верхній ярус складається з *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *Acer campestre*. Зімкнутість крон 0,8. Підлісок несформований. Підріст: *Acer platanoides* до 1 м. Трав'яний покрив із покриттям 30 % утворений: *Dryopteris filix-mas*, *Asarum europaeum*, *Galium odoratum*, *Galeobdolon luteum*, *Aegopodium podagraria*, *Viola odorata*, *Viola odorata*, *Polygonatum multiflorum*, *Mercurialis perennis*, *Pulmonaria officinalis*, *Stellaria holostea*.

Субасоціація G.I. – C. sambucetosum nigrae (діагностичні види: *Geranium robertianum*, *Impatiens parviflora*, *Sambucus nigra*).

Ця субасоціація описана на території правобережної нагірної частини Канівського природного заповідника в широколистяному лісі. Деревостан одноярусний. Проективне покриття деревного ярусу – 20 -25%. Верхній ярус складається з *Carpinus betulus* – 15% та *Acer platanoides* -10%, *Acer campestre* 7-5 %. Зімкнутість крон 0,7. Підлісок представлений *Sambucus nigra* -5% (зімкнутість 0,5). Підріст: *Acer platanoides* -7% та *Acer campestre* – 5% до 1 м. Флористично бідні ценози із слабосформованим комплексом трав'янистих рослин, які поширені у підніжжя схилів з потужними сірими лісовими ґрунтами. Видова насиченість – 17-18 видів. Проективне покриття в ярусі досягається за рахунок домінування кількох видів. Трав'яний покрив з проективним покриттям - 50 %, у якому співдомінують такі види: *Geranium robertianum* – 10-20%, *Impatiens parviflora* – 10%. Зустрічаються *Asarum europaeum* -5%, *Galeobdolon luteum* -5%, *Dryopteris filix-mas* -3%, *Polygonatum multiflorum*-1%, *Viola odorata* -5%, *Milium effusum*-1%. *Geranium robertianum* у цьому фітоценозі відіграє незначну роль і має проективне покриття до 20%, тобто є асектатором (таб. 1).

Таблиця 1 – Фітоценотична характеристика *Geranium sanguineum* L. та *Geranium robertianum* L. у складі класу Quercus-Fagetea.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Проективне покриття трав'яного ярусу %	40	40	45	30	80	50	30	60	30	40	60
Зімкнутість крон деревостану	1			0			1	1	1	1	1
Кількість видів	24	20	20	22	21	24	16	16	20	18	19
Номер опису	1	2	3	12	11	13	6	7	8	9	10
Номер синтаксону			1						2		
D. s. Ass. Melicae nutantis -Quercetum robori											
<i>Frangula alnus</i>	1	1	+	.	.	+					
<i>Platanthera bifolia</i>	1	.	.	+	.	.					
<i>Geranium sanguineum</i>	1	1	+	1	4	+					
D. s. All. Quercetalia robori-petraeae											
<i>Betonica officinalis</i>	.	.	.	.	+	+					
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	.	.	.	.	+					
<i>Poa pratensis</i>		+	1		+						
<i>Hieracium umbellatum</i>		2	+	+	+	+					
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	+	1	.	.	.					
<i>Pinus sylvestris</i>	+	1	1	2	+	1					
<i>Galium verum</i>	.	1	.	+	1	.					

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D.s. subass. G.I. – C. sambucetosum nigrae											
<i>Geranium robertianum</i>							2	2	1	2	1
<i>Impatiens parviflora</i>							1	3	2	2	3
<i>Sambucus nigra</i>							1	1	1	1	1
D.s. Ass. Galeobdolon luteae - Carpinetum											
<i>Dryopteris filix-mas</i>							.	.	+	1	+
<i>Galeobdolon luteum</i>							1	+	+	1	2
<i>Asarum europaeum</i>							+	+	1	1	1
D.s. All. Carpinion betuli Issler											
<i>Carpinus betulus</i>							1	3	2	1	1
<i>Stellaria holostea</i>							+	1	+	1	+
<i>Pulmonaria officinalis</i>							.	.	+	1	1
<i>Milium effusum</i>							.	1	+	.	1
D. s. Ord. Fagetalia sylvaticae											
<i>Viola odorata</i>							1	1		1	2
<i>Galium odoratum</i>							+	1	1	+	1
D. s. Cl. Querco-Fagetea											
<i>Convallaria majalis</i>	2	1	2	1	+	+	.	.	1	2	1
<i>Acer platanoides</i>	1	.	1	1	.	.	2	1	2	2	.
<i>Euonymus europaea</i>	.	+		.	.	+		+			+
<i>Euonymus verrucosa</i>	2	.	+	1	+	.			+		+
<i>Populus tremula</i>	.	.	.	1	.	+		+			
<i>Corylus avellana</i>	1	.	.	1	.	.				+	
<i>Melica nutans</i>	1	.	.	+	+	+	+				
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	2	.	+	+		1	1	.
<i>Quercus robur</i>	2	1	+	2	+	+	+	1	1	1	1
<i>Aegopodium podagraria</i>	1	2	+	.	.	.	1	.	.	1	1
<i>Poa nemoralis</i>	2	1	1	2	.	.	.	.	1	2	2
<i>Carex digitata</i>	.	.	.	.	1	+		+			
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1	+	+		+		+	.	+	.	1
<i>Lamium maculatum</i>				+	+		.	.	.	1	1
<i>Mercurialis perennis</i>							+	.	+	+	1
D.s. Cl. Molinio-Arrhenatheretea											
<i>Euphorbia virgultosa</i>							1	1	.	+	
<i>Dactylis glomerata</i>	.	1	.	.	2	.			+		
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	+	.	+	+				+	
Інші види											
<i>Centaureum erythraea</i>	.	.	.	+	+	+					
<i>Galium salicifolium</i>	1	.	.	+	.	.					
<i>Melampyrum nemorosum</i>	1	1	.	.	.	2					
<i>Epipactis helleborine</i>	.	.	.	+	.	1					
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	1	1	.	.	.					
<i>Pulsatilla nigricans</i>	.	1	1	.	.	.					
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	1	.	.	.	.					
<i>Achillea submillefolium</i>	.	1	.	.	.	+					
<i>Stellaria graminea</i>	+		+								
<i>Festuca rupicola</i>							1	1	.	.	

Види, що зустрічаються зрідка: *Tilia cordata* + (1); *Betula pendula* 1 (1,8); *Carex muricata* 1 (1); *Alliaria petiolata* + (1); 1 (3); *Swida sanguinea* 1 (1); *Clinopodium vulgare* 1 (3); *Elytrigia repens* 1 (3); *Glechoma hirsuta* 1 (3); *Rubus saxatilis* + (4, 5); *Carex michelii* + (4,6); *Glechoma hederacea* + (5, 9); *Carex hirta* + (5); *Campanula rotundifolia* + (5); *Festuca beckeri* + (5); *Bromopsis inermis* 1 (5); *Malus sylvestris* + (6); *Asparagus officinalis* + (5); *Anthericum ramosum* + (4); *Solidago virgaurea* + (4); *Trifolium montanum* + (6); *Verbascum lychnitis* + (6); *Verbascum phlomoides* + (5); *Polygonatum odoratum* + (6); *Polygonum convolvulus* + (4); *Viscaria vulgaris* + (6); *Viola hirta* + (9); *Ajuga reptans* 1 (9); *Alnus glutinosa* 1 (7); *Athyrium filix-femina* + (9); *Urtica dioica* 1(8); *Pulmonaria obscura* + (9).

Примітка: перед дужками позначено проективне покриття виду в балах, а в дужках номер опису, де зустрічався цей вид.

Номерами позначено синтаксони: 1 - асоціація *Melicae nutantis -Quercetum robori* Shevchyk et V. Sl., 2 – субасоціація G.l. – *C. sambucetosum nigrae* Shevchyk, Bakalyna et V. Sl. 1996.

Порядок Quercetalia robori-petraeae (Союз Genisto germanicae Quercion) представлений широколистяно-лісовими, мішаними та хвойними лісами спонтанного походження, поширеними на боровій терасі Зміїних островів [2].

Проаналізувавши геоботанічні описи, *Geranium sanguineum* було віднесено до асоціації *Melicae nutantis -Quercetum robori* Shevchyk et V. (порядок *Quercetalia robori-petraeae*, союз *Genisto germanicae*, клас *Querco-Fagetea*). Це рослинне угруповання формується на досить багатих дерново-сильнопідзолистих глеюватих свіжих легкосупіщаних ґрунтах. Верхній деревний ярус сформований *Pinus sylvestris* 7-10%, у другому ярусі домінує *Quercus robur* -10%, *Acer platanoides* 5-7%. Підлісок та підріст представлений багатьма чагарниковими та лісовими видами. У трав'янистому ярусі домінує *Geranium sanguineum*, *Convallaria majalis*, *Poa nemoralis* та інші види (таб. 1.). *Geranium sanguineum* у цьому фітоценозі виступає асектатором.

Клас Trifolio-Geranietae охоплює флористично досить бідні угруповання, фрагментарно поширені на узліссях о-ва Великого (Зміїні острови) [2]. Зроблені описи було віднесено до асоціації *Vincetoxicum hirundinariae-Origanetum vulgare* Kolbek et Petrcek 1979 (союз *Geranion sanguinei*, порядок *Origanetalia vulgare*) мають значні риси подібності до синтаксонів порядку *Galietalia veri* класу *Molinio-Arrhenatheretea*. Описи були зроблені на узліссях по краях широколистяних лісів на території Зміїних островів. Видова насиченість рослинних угруповань складає в середньому – 16 видів. Для угруповань асоціації в середньому характерне проективне покриття – 60%. Діагностичними видами виступають *Peucedanum oreoselinum* з проективним покриттям – 15%, *Vincetoxicum hirundinaria* - 5%, *Knautia arvensis* -5%, *Senecio czernjaevii* -3%, *Geranium sanguineum* -3%. Значну роль у фітоценозі відіграють *Dactylis glomerata*, *Galium verum*, *Poa angustifolia*. *G. sanguineum* в описаному рослинному угрупованні виступає асектатором.

Під час дослідження було виявлено, що *Geranium robertianum* зростає ще і в складі угруповань, які ми віднесли до класу *Robinietae*

Клас Robinietae (діагностичні види: *Robinia pseudoacacia*, *Chelidonium majus*, *Geum urbanum*, *Stenactis annua*, *Poa nemoralis*, *Galium aparine*, *Urtica dioica*, *Sambucus nigra*). Клас – представлений моно- та олігодомінатними угрупованнями штучного походження.

Асоціація Impatiens parviflorae-Robinetum (діагностичні види: *Alliaria petiolata*, *Geranium robertianum*, *Leonurus cardiaca*, *Impatiens parviflora*) відноситься до порядку *Chelidonio-Robinetalia* та союзу *Chelidonio-Robinion*.

Geranium robertianum бере участь також у формуванні *Impatiens parviflorae-Robinetum* (клас *Robinietae*). Це рослинне угруповання поширене в околицях садиби заповідника, на сірих лісових ґрунтах на лесовидних суглинках або на дернових на нелесових породах. Деревний ярус, в більшості представлений *Robinia pseudoacacia* - проективне покриття 20%, зімкнутість крон 0,7. Підлісок відсутній. У підросі знаходяться типові види широколистяних лісів. Характеризується добре розвинутим рослинним покривом (загальне проективне покриття 70%). Флористично бідні угруповання, видова насиченість, у середньому - 14 видів. У травостої описаного угруповання домінують *Geranium robertianum* (10-20 %), *Impatiens parviflora* (10 %), проективне покриття трав'яного ярусу в середньому складає 60-80 % (таб. 1).

У цих угрупованнях зустрічаються також види інших класів: *Querco-Fagetea* (*Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *Crataegus pseudokyrstostyla*, *Acer campestre*, *Euonymus verrucosa*) та *Salicetea purpureae* (*Amorpha fruticosa*).

Розглянемо результати оцінки екологічних режимів угруповань, одержані на основі методів фітоіндикації [3,4]. Результати за едафічними факторами наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Статистичні показники для значень екологічних факторів, розрахованих за методом фітоіндикації

		Ca	Rc	Tr	Nt	Hd	fH	Tm	Kn	Om	Cr
<i>Geranium sanguineum</i>	Min	5,3	8,1	5,86	4,87	10,1	2,47	7,80	7,94	7,26	7,26
	Max	7,08	8,47	7,40	5,44	12,10	4,75	8,64	8,67	8,35	8,38
<i>Geranium robertianum</i>	Min	5,83	7,84	6,47	6,53	11,35	1,04	9,02	8,04	7,53	8,26
	Max	6,45	8,17	6,87	7,62	11,64	2,08	9,23	8,60	8,11	8,92

Примітка: Min, Max – мінімальне та максимальне значення відповідно, Ca – вміст карбонатів в ґрунті; Rc – кислотність, Tr – загальний сольовий режим, Nt – вміст азоту в ґрунті, Hd – вологість, fH – зміна вологості, Tm – термоклімат, Kn - континентальність, Om – омброклімат, Cr – кріоклімат.

Одним з важливих екологічних факторів є вологість ґрунту (Hd). Обидва види є рослинами свіжих лісо-лучних екотипів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами – мезофітами (10,1 – 12,10 балу), хоча амплітуда у *Geranium sanguineum* ширша ніж у *Geranium robertianum* (рис. 1.).

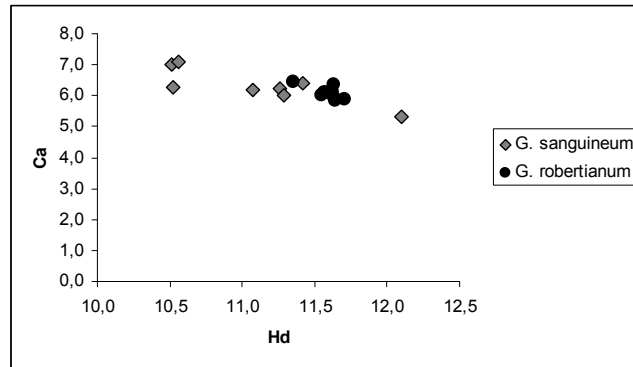


Рис. 1. Розподіл рослинних угруповань за участю *G. robertianum* та *G. sanguineum* залежно від зміни вологості (Hd) та карбонатів (Ca) у ґрунті.

За відношенням видів до вмісту карбонатів (Ca) досліджувані види відносяться до екологічної групи – гемікарбонатофоби (5,3 - 7,08 балу) – рослини, які уникають карбонатні субстрати (підзолисті ґрунти, лучні глеєві).

За кислотністю ґрунту (Rc) *Geranium sanguineum* та *Geranium robertianum* є субацидофілами (7,84 - 8,47 бали), вони зростають на слабокислих ґрунтах (рис. 4.).

G. sanguineum за вмістом азоту в ґрунті відноситься до групи (Nt) гемінітрофілів (4,87 - 5,44 бала) – це види, які ростуть на відносно бідних щодо мінерального азоту ґрунтах. *G. robertianum*, на відміну попереднього виду, росте на відносно забезпечених мінеральним азотом ґрунтах і є нітрофілом (6,53 - 7,62 бала). І як видно з рис. 2., по відношенню до мінерального азоту в ґрунті значення обох видів не перекриваються.

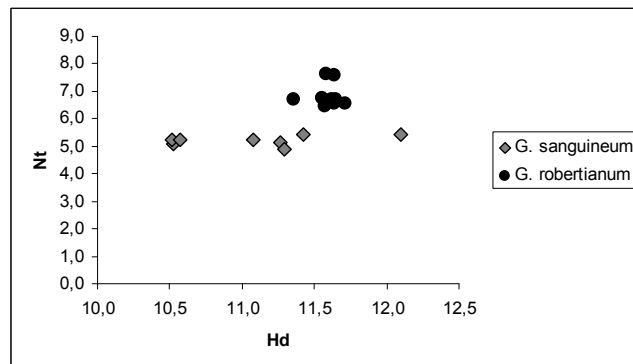


Рис. 2. Розподіл рослинних угруповань за участю *G. robertianum* та *G. sanguineum* залежно від зміни вологості (Hd) та мінерального азоту (Nt) у ґрунті

Важливим фактором є трофність (Тг), або загальний сольовий режим, що характеризується запасом поживних речовин у доступній для рослин формі. Цей показник корелює з вологістю (рис. 3.), і ці два види мають різні показники.

G. sanguineum відноситься до семієвтрофів, тобто це вид, який росте на багатих на солі ґрунтах (5,86-7,40 бали). А *G. robertianum* є мезотрофом, видом, який росте на небагатих на солі (95-150 мг/л) ґрунтах, де наявні HCO_3^- , відсутні SO_4^{2-} , Cl^- .

Відрізняються ці види також за екологічним фактором – змінність зволоження (fH).

Як видно з таблиці 2, результати *G. sanguineum* коливаються в межах від 2,47- 4,75 балу, отже, на території Канівського природного заповідника поводить себе, як гідроконтрастофоб, тобто вид, який росте в більш-менш однакових умовах зволоження. Результати *G. robertianum* нижчі (1,04 – 2,08 балу), тобто він себе проявляє себе як гіпергідроконтрастофоб – вид, який росте в постійних однакових умовах зволоження (як вологих, так і сухих).

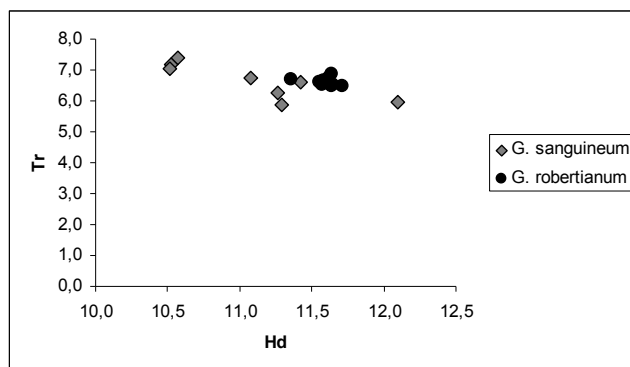


Рис. 3. Розподіл рослинних угруповань за участю *G. robertianum* та *G. sanguineum* залежно від зміни вологості (Hd) та вмісту солей (Tr) у ґрунті

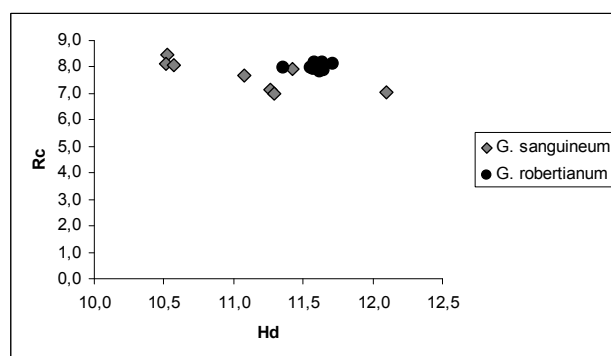


Рис. 4. Розподіл рослинних угруповань за участю *G. robertianum* та *G. sanguineum* залежно від зміни вологості (Hd) та кислотності (Rc) у ґрунті

Аналізуючи отримані результати за кліматичними факторами, можна констатувати, що показники *G. robertianum* та *G. sanguineum* суттєво не відрізняються. Обидва види за радіаційним балансом (Тм) є субмікротермами (7,8 – 9,23 балу, таб. 2.). За континентальністю клімату є (Кп) – геміконтиненталами (7,94 – 8,6 бала, таб. 2.). Аналізуючи отримані дані за кліматичним фактором – гумідністю клімату, (омброрежим, Ом) *G. robertianum* та *G. sanguineum* відносяться до семіаридофіт (7,26 – 8,35 балу, таб. 2.). За суворістю зим (кріорежим, Сг) – субкріофіти (7,26 – 8,92 балу, таб. 2.).

ВИСНОВКИ

З'ясовано еколого-ценотичну приуроченість досліджуваних видів *Geranium sanguineum* та *Geranium robertianum* на території Канівського природного заповідника.

G. robertianum входить до складу двох класів: Querco-Fagetea, Robinietea, а *G. sanguineum* до складу класів: Querco-Fagetea та Trifolio-Geraniete.

На основі фітоіндикаційної оцінки екологічних факторів встановлено, що спостерігається відмінність показників *G. robertianum* та *G. sanguineum* за більшістю едафічних факторів. На території Канівського природного заповідника *G. robertianum* зростає на відносно забезпечених мінеральним азотом та на небагатих на солі ґрунтах у постійних однакових умовах зволоження. За відношенням до кліматичних факторів види *G. robertianum* та *G. sanguineum* є субмікротермами, субкріофіти, семіаридофіти, геміконтинентали.

Отже, *G. robertianum* у порівнянні з *G. sanguineum* на цій території має більш вузьку екологічну амплітуду.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчик В.Л., Бакалина Л.В., Соломаха В.А. Синтаксономія лісової рослинності правобережноріпковської частини Канівського природного заповідника // Український фітоценологічний збірник. – К., 1996. – Сер. А., вип. 2. – С. 73-88.
2. Шевчик В.Л., Соломаха В.А., Войтюк Ю.О. Синтаксономія рослинності та список флори Канівського природного заповідника // Український фітоценологічний збірник. – К., 1996. – Сер. Б, вип. 1 (4) - С. 5-119.
3. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
4. Екофлора України. /Дідух Я. П., Плюта П. Г. Протопопова В. В. та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – Т. 1. – 284 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОЕНИЯ ЛИСТЬЕВ У МУТАНТА *CP3* АРАБИДОПСИСА ТАЛЯ (*ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.)

Кирпичёва И.В., аспирант, Соколов И.Д., д.б.н., профессор

Луганский национальный аграрный университет

Установлено, что у растений мутантной линии *cp3* розеточные листья округлой формы, стеблевые листья овальной формы, тогда как у исходной формы *Landsberg erecta* овальной формы.

Ключевые слова: арабидосис Таля, гетерофилия, *cp3-1*, морфология листа.

Кирпичова І.В., Соколов І.Д. МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУДОВИ ЛИСТЯ В МУТАНТА *CP3* АРАБІДОПСИСА ТАЛЯ (*ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.) / Луганський національний аграрний університет, Україна

Встановлено, що в рослин мутантної лінії *cp3* розеткові листя округлої форми, стеблові листя овальної форми, тоді як вихідна форма *Landsberg erecta* має листя овальної форми.

Ключові слова: арабидосис Таля, гетерофілія, *cp3-1*, морфологія листа.

Kirpicheva I.V., Sokolov I.D. MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF A STRUCTURE OF LEAVES AT A MUTANT *CP3* ARABIDOSIS THALIA (*ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.) / Lygansk national agrarian University, Ukraine

It is established, that at rosette leaves of plants a mutant line *cp3* round form, stem leaves of the oval form, whereas at initial form *Landsberg erecta* the oval form.

Key words: *arabidosis Talia*, *heterophile*, *morphology of the leaf*.

ВВЕДЕНИЕ

Виды цветковых растений отличаются разнообразием форм и размеров листьев. Регулирование развития листа – одна из больших нерешенных задач в биологии развития растений [4]. В последние годы идентифицированы многие гены, вовлеченные в процессы, связанные с морфогенезом листа. Форма листа управляется довольно сложной генетической системой и является важным фактором в оптимизации роста растения [6].

На сегодняшний день *A.thaliana* является самым популярным и удобным объектом для генетических исследований. Уже создано множество мономутантных и полимутантных линий этого вида, и число их продолжает непрерывно расти. У многих линий с измененным генотипом описаны морфологические изменения. Однако в большинстве случаев влияние генов на строение листьев остается недостаточно изученным. В настоящей работе исследованы изменения в строении листьев арабидопсиса под влиянием мутантной аллели *cp3-1*.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Семена исходной гомозиготной линии *Landsberg erecta* (Ler) и полученной на её генетической основе мономутантной линии *cp3-1* получены из Ноттингемского центра образцов арабидопсиса (NASC, UK) [5]. Растения выращивали в почвенной культуре в лаборатории светокультуры на кафедре биологии растений Луганского НАУ.

Для того, чтобы выровнять темпы развития проростков, проводили яровизацию семян на протяжении 5 суток при температуре 4-6 °С. Затем семена оставляли при комнатной температуре 18-22 °С для прорастания. Почвосмесь готовили из почвы, песка и торфа в соотношении 4:2:1. Семена были высеваны в ящики при соблюдении принципа полной рендомизации. Освещение было круглосуточным (3000-4000 люкс) [3]. Все наблюдения и измерения проводили в период начала цветения. Для измерений с каждого растения брали самый крупный розеточный лист и самый крупный стеблевой лист.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растения дикого типа (WT) *Landsberg erecta* и мутантной линии *cp3-1*, сфотографированные при одинаковом увеличении, изображены на рис. 1.

У первых настоящих листьев WT (1 и 2 лист) длинные черешки; их длина примерно равна длине листовых пластинок. Следующие за ними листья более крупные, но длина черешка меньше длины листовой пластинки. Последние розеточные листья часто вообще безчерешковые (рис. 2).

На рис. 2 *г-д* при большом увеличении изображены основания последних безчерешковых прикорневых листьев (шестой лист на рис. 2 *а-б*). Последний розеточный лист, как правило – безчерешковый. Изредка бывают и исключения из правил. На рис. 2 *в* (пятый лист) и рис. 2 *е* видно основание последнего розеточного листа с черешком, но очень коротким.

Стеблевые листья меньшей величины, безчерешковые. Если на стебле несколько листьев, то их размер уменьшается в направлении верхушки стебля.

Очевидно, что в ходе онтогенеза происходит изменение размеров листьев – вначале увеличение листьев, а потом их уменьшение (рис. 2). Кроме того, длинночерешковые листья сменяются средне- и короткочерешковыми; последний розеточный лист обычно, а стеблевые всегда вообще безчерешковые.

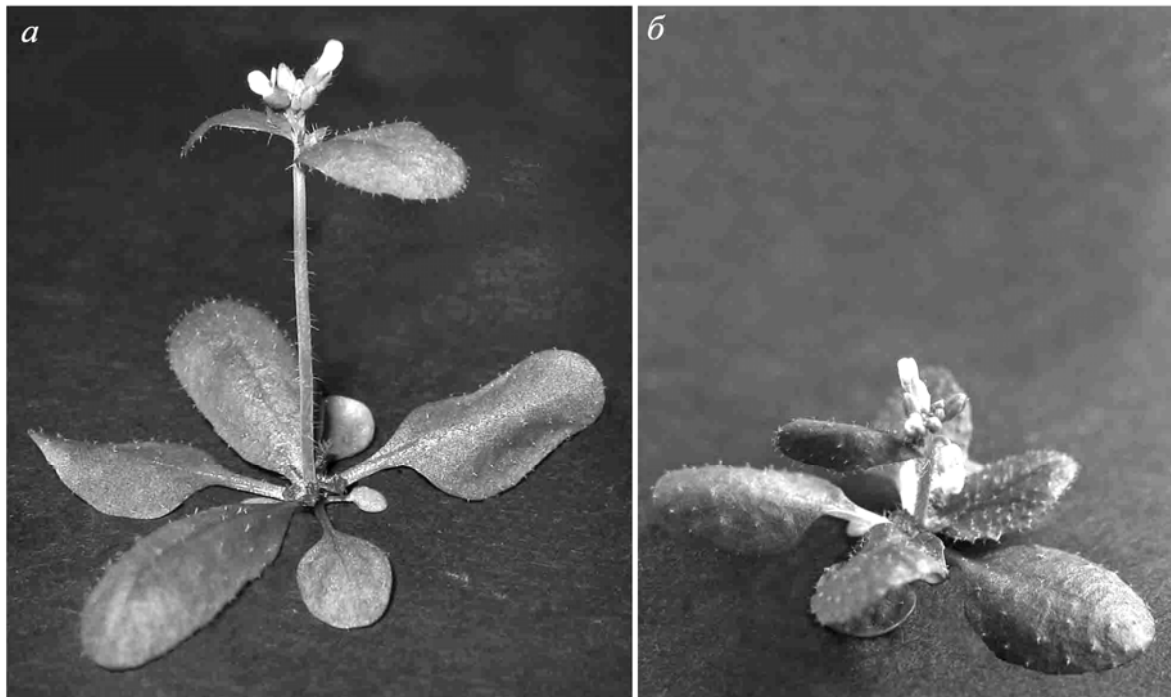


Рис.1. Растения гомозиготных линий *A.thaliana* а – растение исходной линии *Landsberg erecta*, б – растение мутантной линии *cp3-1*.

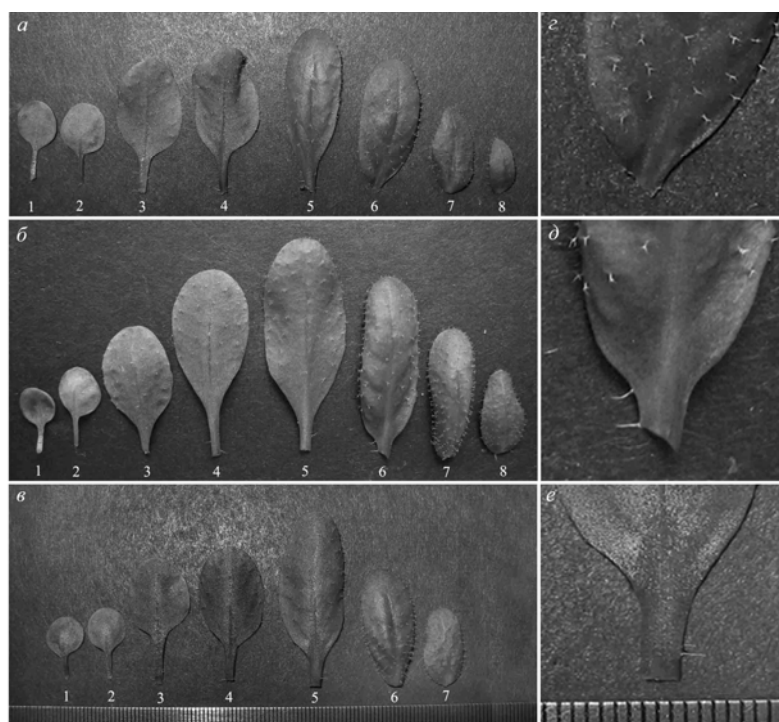


Рис.2. Листья трех растений линии *Landsberg erecta*
а, б, - 1-6 розеточные листья, 7-8 стеблевые листья; в – 1-5 розеточные листья, 6-7 стеблевые листья;
г, д – основания последних прикорневых листьев (шестой лист, безчерешковые);
е – основание последнего прикорневого листа (пятый лист, с черешком). Пояснение: шкала 0.5 мм.

Определение формы листовой пластинки (далее вместо словосочетания листовая пластинка будем использовать сокращение л. пластинка) производят с учетом отношения длины л. пластинки к её наибольшей ширине, а также того, в какой части л. пластинки (верхней, средней или нижней) ширина наибольшая [1]. У растений дикого типа в ходе онтогенеза длинночерешковые округлые листья постепенно сменяются овальными короткочерешковыми. Подобные изменения формы листьев на одном и том же растении в ходе онтогенеза называют гетерофилией или разнолистностью. В табл. 1 представлены результаты измерения самых крупных розеточных и стеблевых листьев.

Таблица 1 – Элементарные статистические показатели по количественным признакам листьев *A.thaliana* экотипа *Landsberg erecta*

Признаки	Объем выборки	Среднее арифметическое значение	Ошибка среднего	Дисперсия	Квадратическое отклонение	Коэффициент вариации (cv), %
РОЗЕТОЧНЫЕ ЛИСТЬЯ						
Длина листа	38	1,89	0,05	0,12	0,34	18,1
Длина л. пластинки	38	1,72	0,06	0,14	0,38	21,7
Длина черешка	28	0,22	0,02	0,01	0,11	52,0
Ширина л. пластинки	38	0,94	0,02	0,02	0,15	15,6
Отношение длины л. пластинки к её ширине	38	1,84	0,04	0,07	0,27	14,4
СТЕБЛЕВЫЕ ЛИСТЬЯ						
Длина л. пластинки	37	1,17	0,04	0,06	0,25	21,5
Ширина л. пластинки	37	0,69	0,03	0,03	0,18	26,6
Отношение длины л. пластинки к её ширине	37	1,74	0,04	0,08	0,29	16,5
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕГЕНЕРАТИВНОГО ПЕРИОДА						
Число дней до начала цветения	38	27,9	0,31	3,63	1,91	6,8

По признаку «длина черешка» объем выборки меньше, чем по остальным признакам. Это объясняется тем, что часть исследованных листьев (около 26%) были безчерешковыми, однако это не помешало установлению формы л. пластинки. Отношение длины л. пластинки к её ширине у розеточных листьев составляет в среднем 1.84, т.е. наиболее крупные листья WT являются овальными; у стеблевых 1.74 – тоже овальные (табл. 1). По большинству количественных признаков розеточных листьев изменчивость средняя $10\% < cv < 25\%$, по признаку "длина черешка" сильная $cv > 25\%$ [2].

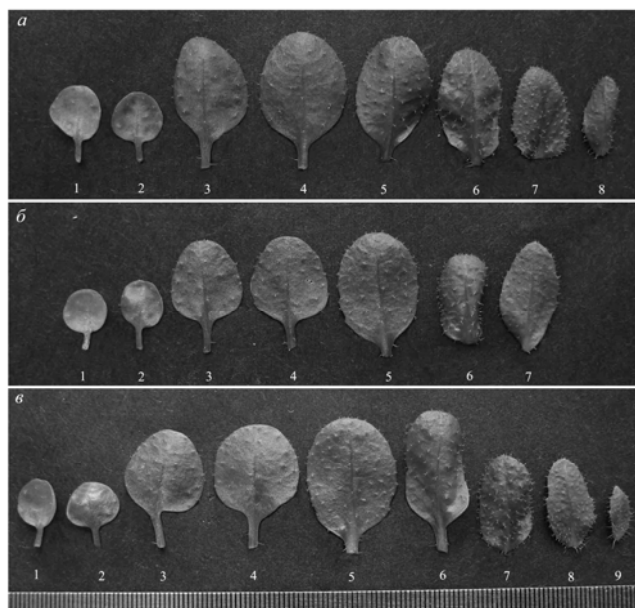


Рис. 3. Листья трех растений мутантной линии *cp3-1*
 а, в – 1-7 розеточные листья, 8-9 стеблевые листья; б – 1-6 розеточные листья, 7 стеблевой лист.
 Пояснение: шкала 0.5 мм.

Длина черешка у первых настоящих листьев мутантной линии *cp3-1*, редко превышает половину длины л. пластинки. У последующих листьев длина черешка постепенно уменьшается, в результате последние розеточные листья, как правило, безчерешковые, а предпоследние часто безчерешковые (рис. 3 а – шестой лист, рис. 3 б, в – пятый лист). Стеблевые листья всегда безчерешковые так же, как и у WT (рис. 3). Средние листья примерно одинакового размера (3, 4, 5 листья на рис. 3 а-в), размеры последующих листьев постепенно уменьшаются.

Принципиальным различием двух данных линий является форма л. пластинки розеточных листьев. У мутантной линии *cp3-1* эти листья округлые (табл. 2). Длина и ширина л. пластинки примерно одинаковы, в результате их отношение составило 1.34, тогда как у WT розеточные листья овальные (отношение 1.84, табл. 1).

Таблица 2 – Элементарные статистические показатели по количественным признакам листьев *A.thaliana* мутантной линии *cp3-1*

Признаки	Объем выборки	Среднее арифметическое значение	Ошибка средней	Дисперсия	Квадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %
РОЗЕТОЧНЫЕ ЛИСТЬЯ						
Длина листа	39	1,26	0,04	0,069	0,26	20,7
Длина л. пластинки	39	1,11	0,05	0,080	0,28	25,4
Длина черешка	32	0,18	0,01	0,004	0,06	34,7
Ширина л. пластинки	39	0,83	0,03	0,030	0,17	20,7
Отношение длины л. пластинки к её ширине	39	1,34	0,03	0,041	0,20	15,1
СТЕБЛЕВЫЕ ЛИСТЬЯ						
Длина л. пластинки	39	1,03	0,04	0,076	0,28	26,9
Ширина л. пластинки	39	0,59	0,02	0,017	0,13	22,2
Отношение длины л. пластинки к её ширине	39	1,72	0,04	0,060	0,25	14,2
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕГЕНЕРАТИВНОГО ПЕРИОДА						
Число дней до начала цветения	39	31,08	0,39	6,073	2,46	7,9

Некоторые самые крупные розеточные листья, также как и у дикого типа, оказались безчерешковыми (около 18%). Изменчивость розеточных листьев по признакам «длина черешка» и «длина л. пластинки» сильная. По остальным признакам – средняя. У стеблевых листьев изменчивость по признаку "длина л. пластинки" сильная, по остальным признакам – средняя. В табл. 3 приведены результаты сравнения средних значений количественных признаков мутантной линии *cp3-1* и *Ler* по t-критерию Стьюдента.

Значения всех исследованных признаков у листьев *cp3-1* меньше, чем у дикого типа. Сильнее всего *cp3-1* затрагивает длину л. пластинки розеточных листьев, вызывая её уменьшение на 35.5%. Уменьшается и ширина л. пластинки, но в меньшей степени (на 11.2%). Это в целом приводит к формированию округлого по форме листа. Такое комплексное уменьшение значений всех количественных признаков розеточных листьев не только изменяет форму листа, но и делает листья мельче, чем у WT. Мутантная аллель *cp3-1* уменьшает также показатели стеблевых листьев. Однако действует примерно в равной степени как на длину, так и на ширину л. пластинки. В результате размеры листьев уменьшаются, но отношение длины л. пластинки к ширине изменяется мало и форма листа остается, как и у дикого типа, овальной.

Аллель *cp3-1* в гомозиготном состоянии проявляет свое действие не только на органном уровне (особенности листьев), но и на уровне организма в целом. В таблицах 1 и 2 приводятся данные по признаку "число дней от посева до начала цветения". Это единственный признак, значение которого мутация *cp3-1* максимально значимо увеличивает. При сравнении средних значений по t-критерию Стьюдента установлено, что $t = 6.40^{***}$, $t_{st} = \{2.0-2.6-3.4\}$, $t > t_{st}$, $p < 0.001$. Разность средних составила 3.2 ± 0.5 (11.5%), иначе говоря, цветение у мутантной линии *cp3-1* начинается в среднем на 3 суток позднее, чем у дикого типа *Landsberg erecta*. Таким образом, аллель *cp3-1* в гомозиготном состоянии обнаруживает плеiotропный (множественный) эффект.

Таблица 3 – Сравнение количественных признаков мутантной линии *cp3-1* и дикого типа (*Landsberg erecta*) по t-критерию Стьюдента

Показатели	Признаки				
	длина листа	длина л. пластинки	ширина л. пластинки	отношение длины л. пластинки к её ширине	длина черешка
Розеточные листья					
Среднее значение <i>cp3-1</i>	1,26 ±0,04	1,11±0,05	0,83±0,03	1,34±0,03	0,18±0,01
Среднее значение <i>Landsberg erecta</i>	1,89 ±0,05	1,72 ±0,06	0,94±0,02	1,84±0,04	0,22±0,02
Разность	-0,63±0,07	-0,61±0,08	-0,1±0,04	-0,5 ±0,05	-0,03±0,02
Разность, %	-33,4	-35,5	-11,2	-27,2	-14,7
t-критерий Стьюдента	9,06***	8,06***	2,88**	9,28***	1,32
Стеблевые листья					
Среднее значение <i>cp3-1</i>	-	1,03±0,04	0,59±0,02	1,72±0,03	-
Среднее значение <i>Landsberg erecta</i>	-	1,17±0,04	0,69±0,03	1,74±0,04	-
Разность	-	-0,15±0,06	-0,1±0,04	-0,02±0,06	-
Разность, %	-	-12,5	-14,6	-1,3	-
t-критерий Стьюдента	-	2,41**	2,74**	0,36	-

ВЫВОДЫ

1. Мутантная аллель *cp3-1* в гомозиготном состоянии уменьшает значения всех исследованных признаков листьев. Уменьшается в разной степени длина л. пластинок розеточных листьев (на 35.5%), и их ширина (на 11.2%), что приводит к формированию округлых листьев, тогда как у дикого типа розеточные листья овальные.
2. Мутация *cp3-1* примерно в равной степени уменьшает длину и ширину стеблевых листьев. В результате уменьшаются размеры стеблевых листьев, однако отношение длины листьев к их ширине практически не изменяется и форма листьев остается овальной (как и у WT).
3. Под влиянием мутантной аллели *cp3-1* цветение растений начинается в среднем на 3 суток позднее, чем у дикого типа (*Landsberg erecta*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский П. М. Ботаника. – М.: Колос, 1982. – 623 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
3. Генетика. Практикум / Соколов И.Д., Шеліхов П.В., Соколова Т.І. та ін. – К.: Арістей, 2003. – 176 с.
4. Dengler N. G., Tsukaya H. Leaf morphogenesis in dicotyledons: current issues // Int. J. Plant Sci. – 2001. – 162 (3). – P. 459-464.
5. Seed List. The Nottingham Arabidopsis Stock Centre. – Nottingham: The University of Nottingham, 1994. – 147 p.
6. Tsukaya H. Leaf shape: genetic controls and environmental factors // Development. – 2005. – Biol.49. – P. 547-555.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСОУТВОРЕННЯ 3-(5-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛО[4,3-А]ХІНОЛІН)-ПРОПАНОВОЇ КИСЛОТИ

Коваленко Д.С., аспірант, Луганська О.В., к. х. н., ст. викладач, Омелянчик Л.О., д. фарм. н., професор,
Данилевська Л.А., к. х. н., доцент, Панасенко Т.В., к. фарм. н., доцент,
Завгородній М.П., к. б. н., доцент, Бражко О.А., д.б.н., професор

Запорізький національний університет

Методом потенціометричного титрування був досліджений склад комплексної сполуки катіону Купруму (II) та аніону 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти. В утвореному іоні постійного складу спостерігається стійке співвідношення “ліганд – центральний атом”, яке становить 6:1, що підтверджує комплексний характер взаємодії.

Ключові слова: похідні 1,2,4-триазоло[4,3-а]хіноліну, потенціометричне титрування, комплексоутворення.

Коваленко Д.С., Луганская О.В., Омелянчик Л.А., Данилевская Л.А., Панасенко Т.В., Завгородний М.П., Бражко А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ 3-(5-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛО[4,3-А]ХИНОЛИН)-ПРОПАНОВОЙ КИСЛОТЫ/ Запорожский национальный университет, Украина.

Методом потенціометричного титрування был исследован состав комплексного соединения катиона Купрума (II) и аниона 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хинолин)-пропановой кислоты. В образованном ионе постоянного состава наблюдается стойкое соотношение “лиганд – центральный атом”, которое составляет 6:1, что подтверждает комплексный характер взаимодействия.

Ключевые слова: производные 1,2,4-триазоло[4,3-а]хинолина, потенциометрическое титрование, комплексообразование.

Kovalenko D.S., Luganska O.V., Omelyanchick L.A., Danilevskay L.A., Panasenko T.V., Zavgorodny M.P., Brazhko A.A. THE INVESTIGATION OF COMPLEX FORMATION OF 3-(5-METHYL-1,2,4-TRIAZOLO[4,3-a]-QUINOLINE)-PROPANE ACID / Zaporizhzhya national university, Ukraine.

By the potentiometric titration method a structure of complex compound of the cation of copper (II) and the anion 3-(5-methyl-1,2,4-triazolo[4,3-a]quinoline)-propane acid was investigated. The proof ratio “the ligand - the central atom” that makes 6:1 is observed in the derivated ion of constant structure. It confirms the complex character of the interaction.

Key words: derivatives 1,2,4-triazolo[4,3-a]quinoline, potentiometric titration, complex formation.

1.ВСТУП

Актуальні питання в науці постають на межі кількох областей, прикладом чого є біонеорганічна хімія. Підвищений інтерес до цієї науки пов'язаний не тільки з розвитком біології, біохімії, неорганічної та органічної хімії, а й необхідністю вирішення багатьох проблем у медицині, сільському господарстві, захисті навколишнього середовища. Вона вивчає на молекулярному рівні склад природних комплексів біолігандів з біометалами, біологічні функції останніх, їхні транспортні форми тощо. Як біоліганди виступають протеїни, нуклеїнові кислоти, їхні фрагменти, вітаміни, гормони, метаболіти чи антиметаболіти, амінокислоти, вуглеводи, фосфати. До біометалів відносять такі десять металів: натрій, калій, магній, кальцій, манган, ферум, кобальт, купрум, цинк та молібден. Деякі вчені розширюють цей ряд, додаючи інші метали, знайдені в живих системах. Для вирішення даних задач застосовують різні сучасні експериментальні фізико-хімічні та теоретичні методи дослідження: спектроскопія, електрохімія, квантова хімія, комп'ютерне моделювання біологічних систем та процесів. Найбільш доступним та інформативним є метод потенціометричного дослідження комплексоутворення координативних сполук.

Центральний іон у координативних сполуках взаємодіє з оточуючими його лігандами внаслідок прояву електростатичних сил: позитивний заряд центрального іона взаємодіє з від'ємними зарядами, локалізованими на лігандах, або диполях полярних молекул. Однак цей тип взаємодії є неоднозначним навіть для комплексів лужних металів. У випадку інших комплексів (особливо комплексів перехідних металів) вирішальну роль відіграє ковалентний тип взаємодії по донорно-акцепторному механізму [1].

Викликає інтерес, з нашої точки зору, вивчення продукта взаємодії біометалу з лігандом біологічно активних сполук похідних хіноліну. Попередні дослідження за допомогою комп'ютерного прогнозу PASS показали, що 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанова кислота проявляє широкий спектр біологічної дії [2]. Вона має у своєму складі карбоксильну групу та гетероциклічний азот, який проявляє основні властивості, таким чином, у розчині молекули названої сполуки утворюють диполі [3]. При цьому можливий також і ковалентний тип взаємодії за донорно-акцепторним механізмом. Це вказує на те, що ця сполука здатна до утворення комплексних сполук із перехідними металами, наприклад, такими як купрум. Ця сполука відноситься до другого типу лігандів, що мають одну електродонорну та

одну аніонну групу, що вказує на можливість утворення комплексної сполуки, у тому числі і хелатного типу [4].

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Вивчення утворення комплексної сполуки, яка містить катіон Купруму (II) та аніону 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти, проводили методом потенціометричного титрування. У роботі використовували рН-метр – мілівольтметр рН-150МА. Досліджуваною системою був гальванічний елемент, що складався з іонселективного кристалічного електрода ЭЛИС-131Cu, обернений відносно іонів Cu^{2+} згідно з ГОСТ – 22261-94, ТУ-4515-015-35918409-2002. Електродом порівняння був хлоросрібний електрод ЭВЛ-1МЗ.1. Цей гальванічний елемент занурювався в досліджувані розчини.

Джерелом іонів міді був нітрат міді (II) ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (фірми Dr. Paul Lohmann Chemische Fabrik, GmbH KG, Cryst., chem. pure).

Калієва сіль 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти була синтезована в лабораторії фізіологічно активних речовин біологічного факультету ЗНУ, з використанням реактивів фірми Merck. Чистота та підтвердження синтезованої структури були доведені методами тонкошарової хроматографії та ПМР-спектроскопії.

Розчини реагентів готували на бідистильованій воді з постійним значенням рН.

Підготовка електродів проводилася згідно з вимогами їх експлуатації за ТУ та ГОСТами.

Перед використанням хлоросрібний електрод промивали бідистильованою водою, заповнювали насиченим при 20°C KCl та витримували протягом 48 годин. В іонселективного електрода ЭЛИС-131Cu перед використанням оновлювали робочу мембрану від нерозчинних відкладень шліфувальним, а потім фільтрувальним папером, після чого відмивали електрод бідистильованою водою.

Для знаходження інтервалу прямолінійної залежності потенціалу від концентрації Cu^{2+} готували серію розчинів купрум (II) нітрату з концентраціями від 10^{-6} до 1 моль/л. Фоновим електролітом для регулювання загальної іонної сили використовували розчин БРОІС (концентрація калій нітрату 1 моль/л).

Результати калібрування іонселективного електрода представлені на рис.1.

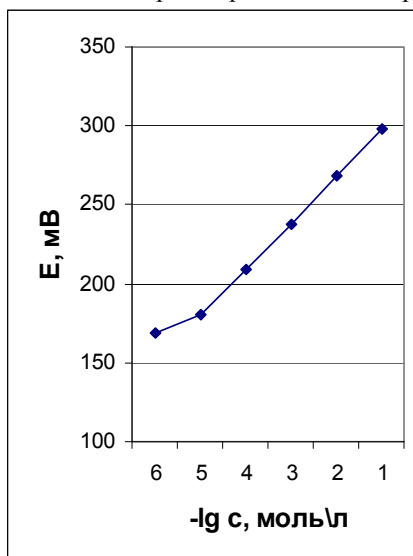
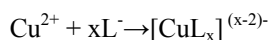


Рис.1. Калібрувальна крива іонселективного електрода ЭЛИС-131Cu.
Прямолінійна залежність спостерігалась в діапазоні концентрацій від 10^{-5} до 10^{-1} моль/л.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Взаємодія катіонів міді (II) з комплексоутворювачем калієвої солі 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти (L) – супроводжується утворенням сполуки: $[\text{CuL}_x]^{(x-2)-}$ за схемою:



Факт комплексоутворення підтверджується шляхом проведення двох паралельних дослідів: 1) одержання потенціометричної кривої в координатах $E-f(V)$ при відсутності катіона міді (II), 2) одержання тієї ж залежності при титруванні комплексоутворювача розчином нітрату міді (II); криві представлені на рис.2.

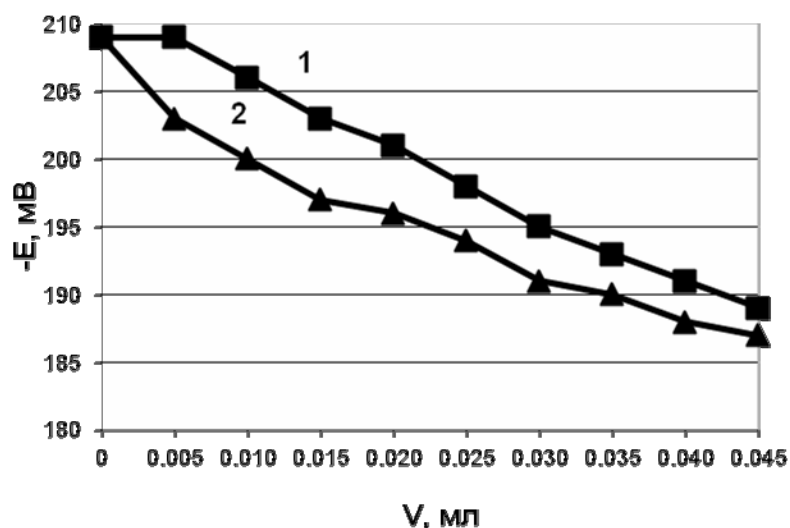


Рис.2. Потенціометричні криві титрування ліганду, крива 1 – залежність E від V для розчину комплексоутворювача, крива 2 – та ж залежність для реакції взаємодії ліганду з катіонами міді (II).

Для уточнення кількості приєднаних лігандних груп до центрального іону міді (II) титрували розчин ліганду нітратом міді (II) з використанням іоноселективного мідного електрода.

Потенціометричне титрування проводили за такою методикою: 25 мл 0,001М розчину калієвої солі 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти вносили в комірку об'ємом 50 мл та занурювали гальванічний елемент, який складався з іоноселективного мідного та порівняльного хлоросрібного електродів, через 2 хвилини фіксували величину потенціалу. Титрували 0,01М розчином купрум (II) нітрату порціями по 0,1 мл, а поблизу точки еквівалентності - порціями по 0,02 мл, фіксуючи при цьому величину потенціалу через кожні 30 секунд після додавання чергової порції титранту. Титрування проводили до помітного стрибка потенціалу, і закінчували при досягненні постійних значень потенціалу. За кривими титрування (рис.3 та рис.4), розраховували співвідношення реагуючих речовин—ліганд : центральний атом.

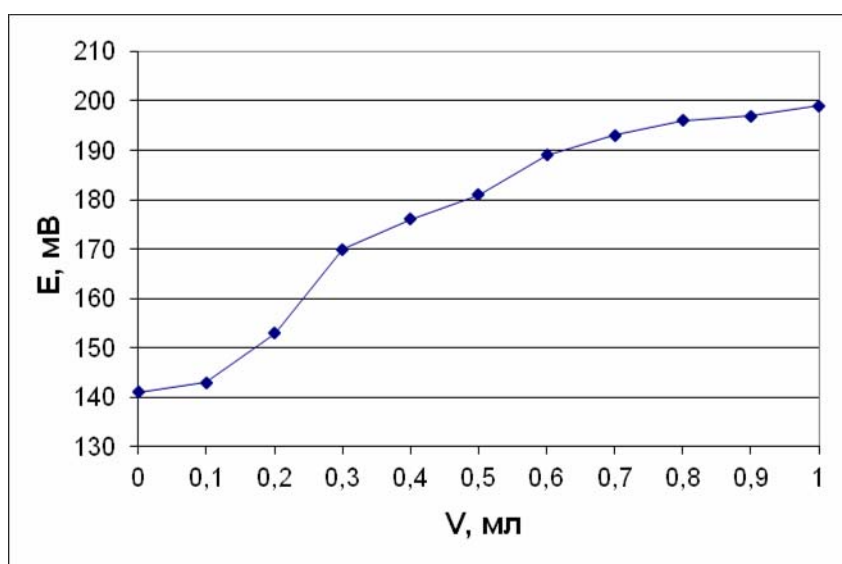


Рис. 3. Інтегральна крива потенціометричного титрування.

На рис. 3 та рис. 4 наведені інтегральна та диференціальна залежності потенціалу від кількості титранту, за допомогою яких визначали точку еквівалентності.

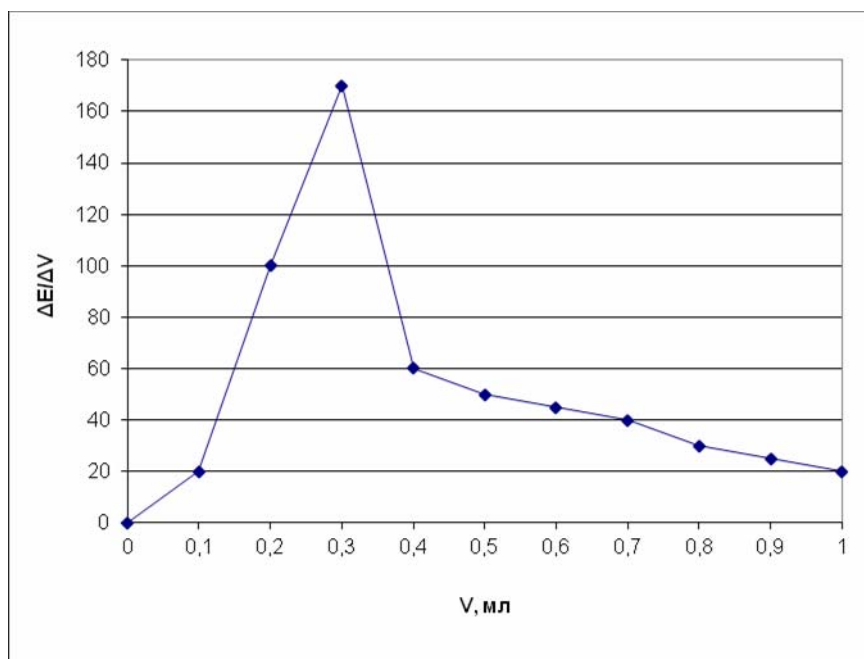


Рис. 4. Диференціальна крива потенціометричного титрування.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Виходячи з рис. 2 можна зробити висновок, що розчин речовини, одержаної в результаті взаємодії нітрату міді (II) та калієвої солі 3-(5-метил-1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти містить комплексну сполуку, що узгоджується з роботою [5].

За даними потенціометричного титрування (рис. 3, 4) розраховані співвідношення реагуючих речовин ліганд – центральний атом. Для цього в точці еквівалентності визначали співвідношення концентрацій титранту і комплексоутворювача.

В утвореному комплексному іоні постійного складу спостерігається стійке співвідношення ліганд – центральний атом, яке дорівнює 6:1.

Кількість паралельних досліджень становила 10 (таблиця 1). Отримані дані були статистично оброблені [6,7], співвідношення, з достовірністю $S = 0,13$, $Sr = 0,02$ при $n=10$ та $p=0,95$, складала $\bar{X} = 6,17:1$.

Таблиця 1

№	Співвідношення ліганд – метал
1	6,25:1
2	5,95:1
3	6,25:1
4	5,95:1
5	6,94:1
6	5,95:1
7	5,95:1
8	5,95:1
9	6,25:1
10	6,25:1

Іон міді Cu^{2+} , як і більшість двозарядних іонів, має координаційне число 6 [8]. Геометрія комплексів із різними координаційними числами різко відрізняється: 4—квадрат, 5—піраміда, біпіраміда, 6—тетрагональна біпіраміда. Можливу структуру комплексу міді (II) з шістьма лігандами 3 - (5 - метил - 1, 2, 4 - триазоло[4, 3-а]хінолін)-пропанової кислоти представлено на рис.5.

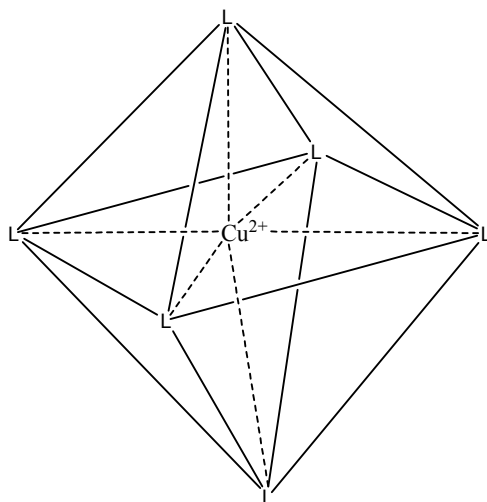


Рис. 5. Будова комплексного іона Cu^{2+} з 6 лігандами 3 - (5 - метил - 1, 2, 4 - триазоло [4, 3-а] хінолін)-пропанової кислоти.

Чотири ліганди знаходяться в площині квадрата, дві останні — у вертикальній площині, утворюючи верхівки біпіраміди.

За допомогою пакета програм ChemOffice 8.0 було проведене комп'ютерне моделювання будови комплексного іона Cu^{2+} з 6 лігандами 3 - (5 - метил - 1, 2, 4 - триазоло[4,3-а]хінолін)-пропанової кислоти, спираючись на вищенаведені міркування (рис. 6).

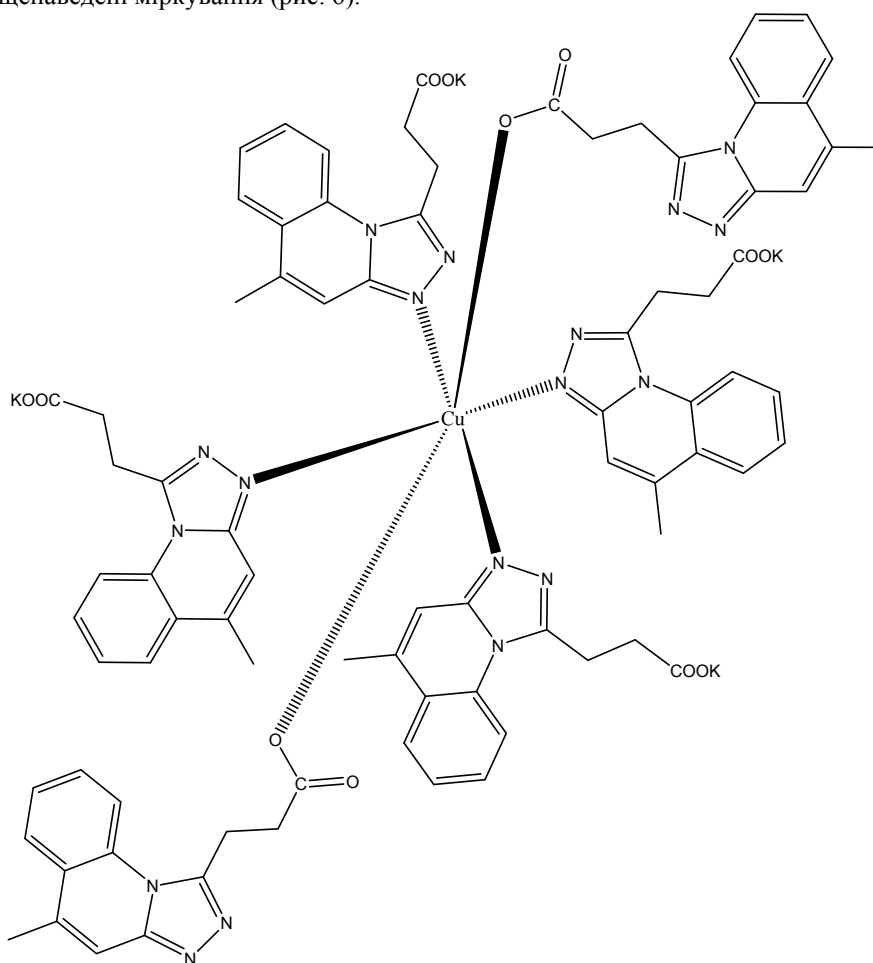


Рис. 6. Комп'ютерна модель будови комплексного іона Cu^{2+} з 6 лігандами 3 - (5 - метил - 1, 2, 4 - триазоло [4, 3-а] хінолін)-пропанової кислоти.

Тривимірна комп'ютерна модель досліджуваного комплексу представлена на рис. 7.

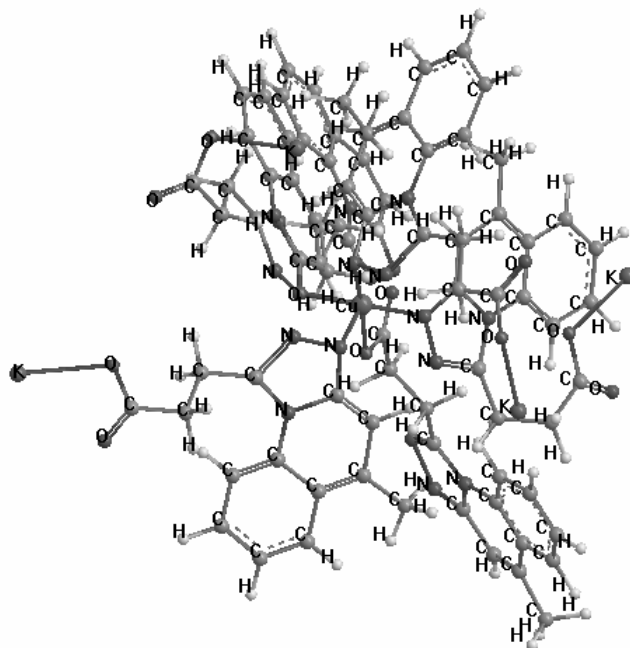


Рис. 7. Тривимірний комп'ютерний моделювання будови комплексного іона Cu^{2+} з 6 лігандами 3 - (5 - метил - 1, 2, 4 - триазоло[4, 3-а]хінолін)-пропанової кислоти.

На тривимірній моделі іон Cu^{2+} знаходиться в центрі, молекула ліганду знаходиться в одній площині, це узгоджується з моделлю, де чотири ліганди знаходяться в площині квадрату, а двоє останніх—в вертикальній площині утворюючи верхівки біпіраміди.

5. ВИСНОВКИ

1. Синтезована біологічно активна калієва сіль (3 - (5 - метил - 1, 2, 4 - триазоло[4, 3-а]хінолін)-пропанової кислоти, яка є джерелом нових лігандів—комплексоутворювачів із катіонами міді (II) у водному середовищі.
2. У результаті проведених досліджень одержано комплексну сполуку з катіонами міді (II).
3. Знайдено стійке співвідношення ліганд-метал, що дорівнює 6:1.
4. Висунуто думку відносно геометричної будови досліджуваної комплексної сполуки, яка має вигляд тетрагональної біпіраміди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яцимирский К. Б. Введение в бионеорганическую химию. – К.: Наукова думка, 1976. – 141 с.
2. Коваленко Д.С., Омелянчик Л.О., Бражко О.А. Комп'ютерне прогнозування можливих видів біологічної активності 1,2,4-триазоло[4,3-а]хінолінів// Медична хімія.–2006. – Т. – 8, №2. – С.79-84.
3. Данілевська Л.А., Панасенко Т.В., Коваленко Д.С. Кислотно-основна рівновага у водно-спиртових розчинах похідних гідразінохіноліну// Запорізький медичний журнал.–2006. – № 3. – С. 152-155.
4. Коваленко Д.С., Данілевська Л.А., Луганська О.В. Похідні 1,2,4-триазоло[4,3-а]хіноліну як потенційні хелатоутворюючі агенти // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Міжнародна конференція, Запоріжжя, 2007. – С. 551-552.
5. Нейковский С.И., Горенич Е.А., Красовский В.А. Синтез, свойства и строение 2-амино-4-метилтиазолдипропионовой кислоты и устойчивость ее комплексов с цинком// Журнал неорганической химии. – 1995. – Т.40, №3, – с.459-451.
6. Термины, определения и обозначения метрологических характеристик анализа вещества // Журн. аналит. химии. 1975. Т. 30. № 10. С. 2058.
7. Платонов А.Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы. - М.: РАМН, 2000. - 52 с.
8. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии: Пер. с англ. – В 2-х т. – М.: Мир, 1982.

ВИКОРИСТАННЯ МОРФОМЕТРИЧНИХ ІНДЕКСІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ МИСЛИВСЬКОГО ФАЗАНА

Корж О.П., к.б.н., доцент

Запорізький національний університет

Для контролю ростових процесів мисливського фазана запропоновано коефіцієнт пропорційності, який відображує зміни динаміки набору ваги тіла відносно лінійних параметрів. Показник домірності відображує конституційні зміни розвитку птахів, через що має переважно теоретичне значення. В умовах України з метою оцінки розвитку мисливського фазана доцільно використовувати тест-контроль за критичними величинами коефіцієнта пропорційності: на 10 добу вирощування він не повинен перевищувати 1,5 – 1,6; на 30 добу – 0,8 – 0,9, а на 60 – не більше 0,5.

Ключові слова: фазан, ростові процеси, тест-контроль, коефіцієнт пропорційності, показник домірності.

Корж А.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ ОХОТНИЧЬЕГО ФАЗАНА/ Запорожский национальный университет, Украина

Для контроля ростовых процессов охотничьего фазана предложен коэффициент пропорциональности, который отражает изменения динамики набора массы тела относительно линейных параметров. Показатель соразмерности отображает конституционные изменения развития птиц, в связи с чем имеет преимущественно теоретическое значение. В условиях Украины с целью оценки развития охотничьего фазана целесообразно использовать тест-контроль по критическим величинам коэффициента пропорциональности: на 10-й день выращивания он не должен превышать 1,5 – 1,6; на 30-й день – 0,8 – 0,9, а на 60-й – не более 0,5.

Ключевые слова: фазан, ростовые процессы, тест-контроль, коэффициент пропорциональности, показатель соразмерности.

Korzh A.P. USE OF MORPHOMETRICAL INDEXES FOR STUDY OF GROWS PROCESSES OF HUNTING PHEASANT/ Zaporizhzhya national university, Ukraine

For the control of the hunter pheasant's growth processes a coefficient of a proportionality is proposed. It reflects the change of the weight increase dynamic as regards to line parameters. The index of the premeasureness reflects the constitutional changes of birds' development, so has a great theoretical significance. In the conditions of Ukraine for the estimation of the hunter pheasant development it is worth to use a test-control with critical values of the proportionality coefficient: on the 10-th day of the bringing up it mustn't be over 1,5 – 1,6; on the 30-th day – 0,8 – 0,9, and on the 60-th – no more than 0,5.

Key words: a pheasant, growth processes, test-control, a proportionality coefficient, an index of a premeasureness.

ВСТУП

Проблема вивчення механізмів та загальних закономірностей онтогенезу, незважаючи на надзвичайну кількість досліджень в цьому напрямку, досі визнається однією з найзагадковіших у сучасному природознавстві. Важливим аспектом залишається також визначення особливостей онтогенезу, ростових процесів та їх змін під впливом різноманітних екологічних чинників.

Крім теоретичного, вказана проблема має ще й практичне значення – при вирощуванні тварин у штучних умовах завжди виникає необхідність відповідного контролю ростових процесів останніх. Наочним прикладом може бути викривлення гомілкових кісток в курчат-бройлерів внаслідок порушення ростових процесів. Імовірно, що швидкість набирання ваги тіла в них значно перевищує темпи розвитку скелета. Як наслідок, з такими незворотними перетвореннями подібні тварини мають порушення життєвих та репродуктивних функцій.

У штучному дичерозведенні, коли отримані тварини використовуються для подальшого випуску в угіддя, дуже важливим є відповідність товарного молодняка за екстер'єрними параметрами вільно існуючим птахам. Зокрема, неприпустимим вважається як ожиріння, так і схуднення фазанів під час їх вирощування [1]. Досягти ж подібного стану тварин не можна без відповідного контролю за ростовими процесами пташенят та оцінки фізіологічного стану батьківського поголів'я.

На окрему увагу заслуговує проблема відповідності кормових сумішей потребам тварин – навіть нетривала невідповідність раціонів фактичній потребі організму може викликати порушення в розвитку та масовій загибелі. Так, значне білкове та енергетичне голодування здійснюють суттєвий вплив на ріст тварин, але перше викликає значно серйозніші наслідки [2]. Щодо рекомендованих раціонів для молодняка мисливського фазана, зокрема вмісту протеїну, думки різних фахівців занадто розходяться – від 28-32 % [3 – 6 та ін.] до 20 – 25 % [7 – 9 та інші]. Крайнім проявом подібної суперечності є положення, що в штучних умовах неможливо досягти повної відповідності потребам тварин. Незважаючи на якість корму, що застосовується (як 28-30, так і навіть 16 % протеїну), до 20-тижневого

віку пташенята досягають однакового рівня розвитку, то пропонується орієнтуватися на виробничі завдання та „економити” у разі потреби на якості кормів [10].

Із цього приводу слід зазначити, що, по-перше, в умовах України рекомендований вік інтродукції фазаненят – 2-3-місяці (8 – 12 тижнів), по-друге, значне погіршення кормів може викликати не лише підвищену загибель, але й поступове виродження батьківського поголів'я, а в нашій країні його заміна є доволі ускладненою. До того ж, враховуючи невідповідність у більшості випадків організації біотехнічного розділу фазанівництва існуючим вимогам [1], існує реальна потреба випускати птахів, повністю здатних до самостійного існування в природних умовах. Як наслідок, обираючи певні кормові раціони, системи утримання, вік та спосіб інтродукції тощо, слід мати чіткі уявлення про фізіологічний стан інтродуцентів.

Якщо спиратися лише на динаміку ваги тіла або зміни лінійних параметрів, неможна скласти повного уявлення про розвиток організму. Пов'язане це з певною періодичністю ростових процесів та зміною пропорцій тіла тварин [1, 2]. При цьому вважається, що ріст птахів є дуже лабільним явищем, яке залежить переважно від оточуючих умов [11]. Більше того, зараз доведеним вважається, що навіть пропорції тіла та форма черепа тварин можуть суттєво змінюватися залежно від умов [12].

Тому виникає необхідність у пошуку додаткових параметрів, які б дозволили аналізувати особливості ростових процесів; ефективним для цього вважається, зокрема, використання певних морфометричних індексів [13 – 15].

Метою нашої роботи було визначення можливості використання деяких морфометричних індексів для оцінки особливостей ростових процесів та фізіологічного стану особин мисливського фазана.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріал збирався з 1989 по 2006 рік на фазанаріях «Холодна гора» (Білогірський район АР Крим), «Фазан» (Київська область), а також у мисливських господарствах Запорізької та Харківської областей. Фазаненята вирощувалися в різних умовах утримання (щільність садіння від 10-12 до 20-25 особин на 1 м² підлоги; спільне утримування різновікових пташенят; різні системи годування з вмістом протеїну на рівні 28, 24, 22,5 та 17 %, з додаванням ростостимулюючих домішок тощо) експериментальними групами близько 500 особин кожна. Контроль ростових процесів здійснювали до 60-90 денного віку (залежно від темпів росту) не менше ніж раз на тиждень. Для аналізу фізіологічного стану батьківського поголів'я використовували випадкові вибірки окремо для самців та самиць у кількості 30 особин для кожної.

Для аналізу фізіологічного стану фазанів різного віку використовували такі найтипівіші морфометричні параметри, як вага тіла, довжина дзьоба, довжина крила, розмах крил, довжина тіла, довжина цівки та довжина хвоста [16]; а також індекси тіла: константа росту, теоретична довжина тіла [17] та відношення окремих параметрів до теоретичної довжини тіла [11, 18], коефіцієнт пропорційності та показник домірності [19]. Для отримання достовірних даних формували вибірку з пташенят в кількості 30 особин шляхом випадкового відбирання. Математичну обробку отриманих результатів здійснювали на персональному комп'ютері за загальноприйнятими методиками [20].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Простий шлях збільшення кількості морфометричних параметрів для аналізу стану тварин [21, 22] не надає узагальненого уявлення про фізіологічні характеристики в цілому. Оскільки організм розвивається як єдина цілісна структура, просте збільшення кількості параметрів принципово не змінює інформацію про фізіологічний стан, оскільки всі структури розвиваються взаємопов'язано та скорельовано [15, 17]. До того ж, безпосередні спостереження, як правило, фіксують реакцію виду на зміни середовища із запізненням [14].

Також слід зазначити про непридатність методу морфологічних індикаторів [14] та морфобіологічного методу [23] для дослідження стану фазаненят, оскільки вони передбачають розчленування тварин. Біохімічні показники можуть чітко відображувати стан організму [24], але вимагають складного обладнання та кваліфікованого персоналу, через що практично недоступні для фазанаріїв (особливо – дрібних). Практика вимагає швидкого отримання результату за зовнішніми ознаками птахів. Аналіз використання існуючих індексів для дослідження ростових процесів мисливського фазана показав наступне.

Згідно з роботами І.І. Шмальгаузена [15], константа росту тварин визначається як швидкість росту, помножена на середнє значення проміжку часу. Спроба використовувати цей показник для встановлення фізіологічного стану пташенят мисливського фазана та аналізу особливостей їх ростових процесів не дала бажаного результату. Зокрема, не відбувалося її стабілізації за жодним з морфометричних показників та не спостерігалось певної залежності від умов вирощування. Константа швидкості набору ваги тіла, як приклад, у перші кілька діб коливалася в межах 0,078 – 0,533. Таким чином, отримані данні

підтверджують висновок Л.П. Познаніна [11] про недоцільність використання константи росту для аналізу ростових процесів птахів.

Використання таких умовних величин, як теоретична довжина тіла (розраховується як корінь кубічний із маси тіла) та відношення окремих морфометричних показників до теоретичної довжини тіла так само не дають свідчень про фізіологічний стан пташенят. Динаміка співвідношення морфометричних параметрів до теоретичної довжини тіла (рис. 1) не відображає вплив умов утримання на фізіологічний стан та особливості ростових процесів, а індекс, що визначається як відношення довжини цівки до теоретичної довжини тіла, з перших діб залишається майже незмінним. Таким чином, використання на практиці подібних співвідношень для встановлення особливостей ростових процесів виявляється недоцільним.

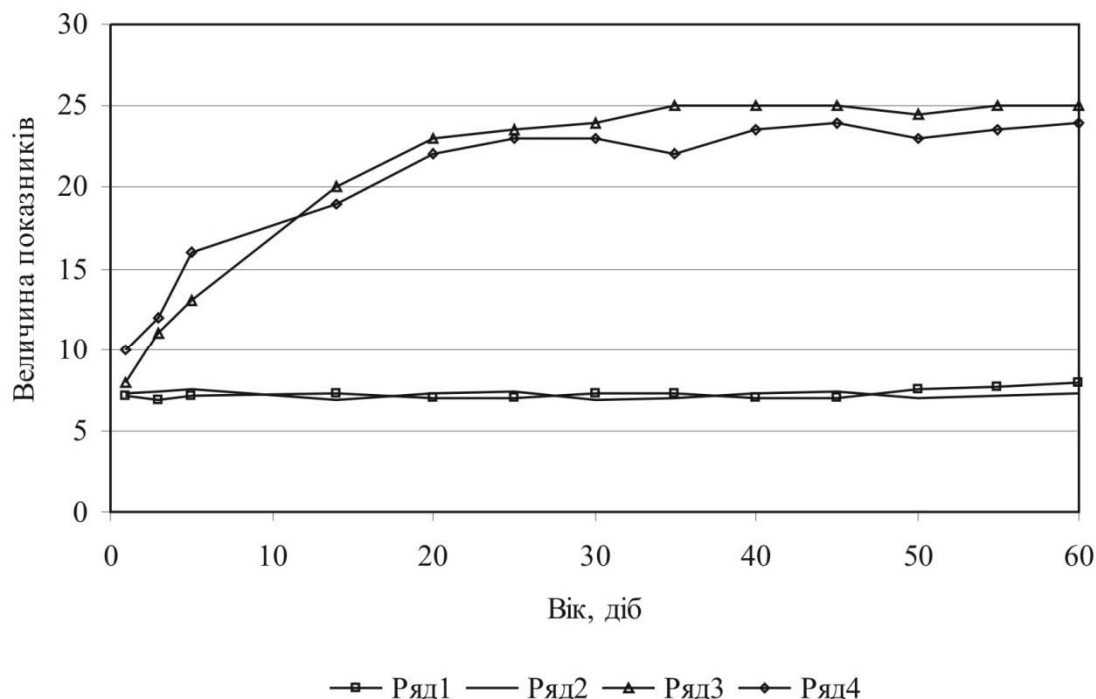


Рис. 1 Динаміка співвідношень частин тіла до теоретичної довжини тіла:

- 1, 2 – відношення довжини крила до теоретичної довжини тіла;
- 3, 4 – відношення довжини цівки до теоретичної довжини тіла;
- 1,4 – раціон з вмістом протеїну на рівні 17,0 %;
- 2,3 – раціон з вмістом протеїну на рівні 28,0 %.

Дослідження особливостей розвитку окремих частин тіла тварин за будь-якими параметрами [11, 18] не враховує розвитку організму як єдиного цілого, до того ж форма залежності окремих частин тіла від загальних розмірів організму, незважаючи на очевидність, виявляється переважно непередбачуваною [2]. Тому нами було здійснено пошук інших індексів, які б дозволили більш-менш об'єктивно здійснювати оцінювання фізіологічного стану фазанів у штучних умовах.

Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринський Л.Н. [14] висувають кілька вимог до особливостей тварин, які можна використовувати як індикатори їх фізіологічного стану: 1) вони є життєво важливими для організму; 2) мають високу реактивну здатність (різко реагують на зміни умов довкілля); 3) у сукупності надають більш-менш повне уявлення про фізіологічний стан тварин; 4) не вимагають для обстеження складного обладнання; 5) дозволяють здійснення обстеження масового матеріалу та створюють можливості для характеристики популяції в цілому.

Загальновизнаним найважливішим показником стану тварин є вага їхнього тіла. Згідно з поглядами І.І. Шмальгаузена [17], розвиток скелета в меншому ступені залежить від факторів живлення порівняно з наростанням м'яких тканин організму. Тому самі по собі зміни співвідношення ваги й лінійних розмірів можуть у певних випадках надавати підґрунтя для важливих екологічних та фізіологічних узагальнень [2]. На наш погляд, відношення набирання ваги тіла порівняно зі змінами лінійних параметрів організму може свідчити про певні порушення нормального ходу розвитку птахів.

Виходячи з цього, нами емпіричним шляхом було виведено показник, що отримав назву коефіцієнта пропорційності. Для його визначення використано три найпоказовіші морфометричні параметри: вага

тіла, довжина цівки та довжина крила. Вага тварини беззаперечно визнається найважливішим морфометричним показником, який свідчить про загальний стан організму [1, 17, 21]. Довжина цівки відображає особливості росту скелета, а довжина крила свідчить про стан махового оперення. Зокрема, згідно з уявленнями І.О. Богдановича [23], для фазанових великого значення набуває розмір, структура та особливості функціонування кінцівок як порівняно добрих бігунів серед курячих. Для урахування рівномірності розвитку організму розраховували теоретичний периметр тіла як середнє квадратичне суми квадратів довжини крила та довжини цівки. Коефіцієнт пропорційності вираховували як співвідношення теоретичного периметра тіла до його ваги (1).

$$KP = \frac{\sqrt{A^2 + Pl^2}}{m}, \text{ де} \quad (1)$$

A – довжина крила;

Pl – довжина цівки;

m – вага тіла;

KP – коефіцієнт пропорційності.

Придатність використання означеного показника на практиці досліджувалася на пташенятах, які вирощувалися в різних кліматичних зонах України з відмінностями в умовах утримання й годування. В цілому, коефіцієнт пропорційності відображає, наскільки вага тіла відстає від розвитку лінійних показників, або випереджає їх. Динаміка цього показника, на наш погляд, доволі наочно відображає нерівномірність ростових процесів (рис. 2).

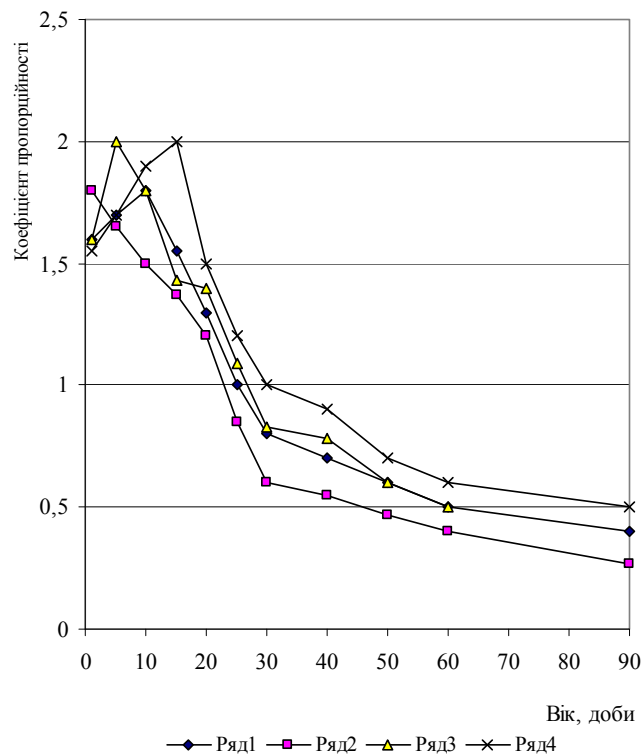


Рис. 2 Динаміка коефіцієнта пропорційності залежно від якості годування.

Ряд 1 – за літературними даними (Габузов, 1987);

Ряд 2 – для пташенят, вирощених на раціонах з вмістом 28,0 % сирого протеїну;

Ряд 3 – для пташенят, вирощених на раціонах з вмістом 22,5 % сирого протеїну;

Ряд 4 – для пташенят, вирощених на раціонах з вмістом 17,0 % сирого протеїну.

Аналіз змін коефіцієнта пропорційності в птахів різних вікових груп та різних умов утримання показав наступне. У перші дні розвитку фазаненят коефіцієнт варіації цього показника коливається близько 14 %, а потім піднімався до 18 – 26 % (на 14 – 19-у добу вирощування) та в подальшому знижувався до 6 – 8 % у дорослих птахів. Тобто сама варіативність означеного показника відповідає найбільшій напруженості розвитку, коли індивідуальні мінливості ростових процесів простежуються найсильніше.

Встановлено, що одновікові пташенята при різних умовах можуть достовірно відрізнитися за коефіцієнтом пропорційності. Так, 19-денні фазаненята в Запорізькій області (корма з вмістом 22,5 % протеїну) розвивалися дещо швидше за харківські (вміст протеїну близько 20 %). Їх коефіцієнт пропорційності склав $1,43 \pm 0,049$, а харківських відповідно $1,71 \pm 0,115$ ($t_d = 2,24$; $P < 0,01$). Більше того, відмінності за коефіцієнтом пропорційності між фазаненятами на однаковому раціоні (22,5 %), але з

використанням ростостимулюючих домішок (дистинол) так само виявилися достовірними: $1,27 \pm 0,030$ проти вже наведених $1,43 \pm 0,049$ у контролі ($t_d = 1,61$; $P < 0,01$). При цьому коефіцієнт варіації показника в контролі (18,74 %) майже на 6 % перевищував експеримент (12,84 %). Відмінності між цими самими варіантами до 55 доби вирощування зросли ще більше – у контролі коефіцієнт пропорційності становив $0,54 \pm 0,009$, а в досліді – $0,46 \pm 0,009$ ($t_d = 6,15$; $P < 0,001$). Коефіцієнт варіації за цим параметром склав 9,49 та 11,20 %.

У дорослих птахів спостерігається статистично достовірна відмінність за коефіцієнтом пропорційності: в самців він становив $0,24 \pm 0,004$; у самиць – $0,27 \pm 0,003$ ($t_d = 6,0$; $P < 0,001$). При цьому, в умовах дичеферми, незважаючи на коливання ваги тіла та інших параметрів, достовірних відмінностей цього параметра за сезонами року нами не спостерігалось (на наш погляд, це пояснюється відносно якісними умовами утримання).

Слід відзначити, що літературні дані, які наводяться для Московської області Росії [1], певним чином відрізняються від результатів, отриманих для території України (рис. 2). Враховуючи, що наведені теоретичні показники запропоновано для тварин, які перші 20 діб вирощуються на раціоні з вмістом 28,0 % сирого протеїну, треба відзначити дещо вищу швидкість ростових процесів фазаненят на близькому раціоні в умовах України.

Найгірше пташенята розвиваються в умовах отримання кормового раціону з вмістом лише 17,0 % протеїну. У подібних умовах до двадцятої доби відбувається зростання коефіцієнта пропорційності, що говорить про значне відставання в наборі ваги тіла порівняно з розвитком скелета та пір'яного покриву. Але подальше різке зменшення коефіцієнта пропорційності свідчить про зміну ростових процесів на користь переважання набору ваги, що може супроводжуватися переломами кінцівок, особливо при недостатньому мінеральному живленні (саме це й спостерігалось в наших дослідженнях).

Таким чином, коефіцієнт пропорційності реагує узагальнено на дію комплексу умов, у яких відбувається розвиток фазаненят. У цьому випадку важливою є можливість якісного аналізу фізіологічного стану тварин, коли можна відрізнити незначні зміни ростових процесів, які в подальшому компенсуються, від суттєвих відхилень ходу онтогенезу.

Математичний аналіз коефіцієнта пропорційності показав, що його динаміка наближується до параболічної закономірності 4 – 8 порядку, яка надає найбільш достовірні результати (для більшості досліджених груп $P < 0,001$). Встановлено, що для теоретичного вирівнювання емпіричного ряду найкраще використовувати функцію такого типу:

$$y = a \cdot b^x, \text{ де} \quad (2)$$

x – вік птахів,

y – розмір коефіцієнта пропорційності.

Так, для однієї з груп вирощування рівняння функції коефіцієнта пропорційності мало такий вигляд:

$$y = 1,87 \cdot 0,97^x \quad (3)$$

У постембріональному розвитку тварин з алометричним ростом майже не спостерігається змін розмірів тіла без змін співвідношення його частин [15], через що виникає необхідність контролювання подібних змін. Для оцінювання зазначених процесів було запропоновано ще один емпіричний коефіцієнт – показник домірності. Визначається він за такою формулою:

$$PD = \frac{\lg(A^2 + Pl^2)}{2a}, \text{ де} \quad (4)$$

PD – показник домірності;

A – довжина крила;

Pl – довжина цівки;

$2a$ – розмах крил.

Під час аналізу ростових процесів мисливського фазана за допомогою цього коефіцієнта було встановлено, що умови вирощування незначно впливають на його динаміку. Було встановлено достовірні статеві відмінності за цим показником для дорослих птахів: $1,947 \pm 0,007$ у самців та $1,869 \pm 0,009$ в самиць ($t_d = 7,09$; $P < 0,001$). У шойно виведених пташенят подібні відмінності не спостерігаються: $0,975 \pm 0,009$ в самців та $0,990 \pm 0,06$ в самиць. На наш погляд, це може свідчити про певні відмінності в конституції самців і самиць, які поступово з'являються під час їх розвитку. Таким чином, показник домірності має більше теоретичне, ніж практичне значення.

На наш погляд, найбільш важливим є створення системи тест-контролю, що дозволило б на практиці швидко визначати стан молодняка та вносити відповідні корективи в умови його вирощування. Для спрощення обробки отриманих результатів, коефіцієнт пропорційності можна розраховувати за усередненими даними з вибірки (не менше 10 особин). Відмінності в підрахунку індивідуальних коефіцієнтів та усередненого для вибірки становили 0,05 – 0,01, що є не принциповим для роботи господарства. Так само, відзначено, що параметри правого та лівого боків (відповідно праві та ліві крило й цівка) можуть дещо відрізнятися в однієї й тієї самої тварини (відмінності коефіцієнта відповідно сягають до 0,03). Тому доцільно визначати параметри та вести подальші розрахунки за одним боком (ми вели за правим).

Враховуючи можливість надолужуючого росту та нерівномірності ростових процесів, нами запропоновано критичні величини коефіцієнта пропорційності. Якщо на десяту добу вирощування середній розмір цього показника у вибірці не перевищує 1,5 – 1,6; на 30-й день – 0,8 – 0,9, а на 60-й – не більше 0,5, то фазанята розвиваються відносно нормально. Можливі затримки в ростових процесах (дещо менша вага тіла для певного періоду порівняно з літературними даними тощо) є незначними, викликані випадковими причинами й будуть компенсовані в подальшому.

Якщо коефіцієнт пропорційності перевищує вказані критичні показники, то слід шукати невідповідності в системі вирощування фазанят. Подібні негаразди можуть бути викликані не лише невідповідністю кормових раціонів (у першу чергу – нестачею сирого протеїну), але й підвищеною щільністю, недостатнім фронтом годування, спільним утриманням різновікових груп або іншими проблемами. Найважливішим у цьому випадку є своєчасне втручання та відповідне внесення змін до умов утримання, оскільки порушення розвитку можуть бути не компенсованими в подальшому.

Дослідження особливостей ростових процесів мисливського фазана як при використанні різних кормових раціонів, відмінностей у технології вирощування, так і в різних регіонах України показало працездатність тест-контролю з використанням критичних величин коефіцієнта пропорційності. Таким чином, вважаємо за можливе використання тест-контролю за коефіцієнтом пропорційності в умовах України.

ВИСНОВКИ

1. Коефіцієнт пропорційності відображує зміни динаміки набору ваги тіла відносно розвитку лінійних показників, що може свідчити про порушення нормального розвитку.
2. Для теоретичного вирівнювання емпіричного ряду коефіцієнта пропорційності найкраще використовувати функцію такого типу:
3. $y = a \cdot b^x$.
4. Показник домірності відображує конституційні зміни розвитку птахів, через що має переважно теоретичне значення.
5. Для контролю ростових процесів мисливського фазана на практиці в межах України доцільно використовувати тест-контроль за критичними величинами коефіцієнта пропорційності: на 10-у добу вирощування він не повинен перевищувати 1,5 – 1,6; на 30-у добу – 0,8 – 0,9, а на 60-у – не більше 0,5.

ЛІТЕРАТУРА

1. Искусственное разведение фазанов. Методические рекомендации/ Под ред. О.С. Габузова. – М., 1987. – 140 с.
2. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.
3. Кузнецов Б.А. Дичеразведение. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 240 с.
4. Нанос В.Р. Методические рекомендации по кормлению фазанов на дичефермах. – М., 1986. – 31 с.
5. Fonteny P. L'élevage du faisan. – St. – Hubert, 1977. – Vol. 76. – N 4. – P. 148 – 151.
6. Scott M.L., Reynolds R.E. Studies on the Nutrition of pheasant chicks. – Poultry science, 1949. – Vol. 28. – N 3. – P. 392 – 405.
7. Fracanzani C.L. Allevamento del fagiano. – Informatore zootechnico, 1979. – Vol. 26. – N 19. – P. 30 – 31.
8. Lange E., Rizzi S. Alimentazione Tradizionale e razionale del fagiano. – Rivista di zootechnica. 1966. – Vol. 39. – N 11. – P. 578 – 592.
9. Thomas V.G., Bailey E.D. Influence of date of egg production and diet on pheasant chick development. – Canadian journal of zoology, 1973. – Vol. 51. – P. 1149 – 1154.

10. Vohra P. Feeding game birds. – Feedstuffs, 1973. – Vol. 45. – N 34. – P. 26 – 27.
11. Познанин Л.П. Эколого-морфологический анализ онтогенеза птенцовых птиц. – М.: Наука, 1979. – 293 с.
12. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 276 с.
13. Межжерин В.А., Емельянов И.Г., Михалевич О.А. Комплексные подходы в изучении популяций мелких млекопитающих. – К.: Наукова думка, 1991. – 204 с.
14. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск: Труды института экологии растений и животных, 1968. – 380 с.
15. Шмальгаузен И.И. Рост и дифференцировка. – К.: Наукова думка, 1984. – Т. 1. – 176 с.
16. Кузнецов Б.А. Определитель позвоночных животных фауны СССР. – Ч. 2: Птицы. – М.: Просвещение, 1974. – 285 с.
17. Шмальгаузен И.И. Рост и дифференцировка. – К.: Наукова думка, 1984. – Т. 2. – 166 с.
18. Курочкин С.Л. Особенности постэмбрионального развития обыкновенного фазана в северо-западном Причерноморье// Сб. Дичеразведение в охотничьем хозяйстве. – М., 1985. – С. 85 – 101.
19. Корж А.П. Совершенствование методов разведения фазанов ex-situ// Автореф. дис. ... кандидата биол. наук. – М., 1995. – 26 с.
20. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
21. Иванова В.С., Трошкина Н.Н. Контроль за развитием обыкновенного фазана// Искусственное разведение фазанов. – М., 1983. – С. 128 – 145.
22. Иванова В.С., Трошкина Н.Н. Методические рекомендации по контролю за развитием молодняка птиц, выращиваемых в искусственных условиях. – М., 1986. – 10 с.
23. Богданович И.А. Аппарат наземной локомоции тетеревиных (Tetraonidae, Galliformes) и других курообразных. Морфо-экологическая характеристика// Вестник зоологии, 1997. – № 3. – 152 с. (отд. выпуск).
24. Ильичев В.Д., Карташов Н.Н., Шилов И.А. Общая орнитология. – М.: Высшая школа, 1982. – 464 с.

УДК 612.821.2:591.3

ПОВЕДЕНИЕ И СЕРДЕЧНЫЙ РИТМ ШИМПАНЗЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кузнецова Т.Г., д.б.н., в.н.с., Голубева И.Ю., ассистент,
Радченко М.В., аспирант, Чернов А.Н., аспирант

Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН

Работа продолжает исследования на шимпанзе, посвященные выявлению сердечно-сосудистых паттернов различных поведенческих реакций с помощью метода корреляционной ритмографии. Установлены сердечно-сосудистые паттерны для ориентировочной реакции, реакции сосредоточения на деятельности, а также возможность их выделения в таком сложном виде поведения, как исследовательское. Возможность дифференцированного анализа отдельно взятых эпизодов поведения позволит создавать программы эксперимента, оценивая динамику функционального состояния шимпанзе, ее возможности и готовность к выполнению поставленной задачи.

Ключевые слова: поведение, реакция, шимпанзе, исследование.

Кузнецова Т.Г., Голубева И.Ю., Радченко М.В., Чернов А.Н. ПОВЕДІНКА І СЕРЦЕВИЙ РИТМ ШИМПАНЗЕ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ ДІЯЛЬНОСТІ / Інститут фізіології ім. І. П. Павлова РАН, Росія

Робота продовжує дослідження на шимпанзе, присвячені виявленню серцево-судинних патернів різних поведінкових реакцій за допомогою методу кореляційної ритмографії. Встановлені серцево-судинні патерни для орієнтовної реакції, реакції зосередження на діяльності, а також можливість їх виділення в такому складному виді поведінки, як дослідження. Можливість диференційованого аналізу окремо взятих епізодів поведінки дозволить створювати програми експерименту, оцінюючи

динаміку функціонального стану шимпанзе, її можливості і готовність до виконання поставленого завдання.

Ключові слова: поведінка, реакція, шимпанзе, дослідження.

Kuznetsova T.G., Golubeva I.U., Radchenko M.V., Chernov A.N. BEHAVIOR AND CARDIAC RHYTHM OF CHIMPANZEE AT DIFFERENT KIND OF ACTIVITY / I.P.Pavlov Institute of Physiology of the Russian Acad. Sci., Russia

This work prolongs researches on a chimpanzee, dedicated to establish cardiovascular patterns of different behavioral reacting with the help of a rithmographic correlation method. Were established cardiovascular patterns for orient reacting and reacting of a concentration on activity, and also capability of their allocation in such composite kind of behavior, as exploratory. The capability of the differentiated analysis separately of taken sequences of behavior will allow creating the programs of experiment, estimating a functional condition a chimpanzee, her capabilities and readiness for fulfillment of a put problem.

Key words: conduct, reaction, chimpanzee, research.

ВВЕДЕНИЕ

Среди антропоидов шимпанзе наиболее возбудимые и любопытные. Смена деятельности сопровождается изменением мимики, позы, голосовых реакций, положения ушей и шерсти, цвета глаз, однако этого недостаточно для правильной оценки функционального состояния при изменении деятельности во время эксперимента. Ранее нами были установлены определенные паттерны сердечно-сосудистых реакций при различных эмоциональных состояниях [4, 6]. В настоящей работе была поставлена задача выявить сердечно-сосудистые эквиваленты других поведенческих реакций, наиболее часто сопровождающих каждый эксперимент.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для наглядной оценки дискретности поведенческих реакций, наряду с обычными статистическими методами, использованы методы кардиоритмографии и корреляционной ритмографии [1,2,3]. Первый дает визуальное представление о динамике интервалов R-R в процессе реализации задания, а второй, основанный на анализе геометрических параметров скатерограммы (корреляционной ритмограммы), позволяет видеть перестройку регуляторных механизмов сердечного ритма *on line* и оценивать прямые и косвенные показатели сердечного ритма. К прямым показателям относятся а) среднее значение R-R интервала – X_{R-R} , б) показатель вариабельности сердечного ритма $B = B_o \times \cos 45^\circ$, где B_o – длина аттрактора; в) показатель аритмии $A = A_o \times \cos 45^\circ$, где A_o – ширина аттрактора (рис. 1). К косвенным – а) показатель напряженности механизмов регуляции сердечного ритма шимпанзе – $K_1 = B/A - 1,618$, где число 1,618 – физическая константа, характеризующая форму аттрактора для «базового» золотого R-R интервала. $R_{баз_2}$ (шимпанзе) = $R_{зол_1}$ (чел)/1,618=589мс, где $R_{зол_1}$ =952мс.

Положительное значение K_1 соответствует вариативной напряженности, отрицательное – аритмической; б) K_2 – показатель степени отклонения X_{R-R} от «базового» золотого. При $X_{R-R}=R_{баз}$ он равен 1; при $X_{R-R} < R_{зол}$ $K_2 = R_{зол_2}=X_{R-R}/R_{зол}$, а при $X_{R-R} > R_{зол}$ $K_2=R_{зол}/X_{R-R}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование проведено на 6-летней самке шимпанзе. Во время эксперимента она свободно, без фиксации, сидела в кресле рядом с экспериментатором в специально оборудованной камере. Запись R-R интервалов велась в отведении aVL с помощью специально разработанного блока усиления и пояса с тремя электродами, надеваемого на грудь [5]. Сердечный ритм был проанализирован в моменты: 1) после наложения кардиоэлектродов ей на грудь, 2) при сосредоточении (концентрация внимания на манипуляции с пирамидой), 3) в момент возникновения ориентировочной реакции (предъявление колокольчика) и 4) в процессе исследовательской деятельности. Поведенческие реакции протоколировались. Достоверность изменений показателей сердечного ритма проводилась с помощью программы «Statistica» Statsoft с использованием t-критерия Стьюдента.

Переход в экспериментальное помещение шимпанзе сопровождался бурным проявлением положительных эмоций. Для нормализации поведения всегда предлагался хорошо отработанный прием – собирание детской игрушки–пирамидки. Для нее это не представляло трудности и вызывало спокойное сосредоточение на знакомой деятельности. Сердечный ритм (CP) при различных видах деятельности сравнивался с CP при сосредоточении, показатели которого принимались нами за фоновые. С целью получения ориентировочной реакции шимпанзе показывался новый предмет – колокольчик, а процесс его обследования служил аналогом исследовательской деятельности.

Сосредоточение в момент собирания пирамиды (рис.1,б) характеризовалось замедлением сердечного ритма и меньшим разбросом интервалов R-R по сравнению с состоянием прихода шимпанзе в экспериментальное помещение (рис.1,а, таблица, X_{R-R}). Предъявление колокольчика – реакция на новизну – сопровождалась внезапным замиранием с кратковременным (8 с) достоверным замедлением сердечного ритма, увеличением вариабельности ритмики по сравнению со средоточением при собирании

пирамиды с последующим возвращением параметров кардиоритмограммы к тем, которые характеризовали сосредоточение (рис. 1,б, таблица, X_{R-R}).

Исследовательская деятельность – знакомство с новым предметом – характеризовалась осторожным обнюхиванием его, попытками дотронуться до него сначала губами, потом пальцем, затем взятием в руку с последующими манипуляциями с ним (разглядывание, подкидывание и т.п.). Вся эта деятельность протекала на фоне еще большего замедления сердечного ритма при высокой его нестабильности относительно реакции сосредоточения (таблица, X_{R-R}). При этом обнаруживалось визуальное сходство изменения сердечного ритма при однократной реакции на новизну и повторяющиеся аналогичные всплески на протяжении исследовательской деятельности с тенденцией к затуханию (рис. 1, в).

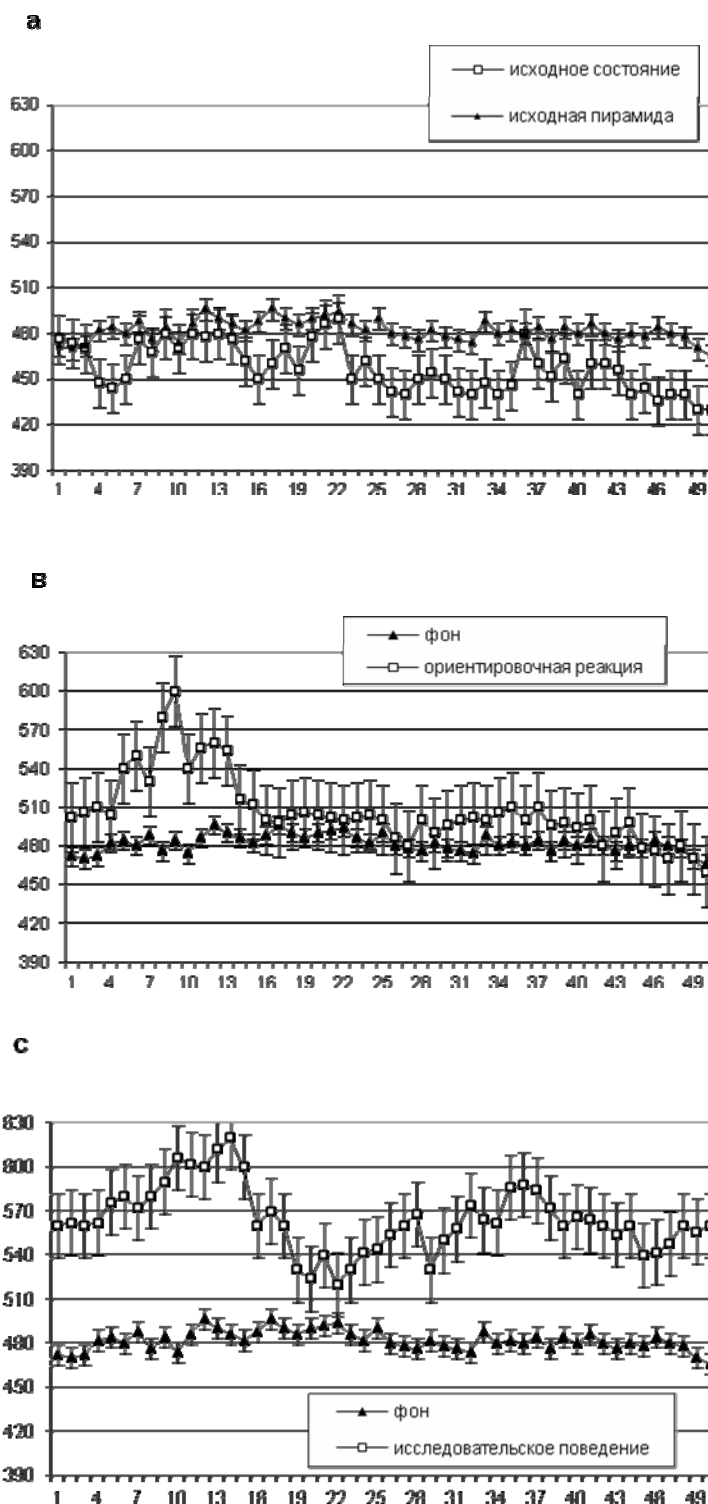


Рис. 1 Кардиоритмограммы при различных состояниях шимпанзе
По оси X – R-R интервалы, по оси Y – время, мс. а – исходное состояние и его нормализация,
в – фон и ориентировочная реакция, с – фон и исследовательское поведение

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать заключение, что, если усредненные вариационно-статистические показатели динамики сердечного ритма позволяют видеть суммарные отражения изменений состояния шимпанзе, то кардиоритмограмма дает возможность наблюдать его динамику на протяжении всего эксперимента, но она удобна только при кратковременном эксперименте.

Скатерограмма позволяет наглядно и концентрированно видеть перестройку механизмов регуляции сердечного ритма, а числовые выражения вариабельности – длина (В), аритмичности – ширина (А), напряженности (K_1) и надежности (K_2), полученные на основе ее геометрических характеристик (табл. 1) дают представление об этой перестройке (рис. 2).

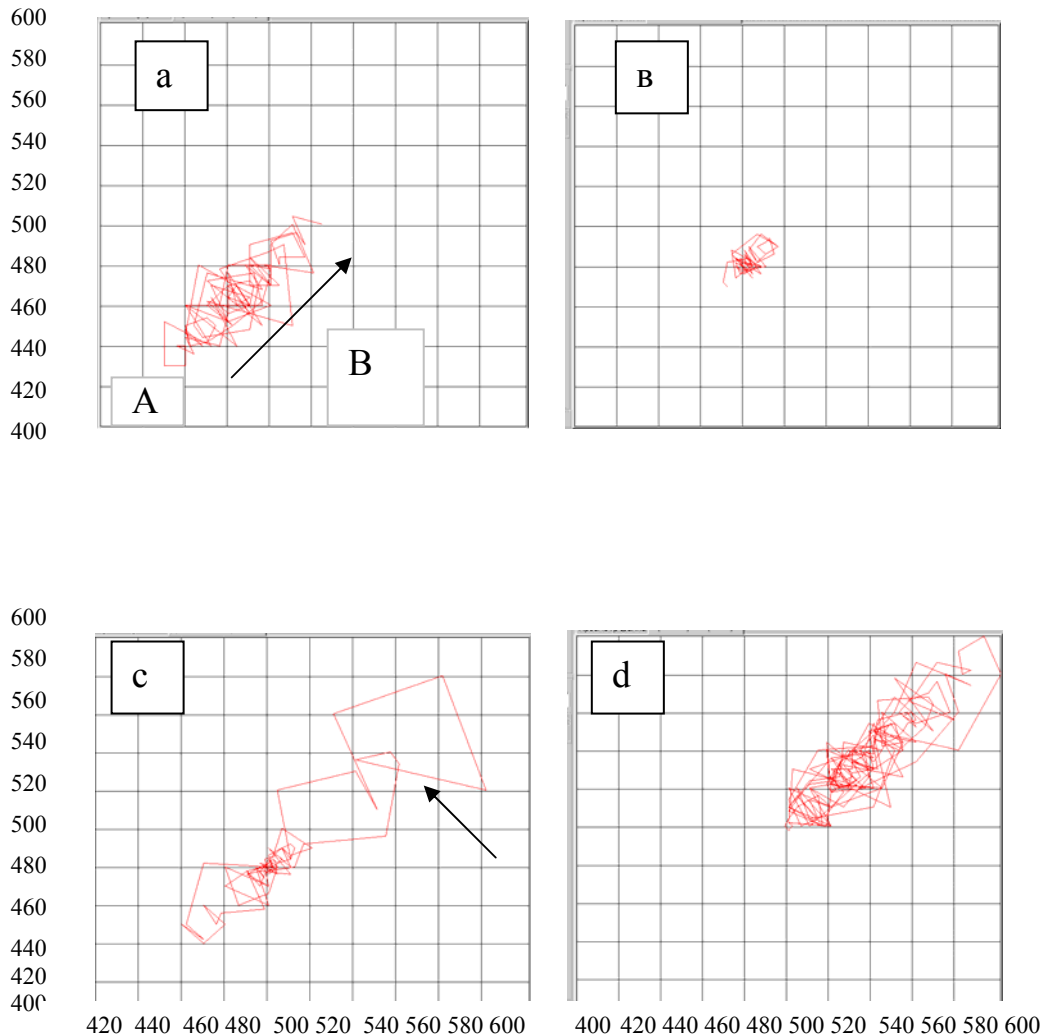


Рис. 2 – Скатерограммы сердечного ритма при различных состояниях шимпанзе. по оси X – последующий интервал R-R, мс, по оси Y – текущий интервал R-R, мс
а – исходное состояние, в – фон (сосредоточение), с – ориентировочная реакция, d – исследовательское поведение. На рис а: А – аритмия, В – вариабельность.

Исходному состоянию соответствовала скатерограмма, размытая по плоскости и смещенная в нижний левый угол координатного пространства, где трудно выделить четкую область аттрактора, т.е. ту область скатерограммы, где наблюдается наибольшая концентрация точек (рис. 2,а).

При кратковременном сосредоточении область скатерограммы концентрировалась в центре координатного пространства (рис.2, б), показатели В и А уменьшились более, чем в 3 раза относительно исходного состояния, положительные значения показателя K_1 изменились на отрицательные, а показатель K_2 несколько увеличился.

В момент ориентировочной реакции координатное пространство скатерограммы заметно увеличилось относительно фонового состояния за счет показателя В, тогда как показатели А и K_2 остались близкими к исходным величинам. Значение показателя K_1 сердечного ритма были в 2 раза выше исходной величины. Область аттрактора оказалась сопоставимой с реакцией сосредоточения на деятельности. Это дало

основание заключить, что вслед за ориентировочной реакцией наступает кратковременное сосредоточение на новом объекте (рис 2, в).

Исследовательская деятельность протекала на фоне положительных эмоциональных реакций и скатерограмма вновь сместилась в правый верхний угол, приобретя вытянутую форму за счет увеличения показателя В относительно реакции сосредоточения, что подтвердило наши предыдущие данные [3, 5]. При этом в ней можно выделить фрагменты скатерограммы, сопоставимые с реакцией сосредоточения и ориентировочной реакцией. Показатели В, А и K_1 заняли промежуточное положение между исходным состоянием и ориентировочной реакцией, но при этом показатель K_2 (надежность) оказался максимальным (табл. 1). Это дает основание заключить, что при таком сложном виде поведения, как исследовательское, дискретно включаются эмоционально положительные, ориентировочные реакции и сосредоточение.

Таблица 1 – Сводные усредненные показатели аттракторной обработки R-R интервалов шимпанзе при различных состояниях и поведенческих реакциях шимпанзе.

Состояние, реакция	В (мс)	А (мс)	K_1	K_2	X_{R-R}
Исходное состояние	3,4	2,0	0,08	0,78	457,6±15,6
Сосредоточение	0,9	0,6	-1,12	0,82	481,8±6,8*
Ориентировочная реакция	5,6	2,0	1,18	0,86	507,0±27,6*
Исследовательское поведение	4,3	1,6	1,07	0,96	564,4±22,5*

Примечание: В – вариабельность сердечного ритма, А – аритмия, K_1 – напряженность, K_2 – надежность, X_{R-R} – среднее значение R-R интервала; * достоверность различий при $P<0,01$

ВЫВОДЫ

Следовательно, одновременное использование методов построения кардиоритмограммы и скатерограммы с ее показателями дает возможность видеть динамику состояния шимпанзе в ходе решения любых по длительности заданий и вносить при этом коррективы с целью предупреждения перенапряжения нервных процессов, получая надежные экспериментальные данные. Это позволяет перейти от интегральной оценки напряженности нервных процессов в ходе эксперимента к дифференцированному анализу отдельно взятых его эпизодов, что дает возможность создавать программы эксперимента, а также оценивать состояния шимпанзе, их возможности и готовность к выполнению поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М., Кирилов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М., 1984. – 242 с.
2. Дембо А.Г., Земцовский Э.В., Фролов В.А. Эхокардиография и корреляционная ритмография в оценке функционального состояния спортсменов. – Л., 1979. – 60 с.
3. Иванов В.В., Костыгова К.Н., Кузнецова Т.Г., Шуваев В.Т. Сердечный ритм шимпанзе при различных эмоциональных состояниях в процессе целенаправленной деятельности// Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 2002. – Т. 88. – N 9. – С. 1225-1229.
4. Костыгова К.Н., Иванов В.В., Кузнецова Т.Г. Целенаправленное поведение шимпанзе с позиций аттракторного метода анализа сердечного ритма // Мозг и поведение. Материалы молодежной конференции 18-19 октября 2001 г. – СПб. – С. 56-57.
5. Кузнецова Т.Г., Сыренский В.И. Методика регистрации сердечного ритма у шимпанзе // Журн. высш. нервн. деят.- 1987. – Т. 37. – С. 184-187.
6. Кузнецова Т.Г. Шимпанзе. Онтогенетическое и интеллектуальное развитие в условиях лабораторного содержания. – СПб.; Изд. Политехника, 2006. – 467 с.
7. Сыренский В.И., Кузнецова Т.Г. Рефлекс цели у приматов. – Л.: Наука, 1990. – 117 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ДАЛЬНИХ ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МИГРАНТОВ НА ПРИМЕРЕ ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ

Лапшин Н.В., д.б.н., в.н.с., Топчиева Л.В., к.б.н., с.н.с., Малышева И.Е., к.б.н., н.с.,
Токарева Н.П., аспирант, Рендаков Н.Л., к.б.н., н.с.

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Работа посвящена исследованию механизмов адаптации некоторых видов птиц рода пеночка (*Phylloscopus*), гнездящихся на северной границе ареала. Визуальные наблюдения показали, что *Ph. sibilatrix* и *Ph. trochiloides* имеют неравную численность самок и самцов с преобладанием самцов. Однако данные ПЦР-анализа свидетельствуют о том, что количество самцов и самок в выводках пеночек, обитающих в центре (*Ph. trochilus* и *Ph. collybita*) и на периферии (*Ph. sibilatrix* и *Ph. trochiloides*) гнездового ареала достоверно не отличается от соотношения 1:1. Было обнаружено перераспределение особей внутри гнездового ареала в течение всего брачного периода. Низкий уровень возвратов особей *Ph. sibilatrix* и *Ph. trochiloides* на место их прежнего гнездования свидетельствует о том, что на СЗ России вид не закрепился окончательно. На периферии вступление в размножение птиц более растянуто по времени, чем в центральных частях ареала; вместе с тем отмечается довольно длительный период половой активности, способствующий осуществлению повторного размножения.

Результаты микросателлитного анализа показали, что уровень генетического разнообразия (наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность, аллельное разнообразие) был значительно ниже у видов рода *Phylloscopus*, гнездящихся на периферии ареала (*Ph. sibilatrix* и *Ph. trochiloides*), по сравнению с видами, обитающими в центре (*Ph. trochilus* и *Ph. collybita*). Установлен факт полиандрии для *Ph. trochilus*. Количество экстрапарного потомства в выводках изученного вида, гнездящегося на исследованной территории, составляет 14%.

Ключевые слова: отряд Воробьиные, пеночка-весничка, трещотка, зеленая пеночка, пеночка-теньковка, адаптация, генетическое разнообразие, полимеразная цепная реакция, микросателлитный анализ

Лапшин М.В., Топчиева Л.В., Малишева И.С., Токарева Н.П., Рендаков Н.Л. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРИФЕРІЙНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ДАЛЬНИХ ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНИХ МІГРАНТІВ НА ПРИКЛАДІ ГОРОБИНИХ ПТАХІВ ПІВНІЧНОЇ ЄВРОПИ / Інститут біології Карельського наукового центру РАН, Росія.

Робота присвячена дослідженню механізмів адаптації деяких видів птахів роду вівчарик (*Phylloscopus*), що гніздяться на північній межі ареалу. Візуальні спостереження показали, що *Ph. sibilatrix* і *Ph. trochiloides* мають нерівну чисельність самок і самців з переважанням самців. Проте дані ПЦР-аналізу свідчать про те, що кількість самців і самок у виводках вівчариків, що мешкають в центрі (*Ph. trochilus* і *Ph. collybita*) і на периферії (*Ph. sibilatrix* і *Ph. trochiloides*) ареалу гніздування достовірно не відрізняється від співвідношення 1:1. Було виявлено перерозподіл особин в середині ареалу гніздування протягом всього шлюбного періоду. Низький рівень повернень особин *Ph. sibilatrix* і *Ph. trochiloides* на місце їх колишнього гніздування свідчить про те, що на ПЗ Росії вид не закріпився остаточно. На периферії початок розмноження птахів більш розтягнутий у часі, ніж у центральних частинах ареалу, разом з тим спостерігається досить тривалий період статеві активності, який сприяє здійсненню повторного розмноження.

Результати аналізу микросателіта показали, що рівень генетичної різноманітності (спостережувана і очікувана гетерозиготність, алельна різноманітність) був значно нижчий у видів роду *Phylloscopus*, що гніздяться на периферії ареалу (*Ph. sibilatrix* і *Ph. trochiloides*), в порівнянні з видами, що мешкають у центрі (*Ph. trochilus* і *Ph. collybita*). Встановлений факт поліандрії для *Ph. trochilus*. Кількість екстрапарного потомства у виводках вивченого виду, який гніздиться на дослідженій території, складає 14%.

Ключові слова: ряд Горобцеподібні, вівчарик-весняний, зелений вівчарик, вівчарик-ковалик, адаптація, генетична різноманітність, полімеразна ланцюгова реакція, аналіз микросателіта

Lapshin N. V., Topchieva L.V., Malusheva I.E., Tokareva N.P., Rendakov N.L. RESEARCH OF MECHANISM OF FUNCTIONING PERIPHERICAL POPULATIONS OF DISTANT TRANSCONTINENTAL MIGRANTS ON THE EXAMPLE OF *PHYLLOSCOPUS* BIRDS NESTING IN NORTHERN EUROPE / Institute of biology of Karelskiu scientific center RAS, Russia.

The paper is devoted to investigation of adaptation mechanisms of some *Phylloscopus* birds nesting in northern border of the area. Visual observations have shown that *Ph. sibilatrix* and *Ph. trochiloides* have unequal sex quantity with males predominance. Nevertheless PCR-analysis data revealed that males and females quantities in *Phylloscopus* hatches inhabiting the center (*Ph. trochilus* and *Ph. collybita*) and the periphery (*Ph. sibilatrix* and *Ph. trochiloides*) of the nesting area do not differ significantly from 1:1 ratio. Redistribution of individuals of the species inside their nesting area was demonstrated in duration of their whole breeding period. The low level of *Ph. sibilatrix* and *Ph. trochiloides* individuals returns to the places of their previous nestings was established that suggests the species have not been assimilated into North-West

Russia territory definitely. At the periphery the onset of breeding is more extended, than that in the central parts of the area; at the same time quite prolonged period of sexual activity enabling repeated matings was registered.

Microsatellite analysis have shown that the level of genetic polymorphism (observed and expected heterozygosity, allelic diversity) was significantly lower in Passerinae birds inhabiting the periphery of the nesting areas (*Ph. sibilatrix* and *Ph. trochiloides*) compared to that in birds species inhabiting the central parts of their areas (*Ph. trochilus* and *Ph. collybita*). The polyandry was established for *Ph. trochilus*. The share of extrapair offspring in hatches of this species in the territory investigated equals 14%.

Key words: *Phylloscopus* birds, adaptation, genetical variety, wood warbler, polymerase chain reaction, microsatellite analyse.

ВВЕДЕНИЕ

В изменяющейся природной среде одни виды сокращают численность и ареал, другие, напротив, возрастают в числе и занимают новые местообитания. В периферических популяциях наиболее интенсивно разворачиваются микроэволюционные события, которые возможно способствуют дальнейшему расселению вида.

В Карелии, расположенной на Северо-Западе России, в настоящее время более 40% видов птиц обитают вблизи границ гнездовых ареалов [2]. Интенсивная лесохозяйственная деятельность в прошлом столетии способствовала омоложению и изменению фауны лесов в регионе и проникновению новых видов птиц из более южных областей. К ним относится и ряд видов пеночек рода *Phylloscopus*, обитающих на Европейском Севере России. Такие виды птиц рода пеночка, как трещотка *Ph. sibilatrix* и зеленая пеночка *Ph. trochiloides*, обитают здесь близ северного предела распространения, в нестабильных условиях, порой близких к экстремальным. Следует отметить, что механизмы адаптации видов к условиям обитания на периферии ареала, способствующие поддержанию численности и реализации репродуктивного потенциала, до конца не изучены. Наиболее важными среди них, безусловно, являются механизмы, связанные с воспроизведением потомства, и, прежде всего, соотношение полов, формы брачных отношений, продолжительность периода половой активности и др.

Целью наших исследований явилось изучение механизмов адаптации популяций птиц рода *Phylloscopus*, гнездящихся на северной границе ареала, к условиям среды.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал собран в 1968 – 2003 гг. на о. Селькямарьянсаари (Ладожское оз., 61°46' с.ш. и 30°04' в.д.), в юго-западном Прионежье (61°30' с.ш. 34°53' в.д.) и в восточном Приладожье (Орнитологический стационар "Маячино", 60°46' с.ш. 32°48' в.д.). Использованы также материалы, полученные при отловах птиц ловушками "рыбачинского" типа в ЮВ Приладожье (Ладожская орнитологическая станция, 60°41' с.ш. 32°58' в.д.).

При сборе полевого материала основное внимание уделяли отлову, прижизненному обследованию птиц и их индивидуальному мечению. В дальнейшем прослеживали судьбу маркированных особей, картировали их гнездовые участки, отыскивали гнезда и выводки на пробной площади (25 га) и в окрестностях радиусом до пяти километров и проводили наблюдение за их судьбой. Пол отловленных птиц в брачный период определяли по наличию наседного пятна у самок и форме клоакального выступа у самцов, а в другое время - по соотношению длины крыла и хвоста, критерии для которого получены с помощью дискриминантной функции [3]. Более подробное описание методики исследования содержится в других наших публикациях [4, 17].

Для определения пола птенцов, оценки внутривидового генетического разнообразия и доли экстрапарного потомства использовали полимеразную цепную реакцию (ПЦР). ДНК выделяли у взрослых птиц из очина пера, у птенцов из растущих перьев с помощью набора для выделения геномной ДНК «AquaPure Genomic DNA Kits» «Bio-Rad». Для определения пола птенцов амплифицировали участок гена, кодирующего белок хромогеликазы ДНК (CHD). Последовательность праймеров: прямой 5'-GTAGAAGAAGATATTCTTGA, обратный 5'-CCTCAGCACCAAACTTCAAA (фирма Синтол). Температура отжига праймеров – +50°C.

Для оценки внутривидового генетического разнообразия использовали микросателлитные маркеры – HnU2, FhU2 [18]. Температура отжига праймеров HnU2 и FhU2 – +55°C. Для определения доли экстра-парного потомства и семейной структуры у пеночки-веснички использовали микросателлитные маркеры – Phtr1, Phtr2, Phtr3 [15]. Температура отжига праймеров – +55°C.

Реакционная смесь для ПЦР объемом 30 мкл содержала: 50 нг ДНК исследуемых образцов, 100 пМ праймеров (обратного и прямого), 1 ед. Taq полимеразы (Силекс), 0,2 мМ dNTP, 2,5 мкл 10хбуфера для Taq полимеразы, согласно инструкции к набору для ПЦР (Силекс).

ПЦР осуществляли в амплификаторе фирмы Stratagene (США). Условия ПЦР: денатурация – 2 мин при 94°C, отжиг – 1 мин при температуре, характерной для каждой пары праймеров, полимеризация – 1 мин при 72°C; количество циклов – 35; достраивание фрагментов – 10 мин при 72°C.

ПЦР продукты разделяли в 1,8 % агарозном или в 8% полиакриламидном (ПААГ) гелях [8], используя трис-боратный буфер. ПЦР продукты окрашивали бромистым этидием, визуализировали в проходящем УФ свете и анализировали с помощью программы Kodak 1D. Количество экстрапарного потомства в выводках оценивали с помощью программы Probmex.

У трещотки, являющейся в данной работе основным объектом исследований обследовано 165 гнезд. Даты начала размножения определены у 147, а величина кладки и выводка – у 151 самки. Выживаемость и причины гибели потомства в гнездовой период выяснены для 148 гнезд. Исследовано и индивидуально помечено более 1400 взрослых птиц (в том числе - 311 у гнезд и на гнездовых участках), 618 птенцов и более 800 сеголеток, а из них в тот же сезон повторно отмечено 122 особи (76 взрослых, 32 птенца и 14 первогодков) более 160 раз.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из важных демографических показателей приспособленности птиц к условиям гнездования является соотношение полов в популяции. На данный момент известно, что в нативных природных популяциях животных и птиц наблюдается определенное соотношение самцов и самок. При воздействии возмущающего фактора, который приводит к снижению численности популяций, а также при освоении видом новых территорий этот баланс может изменяться [10]. Самцам в природных популяциях вообще свойственна более высокая миграционная активность. Следовательно, на периферии популяций птиц можно ожидать изменения сложившегося соотношения полов и явление полигамии. Сказанное характерно для пеночек, в частности, трещотки и зеленой пеночки на С-З России. Близ границ гнездового ареала у этих видов показатели численности самок, по сравнению с самцами, остаются более низкими в течение всего весенне-летнего сезона, вследствие чего значительная часть самцов продолжительное время или весь сезон остаются холостыми. В июне-июле, сохраняя половую активность, они «бродяжничают» в поисках самок в пределах района исследований и покидают его окончательно только в конце июля – августе (рис. 1). В случаях, когда самцы не встречают брачного партнера, они покидают токовые участки. Период пребывания трещоток на исследуемой территории, считая со времени появления первых самцов до исчезновения последних особей вида, составляет в среднем – 119 дней, зеленых пеночек, а также таловок – максимально 60-89 дней, что существенно меньше [4], чем известно для аборигенных видов – теньковки и веснички (соответственно 171 и 160 дней).

Мечение птиц показало, что появление новых, ранее не помеченных, самок и самцов, на гнездовых участках растягивается вплоть до 1-й декады июля. Это подтверждает, что в течение всего брачного периода у птиц происходит миграция особей, вероятно, направленная на встречу брачного партнера.

У трещотки, так же как у веснички и теньковки, соотношение полов по данным отлова птиц «рыбачинскими» ловушками во время весенней миграции в большинстве случаев достоверно отличалось от 1:1. За 18 произвольно избранных лет (рис. 2) соотношение полов менялось от 1:1,3 до 1:10, а по суммированным данным составляло 1:3 в сторону самцов. Известно, что у трещотки соотношение полов может составлять до 3 самцов на 1 самку не только на периферии ареала [11, 12, 15].

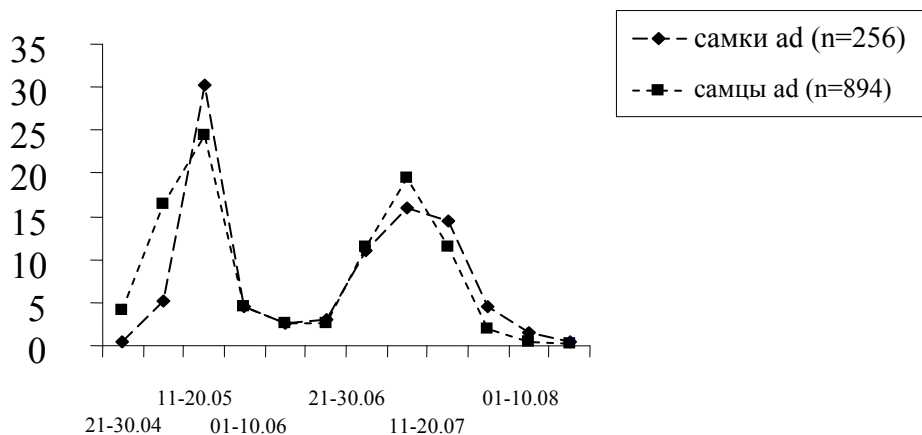


Рис. 1. Динамика перемещений взрослых пеночек-трещоток на Ладужской орнитологической станции (по данным отлова ловушками «Рыбачинского» типа).

По оси абсцисс – периоды отлова; по оси ординат – число отловленных особей, %.

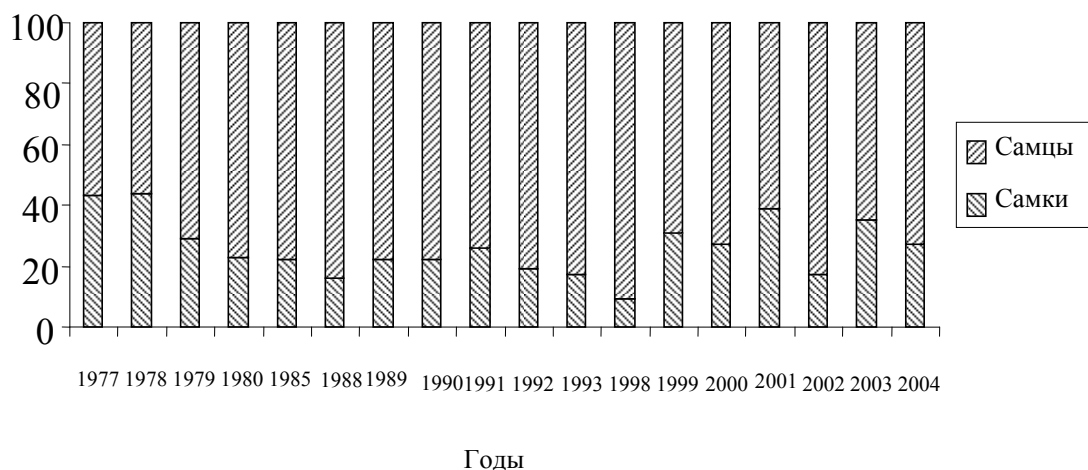


Рис. 2. Соотношение полов у трещотки в ЮВ Приладожье в разные годы по данным отлова ловушками «рыбачинского» типа.

По оси абсцисс – год; по оси ординат – количество самок и самцов, %.

Наши данные свидетельствуют о численном преобладании самцов над самками во взрослом населении трещотки и зеленой пеночки на периферии ареала. Однако не ясно, формируется ли данное соотношение полов у этих видов при рождении или устанавливается позже, под влиянием факторов, нарушающих исходное соотношение самцов и самок (1:1).

Идентификация пола у неоперившихся птенцов с помощью морфологических признаков затруднительна. Для определения пола у птенцов мы использовали ПЦР [13].

Результаты исследований показали, что количество самцов и самок в выводках 4 видов птиц рода *Phylloscopus* одинаковое. Некоторое преобладание самцов над самками (у веснички, трещотки, теньковки) и самок над самцами (у зеленой пеночки) оказалось недостоверным при сравнении по критериям χ^2 и Фишера.

Таблица 1 – Соотношение полов в выводках

Вид	Количество самок	Количество самцов	Общее количество птенцов
<i>Phylloscopus trochilus</i>	30 (43%)	40 (57%)	70
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	13 (48%)	14 (52%)	27
<i>Phylloscopus collybita</i>	9 (43%)	12 (57%)	21
<i>Phylloscopus trochiloides</i>	11 (52%)	10 (48%)	21

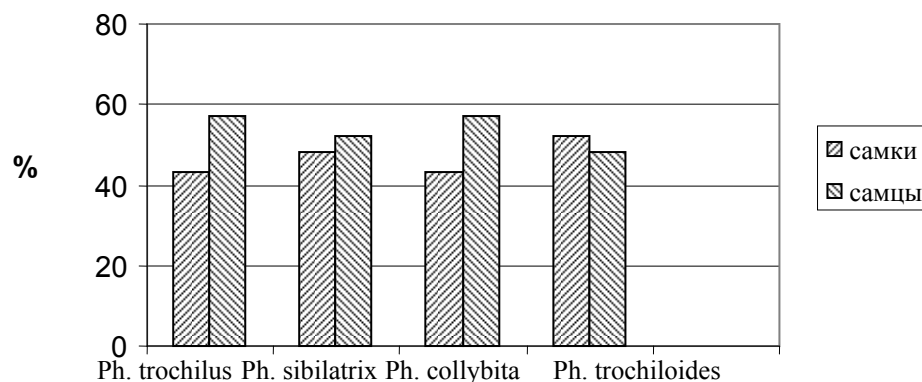


Рис. 3. Соотношение полов в выводках птиц отряда воробьиных.

По оси абсцисс – название вида; по оси ординат – количество самок и самцов, %.

Согласно литературным данным, у птиц при определенных условиях возможно существование разного соотношения полов при рождении. Так, например, у обыкновенного глухаря в годы подъема численности достоверно больше самцов среди молодых птиц. У обыкновенного тетерева среди молодых преобладают особи того пола, который среди взрослых представлен в меньшинстве. У острохвостой мунии весной рождается больше самцов, а осенью – самок. У обыкновенной гаги обнаружена достоверная зависимость полового состава выводков от его размера: чем крупнее выводок, тем доля самок выше. В ранних выводках бронзового вороньего дрозда при худших кормовых условиях доля самок выше, чем в более поздних при хороших условиях [9]. Таким образом, на соотношение полов при рождении у птиц могут влиять различные факторы: трофические, климатические, размер выводка и др. У исследуемых нами объектов мы не наблюдали отклонения от равного соотношения самок и самцов в выводках. Следовательно, можно предположить, что наблюдаемое неравное соотношение полов у взрослого населения птиц изученных видов (трещотка и зеленая пеночка), гнездящихся на границе ареала, обусловлено, скорее всего, влиянием условий среды или другими факторами, а не изначально неравным распределением самок и самцов в гнезде.

Изменение формы брачных отношений является одним из механизмов адаптации мигрирующих птиц к условиям среды, который зависит от многих факторов, в том числе, вероятно, и от сроков откладки яиц. Например, в числе экологических и поведенческих предпосылок к развитию полигинии у веснички отмечают растянутый период размножения, способность легко восстанавливать утраченную кладку или выводок [2].

Для региона выяснены следующие крайние даты откладки яиц у трещотки – 19.05.1968 и 1975 гг. – 13.07.1979 г (147 гнезд), у зеленой – 30.05.1993 и 1995 – 12.07.1994 г (149 гнезд). Они в целом сходны с аналогичными показателями аборигенных видов (рис. 4). В разные годы период откладки яиц у первого вида продолжался – 17 – 43 (в среднем $29,3 \pm 1,6$, $n=24$), у второго – 2 – 33 (в среднем $-16,0 \pm 1,8$, $n=28$) дня.

Своеобразное территориальное поведение самцов этих видов, склонность их образовывать дополнительные токовые участки, т.е. их битерриториальность, приводит к тому, что они могут образовывать вторые пары, становясь бигами. Ранее полигиния у трещотки документально показана рядом авторов [19,20].

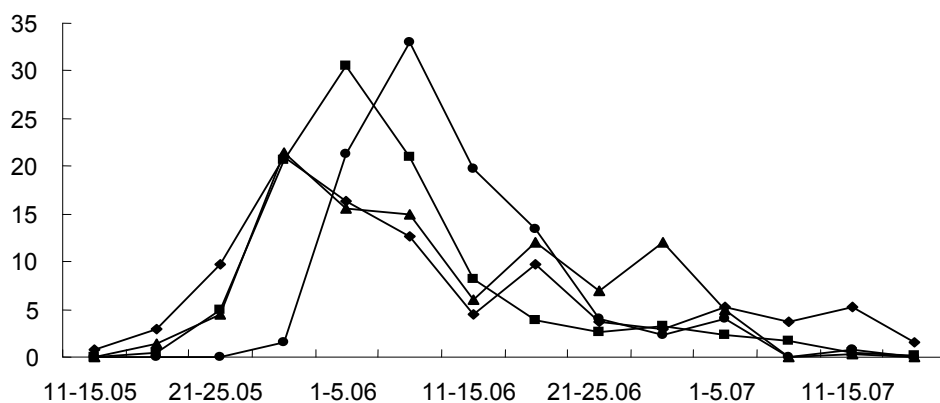


Рис. 4. Динамика откладки первого яйца пеночками в Карелии.
По оси абсцисс – дата откладки первого яйца; по оси ординат – число начатых кладок.
Обозначения: ■ – весничка, $n=1204$ гнезда; ◆ – теньковка, $n=134$ гнезда;
▲ – трещотка, $n=147$ гнезд; ● – зеленая, $n=149$ гнезд.

Вместе с тем среди взрослых особей у трещотки и зеленой пеночки постоянно отмечаются в популяции холостые самцы, вполне готовые к размножению, занимающие некоторое время (от нескольких дней до месяца) токовые участки и охраняющие их от конкурентов. При появлении самки они сразу же приступают к гнездованию, а не встретив брачного партнера, покидают исследуемую территорию. Склонность самцов трещотки образовывать дополнительные токовые участки, приводит к тому, что они могут образовывать вторые пары, становясь бигами [20]. Наши наблюдения косвенно свидетельствуют о том, что лишь отдельные самцы, имея два удаленных друг от друга токовых участка, могут быть бигамными. Вероятно, имеют место и случаи «супружеской неверности» со стороны самок, и насильственная копуляция, о чем свидетельствуют результаты определения отцовства у птенцов в выводке.

Результаты наших исследований показали, что количество экстрапарного потомства в выводках пеночки-веснички, гнездящейся на территории стационара «Маячино», составляет 14%. Достаточно высокое значение данного показателя можно объяснить большой плотностью гнездового населения веснички на исследуемой территории (80-100 пар/км²) [4]. Для сравнения можно указать, что средняя плотность гнездового населения трещотки, теньковки и зеленой пеночки на стационаре «Маячино» составляет примерно 20 пар/км². В то же время численность пеночки-веснички на исследуемой территории меньше, чем в островных изолированных популяциях [15], а, следовательно, ниже и численность экстрапарного потомства в выводках.

Многие исследователи считают, что один из наиболее важных механизмов адаптации видов к условиям существования связан с поддержанием внутривидового генетического разнообразия [6]. Генетическая структура популяции должна отвечать двум главным задачам: первая из них – способность популяции целесообразно, то есть приспособительно, реагировать на изменения в среде обитания, сохраняя при этом свою общую генетическую структуру. Вторая задача состоит в устойчивом сохранении способности к наследственной пластичности, то есть к неограниченной эволюции в ответ на будущие изменения условий внешней среды.

Таким образом, изменяя генетическую структуру, популяция приобретает возможность реагировать на меняющиеся условия внешней среды, приспосабливаясь к ним. Генетическая изменчивость популяций играет важную роль и при расширении ареала вида, при освоении новых территорий. Существует два взгляда на особенности генетической структуры краевых популяций. Некоторые авторы полагают, что степень полиморфизма почти всегда убывает по мере приближения к границе видового ареала и что периферические популяции нередко мономорфны [7, 14].

Согласно другой точке зрения [6], наблюдается увеличение степени полиморфизма по мере приближения к границе ареала. Это связано с тем, что в чрезвычайно неустойчивых и непредсказуемых условиях на периферии видового ареала в разное время отбираются совершенно разные генотипы, при этом наблюдается высокая генная гетерозиготность, так как одному отдельному генотипу эти условия не могут благоприятствовать в течение длительного времени.

Для оценки генетического разнообразия использовали следующие показатели: аллельное разнообразие (A), наблюдаемую гетерозиготность (H_o), ожидаемую гетерозиготность (H_e) по локусам FhU2 и HrU2 (табл. 2, 3), а также средние значения по двум локусам для всех исследуемых параметров (табл. 4).

Таблица 2 – Показатели генетического разнообразия изученных видов птиц по локусу FhU2

Вид	H _o	H _e	A	n (число особей)
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	0,500	0,832	9	14
<i>Phylloscopus trochiloides</i>	0,905	0,913	18	21
<i>Phylloscopus collybita</i>	0,900	0,895	12	10
<i>Phylloscopus trochilus</i>	0,976	0,935	31	41

Таблица 3 – Показатели генетического разнообразия изученных видов птиц по локусу HrU2

Вид	H _o	H _e	A	n (число особей)
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	0,222	0,815	18	9
<i>Phylloscopus trochiloides</i>	0,429	0,684	14	7
<i>Phylloscopus collybita</i>	0,500	0,773	16	8
<i>Phylloscopus trochilus</i>	0,650	0,936	28	41

Таблица 4 – Средние показатели генетического разнообразия по двум локусам

Вид	H _o	H _e	A
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	0,361	0,824	13,5
<i>Phylloscopus trochiloides</i>	0,667	0,799	16
<i>Phylloscopus collybita</i>	0,700	0,834	14
<i>Phylloscopus trochilus</i>	0,813	0,9355	29,5

Одной из задач данного исследования являлась оценка степени генетического полиморфизма населения четырех видов птиц отряда воробьиных. Средние значения показателей генетического разнообразия представлены в таблице 4. Как видно из таблицы, для трещотки (*Ph. sibilatrix*) и зеленой пеночки (*Ph. trochiloides*) характерны наименьшие значения наблюдаемой, ожидаемой гетерозиготности и аллельного разнообразия, тогда как у теньковки (*Ph. collybita*), веснички (*Ph. trochilus*) наблюдаются высокие показатели H_o, H_e и A.

Трещотка и зеленая пеночка – виды, для которых исследуемая территория является периферией гнездового ареала. Данные, полученные в ходе наших исследований, свидетельствуют в пользу теории о снижении генетического разнообразия популяций по мере их приближения к периферии ареала [7]. Виды, для которых исследуемая территория является центром гнездового ареала (весничка, теньковка), характеризуются высокой степенью генетического разнообразия, тогда как для трещотки и зеленой пеночки, гнездящихся на периферии ареала, характерны низкие показатели Но, Не и А.

Вероятно, что на генетическое разнообразие могут влиять различные факторы, например, плотность гнездового населения, возврат и смертность птиц. Средняя плотность гнездового населения трещотки и зеленой пеночки на стационаре «Маячино» составляет примерно 20 пар/км², тогда как у веснички может достигать 80-100 пар/км² [4]. Можно предположить, что плотность гнездового населения может влиять на число аллелей в определенных локусах, на разнообразие генотипов. Чем больше размер популяции, тем выше такие показатели, как аллельное разнообразие, число различных генотипов.

Возможно, что низкая степень полиморфизма населения трещотки и зеленой пеночки может быть обусловлена невысокой численностью данных видов на исследуемой территории. Известно, что генетически эффективная численность популяции всегда и существенно ниже ее эффективной численности, так как старшие и младшие возрастные группы исключены из процесса воспроизводства. В свою очередь снижение эффективной численности популяции будет способствовать уменьшению генетического разнообразия [1].

Для воробьиных характерен очень высокий уровень смертности. У взрослых птиц она может достигать 50%, а у молодых особей в течение первого года жизни – около 80%. Высокий уровень смертности может приводить к уменьшению аллельного разнообразия и снижению числа различных генотипов у населения изученных птиц.

Уровень генетического разнообразия населения птиц мигрантов вероятно зависит и от числа возвратов особей в места гнездования. Число повторных встреч ранее окольцованных особей и в том же году, а тем более в последующие годы у видов, обитающих на границе гнездового ареала в районе исследований невелико. Аналогичная картина наблюдается и в других периферийных популяциях [13]. Отсутствие территориальных связей у особей, гнездящихся на периферии ареала явление скорее закономерное, чем исключительное. Факт невозвращения взрослых трещоток на места предыдущего гнездования в периферийных популяциях мы связываем с тем, что данный вид находится в состоянии экспансии. Невозвращение взрослых птиц наблюдается и у другого вида пеночек, например, у зеленой пеночки, сравнительно недавно проникшего на СЗ России [4].

Таким образом, можно предположить, что на формирование низкого уровня генетического разнообразия населения трещотки и зеленой пеночки может оказывать влияние ряд различных факторов, в том числе невысокая численность и высокая смертность данных видов на исследуемой территории. Следует отметить, что эти выводы носят предварительный характер и требуют дальнейшей проверки.

ВЫВОДЫ

В Карелии около 40 % видов птиц, в том числе и ряд видов пеночек, обитает близ предела своего распространения. Обитание вида на границе ареала, в условиях большой удаленности от мест зимовок, поздних сроков прилета основной части популяции и ранних сроков отлета из гнездовой области определяет многие особенности его жизни. Наиболее важные среди них:

- 1) неравное соотношение полов с преобладанием самцов, являющееся причиной того, что они остаются холостыми;
- 2) перераспределение особей внутри гнездового ареала в течение всего брачного периода, вероятно, направленное на встречу брачного партнера;
- 3) отсутствие выраженных миграционных перемещений птиц из более северных популяций осенью;
- 4) невозвращение даже взрослых особей на место прежнего гнездования свидетельствует о том, что на СЗ России вид не закрепился окончательно;
- 5) на периферии вступление в размножение птиц более растянутое во времени, чем в центральных частях ареала; вместе с тем отмечается довольно длительный период половой активности, препятствующий прохолостанию отдельных особей и способствующий осуществлению повторного размножения.

Количество самок и самцов в выводках птиц отряда воробьиные одинаковое как у видов, обитающих в центре (весничка, теньковка), так и на периферии гнездового ареала (трещотка и зеленая пеночка). Полученные данные о неравном соотношении полов у взрослого населения трещотки и зеленой пеночки, гнездящихся на границе ареала, можно объяснить, скорее всего, различной смертностью или миграционной активностью самцов и самок.

Уровень генетического разнообразия (наблюдаемой, ожидаемой гетерозиготности и аллельного разнообразия) у населения птиц отряда воробьиные, обитающих на периферии гнездового ареала (трещотка и зеленая пеночка) значительно ниже по сравнению с таковым у аборигенных видов (весничка, теньковка). На наш взгляд, эти данные свидетельствуют в пользу теории о снижении генетического разнообразия краевых популяций [7].

По данным микросателлитного анализа установлен факт полиандрии у пеночки-веснички. Количество экстрапарного потомства в выводках изученного вида, гнездящегося на исследованной территории, составляет 14%.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 06-05-64368-а). В сборе полевого материала нам всегда помогали В.Б. Зимин, А.В. Артемьев, Т.А. Хохлова. В отлове и обработке птиц принимали участие многие сотрудники, студенты, аспиранты, стажеры, работавшие в разные годы на Ладужской орнитологической станции. Всем выражаю искреннюю благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. – М : Академкнига, 2003. – 431 с.
2. Зимин В. Б. Экология воробьиных птиц Северо-Запада России. – Л.: Наука, 1988. – 184 с.
3. Лапшин Н.В. Определение пола у восточноевропейских пеночек рода *Phylloscopus* // Русский орнитологический журнал. Экспресс-выпуск. – 1998. – № 56. – С. 3-8.
4. Лапшин Н.В. Изучение годовых циклов дальних трансконтинентальных мигрантов Палеарктики (на примере пеночек рода *Phylloscopus* Карелии) // Достижения и проблемы орнитологии Северной Евразии на рубеже веков (Тр. Междунар. конф. “Актуальные пробл. изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии” (Респ. Татарстан, 29 января-3 февраля 2001 г.). – Казань, 2001. – С. 394-412.
5. Лапшин Н.В. Биология зеленой пеночки, *Phylloscopus trochiloides* (Passeriformes, Sylviidae), в Карелии.// Зоологический журнал. – 2004. – Т. 83., № 6. – С. 715-725.
6. Левонтин Р.С. Генетические основы эволюции. – М.: Мир, 1978. – 351 с.
7. Майр Э. Популяция, виды и эволюция. – М.: Мир, 1974. – 460 с.
8. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д. Методы геномной инженерии. Молекулярное клонирование. – М.: Мир, 1984. – 480 с.
9. Паевский В.А. Количественное соотношение самцов и самок в природе у некоторых видов воробьиных // Орнитология в СССР. – 1969. – Т. 2. – С. 482-484.
10. Панов Е. Н. Общение в мире животных: эволюционные и популяционные аспекты поведения животных. – М.: Знание, 1970. – С. 3-48.
11. Птушенко Е.С., Иноземцев А.А. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 464 с.
12. Румянцев Н.А., Преображенская Е.С., Боголюбов А.С. Динамика численности и некоторые аспекты экологии пеночки-трещотки у северо-восточной границы распространения // Орнитология. – 1991. – Вып. 25. – С. 80-83.
13. Соколов Е. П., Высоцкий В. Г. Быстрый метод молекулярного определения пола воробьиных птиц // Зоологический журнал. – 2001. – Т. 80., № 11. – С. 1384-1386.
14. Carson H.L. The population genetics of *Drosophila robusta*, Advan // Genetics. – 1958. – P. 1-15.
15. Fridolfsson A.-K., Gyllenstein U.B., Jacobsson S. Microsatellite markers for paternity testing in the Willow warbler *Phylloscopus trochilus*: high frequency of extra – pair young in an island population. Sweden // Hereditas. – 1997. – V. 126. – P. 127-132.
16. Haffer J. *Phylloscopus sibilatrix* (Bechstein, 1793) – Waldlaubsänger. In: Glutz von Blotzheim U.N. & Bauer K.M. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. – Wiesbaden: Aula-Verlag, 1991. – S. 1194- 1232.
17. Lapshin N.V. Biology of the Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix* in the taiga zone of north-western Russia // Avian Ecol. Behav. – 2005. – № 13. – P. 25-46.
18. Primmer C.R. Genetic studies of avian microsatellite loci. Doctoral thesis– . Uppsala, 1997. – 61 p.
19. Svärdson G. Bigami hos grönsångaren (*Phylloscopus sibilatrix* Beshst.) // Vår Fågelvärld. – 1947. – № 3. – P. 106-109.
20. Temrin H., Brodin A., Akerström O., Stenius S. Parental investment in monogamous pairs of Wood Warblers (*Phylloscopus sibilatrix*) // J. Ornithol. – 1997. – Vol. 138, № 1. – P. 93-101.

МОРФОКРАНІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОНДАТРИ (*ONDATRA ZIBETHICUS* L., 1766) ЗАПОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ

Лебедева Н.І., к.б.н., доцент

Запорізький національний університет

Зараз значні ділянки ареалу ондатри залишаються не обстеженими, в більшості випадків відсутні і колекційні матеріали, що пояснює актуальність регіональних досліджень її морфокраніологічних особливостей. Було встановлено, що екстер'єрні ознаки досліджуваного виду характеризуються досить високою варіативністю показників. Незважаючи на те, що за більшістю середніх метричних показників самці дещо й крупніші за самиць, достовірних статевих відмінностей не виявлено. Індекс печінки та нирок вищий у самців, а індекси селезінки та надниркових залоз більші в самиць ондатри. З віком спостерігається тенденція до збільшення індексів печінки, селезінки та нирок, що може бути пояснено інтенсифікацією метаболічних процесів. Череп ондатр досить стабільний. Майже за всіма краніологічними ознаками самці дещо крупніші за самиць, але статистично достовірних відмінностей не виявлено.

Ключові слова: ондатра, морфологічна характеристика, краніологічна характеристика, органометрія, морфологіологічні індикатори.

Лебедева Н.И. МОРФОКРАНИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОНДАТРЫ (*ONDATRA ZIBETHICUS* L., 1766) ЗАПОРОЖСКОГО РЕГИОНА / Запорожский национальный университет. Украина.

Сейчас значительные участки ареала ондатры остаются не обследованными, в большинстве случаев отсутствуют и коллекционные материалы, что объясняет актуальность региональных исследований ее морфокраниологических особенностей. Было установлено, что экстерьерные признаки исследуемого вида характеризуются достаточно высокой вариативностью показателей. Несмотря на то, что большинство средних метрических показателей самцов несколько крупнее таковых самок, достоверных половых отличий не выявлено. Индекс печени и почек выше у самцов, а индексы селезенки и надпочечных желез больше у самок ондатры. С возрастом наблюдается тенденция к увеличению индексов печени, селезенки и почек, что можно пояснить интенсификацией метаболических процессов. Череп ондатр достаточно стабилен. Почти все краниологические признаками самцов несколько крупнее таковых самок, но статистически достоверных отличий не выявлено.

Ключевые слова: ондатра, морфологическая характеристика, краниологическая характеристика, органометрия, морфофизиологические индикаторы.

Lebedeva N.I. MORPHOLOGICAL AND CRANIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ONDATRA (*ONDATRA ZIBETHICUS* L., 1766) OF THE ZAPORIZHZHJA REGION / Zaporizhzhya National University, Ukraine.

Currently the most regions of the area of muskrat remain not observed. In most cases there are no also collection materials that explains a timeliness of regional researches of its morfo-craniological features. It has been established, that exterior features of an investigated species are characterized by a high variability of parameters. In spite of the fact that the majority of metrical parameters of males a slightly larger than those of females, significant sexual differences wasn't revealed between sexes revealed not. The index of a liver and kidneys of males of the muskrat is higher, than in females, while indexes of a spleen and adrenal glands opposite's rollers. A tendency to the increase of indexes of liver, spleen and buds with age was established, that can be explained intensification of metabolic processes. The skull of the muskrat is stable. All excerptor the kraniological attributes of males a were slightly those of larger than such females, but statistically rex significant.

Key words: ondatra, morphological characteristics, craniological characteristics, organometriya, morfofiziological indicators.

ВСТУП

Як відомо, фенотипічні відмінності тварин не відповідають їхнім генотипічним особливостям, оскільки формуються під безпосереднім впливом середовища. У природних популяціях ця закономірність знаходить своє відображення в суттєвих морфологічних та фізіологічних відмінностях між групами особин. Попередні дослідження показали, що природні популяції наземних хребетних складаються з морфологічно та екологічно дискретних груп особин, які виконують іноді діаметрально протилежні функції з підтримання стабільності існування будь-якого виду в структурі відповідних екосистем [1, 2]. Дослідження морфологічних та краніологічних особливостей визначає специфіку виду, тенденції адаптивних пристосувань його основних структур, історію його становлення й філогенетичні взаємовідносини з іншими видами та виступають основою для розробки внутрішньовидової систематики. Більше того, постійна зміна екологічних умов, особливо в регіонах зі значним антропогенним навантаженням вимагає постійного моніторингу представників різних ланок трофічних ланцюгів. На особливу увагу заслуговують адвентивні види, зокрема ондатра (*Ondatra zibethicus* L.,

1758.). У даний час існує значна кількість робіт, присвячених морфології, біології та особливостям екології цього виду, але досить широке коло питань залишається ще неосвітленими. Наявні наукові роботи є недостатніми, фрагментарними та мають переважно однобічну спрямованість. Великі ділянки ареалу ондатри залишаються не обстеженими, а в більшості випадків відсутні і колекційні матеріали з багатьох місць, що пояснює актуальність подібних досліджень у регіоні. Виходячи із зазначеного вище, метою наших досліджень було визначення морфокраніологічної характеристики ондатри Запорізького регіону, де цей вид мешкає як у заплавах річок, так і на внутрішніх водоймах (ставках, струмках тощо).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалом для вивчення морфокраніологічних особливостей були тушки ондатр, здобутих у 2005-2007 рр. Виміри морфологічних та краніологічних ознак проводились за загальноприйнятими методиками [3], для аналізу брали тільки дорослих особин. Визначення віку проводилось за ступенем стертості коронки першого правого корінного зуба верхньої щелепи [4, 5]. Для аналізу отриманих даних було використано метод морфофізіологічних індикаторів [6], який дозволяє оцінювати ступінь благополуччя та інтенсивність життєдіяльності природних сукупностей особин за комплексом екстер'єрних та інтер'єрних ознак.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Діапазон мінливості екстер'єрних ознак ондатри досить значний. Причому зміни відбуваються не тільки в різних географічних зонах, але і в межах одного регіону [3]. Маса тіла самиць досліджуваного виду коливалась у межах 0,50–1,30 кг, а самців 0,50 – 1,35 кг. Основна частина здобутих ондатр представлена тваринами з вагою 0,7–1,0 кг (71,7 %). Доля особин масою до 0,700 кг становить 11,7 %, а понад 1,0 кг – 16,6 % від загальної кількості здобутих тварин (рис. 1). Середні значення цього показника майже однакові в самиць та самців і складають $0,88 \pm 0,03$ та $0,87 \pm 0,03$ кг відповідно. Досить високий коефіцієнт варіації маси як самиць (19,32 %), так і самців (20,69 %) свідчить про неоднорідність фізіологічного стану особин досліджуваної території, який є наслідком реакції організму на мінливість умов навколишнього середовища.

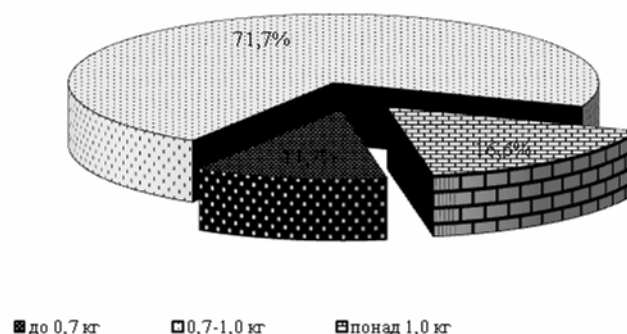


Рис. 1 Співвідношення особин різних вагових категорій *Ondatra zibethicus* (n=60)

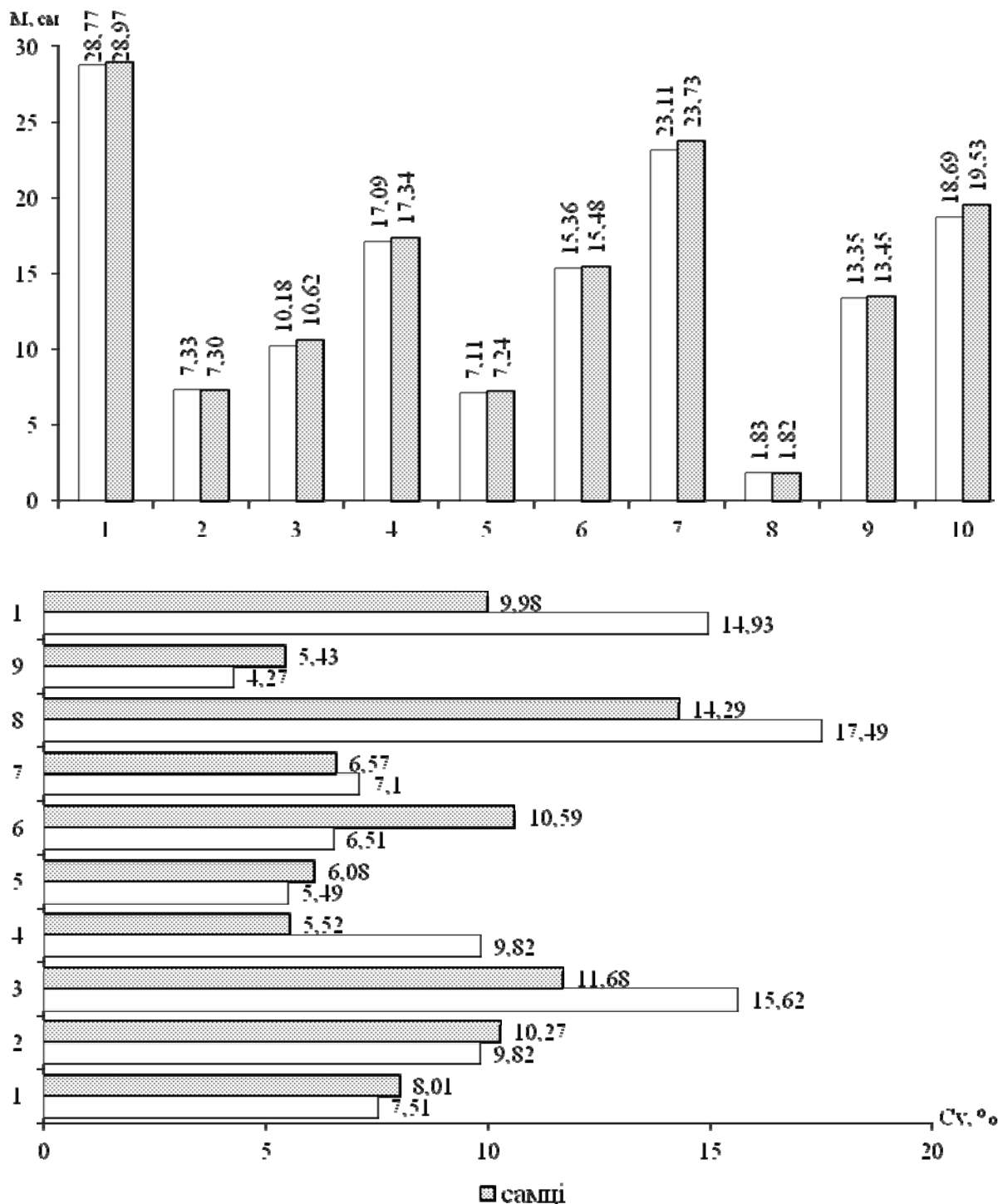
У ході роботи було виявлено, що в досліджуваній популяції спостерігається тенденція до зменшення маси тіла з віком. Це, імовірно, пов'язано з більш інтенсивними процесами росту молодих. До того ж відомо, що зимова регресія маси тіла дрібних ссавців забезпечує зниження споживання енергії в цей період в абсолютних кількостях і таким чином приводить у відповідність енергетичні потреби організму з можливостями навколишнього середовища. Широке розповсюдження цієї адаптації в дрібних ссавців, що зберігають активність у зимовий період, слід розглядати як універсальний механізм підтримки екологічного балансу на організменному рівні [7].

Довжина тіла самиць досліджуваного виду в середньому складала $28,77 \pm 0,41$ см, а самців $28,97 \pm 0,41$ см; навкісна довжина тулуба $15,36 \pm 0,19$ та $15,48 \pm 0,29$ см відповідно (рис. 2). Як у самиць, так і в самців екстер'єрні ознаки мають досить високий коефіцієнт варіації ($C_v > 5\%$). Найбільш варіативними ознаками в самиць є довжина передньої лапи, висота вуха та обхват тулуба, а самців – довжина голови, довжина передньої лапи, навкісна довжина тулуба та висота вуха (рис. 2).

Майже за всіма досліджуваними метричними показниками самці *Ondatra zibethicus* Запорізького регіону дещо перевищують самиць, але статистично достовірних відмінностей виявлено не було. Також слід

звернути увагу на рівень перекриття лімітів – серед самиць зустрічаються дуже крупні особини, морфологічні ознаки яких значно перевищують середні розміри відповідних самців.

За абсолютними показниками вага серця самиць досліджуваного виду в середньому становить $2,72 \pm 0,11$ г; нирок: лівої $2,11 \pm 0,12$ г, правої $2,06 \pm 0,11$ г; надниркових залоз: лівої $0,14 \pm 0,05$ г, правої $0,12 \pm 0,04$ г; печінки $24,78 \pm 1,27$ г; селезінки $0,57 \pm 0,06$ г., а самців – $2,77 \pm 0,15$ г; $2,35 \pm 0,12$ г; $2,29 \pm 0,11$ г; $0,10 \pm 0,01$ г; $0,09 \pm 0,01$ г; $26,27 \pm 1,18$ г; $0,52 \pm 0,03$ г відповідно, при цьому статистично достовірних статевих відмінностей нами не виявлено. Коефіцієнт варіації за органометричними ознаками як самиць, так і самців перевищує 20 %.



1 – довжина тіла, 2 – довжина голови, 3 – довжина передньої лапи, 4 – довжина задньої лапи, 5 – довжина стопи, 6 – навкісна довжина тулуба, 7 – довжина хвоста, 8 – висота вуха, 9 – обхват голови, 10 – обхват тулуба

Рис. 2 Морфологічна характеристика ондатри (*Ondatra zibethicus* L., 1758.) Запорізького регіону

Процеси адаптації до умов існування супроводжуються змінами в морфології та функції органів. Розмір серця має прямий зв'язок з активністю тварин. Будь-які зміни умов середовища, які вимагають збільшення рівня метаболізму тварин, призводять до збільшення розмірів серця та інтенсифікації його функцій [3, 8]. Самці досліджуваного виду мають трохи більший індекс серця, ніж самиці (табл. 1).

Таблиця 1 – Індекси внутрішніх органів ондатри (*Ondatra zibethicus* L., 1758.) Запорізького регіону (%)

Індекси	Самці (n=32)		Самиці (n=28)		t _d
	$\bar{M}$	m	$\bar{M}$	m	
Серця	3,25	0,15	3,15	0,12	0,52
Лівой нирки	2,78	0,13	2,44	0,10	2,07*
Правої нирки	2,71	0,12	2,38	0,11	2,09*
Лівой надниркової залози	0,12	0,01	0,14	0,05	0,39
Правої надниркової залози	0,11	0,01	0,13	0,04	0,09
Печінки	31,08	1,44	28,51	1,22	1,61
Селезінки	0,61	0,04	0,68	0,07	0,76

Примітка: * – рівень значущості $P < 0,05$

Індикаторами інтенсивності обміну речовин (рівня метаболізму) в організмі можуть виступати печінка, селезінка, нирки та надниркові залози. Печінка, яка виконує кілька різних функцій, відображає фізіологічні зміни організму, шляхом зміни ваги, переважно за рахунок накопичування чи витрачання запасних речовин. Усі умови, які потребують посилення обмінних процесів в організмі, викликають збільшення ваги нирок [3, 9-11]. Індекс печінки та нирок дещо вищий у самців *Ondatra zibethicus*. У самиць більші індекси селезінки та надниркових залоз (табл. 1). Нашими дослідженнями підтверджується тенденція збільшення цих індексів з віком, що може бути пояснено інтенсифікацією метаболічних процесів. Статистично достовірні статеві відмінності спостерігаються тільки для індексів нирок (табл. 1).

Отримані дані свідчать про суттєву індивідуальну мінливість особин, які складають досліджувану популяцію та узгоджуються в цілому з уявленням про те, що ступінь відмінностей за морфологічними параметрами як між індивідуумами, так і окремими угрупованнями будуть здебільшого залежати від гетероморфності зовнішніх умов, змін структури угруповань тварин (вікової, генетичної тощо) [12].

Як характерні для ондатри особливості будови черепа відмічають його відносно великі розміри, значну висоту та скульптурність. Потиличний та міжочковий гребені добре розвинуті, у старих особин на тім'яних кістках формуються невеликі гребені; поперечні розміри міжтім'яної кістки досить незначні; слухові барабани відносно невеликі; середніх розмірів очниця зміщена назад, оскільки ростральна частина черепа подовжена: лицьовий відділ складає більше половини довжини черепа, довжина діастеми верхньої щелепи – більше 1/3 конділобазальної довжини. Череп широкий, з добре розвинутими масивними вилицевими дугами [3].

Череп ондатр території досліджень має відносно стабільні краніометричні показники (табл. 2). З 16 досліджуваних ознак лише за шириною носового відділу в самиць коефіцієнт варіації перевищує 10 %, та коливається від 2,24 % до 10,25 %, а в самців – від 2,23 % до 9,73 % (табл. 2).

До більш мінливих ознак черепа в самиць можна віднести шість: основна довжина, довжина нижньої щелепи, довжина нижньої діастеми та ширина носового відділу ($C_v > 5\%$), а в самців п'ять: довжина носових кісток, довжина нижньої щелепи, довжина нижньої діастеми, мастоїдна ширина та ширина носового відділу. Майже за всіма краніологічними ознаками самці дещо крупніші за самиць, але статистично достовірних відмінностей не виявлено (табл. 2).

Таблиця 2 – Краніологічна характеристика ондатри (*Ondatra zibethicus* L., 1758.) Запорізького регіону

№ з/п	Ознаки	Самиці (n=27)			Самці (n=34)		
		min – max	$\bar{M} \pm m$	C_v	min – max	$\bar{M} \pm m$	C_v
1	Конділобазальна довжина	56,8 – 64,7	59,21±0,37	3,21	54,1 – 65,0	59,59±0,38	3,66
2	Найбільша довжина	56,0 – 64,5	59,05±0,40	3,45	54,7 – 64,9	59,54±0,39	3,66
3	Основна довжина	38,8 – 61,9	55,58±0,77	7,11	51,6 – 62,7	56,74±0,43	4,30
4	Довжина носових кісток	17,8 – 22,1	19,93±0,18	4,72	17,8 – 22,9	19,92±0,22	6,12
5	Довжина верхнього ряду корінних зубів	14,2 – 16,7	15,29±0,10	3,53	14,3 – 16,5	15,45±0,09	3,37
6	Довжина нижнього ряду корінних зубів	14,1 – 16,4	15,17±0,09	3,16	14,4 – 16,0	15,24±0,06	2,23
7	Довжина нижньої щелепи	28,4 – 40,8	37,61±0,57	7,87	33,8 – 43,2	39,16±0,38	5,72

8	Довжина верхньої діастеми	19,0 – 24,5	20,98±0,23	5,82	19,3 – 24,3	21,01±0,18	4,85
9	Довжина нижньої діастеми	9,0 – 12,1	10,19±0,16	8,05	7,7 – 12,2	10,17±0,15	8,26
10	Вилицева ширина	33,6 – 40,4	36,24±0,31	4,36	31,5 – 41,9	36,16±0,31	4,76
11	Мастоїдна ширина	23,5 – 27,5	25,46±0,26	4,91	19,1 – 29,1	25,06±0,41	8,58
12	Міжочкова ширина	5,50 – 7,70	6,46±0,07	5,73	6,0 – 6,9	6,48±0,04	3,70
13	Завилицева ширина	21,0 – 23,0	21,92±0,10	2,24	20,3 – 24,2	22,10±0,16	4,16
14	Ширина між надочковими відростками	19,8 – 23,9	21,26±0,18	4,42	20,0 – 23,1	21,33±0,14	3,84
15	Ширина носового відділу	7,7 – 11,3	9,56±0,19	10,25	7,7 – 11,9	9,76±0,17	9,73
16	Висота черепа	19,0 – 22,8	20,31±0,19	4,68	18,5 – 22,2	20,39±0,18	4,27

ВИСНОВКИ

1. Екстер'єрні ознаки ондатри Запорізького району характеризуються досить високою варіативністю показників, що вказує на їх значну індивідуальну мінливість морфологічних ознак. Хоча за більшістю середніх метричних показників самці дещо й крупніші за самиць, достовірних статевих відмінностей виявлено не було.
2. Індекс печінки та нирок вищий у самців, а індекси селезінки та надниркових залоз більші в самиць досліджуваного виду (статистично достовірні відмінності спостерігаються тільки для індексів нирок). З віком спостерігається тенденція до збільшення індексів печінки, селезінки та нирок, що може бути пояснено інтенсифікацією метаболічних процесів.
3. Череп ондатр досить стабільний. З 16 досліджуваних ознак лише за шириною носового відділу в самиць коефіцієнт варіації перевищує 10 %. Найбільш мінливими ($C_v > 5\%$) у самиць є шість, а в самців п'ять ознак черепа. Майже за всіма краніологічними ознаками самці дещо крупніші за самиць, але статистично достовірних відмінностей не виявлено.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шилов И.А. Экология / И.А. Шилов. [2-е изд. испр.]. – М.: Высшая школа, 2000. – 512 с.
2. Песков В.Н. Внутрипопуляционная дифференциация зайца-русака (*Lepus europaeus*) на территории Полесья и Лесостепи Украины / В.Н. Песков, Л.С. Шевченко // Збірник праць Зоологічного музею. – 2006. – № 38. – С. 97-112.
3. Ондатра. Морфология, систематика, экология: [отв. ред. Соколов В.Е., Лавров Н.П.]. – М.: Наука, 1993. – 539 с.
4. Цыганков Д.С. Методика определения возраста и продолжительности жизни ондатры / Д.С. Цыганков // Зоологический журнал. – 1955. – №3. – С. 640-651.
5. Горшков Ю.А. Пространственно-временная структура популяции ондатры (*Ondatra zibethicus*) / Ю.А. Горшков // Экология. – 2006. – № 1. – С. 45-49.
6. Шварц С.С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С.С. Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский. – Свердловск, 1968. – 387 с.
7. Семенюк С.К. Значение морфофизиологического состояния и пространственного распределения рыжих полёвок для поддержания энергетического баланса популяции / С.К. Семенюк // Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах: Тезисы I международной конференции, 17-20 сентября 2001. – Днепропетровск: ДНУ, 2001. – С. 204-206.
8. Руди В.Н. Морфофизиологическая характеристика большого суслика (*Spermophilus major*, Pall.) санитарно-защитной зоны оренбургского газоперерабатывающего завода (СЗЗ ОГПЗ) / В.Н. Руди, Л.Л. Демина, Н.Н. Шевлюк // Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах: Тезисы I международной конференции, 17-20 сентября 2001. – Днепропетровск: ДНУ, 2001. – С. 201-202.
9. Полещук Е.М. Морфофизиологическая и краниологическая характеристика лисицы и корсака Западной Сибири / Е.М. Полещук, Г.Н. Сидоров. – С.-Петербург: СПб: Лисс, 2004. – 100 с.
10. Кручина В.Г. Морфофизиологическое состояние почек ондатры Омской области // Материалы VII съезда териологического общества «Териофауна России и сопредельных территорий». Международного совещания 6-7 февраля, 2003 г., г. Москва [Электронный ресурс] / В.Г. Кручина, Г.Н. Сидоров // Материалы VII съезда териологического общества. – Режим доступа: http://www.sevin.ru/menues1/index_rus.html?..agreements/teriofauna/181-190.html

11. Оленев В.Г. К изучению энергетического баланса популяции грызунов / В.Г. Оленев // Тр. Ин-та экологии растений и животных. – Вып. 71. – Свердловск, 1969. – С. 58 – 71.
12. Олейник Ю.Н. Биотопические особенности сезонных изменений морфометрических параметров щитовидной железы крапчатого суслика / Ю.Н. Олейник // Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах: Тезисы I международной конференции, 17-20 сентября 2001. – Днепропетровск: ДНУ, 2001. – С. 184-186

УДК 504.3:519.866:332.142.4

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ

Маслова О.В., к.ф.-м.н., доцент, Шевчук Є.А., студент

Запорізький національний університет

Розглядаються математичні моделі, що дозволяють прогнозувати забруднення атмосферного повітря антропогенними джерелами. Проводиться порівняння різних методик розрахунку концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, а саме стандартна методика ОНД-86 та модель статистичного розподілення Гаусса. Визначається залежність розсіювання газоповітряної суміші від різноманітних факторів (параметри джерела викиду, метеорологічні умови та ін.).

Ключові слова: модель Гаусса, атмосферне повітря, викид, джерело забруднення, концентрація.

Маслова О.В., Шевчук Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ / Запорожский национальный университет, Украина

Рассматриваются математические модели, позволяющие прогнозировать загрязнение атмосферного воздуха антропогенными источниками. Проводится сравнение разных методик расчета концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, а именно стандартная методика ОНД-86 и модель статистического распределения Гаусса. Определяется зависимость рассеивания газозвушной смеси от различных факторов (параметры источника выброса, метеорологические условия и др.)

Ключевые слова: модель Гаусса, атмосферный воздух, выброс, источник загрязнения, концентрация.

Maslova O.V., Shevchuk E.A. THE MODELLING OF ATMOSPHERE POLLUTION / Zaporizhzhya National University, Ukraine

The mathematical methods allowing to forecast atmospheric air pollution by man-made sources are analysed. The different methods of calculation of harmful substances concentration in the atmospheric air, or to be exactly, the standard method OND-86 and Gauss's model of the statistical distribution are compared. The dependence of the gas-oxygen mixture dispersion on various factors (parameters of emission source, meteorological conditions and etc.) is defined.

Key words: Gauss's model, atmospheric air, emission, source of pollution, concentration.

1. ВСТУП

Останнім часом спостерігається великий науково-практичний інтерес до математичного моделювання процесів забруднення атмосфери антропогенними джерелами, до розробки на основі математичних моделей систем контролю і керування забрудненнями та науково обґрунтованих методів довгострокового планування заходів, спрямованих на скорочення викидів шкідливих речовин [1].

Математичне моделювання процесів і явищ не є самоцілью, а покликане сприяти більш глибокому розумінню природи явища, щоб зрештою одержати інформацію про реальний світ. Ця інформація стимулює розвиток нових наукових проблем і методів їхнього вирішення, а також є основою для прийняття рішень при реалізації конкретних проектів [2].

Запоріжжя – одне з найбільших промислових міст України, тому тема забруднення атмосферного повітря, його розрахунку та моделювання є дуже актуальною.

Враховуючи актуальність цієї теми, мета нашої роботи – продемонструвати можливість використання для розрахунку концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі від точкових джерел викиду моделі статистичного розподілення Гаусса.

Розвиток методів прогнозу забруднення повітря ґрунтується на результатах теоретичного й експериментального вивчення закономірностей поширення домішок від їхніх джерел. Таке вивчення визначається, головним чином, за напрямком, що пов'язаний із статистико-емпіричним аналізом поширення забруднюючих речовин в атмосфері і з використанням для цієї мети моделей здебільшого гауссівського типу [3].

Отже, практичними завданнями є:

1. Ознайомитися з принципами розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері, а також умовами, що впливають на нього.
2. Визначити методику застосування моделі статистичного розсіювання Гаусса, а також ознайомитися з її практичним застосуванням.
3. Порівняти різні методи розрахунку концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, а саме стандартну методику ОНД-86 та модель статистичного розподілення Гаусса.
4. Визначити залежність розсіювання газоповітряної суміші від різноманітних факторів (параметри джерела викиду, метеорологічні умови та ін.).

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, що викидаються з димових труб, підпорядковуються законам турбулентної дифузії. На процес їх розсіювання суттєвий вплив чинять такі фактори:

1. Розміщення джерел викиду.
2. Висота та діаметр джерела.
3. Рівень і кількість викиду.
4. Швидкість викиду.
5. Фізичні та хімічні властивості речовини, що викидається.
6. Поверхня місцевості.
7. Фактори стабільності атмосфери.
8. Кліматичні умови (режим вітру та температури, опади, тумани та сонячна радіація) [4].

Розповсюдження концентрації забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери під факелом точкового джерела зображено на рис. 1.

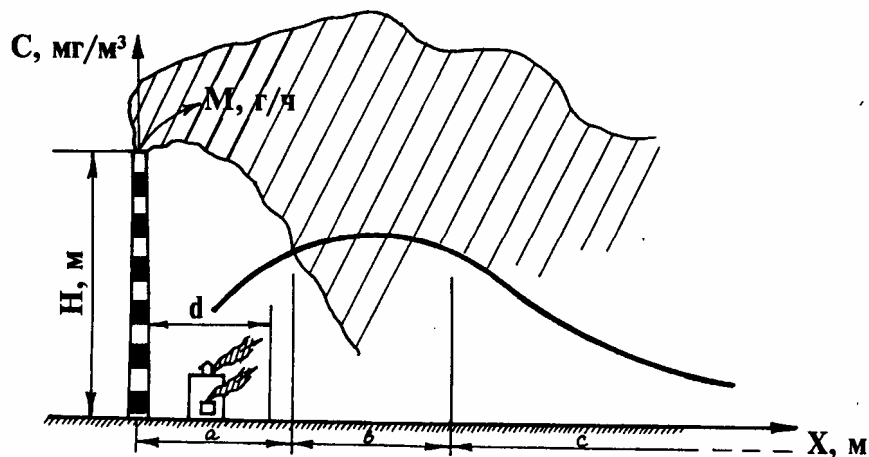


Рис. 1. Розповсюдження концентрації забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери під факелом точкового джерела:

- a — зона перекиду факела;
- b — зона задимлення;
- c — зона поступового зниження рівня забруднення;
- d — зона забруднення неорганізованими викидами.

Зона задимлення є найбільш небезпечною і не повинна потрапляти на територію жилої забудови. Розміри зони задимлення залежні від метеоумов знаходяться в межах 10-50 висот димової труби. У середині зони перекиду факела високі концентрації забруднюючих речовин спостерігаються за рахунок неорганізованих викидів [5].

2.1 Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств. ОНД-86 [6].

2.1.1 Розрахунок максимальної приземної концентрації C_m

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C_m (мг/м³) при викиді газоповітряної суміші з одиничного точкового джерела з круглим гирлом досягається за несприятливих метеорологічних умов на відстані x_m (м) від джерела і визначається за формулою:

$$C_m = AMFmn\eta / (H^2 \cdot \sqrt{V_1 \Delta T}), \quad (2.1)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації атмосфери, для України $A=180$;

M – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу, г/с;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі;

m і n – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості, у випадку рівної та слабо пересічної місцевості з перепадом висот, не перевищуючим 50 м на 1 км, $\eta = 1$;

H – висота джерела викиду, м;

V_1 – витрати газоповітряної суміші, м³/с;

ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші T_g , що викидається, та температурою навколишнього атмосферного повітря T_b , °C.

Витрати газоповітряної суміші визначаються за формулою:

$$V_1 = \pi D^2 / 4 \cdot \omega_0, \quad (2.2)$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, м;

ω_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м/с.

Визначення потужності викиду M та витрати газоповітряної суміші V_1

Значення потужності викиду M (г/с) і витрати газоповітряної суміші V_1 (м³/с) при проектуванні підприємства визначаються шляхом розрахунку в технологічній частині проекту або приймаються у відповідності до чинних для даного виробництва (процесу) нормативів. У розрахунку приймаються комбінації M і V_1 , які реально спостерігаються протягом року при встановлених (звичайних) умовах експлуатації підприємства, при яких спостерігається максимальне значення C_m .

2.1.3 Визначення різниці температур ΔT

При визначенні значення ΔT (°C) слід приймати температуру навколишнього атмосферного повітря T_b (°C), рівну середній максимальній температурі зовнішнього повітря найбільш спекотного місяця року, а температуру газоповітряної суміші, що викидається в повітря, T_g (°C) – за діючими для даного виробництва технологічними нормативами.

2.1.4 Визначення безрозмірного коефіцієнта F

Значення безрозмірного коефіцієнта F приймаються:

а) для газоподібних шкідливих речовин та дрібнодисперсних аерозолів (пил, зола і т.п., швидкість впорядкованого осідання яких практично дорівнює нулю) – 1;

б) для дрібнодисперсних аерозолів (крім вищеназваних) при середньому експлуатаційному коефіцієнті очистки викидів не менше 90% – 2; від 75 до 90% – 2,5; менше 75% і при відсутності очистки – 3.

2.1.5 Розрахунок коефіцієнтів m і n

Значення коефіцієнтів m і n визначаються залежні від параметрів f , v_m , v'_m і f_c :

$$f = 1000 \cdot \omega_0^2 D / (H^2 \Delta T) \quad (2.3)$$

$$v_m = 0,65^3 \sqrt{V_1 \Delta T / H} \quad (2.4)$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \omega_0 D / H \quad (2.5)$$

$$f_c = 800 (v'_m)^3 \quad (2.6)$$

Коефіцієнт m визначається залежно від f за формулами:

$$m = 1 / (0,67 + 0,1 \sqrt{f} + 0,34^3 \sqrt{f}), \text{ при } f < 100 \quad (2.7)$$

$$m = 1,47 / \sqrt[3]{f}, \text{ при } f \geq 100 \quad (2.8)$$

Коефіцієнт n при $f < 100$ визначається залежно від v_m за формулами:

$$n = 1, \text{ при } v_m \geq 2 \quad (2.9)$$

$$n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13, \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2 \quad (2.10)$$

$$n = 4,4 v_m, \text{ при } v_m < 0,5 \quad (2.11)$$

2.1.6 Розрахунок відстані x_m від джерела, на якій спостерігається максимальна приземна концентрація

Відстань x_m (м) від джерела викиду, на якій приземна концентрація C (мг/м³) за несприятливих метеорологічних умов досягає максимального значення C_m , визначається за формулою:

$$x_m = (5-F)/4 \cdot dH, \quad (2.12)$$

де безрозмірний коефіцієнт d при $f < 100$ знаходиться за формулами:

$$d = 2,48(1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e}), \text{ при } v_m < 0,5 \quad (2.13)$$

$$d = 4,95v_m(1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e}), \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2 \quad (2.14)$$

$$d = 7\sqrt{v_m}(1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e}), \text{ при } v_m \geq 2 \quad (2.15)$$

2.1.7 Розрахунок небезпечної швидкості вітру u_m

Значення небезпечної швидкості u_m (м/с) на рівні флюгера (звичайно 10 м від рівня землі), при якій спостерігається найбільше значення приземної концентрації шкідливих речовин C_m , у випадку $f < 100$ визначається за формулами:

$$u_m = 0,5, \text{ при } v_m < 0,5 \quad (2.16)$$

$$u_m = v_m, \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2 \quad (2.17)$$

$$u_m = v_m(1 + 0,12\sqrt{f}), \text{ при } v_m \geq 2 \quad (2.18)$$

2.2 Модель статистичного розподілення Гаусса [7]

Повне рівняння визначення концентрації забруднюючої речовини:

$$C(x,y,z) = (GKV/2\pi \cdot u \sigma_y \sigma_z) \cdot \exp(-0,5y^2/\sigma_y^2),$$

де $C(x, y, z)$ – концентрація речовини, що викидається, у точці з координатами x, y, z , г/м³;

Q – викид речовини, г/с;

K – коефіцієнт перерахування = $1 \cdot 10^6$;

V – вертикальні умови розсіювання;

σ_y, σ_z – стандартні відхилення розсіювання по горизонталі і вертикалі, м;

u – швидкість вітру на ефективній висоті джерела викидів, м/с;

Ефективна висота – це та висота джерела викидів, при якій за даних умов концентрація шкідливих домішок у приземному шарі атмосфери мінімальна, тобто забруднюючі речовини швидше перемішуються з повітряними масами.

2.2.1. Розрахунок швидкості вітру на ефективній висоті джерела викидів забруднюючої речовини

$$u = u_{ref} \cdot (h/z_{ref})^p,$$

де h – висота джерела викидів забруднюючої речовини, м;

u_{ref} – швидкість вітру в приземному шарі атмосфери, м/с;

z_{ref} – висота виміру швидкості вітру в приземному шарі атмосфери (зазвичай це – 10 м), м;

p – поправковий коефіцієнт (вибирається з таблиці 2)

Згідно з Песквілом, виділяється шість класів стійкості приземного шару. Кожному класу відповідають визначені значення швидкості вітру, ступеня інсоляції і часу доби (таблиця 1).

Таблиця 1 – Класи стабільності атмосфери за Pasquill

Швидкість вітру	Денний час. Рівень сонячного освітлення			Нічний час. Хмарність	
	Сильний	Середній	Слабкий	> 50%<	< 50%
м/с					
< 2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Примітка:

A – винятково нестабільні умови;

B – помірковано нестабільні умови;

С – незначно нестабільні умови;
 D – нейтральні умови;
 E – незначно стабільні умови;
 F – помірковано стабільні умови

Таблиця 2 – Значення поправочного коефіцієнта p для сільської та міської місцевості для різних класів стабільності атмосфери

Стабільність атмосфери	p для сільської місцевості	p для міської місцевості
A	0.07	0.15
B	0.07	0.15
C	0.10	0.20
D	0.15	0.25
E	0.35	0.30
F	0.55	0.30

2.2.2 Розрахунок ефективної висоти джерела викидів

Розрахунок параметра Брігса [4]

$$F_b = gvd^2((T-T_a)/4T),$$

де F_b – параметр Брігса;

g – прискорення вільного падіння, $= 9.8 \text{ м/с}^2$;

v – швидкість виходу газів із джерела викидів, м/с ;

d – діаметр устя джерела викидів, м ;

T – температура газів, що викидаються в атмосферу, $^{\circ}\text{C}$;

T_a – температура навколишнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок модифікованої висоти джерела викидів:

якщо швидкість виходу газів із джерела викидів менша ніж швидкість вітру на ефективній висоті джерела помножена на коефіцієнт 1,5 ($v < 1.5u$), то

$$h' = h + 2d(v/u - 1,5)$$

інакше

$$h' = h,$$

де h' - модифікована висота джерела викидів, відносно швидкості вітру, м .

Розрахунок відстані досягнення максимальної концентрації

Експериментально ступінь показника дорівнює від 5/8 (максимум) до 2/5 (мінімум), та коефіцієнт погодження дорівнює від 49 (мінімум) до 119 (максимум).

Якщо параметр Брігса менше 55 ($F_b < 55$), то

$$x_f = 49F_b^{5/8},$$

інакше

$$x_f = 119F_b^{2/5},$$

де F_b – параметр Брігса;

x_f - відстань досягнення максимальної концентрації, м .

Розрахунок ефективної висоти джерела

Для класів стабільності атмосфери A, B, C, D,

якщо відстань від джерела викидів менша за відстань досягнення максимальної концентрації ($x < x_f$), то ефективна висота джерела викидів складе:

$$h_e = h' + 1,6(F_b^{1/3} x_f^{1/3})/u$$

інакше

$$h_e = h' + 1,6F_b^{1/3}x^{1/3}/u,$$

де h_e - ефективна висота джерела викидів, м.

Для класів стабільності атмосфери Е і F

розраховуємо коефіцієнт стабільності s

$$s = g(\partial\theta/\partial z)/T_a$$

де $\partial\theta/\partial z$ для класу стабільності Е дорівнює 0,02 К/м, для F – 0,035 К/м, якщо $1,84us^{-1/2} > x_f$ розрахунок ефективної висоти джерела ведеться, як описано вище для класів А – D, у противному випадку, якщо $1,84us^{-1/2} > x_f$, ефективна висота джерела викидів складе:

$$h_e = h' + 2,4(F_b/us)^{1/3}$$

інакше

$$h_e = h' + 1,6(F_b^{1/3}x^{1/3})/u$$

2.2.3 Розрахунок стандартних відхилень розсіювання по горизонталі та вертикалі – σ_y і σ_z

$$\sigma_y = 456,11628 x \tan\{0,017453293[c - d \ln(x)]\}$$

$$\sigma_z = ax^b,$$

де a , b , c і d – коефіцієнти, вибрані з таблиць 3 і 4.

Згідно з експериментальними дослідженнями [4] можна отримати напівемпіричну залежність коефіцієнта розсіювання:

від класу стабільності атмосфери та відстані від джерела забруднення при розсіюванні по горизонталі, де

a – коефіцієнт пропорційності, безрозмірна величина,

b – коефіцієнт кратності

від класу стабільності атмосфери при розсіюванні по вертикалі, де

c – коефіцієнт пропорційності

d – коефіцієнт кратності

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів a та b для різних класів стабільності атмосфери в залежності від відстані до джерела викиду

Класи стабільності	x (км)	a	b
A*	< 0.10	122.800	0.94470
	0.10 - 0.15	158.080	1.05420
	0.16 - 0.20	170.220	1.09320
	0.21 - 0.25	179.520	1.12620
	0.26 - 0.30	217.410	1.26440
	0.31 - 0.40	258.890	1.40940
	0.41 - 0.50	346.750	1.72830
	0.51 - 3.11	453.850	2.11660
	> 3.11	**	**
B*	< 0.20	90.673	0.93198
	0.21 - 0.40	98.483	0.98332
	> 0.40	109.300	1.09710
C*	Усі	61.141	0.91465
D	< 0.30	34.459	0.86974
	0.31 - 1.00	32.093	0.81066
	1.01 - 3.00	32.093	0.64403
	3.01 - 10.00	33.504	0.60486
	10.01 - 30.00	36.650	0.56589
	> 30.00	44.053	0.51179

E	<	0.10	24.260	0.83660
	0.10	- 0.30	23.331	0.81956
	0.31	- 1.00	21.628	0.75660
	1.01	- 2.00	21.628	0.63077
	2.01	- 4.00	22.534	0.57154
	4.01	- 10.00	24.703	0.50527
	10.01	- 20.00	26.970	0.46713
	20.01	- 40.00	35.420	0.37615
	> 40.00		47.618	0.29592
F	<	0.20	15.209	0.81558
	0.21	- 0.70	14.457	0.78407
	0.71	- 1.00	13.953	0.68465
	1.01	- 2.00	13.953	0.63227
	2.01	- 3.00	14.823	0.54503
	3.01	- 7.00	16.187	0.46490
	7.01	- 15.00	17.836	0.41507
	15.01	- 30.00	22.651	0.32681
	30.01	- 60.00	27.074	0.27436
	> 60.00		34.219	0.21716

* - якщо отримане значення σ_z перевищує 5000 м, то воно прирівнюється до 5000 м.

** - значення σ_z дорівнює 5000 м.

Для класу стабільності А при відстані від 0.1 км (і менше) до 3.11 км (і більше) коефіцієнт a змінюється від 122.8 до 453.85, а коефіцієнт b від 0.9447 до 2.1166.

Для класу стабільності В при відстані від 0.2 км (і менше) до 0.4 км (і більше) коефіцієнт a змінюється від 90.673 до 109.3, а коефіцієнт b від 0.93198 до 1.0971.

Для класу стабільності С при будь-якій відстані коефіцієнт a дорівнює 61.141, а коефіцієнт $b=0.91465$.

Для класу стабільності D при відстані від 0.3 км (і менше) до 30 км (і більше) коефіцієнт a змінюється від 34.459 до 44.053, а коефіцієнт b від 0.86974 до 0.51179.

Для класу стабільності Е при відстані від 0.1 км (і менше) до 40 км (і більше) коефіцієнт a змінюється від 24.26 до 47.618, а коефіцієнт b від 0.8366 до 0.29592.

Для класу стабільності F при відстані від 0.2 км (і менше) до 60 км (і більше) коефіцієнт a змінюється від 15.209 до 34.219, а коефіцієнт b від 0.81558 до 0.21716.

Таким чином, з наведеної таблиці видно, що для класів стабільності атмосфери А, В, D, Е та F коефіцієнт a зі збільшенням відстані від джерела забруднення також збільшується. Зі збільшенням відстані від джерела забруднення коефіцієнт b для класів стабільності атмосфери А та В збільшується, а для D, Е та F – навпаки зменшується.

Таблиця 4 – Значення коефіцієнтів c та d для різних класів стабільності атмосфери

Класи стабільності	c	d
A	24.1670	2.5334
B	18.3330	1.8096
C	12.5000	1.0857
D	8.3330	0.72382
E	6.2500	0.54287
F	4.1667	0.36191

Коефіцієнти c і d постійні та не залежать від відстані до джерела забруднення.

2.2.4 РОЗРАХУНОК ВЕРТИКАЛЬНИХ УМОВ РОЗСПІВАННЯ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК У ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ

$$V = \exp(-0,5(z - h_e)^2/\sigma_z^2) + \exp(-0,5(z + h_e)^2/\sigma_z^2) + \sum[\exp(-0,5H_1^2/\sigma_z^2) + \exp(-0,5H_2^2/\sigma_z^2) + \exp(-0,5H_3^2/\sigma_z^2) + \exp(-0,5H_4^2/\sigma_z^2)],$$

де h_e – ефективна висота джерела викидів (висота середньої лінії факела над рівнем землі), м.

$$H_1 = z - (2m - h_e);$$

$$H_2 = z + (2m - h_e);$$

$$H_3 = z - (2m + h_e);$$

$$H_4 = z + (2m + h_e);$$

m – лічильник інтерполяції (для розрахунків досить 3-х інтерполяцій);

L – висота змішування шкідливих домішок з умовно чистими повітряними масами, м.

Висоту змішування можна розрахувати за формулою:

$$L = 320 u_{10},$$

де u_{10} – швидкість вітру в приземному шарі атмосфери (зазвичай – на висоті 10 м).

Інтерполяційні доданки розраховуються тільки для класів стабільності А, В, С і D [8].

Існує спеціально створене програмне забезпечення для розрахунку розсіювання шкідливих домішок в атмосфері, що базується на моделі Гаусса (Gaussian Plume Model, Gaussian Dispersion Model Calculator). За допомогою цих програм можна без зайвих труднощів змоделювати розсіювання шкідливих домішок в атмосферному повітрі.

Первісні значення

Таблиця 5– Дані інвентаризації Запорізького суднобудівного-судноремонтного заводу

Джерело викиду №	Висота джерела, м	Діаметр джерела, м	Об'ємні витрати, м³/с	Швидкість, м/с	Температура газу, що викидається, °С	Найменування забруднюючої речовини	Потужність викиду, г/с
1	12	0,076	0,056	12,3	110	Сажа	0,005
						Вуглецю оксид	0,078
						Азоту двооксид	0,014
						Сірчаний ангідрид	0,018
2	10	0,5	0,30	1,5	45	Пил неорганічний, містить SiO ₂ 20-70%	0,0062
						Вуглецю оксид	0,0135
						Азоту двооксид	0,00054
3	10	0,6	0,42	1,5	40	Пил неорганічний, містить SiO ₂ 20-70%	0,0062
						Вуглецю оксид	0,0135
						Азоту двооксид	0,00054

4	6	0,4	0,188	1,5	75	Натрію карбонат	0,0016
5	12	0,2	0,04	1,4	105	Сажа	0,00076
						Вуглецю оксид	0,0316
						Азоту двооксид	0,0039
						Сірчаний ангідрид	0,0100

3. РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Використовуючи метод програмного забезпечення ОНД-86 Калькулятор, Gaussian Plume Model і Gaussian Dispersion Model Calculator для розрахунку розповсюдження шкідливих домішок в атмосфері і враховуючи властивості дифузії домішок у повітрі, розраховували такі параметри. У результаті проведеного розрахунку ми отримали ефективну висоту джерела викиду та концентрацію газу на різних відстанях від джерела викиду та при змінних метеорологічних параметрах, а саме швидкість вітру.

Таблиця 6 – Результати розрахунків

Швидкість вітру, м/с	Ефективна висота джерела, м	Концентрація газу на відстані, мкг/м ³										
		0 км	0,5 км	0,8 км	1,5 км	3 км	5 км	10 км	20 км	35 км	60 км	100 км
1	222	0	1	20	40	26	16	9	5	3	2	1
3	94	0	55	51	21	6	2	1	1	0	0	0
5	68	0	64	39	13	4	1	0	0	0	0	0
7	57	0	57	30	10	3	1	0	0	0	0	0
9	51	0	49	24	8	2	1	0	0	0	0	0
11	47	0	43	20	6	2	1	0	0	0	0	0
13	45	0	37	17	5	1	0	0	0	0	0	0
15	43	0	33	15	5	1	0	0	0	0	0	0
17	41	0	30	14	4	1	0	0	0	0	0	0
19	40	0	27	12	4	1	0	0	0	0	0	0
21	39	0	25	11	3	1	0	0	0	0	0	0

Свої розрахунки ми проводили на прикладі Запорізького суднобудівного-судноремонтного заводу (ЗСБСРЗ). Промисловий майданчик №1 підприємства знаходиться в прибережній зоні Жовтневого району. Загальна площа промислової території – 136 тис. м².

Відповідно до Державних санітарних правил України підприємство відноситься до V класу виробництва. Нормативна санітарно-захисна зона – 50 м. Фактична відстань до жилої зони не менше 1000 м.

За даними інвентаризації джерел викидів в атмосферу, на промайданчику №1 нараховується 66 джерел викидів, у тому числі:

7 – джерел із гарячими викидами,

59 – із холодними викидами,

11 – джерел є резервними, тобто не використовуються.

Для розрахунків ми використовували лише джерела з гарячими викидами.

Використовуючи вищеназвані джерела ми проводили порівняльний аналіз розрахунку максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин для кожного джерела двома методиками (ОНД-86 та модель Гаусса).

Як видно з рис. 2, відсоток відхилення незначний і становить лише 4,1%.

Використовуючи метод програмного забезпечення Gaussian Plume Model і Gaussian Dispersion Model Calculator для розрахунку розповсюдження шкідливих домішок в атмосфері і враховуючи властивості дифузії домішок у повітрі, розраховували такі параметри: залежність концентрації шкідливої речовини від відстані до джерела та від швидкості вітру.

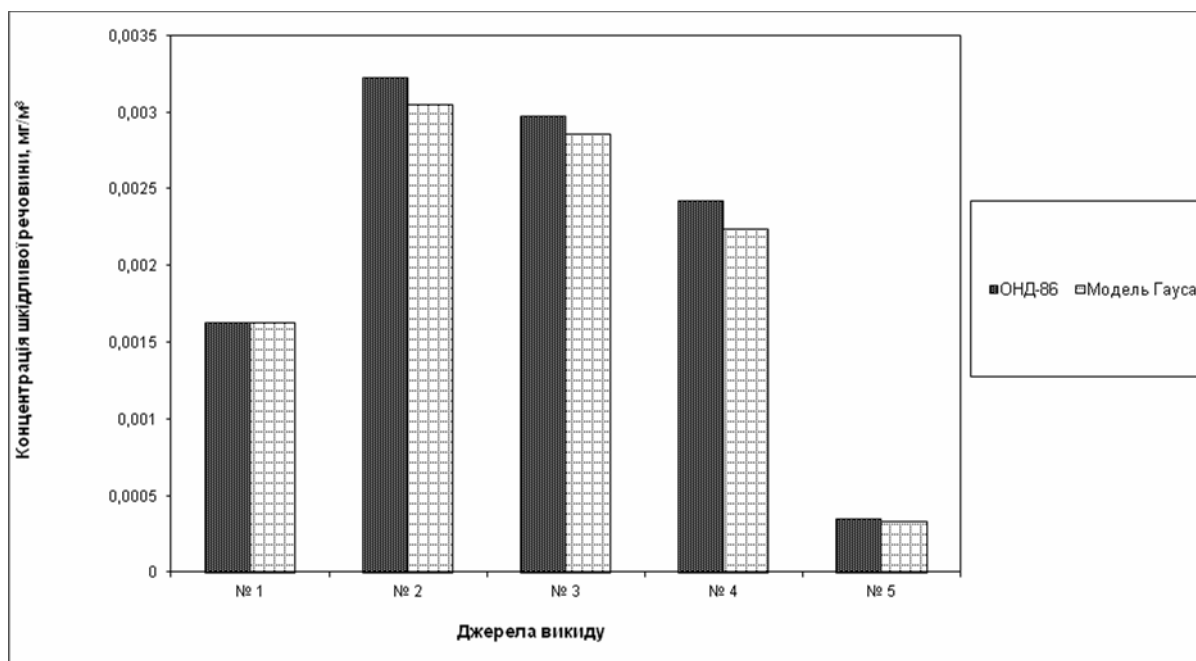


Рис. 2 Порівняльний аналіз методики ОНД-86 і моделі Гаусса

На рис. 3 можна побачити залежність концентрації шкідливої речовини від відстані до джерела. Розрахунки проводилися для середньої швидкості вітру – 3,8 м/с.

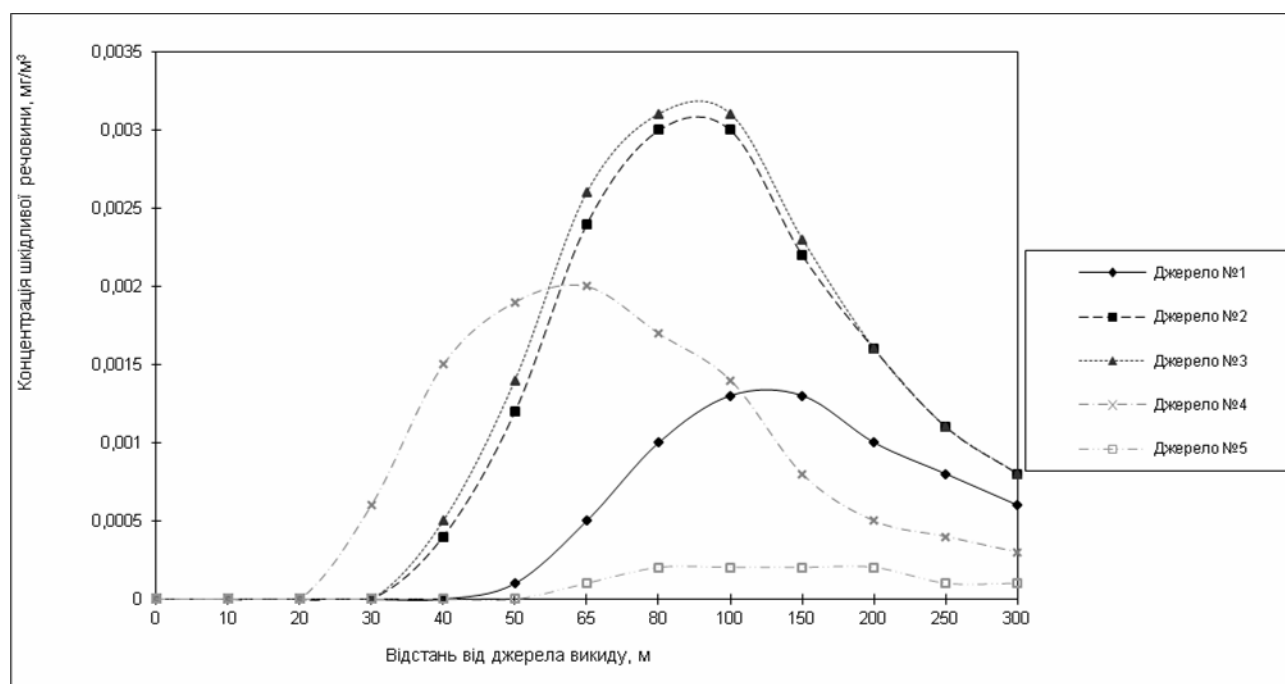


Рис. 3 Залежність концентрації шкідливої речовини від відстані по факелу

Відповідно до цієї моделі залежність концентрації від відстані до джерела носить характер експонентного закону спадання. Поява максимуму концентрацій у приземному шарі знаходиться на деякому віддаленні від джерела забруднення. Розрахунки показали, що максимальні концентрації спостерігаються на відстані 90 м від джерела.

Залежність концентрації шкідливої речовини від швидкості вітру зображено на рис. 4 розрахунки проводились для відстані 50 м (розміри С33).

Як видно з рис. 4, максимум концентрації спостерігається при швидкості 3 м/с (3,8 м/с – середня швидкість вітру характерна для нашого регіону).

Чим більша швидкість вітру, тим швидше домішки перемішуються з основними повітряними масами. І, як результат, розносяться на меншу відстань від джерела викиду.

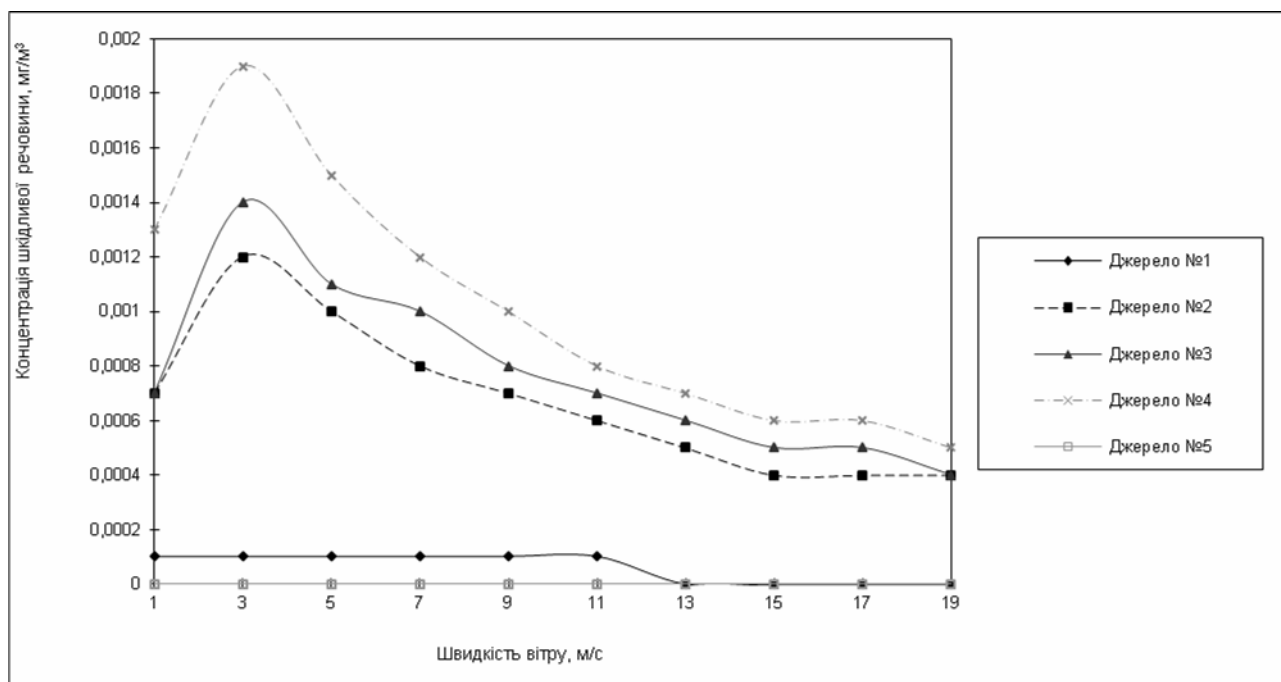


Рис. 4 Залежність концентрації шкідливої речовини від швидкості вітру

4. ВИСНОВКИ

Однозначної відповіді на те, яка модель забруднення атмосфери краще, бути не може. Не існує моделі універсальної, а ускладнювати моделі, введенням нових факторів, що впливають на процес поширення забруднюючих речовин, можна безмежно. В кожній практичній задачі вимоги, які перед нею поставлені, і будуть визначати тип використовуваних для вирішення моделей.

Дослідження показали, що:

1. При порівняльному аналізі двох методик можна рекомендувати модель Гаусса для розрахунку забруднення атмосферного повітря від точкових джерел для загального користування.
2. Досліджуючи залежність концентрації шкідливої речовини від відстані до джерела, можна зробити висновок, що максимальна приземна концентрація припадає на 90 м від джерела викиду.
3. Досліджуючи залежність концентрації шкідливої речовини від швидкості вітру, можна дійти висновку, що максимальна приземна концентрація на відстані 50 м від джерела спостерігається при швидкості вітру 3 м/с.

ЛІТЕРАТУРА

1. Моисеев Н.Н. Экология человечества глазами математика. – М.: Молодая гвардия, 1988.
2. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
3. Белов И. В., Беспалов М. С., Ключкова Л. В., Павлова Н. К., Сузан Д. В., Тишкин В. Ф. Сравнение моделей распространения загрязнений в атмосфере// Математическое моделирование. – 1999. – Т.11. – №8. – С.52-64.
4. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
5. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс. – М.: Высшая школа, 1996. – 637 с.
6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. – М.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.

7. Клименко Е. Т. Гауссовская математическая модель рассеяния вредных веществ в атмосфере. – М.: ООП.ГАНГ, 1998. – 27с.
8. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирования загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.

УДК 598.2/9 : 591.552

КОЛОНИАЛЬНОСТЬ У ПТИЦ: ПРОБЛЕМЫ, ПОДХОДЫ, ПРАКТИКА

Мельников Ю.И., к.б.н., зам. директора по научной работе

ФГУ Государственный природный заповедник “Байкало-Ленский”

На основе собственных многолетних исследований (1965-2007) и анализа литературных данных найдены возможные критерии колонии, которые можно использовать на практике для выделения ее из сходных (на основе плотности гнездования) социодемографических систем. Рассматриваются пути становления и развития данных признаков у колониальных и не колониальных видов. Обсуждается адаптивное значение и роль в функционировании сложных типов групповых поселений у птиц, а также особенности применения на практике. Показано, что, используя новый подход, среди околотовных и водоплавающих птиц можно четко выделить четыре типа гнездовых группировок: одиночно-территориальная, агрегация, полуколония, колония. Предложено новое определение понятия “колония”, отличающееся от принятого ранее и отражающее новые взгляды на систему параколониальных структур.

Ключевые слова: одиночно-территориальное гнездование, агрегация, полуколония, колония, колониальность, эволюция.

Мельников Ю.І. КОЛОНІАЛЬНІСТЬ У ПТАХІВ: ПРОБЛЕМИ, ПІДХОДИ, ПРАКТИКА / ФДУ Державний природний заповідник “Байкало-Ленський”, Росія

На основі власних багаторічних досліджень (1965-2007) і аналізу літературних даних знайдені можливі критерії колонії, які можна використовувати на практиці для виділення її з схожих (на основі щільності гніздування) соціодемографічних систем. Розглядаються шляхи становлення і розвитку даних ознак у колоніальних і не колоніальних видів. Обговорюється адаптивне значення і роль у функціонуванні складних типів групових поселень у птахів, а також особливості застосування на практиці. Показано, що, використовуючи новий підхід, серед навколотовних і водоплавних птахів можна чітко виділити чотири типи гніздових угруповань: одиночно-територіальна, агрегація, напівколонія, колонія. Запропоновано нове визначення поняття “колонія”, що відрізняється від прийнятого раніше і що відображає нові погляди на систему параколоніальних структур.

Ключові слова: одиночно-територіальне гніздування, агрегація, напівколонія, колонія, колоніальність, еволюція.

Melnikov J. I. COLONIZATION OF BIRDS: PROBLEMS, APPROACHES, PRACTICE / State natural reserve “Baikal-Lenskiy”, Irkutsk, Russia.

On the basis of own long-term researches (1965-2007) and the analysis of the literary data probable criteria of a colony are found, which can be used in practice for its allocation from similar (on the basis of density of nesting) sociodemography systems. Ways of becoming and development of these attributes at colonial and not colonial species are considered. Adaptive value of these attributes and a role in functioning complex types of group settlements at birds, and also feature of their application in practice is discussed. It is shown that, using the new approach, among shorebirds and a waterfowl it is possible to allocate four types of nested groupings precisely: territorial, aggregation, half-colony, a colony. New definition of concept the "colony", distinguished from accepted earlier and reflecting new sights at system of predecolonial structures is offered.

Key words: territorial nesting, aggregation, half-colony, a colony, colonization, evolution.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время как зарубежными, так и отечественными учеными, под колониальностью птиц понимается способность ряда видов гнездиться в колониях (группы особей, размножающихся на достаточно ограниченных участках местности) определенной плотности и интегрированности [9]. В то же время, колония часто определяется как особая дискретная и достаточно компактная агрегация птиц одного или нескольких видов, успех размножения которой обеспечивается интегрированным характером всей группы [9, 25, 44]. На практике к колониям относят все случаи достаточно плотного гнездования птиц. При таком подходе значительно облегчается их выделение на местности, но он приводит к неверным представлениям о сути колониальности как природного явления.

До сих пор многочисленные попытки создания универсальной теоретической системы для объяснения генезиса и функциональной специфики колоний птиц, а, следовательно, и колониальности, не

увенчались успехом. Чрезвычайно высокое разнообразие структурных и экологических вариантов колониальности не позволяет дать общее ее определение, либо выделить основные формы данного явления [24]. Трудность использования самого понятия колония обусловлено его большой многозначностью [24, 37], в результате чего разные сущности определяются одним термином. Именно это происходит, когда мы различные по происхождению, а нередко и функциям, но плотные гнездовые скопления птиц, называем колониями.

В первоначальной интерпретации слово колония означало человеческое поселение на новом месте [37]. Среди низших беспозвоночных оно обычно относится к группе физически и физиологически связанных особей, в то время как в териологии и орнитологии сохраняется очень много его разных значений. Особенности использования этого термина среди основных групп животных недавно рассмотрены Е.Н. Пановым [24]. У позвоночных он практически всегда сводится к описанию совместно размножающихся групп животных одного или нескольких видов, занимающих определенный, достаточно ограниченный по площади, участок местности.

Общие вопросы эволюции колониальности в России традиционно разрабатывались на основе “модестовской триады”: недостаток мест для гнездования, характер питания и воздействие хищников [1]. Однако, по мнению В.А. Зубакина [8], данный подход себя исчерпал, поскольку ведет “к накоплению противоречивых фактов, которые могут служить аргументами противоположных точек зрения как на роль различных факторов в возникновении и развитии колониальности, так и на адаптивность или инадаптивность колониального гнездования в целом”. Отсутствие существенных достижений в изучении феномена колониальности в последние десятилетия привело к появлению вывода о том, что в настоящее время в исследованиях данной проблемы наступил серьезный кризис [6, 8], требующий, для разрешения возникших противоречий и выхода из него, смены существующей парадигмы [8].

В качестве выхода из тупика предлагается сосредоточить усилия на более детальном изучении биологических функций колониальности птиц, связанных с их стремлением к агрегации, а также получением не только количественных, но и качественных показателей потомства. Это позволяет ожидать усложнения представлений о биологических функциях колониальности за счет выявления новых системных взаимосвязей, которые и позволят выйти из кризиса [6]. Другой точкой зрения на пути выхода из сложившегося тупика является осознание того факта, что адаптация к условиям среды не является единственной “целью” эволюции. “Обеспечивая победу в конкурентной борьбе наиболее приспособленным формам, эволюция одновременно “работает” в противоположном направлении, стремясь к увеличению разнообразия на всех уровнях, и что адаптация и разнообразие – две стороны гомеостатического эволюционного процесса” [8, с. 225]. Очевидно, речь идет о специальном изучении разнообразия территориальных и колониальных стратегий гнездования и путей его поддержания. Однако, в таком случае, мы неизбежно будем оценивать и адаптивность каждой системы, поскольку без этого невозможно выявить пути и общие закономерности эволюции колониальности.

По данной проблеме существует и другое мнение, согласно которому дальнейшие успехи в изучении этого феномена могут быть связаны с более детальным разграничением уже известных форм колониального гнездования [48]. Именно по этому пути пошел А.В. Цветков [32], получивший очень серьезные результаты в изучении проблемы развития территориальности и колониальности у воробьиных птиц. Наши работы, выполненные на водоплавающих и околоводных птицах, также подтверждают правомерность данного подхода [13]. В то же время, на наш взгляд, нельзя серьезно говорить об эволюции колониальности, не имея четкого определения понятия “колония”, поскольку, в таком случае, мы будем иметь дело с разными феноменами, очень часто имеющими только один общий признак – высокую плотность гнездования.

Имеется очень ограниченное количество попыток указать конкретные критерии колонии у птиц или же предложить новое, более точное, определение, которое можно было бы использовать на практике [20, 37]. Между тем, без унификации используемых терминов трудно ожидать получения сопоставимых результатов. Поэтому крайне важно уточнение понятий “колония”, “колониальность” и “колониальный вид” для отграничения колониального размножения от сходных социодемографических систем. Мы предлагаем для обсуждения свою точку зрения на определение понятия “колония”, основанную на многолетних исследованиях экологии птиц и анализе литературных сведений.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ особенностей формирования плотных скоплений птиц проведен нами на основе специальных многолетних исследований их экологии (1965-2007 гг.). Детально изучены особенности размножения более двадцати видов, преимущественно ржанкообразных *Charadriiformes*, пластинчатоклювых *Anseriformes*, голенастых *Ciconiiformes*, поганок *Podicipitiformes* и журавлеобразных *Gruiformes*. Дополнительно собраны более фрагментарные сведения по репродуктивным системам остальных отрядов птиц, которые позволяют проводить достаточно уверенные сравнения с более полно изученными видами.

Использовались стандартные методы сбора материала. Основные методики и подходы к изучению поведения и гнездования изложены в ряде специальных публикаций [11, 13]. Сроки откладки яиц определялись по степени их насиженности (измерялась в баллах) на основе флотационного метода [22, 47]. Для корректировки продолжительности разных стадий насиженности, по каждому виду была проведена серия измерений яиц с известными сроками инкубации.

Все сведения по особенностям репродуктивных циклов получены на основе детальных наблюдений с использованием инструментального картирования гнезд [2], цветного мечения птиц, кольцевания, зарисовок и фотографирования различных их поз и деталей поведения. Индекс плотности гнездования “К” определялся по методу В.А. Зубакина [7]. Успешность размножения рассчитывалась с использованием метода Х. Мейфилда [41], модифицированного В.А. Паевским.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Не касаясь различных трактовок термина “колония”, мы обращаем внимание на тот факт, что почти во всех случаях под ним подразумевается система гнездовых участков на определенной территории и нередко именно данную территорию называют колонией [31]. Несмотря на существенные изменения системы взглядов на ее структуру и дополнение социальными аспектами отношений между особями, этот подход достаточно явно прослеживается и в более поздних обобщающих работах этого автора. Между тем, нельзя забывать, что колония - прежде всего, группа особей и именно это подчеркивается в ряде ее определений [25, 44]. В подобном случае, колонией называется единовременное групповое объединение, занимающее в период размножения определенную территорию, постоянно (из года в год) осваиваемую в течение длительного периода времени (иногда десятилетиями) и незначительно перемещающуюся в данное время в пространстве. Последний феномен характерен далеко не для всех видов. У многих, несомненно, колониальных птиц (например, болотных крачек р. *Chlidonias*), основная часть колоний из года в год меняет свое расположение, нередко перемещаясь на значительные расстояния (до нескольких сотен километров) [13].

Имеется много попыток классификации колоний на основе высокого разнообразия плотности гнездования. По мнению ряда авторов [20, 1, 7], данный признак отражает наибольшую приспособленность этого типа социальной организации птиц к изменчивым условиям среды. Однако использование только одного признака позволяет представлять колониальность как систему простых объединений одного или нескольких видов, которые, в зависимости от условий окружающей среды, способны менять колониальный тип гнездования на одиночно-территориальный и наоборот. Основная причина этого – слабая изученность особенностей формирования пространственной структуры птиц, приводящих к образованию плотных скоплений, а также основных отличий колониальных и не колониальных видов.

У всех видов птиц в период гнездования, когда наблюдается наибольшая привязанность к конкретным участкам местности, особи неравномерно размещены по территории. Участки с высокой плотностью чередуются с местами, где их мало или они отсутствуют. Такая сложная пространственная структура объясняется, прежде всего, дисперсным распределением благоприятных мест, характерных для того или иного вида, обусловленным высокой гетерогенностью среды обитания и значительной избирательностью гнездовых стаций у птиц. Во всех случаях четко прослеживается одна общая закономерность, отмеченная практически у всех видов – птицы стремятся гнездиться вблизи или на участках с высокой концентрацией корма [14, 15, 16,]. Это было показано нами на многих видах и подтверждается многочисленными наблюдениями за скоплениями птиц, иногда очень многочисленными, других авторов [4, 33]. Здесь уместно напомнить, что еще К.А. Юдин [36], давая общую характеристику ржанкообразных птиц, указывал, как на один из наиболее характерных биологических признаков данного отряда, стремление гнездиться в максимальной близости от основного источника корма.

Птицы, у которых охраняемая территория служит источником пищи, гнездятся диффузно или для них характерен одиночно-территориальный образ жизни. Типичный пример таких видов – лысуха (*Fulica atra*). Однако в условиях неравномерно распределенных ресурсов для нее характерно контактное гнездование (по терминологии Ю. Одума, 1975), когда большой благоприятный участок распределен между различными парами, жестко защищающими свою территорию. Такие гнездовые группировки имеют вид хорошо выраженных концентраций различного размера (от 3 до 30-35 пар) и плотности. Довольно существенные вариации в плотности гнездования птиц при контактном гнездовании полностью определяются обилием кормовых ресурсов или характером надводной растительности, т.е. причиной их образования, в данном случае, служат различные факторы окружающей среды [16].

Колониальные птицы, гнездовой участок которых не служит источником пищи, формируют скопления той или иной степени плотности, отличающиеся синхронным размножением. Между этими крайними вариантами репродуктивных стратегий имеется несколько промежуточных типов. Все они связаны с уменьшением охраняемой вокруг гнезда территории и снижением уровня агрессивных контактов, которые сменяются на нейтральные взаимодействия между особями. Это позволяет резко увеличить

плотность гнездования птиц, в результате чего возрастает вероятность формирования очень плотных агрегаций с персонализированными связями между размножающимися парами. Средняя плотность расположения гнезд в них обычно значительно ниже, чем в колониях - индекс плотности $K [7] = 0,0015-0,008$. Однако, поскольку на соседних участках птицы данных видов отсутствуют, создается впечатление о формировании здесь агрегаций, похожих на колонии. Именно для таких участков нередко характерна плотность гнездования, соответствующая нижнему пределу плотности гнезд в колониях чайковых птиц, $K=0,01-0,06$.

Колониальные виды, даже при большой величине доступной гнездопригодной территории, гнездятся достаточно компактно. Формирование плотных скоплений у других видов определяется избытком (кормовой ресурс) или дефицитом (ограниченный гнездовой биотоп), а также сочетанием данных условий, необходимых для обеспечения одной из наиболее важных функций – репродуктивной. Поэтому плотные скопления не колониальных видов птиц мы относим к агрегациям [12]. Они, по-видимому, были исходными формами начальных этапов эволюции колониальности, так как могут легко формироваться практически у всех видов и являются самым древним способом использования наиболее благоприятных условий среды обитания.

Колонии и агрегации различаются по характеру заселения территории. Место расположения колонии занимает сразу группой особей и в дальнейшем к ней подселяются не отдельные пары, а небольшие стаи птиц. Такой тип формирования колоний отмечен нами, а также и другими исследователями, у всех видов чайковых птиц [1, 11, 37, 38]. В агрегациях выбранный участок осваивается постепенно, часто по мере угасания территориального поведения отдельных пар и виды, формирующие их, могут гнездиться как одиночно, так и плотными группами, т.е. для них характерен оппортунистический тип пространственной структуры.

Гнездование в агрегациях известно у многих видов птиц различных систематических групп и, прежде всего, у околоводных и водоплавающих [19, 26, 27, 33, 43]. При диффузном распределении кормов они гнездятся одиночно, а при концентрированном на ограниченном участке - группой, формируя плотные агрегации. При сверхобилии пищи и ограниченной территории могут наблюдаться очень крупные и плотные агрегации даже у птиц, в обычных условиях относящихся к видам со строго одиночно-территориальным гнездованием – обыкновенная пустельга (*Cerhneis tinninculus*), лысуха, большой кроншнеп (*Numenius arquata*), черная ворона (*Corvus corone*), сорока (*Pica pica*) [23]. В то же время, в зависимости от условий среды, у многих типично колониальных видов плотность гнездования и характер распределения по территории могут значительно варьировать (даже у облигатно-колониальных видов) [12].

Анализ признаков различных скоплений у видов, не вызывающих сомнения в принадлежности их к колониальным, показывает, что почти в такой же степени основные из них характерны и не колониальным птицам. В таком случае между колониальными и не колониальными видами существуют лишь количественные различия [26, 27]. Основной признак при выделении колонии – высокая агрегативность гнездования, связан с определением границ плотности, за которыми не колониальное гнездование превращается в колониальное. Вместе с тем, плотность гнездования не колониальных видов в определенных условиях может быть больше, чем у колониальных (лысуха и серебристая чайка *Larus argentatus*, серая утка *Anas strepera*, сизая *L. canus* и озерная *L. ridibundus* чайки и др.) [17, 18]. Например, у лысухи индекс плотности гнездования – K нередко составляет 0,03, а у белошекой крачки (*Chlidonias hybrida*), гнездящейся в этих же местах, только 0,01.

Следовательно, плотность гнездования, являясь неотъемлемым признаком колонии, тем не менее, не может служить ее единственным критерием. Последнее подтверждается и тем, что колониальность, как форма существования вида, неразрывно связана с территориальностью и территориальным поведением. Территориальное поведение, в свою очередь, является разновидностью социального поведения, имеющего гомеостатическую функцию [35] и являющегося механизмом регулирования плотности, численности и размещения в пространстве птиц конкретных популяций [27]. Конечный результат территориального поведения – оптимальная (для данных условий среды) плотность гнездования видов на определенном участке и в скоплениях.

Плотность гнездования птиц, как конечный результат территориального поведения, в любых агрегациях, а тем более в колониях, служит пусковым механизмом для развития новых типов социальных отношений [17]. К ним можно отнести: формирование и удерживание индивидуально защищаемых территорий – гнездовых участков; узнавание соседей, снижающее уровень агрессивных контактов [29]; совместное использование кормовых территорий (если защищаемый участок не служит основным источником пищи); совместная охрана и защита от врагов занимаемого участка местности (часто в силу стихийной кооперации особей или спонтанных взлетов); звуковая сигнализация, облегчающая совместное гнездование в скоплениях [26, 27, 43]. Во всех случаях, независимо от причин формирования скоплений, у особей, составляющих их, отмечаются иерархические отношения, особенно заметные в плотных агрегациях и колониях. Кроме того, побочным явлением совместного гнездования является взаимная

социальная стимуляция птиц, ведущая к повышению синхронизации размножения (“эффект Дарлингга”) [13, 24, 39, 45].

Поскольку одна из основных функций колонии – обеспечение устойчивого и эффективного воспроизводства, данная особенность должна быть включена в систему критериев, позволяющих выделять истинную колонию из сходных параколониальных способов гнездования. Циклы размножения подавляющего большинства птиц умеренных широт в той или иной степени синхронизированы, т.е. все особи определенных группировок приступают к размножению примерно в одинаковые сроки. Синхронизация размножения выработана в течение длительного периода эволюции и помогает птицам использовать наиболее благоприятные условия в сжатые, наиболее оптимальные для гнездования сроки. Для истинно колониальных птиц характерна значительно более высокая степень синхронизации размножения в каждой отдельной колонии (все особи приступают к яйцекладке в течение 5-14 дней), по сравнению с циклом размножения всей популяции (от 30 до 47 и более дней) [11].

В наибольшей степени синхронизация характерна для небольших колоний, порядка 10-25 гнезд. Крупные колонии (свыше 50 пар) формируются на основе объединения нескольких мелких, которые могут значительно различаться по срокам гнездования. Наложение их репродуктивных циклов друг на друга, уменьшает общую синхронизацию размножения в больших колониях. Кроме того, ее значительно снижает гибель кладок и повторное гнездование птиц в пределах одной колонии. Поэтому продолжительность гнездового периода одной большой колонии нередко может соответствовать периоду размножения всей популяции [11, 13]. Однако в отдельных группировках, пространственно достаточно изолированных от остальных, внутри колонии, одновременность гнездования может быть очень высокой, а общая продолжительность размножения значительно короче, чем во всей колонии [3, 13].

В агрегациях циклы размножения различных пар или самок совместно гнездящихся птиц крайне редко синхронизированы. Разные пары сильно отличаются друг от друга по срокам откладки яиц. Этому способствует и ряд особенностей их формирования. Нередко следующая пара может подселиться к группе птиц, формирующих агрегацию, только после угасания у резидентов территориального поведения, препятствующего вселению других пар. В результате в небольшой по размерам агрегации (до 10 гнезд) сроки размножения могут быть растянуты на весь репродуктивный сезон. Как правило, формирование пар у птиц, стремящихся гнездиться в агрегации, происходит за ее пределами, в то время как в колониях многих видов имеются специальные территории “клубы”, где и происходит их образование. Вследствие этого активное брачное поведение, формирование пар и копуляция активизируют особей, еще не готовых физиологически к размножению, что и ведет к повышению синхронизации гнездования на каждом последующем этапе репродуктивного цикла (так называемый “эффект Дарлингга”) [39].

Плотные гнездовые группировки птиц неизбежно привлекают внимание различных хищников. Все их виды могут быть разделены на две группы: наземные и пернатые. Кроме того, в каждой из этих групп имеются специализированные и факультативные хищники. Наземные хищники максимальную опасность представляют для яиц и птенцов наземногнездящихся птиц. Пернатые специализированные хищники в основном охотятся на взрослых птиц и подросших птенцов и эффективность их охот невелика (даже у специализированных соколов).

В результате они изымают небольшое количество жертв, выполняя, в основном, санитарную роль. Численность специализированных наземных хищников невелика, они мало приспособлены к активной добыче жертв и в обычных условиях не приносят существенного вреда птицам. Они явно избегают разорения гнезд при обилии основного источника корма – мелких мышевидных грызунов [27]. Все известные факты сильного сокращения успешности размножения птиц в скоплениях связаны, преимущественно, с влиянием факультативных наземных и пернатых хищников, уничтожающих яйца и птенцов. [11, 12, 16, 17, 21, 28].

Защитное поведение птиц в плотных скоплениях отличается наибольшей изменчивостью по сравнению с двумя предыдущими критериями. Колониальным видам, в большинстве случаев, свойственна агрессивная защита территории колонии. Исключением служат отдельные виды, такие как моевка (*Rissa tridactyla*) [38], пестроногая крачка (*Thalasseus sandwicensis*) и морской голубок (*Larus genei*) [3], гнездящиеся в недоступных для хищников местах, или когда их размер соизмерим с величиной немногочисленных пернатых хищников. Характерно, что для таких видов свойственна редукция криптической окраски яиц. Вероятно, потеря данными видами агрессивных защитных реакций является результатом длительной эволюции в отсутствие пресса хищников и носит вторичный характер.

Длительные наблюдения показывают, что ведущая роль в обеспечении безопасности любых плотных скоплений от вторжения хищников принадлежит агрессивным реакциям, эффективным как против наземных, так и пернатых хищников. Под ними мы понимаем различные сигналы тревоги, агрессивного предупреждения, дефекацию и атакующие пикирующие налеты, нередко заканчивающиеся ударом противника крылом, лапами или клювом [16]. Воздействие наземных хищников проявляется

исключительно в критических ситуациях. Об этом свидетельствуют многочисленные примеры сосуществования скоплений птиц, песка (*Alopex lagopus*) и лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes*) в тех случаях, когда хищник не стремится к изъятию именно данной жертвы. В то же время, при резком недостатке кормов, птиц не спасают никакие демонстрации, вплоть до агрессивных реакций. В таких условиях наземный хищник в течение определенного периода уничтожает колонию. Это нередко наблюдается при специализации факультативных наземных хищников (в частности, серой крысы *Rattus norvegicus* и обыкновенной лисицы) к ограблению колоний и плотных гнездовых скоплений птиц [19].

Необходимо отметить, что даже среди разреженных агрегаций разных видов в активной защите от хищника принимают участие особи всего населения птиц данного участка, естественно в пределах его возможного обнаружения и опознавания, чаще с использованием звуковых сигналов. Защита, в зависимости от размеров и морфобиологической конституции вида, выражается в беспокойстве членов нескольких пар (“моббинг”) (деревенская ласточка *Hirundo rustica*, камышовая овсянка *Emberiza schoeniclus*), использовании демонстративного поведения (отвод от гнезд или выводков) (поручейник *Tringa stagnatilis*, обыкновенный бекас *Gallinago gallinago*, лесной дупель *G. megala*, азиатский бекасовидный веретенник *Limnodromus semipalmatus*), совместном преследовании хищника и изгнании его за пределы гнездовой территории (чибис *Vanellus vanellus*, большой веретенник *Limosa melanuroides*), часто с использованием агрессивных защитных реакций (белокрылая *Chlidonias leucopterus*, речная *Sterna hirundo* крачки) [16].

В то же время многообразие форм защитных реакций как у колониальных, так и не колониальных птиц, направленное против наземных хищников, несомненно, указывает на их адаптивное значение в тех случаях, когда птицы не подвергаются специальному преследованию [17, 21, 30]. У истинно колониальных птиц демонстративное поведение против данной группы хищников уже давно потеряло свое значение. Кроме того, у них наблюдается резкий контраст между криптически окрашенными яйцами и ярким, бросающимся в глаза, оперением. Очевидно, это важно для видов с агрессивным поведением, так как оставленная кладка может избежать разорения только в случае ее хорошей маскировки или при криптической окраске яиц. Наблюдения показывают, что агрессивные реакции даже не отгоняющие хищника, но препятствующие его целенаправленному поиску (“моббинг”) имеют большое значение для сохранения кладок и птенцов [11]. Поэтому у всех мелких видов, отличающихся маневренным полетом, “моббинг” развит очень сильно.

В противоположность истинно колониальным видам, в локальных агрегациях многих птиц часто отсутствуют агрессивные защитные реакции, но чрезвычайно развито демонстративное поведение, направленное против наземных хищников. Формы его чрезвычайно разнообразны и уже достаточно детально описаны для ряда видов [34]. Демонстративное поведение, несомненно, способствует защите гнезд при разреженном гнездовании, но при плотном очень часто мало эффективно. Отводящая от своего гнезда или птенцов птица способствует случайному обнаружению соседних гнезд и выводков.

Это еще раз подчеркивает, что локальные агрегации формируются на основе стремления птиц гнездиться по наиболее продуктивным участкам или вследствие ограничения площади пригодного биотопа [18]. У таких птиц гнезда, как правило, строятся в укрытиях, в результате чего у них отсутствует криптическая окраска яиц, а от пернатых хищников их предохраняет защитная окраска насиживающих самок. От всех видов хищников, дополнительно, кроме отвлекающих демонстраций, их спасают некоторые особенности поведения: устройство гнезд в укрытиях, маскировка гнезда при сходе с него (утки, поганки) или дефекация на кладку жидким, резко пахнущим, пометом в момент испугивания (утки). Эволюция защитного поведения, во многом, связана с морфобиологическим обликом вида и оно является явно вторичным по отношению к остальным функциям (трофической и репродуктивной).

Агрессивные реакции колонии являются крайне специфическими и направлены не на защиту жизни взрослых ее членов, хотя и среди них работают инстинкты самосохранения, а исключительно на охрану своего потомства. В остальные периоды жизни они птицами фактически не используются.

Ведущая роль в обеспечении безопасности любых плотных скоплений от вторжения хищников принадлежит агрессивной реакции. Она является одним из важных компонентов колониального гнездования. Высокая плотность гнездования, как эволюционно прогрессивная адаптация, в присутствии хищников могла закрепиться только при развитии агрессивных реакций. В противном случае повышенная плотность ведет к увеличению гибели гнезд. Анализ защитного поведения в различных группах птиц показывает, что у истинно колониальных видов отвлекающие демонстрации уже давно потеряли свое значение. Однако некоторые их элементы, в сильно редуцированной форме, проявляющиеся только у отдельных особей, отмечены нами у многих чайковых птиц: серебристой, сизой, озерной и малой *L. minutus*. Это дополнительно подчеркивает, что специфическое защитное поведение в колониях является новым признаком, находится в стадии становления и направлено на развитие агрессивных защитных реакций. К близким выводам пришел и Г.Н. Симкин, анализируя защитное поведение птиц в колониях.

Особого внимания заслуживают случаи, когда гнездование в плотных группах приводит к прямо противоположным результатам. Вместо повышения успешности размножения, наблюдается резкое его снижение. При этом, надо иметь в виду, что в случае неудачи гибнет не сама колония, как кооперация особей. Просто резко уменьшается, до полного неуспеха, ее возможность реализовать свой репродуктивный потенциал. В некоторых случаях, при неудачном гнездовании большинства особей (гибель кладок в конце насиживания), разрыв функциональных связей, обеспечивающих объединение птиц в единую группу, в принципе равнозначен гибели колонии. Ряд наблюдений показывает, что у многих видов она каждый год, а иногда и в течение сезона, формируется заново [13].

Различные аспекты инадаптивности колониального гнездования ранее обсуждены Е.Н. Пановым [24]. Из них наиболее важными являются эффекты переуплотнения и привлечения хищника к скоплениям. В данном случае надо иметь в виду, что любая адаптация не бывает абсолютной, так как является компромиссом между влиянием различных факторов. Многообразие среды обитания, структуры и особенностей функционирования колоний приводят к тому, что в определенных ситуациях даже чрезвычайно полезные признаки могут оказаться неблагоприятными для птиц конкретной колонии. Однако в большинстве других ситуаций они являются полезными и целесообразными. Несомненная адаптивность гнездования колониями (не локальными группами) проявляется при освоении нестабильных условий среды. Этот аспект проблемы еще ждет своего изучения. Пока же можно определенно сказать, что гнездование колониями обеспечивает работу механизмов популяционного гомеостаза, в наиболее полной мере, именно в нестабильных условиях среды, обуславливающих значительную гибель гнезд и птенцов [13, 14, 15].

Основная особенность размещения птиц в период размножения – жесткая фиксированность в пространстве. Это требует близкого расположения источников корма на протяжении достаточно длительного времени. В остальные периоды птицы могут перемещаться на значительные расстояния при его поисках. Следовательно, главное назначение колонии – реализация репродуктивных функций вида. В связи с этим, все остальные функции являются вспомогательными. Их назначение сводится к обеспечению репродуктивного успеха на данном участке местности, в условиях флуктуирующих кормовых ресурсов и в пределах возможной их добычи, с учетом необходимости быстрого возвращения в колонию для кормления самки или птенцов.

Анализ литературы показывает, что колониальный способ гнездования, как определенный уровень социальности, существовал уже у архаичных птиц в эоценовую эпоху – около 50 млн. лет назад. Следовательно, колониальность можно рассматривать как давнюю характеристику многих отрядов, сложившуюся на ранних этапах эволюции не только всего класса птиц, но и многих их рептильных предков [10]. В данном случае мы можем принимать за нее только достаточно компактное гнездование ископаемых птиц. Однако существование плотных гнездовых скоплений уже в это время указывает, что факторы среды были ведущими в формировании колониальности, как определенного типа пространственной структуры вида. Вполне очевидно, что факторы, ответственные за формирование любого типа социальной организации видов, должны быть весьма древними. Анализ собственных и многочисленных литературных данных [28, 33, 40, 42] показывает, что к ним относятся значительные и доступные скопления пищевых ресурсов, расположенные на достаточно ограниченной территории. Кроме того, большое значение имеет дефицит мест, пригодных для гнездования и недоступных для хищников, находящихся сравнительно близко от источников корма.

В наибольшей степени адаптивные черты колониальности (вид со всей совокупностью колоний) проявляются в нестабильных условиях среды. Вследствие этого для вида в таких ситуациях характерна высокая динамичность пространственной структуры, обусловленная большой изменчивостью всех факторов среды. В подобных случаях наиболее часто проявляются механизмы популяционного гомеостаза, свойственные только колониальным видам и, вероятно, определяющие пути их адаптаций на основе специфичного типа пространственной структуры (колониальности). Как известно, она формируется у данных видов “методом проб и ошибок” [14, 15]. (Мельников, 1981б; 1997; 2006; 2007). Высокая изменчивость кормовых ситуаций способствовала развитию своеобразного окраса – очень контрастного для окружающего ландшафта, что помогает птицам обнаруживать кормящиеся скопления на участках с высоким обилием корма и легко находить колонии, при возвращении к гнездам. Это подтверждается и аналогичными зимними нарядами молодых птиц, в то время как их птенцовый наряд имеет криптическую окраску, способствующую пассивной защите от хищников.

Каждая из ведущих адаптаций колонии (плотность гнездования, синхронность размножения и агрессивная защитная реакция) помогает избежать неблагоприятное воздействие определенных факторов, хотя все они, при детальном рассмотрении, способны до определенной степени компенсировать влияние любых лимитирующих факторов – от нестабильного гидрологического режима до интенсивного давления хищников. Так плотность гнездования и агрессивная защитная реакция повышают устойчивость группы гнездящихся птиц к влиянию хищников. В то же время, синхронизация размножения, резко сокращая гнездовой период, уменьшает время воздействия на группу тех же видов

хищников. Кроме того, резко увеличивая количество жертв в колонии в период массового гнездования (“перенасыщение рынка жертв”), она повышает успешность размножения птиц, уменьшая их общую гибель от хищников. Это же относится к влиянию и всех остальных неблагоприятных факторов.

Соединяясь вместе, данные адаптации усиливают эффект друг друга, и формируют новые адаптационные качества, а перекрываясь адаптивными свойствами создают комплекс, достаточно устойчивый к воздействию многообразных факторов среды. Несмотря на большой арсенал адаптаций, колония способна выдержать воздействия, не превышающие порога ее адаптивности. При давлении факторов, достигающих экстремальных значений она гибнет. В некоторых случаях достаточно одного сильно действующего фактора, чтобы полностью разрушить данный адаптивный комплекс (высокие паводки, ураганные ветры, сильное давление хищников и др.).

Представляя на обсуждение данную концепцию, мы не претендуем на исчерпывающую полноту и безупречность построения выводов. Однако, несомненно, что в природе существует ряд объединений птиц от простых агрегаций до сложных формирований, в которых четко выделяются все три вышеуказанных признака. Реальность существования таких формирований, как и видов среди которых они реализуются, отрицать нельзя. В качестве первого приближения нами выделяются четыре достаточно четких типа групповых поселений птиц: одиночно-территориальное, агрегация, полуколония и колония.

Одиночно-территориальное гнездование характерно для видов, имеющих охраняемые полифункциональные гнездовые участки [46]. Большая защищаемая территория одновременно служит охотничьим участком, на котором собирается основная часть корма. Агрегации формируются на основе концентрации птиц на ограниченных участках в районах очень высокого изобилия корма, особенно при дефиците мест пригодных для гнездования (большинство водоплавающих птиц и куликов). Это наиболее сложный и лабильный тип, в котором, несомненно, могут быть выявлены и другие формы объединений. На основе наших анализов в них выделяется еще два типа групповых поселений: простая агрегация и локальная агрегация. Однако в настоящее время мы избегаем пользоваться данными терминами, поскольку эти типы агрегаций требуют дополнительного изучения и уточнения первоначальных формулировок [13]. К полуколониям относятся группировки видов, которые, при наличии плотного и синхронного гнездования, практически не имеют агрессивных защитных реакций, а очень часто и демонстраций против наземных хищников (мелкие виды поганок), хотя в ряде случаев у некоторых мелких видов с маневренным полетом наблюдается “моббинг”. Основные признаки колонии указаны нами выше и наиболее характерны для чайковых птиц.

Последняя классификация групповых поселений приведена А.В. Цветковым (2001) для воробьиных птиц. Однако им не принимается во внимание синхронизация размножения птиц в колониях, что, на наш взгляд, является большим упущением. Как нами показано ранее, основой синхронизации является стайное поведение птиц [13]. С.П. Харитонов, также только упоминает его при обсуждении материалов по сложным социальным явлениям в колониях птиц.

В то же время недооценка данной адаптации в колониях птиц, так же как и при рассмотрении материалов по эволюции колониальности, ведет к большим ошибкам и не позволяет выделить наиболее сложный тип социальной организации среди видов, образующих плотные агрегации.

Судя по имеющимся материалам, мало вероятно, что колониальность могла развиваться на основе территориальных систем. Мы согласны с А.В. Цветковым, что у типично территориальных видов поведенческие реакции, препятствующие образованию плотных скоплений птиц, настолько жестко закреплены отбором, что их преобразования в противоположный тип уже невозможны. Вероятнее всего исходным типом групповых поселений в эволюции как одиночно-территориального, так и колониального гнездования являлись агрегации птиц, формирующиеся в районах высокого обилия пищи, а часто и дефицита гнездопригодной территории. Они легко образуются у многих видов птиц и в современных условиях [13]. Дальнейшая эволюция их может быть обусловлена видоспецифической стратегией добывания корма предковой формы. Вполне возможно и одновременное формирование нескольких исходных гнездовых стратегий на основе принципа изначального разнообразия, на что ранее уже указывал В.А. Зубакин [14].

Высокая плотность гнездования – изначально характерна для всех агрегаций, а становление всех остальных признаков, в том числе и многих типов территориальности, уже происходит на основе этого феномена. В дальнейшем они совершенствуются, что приводит к формированию разных типов плотных гнездовых поселений, обычно обусловленных общим морфобиологическим обликом исходной видовой формы. Однако в наибольшей степени шлифуются социальные отношения, в том числе и наиболее важные в колониальности – стремление к тесному контакту с другими особями в гнездовой период и, на основе этого, развития высокой терпимости друг к другу в очень плотных скоплениях.

Вероятнее всего колонии начали формироваться задолго до установления каких-либо определенных отношений и тесных биотических связей с потенциальными хищниками. Поэтому хищники не могли

играть ведущей роли в становлении колониальности, как природного феномена. Формы защитного поведения, как адаптации против наземных и пернатых хищников, которые мы наблюдаем в настоящее время, особенно агрессивные защитные реакции, несомненно, возникли на более поздних стадиях эволюции, когда примитивная колониальность уже фактически существовала. Принципиальную возможность этого у многих околоводных и водоплавающих птиц, не относящихся к колониальным видам, мы наблюдаем и в настоящее время.

ВЫВОДЫ

Таким образом, колония представляет собой уникальный комплекс адаптаций, который позволяет осваивать биотопы с чрезвычайно разнообразными условиями, каждый раз компенсируя неблагоприятное влияние каких-либо факторов среды той или иной адаптацией. Колония – приспособление к основным факторам среды, имеющим большое значение в жизни птиц. Ее свойства просты и однозначны по своей сути, но значительные вариации в силе воздействия и многообразие факторов, влияющих на колонию, обуславливают сложный характер проявления ее адаптивности. Именно эта множественность ситуаций и создает чрезвычайно сложную систему реализации адаптаций колонии.

Исходя из вышеизложенного, мы предлагаем следующее определение, которое можно использовать на практике для разделения колониальных и неколониальных видов: *“Колония – это группа особей, объединенных синхронным размножением, занимающая общую, ограниченную по площади, обычно преемственную в ряде поколений, территорию, с достаточно высокой плотностью и обладающая комплексом агрессивных защитных реакций, совместное гнездование которых в течение нескольких сезонов, хотя бы один раз обеспечивает успешность размножения, необходимую для поддержания численности вида”*. Колония выделяется по присутствию в ней всех трех признаков (высокая плотность гнездования, синхронизация размножения, агрессивная защитная реакция) одновременно. В исключительных случаях, при стечении ряда благоприятных обстоятельств, эти признаки могут наблюдаться и среди не колониальных птиц. В таких ситуациях истина легко устанавливается при проверке нескольких агрегаций конкретного вида.

Все вышеизложенное позволяет принять данное определение колонии, по крайней мере, как рабочую гипотезу, способствующую более целенаправленному сбору и анализу материала. Требования к нему необходимо значительно усилить.

В настоящее время имеется множество исследований, носящих описательный характер, что совершенно неприемлемо для изучения таких сложных природных явлений, как колониальность. Необходимы новые тщательно спланированные и продуманные работы по изучению данного феномена во всех группах птиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белополюский Л.О. Экология морских колониальных птиц Баренцева моря. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 460 с.
2. Ганьшин В.Н. Простейшие измерения на местности. – М.: Недра, 1983. – 108 с.
3. Гаузер М.Е. Адаптивная ценность различных типов колониального гнездования у чайковых при отсутствии пресса хищников // Колониальность у птиц: структура, функции, эволюция. – Куйбышев: Изд-во КГУ, 1983. – С. 121-143.
4. Головкин А.Н. Птичьи базары севера Новой Земли // Особенности биологической продуктивности вод близ птичьих базаров севера Новой Земли. – Л.: Наука, 1972. – С. 84-91.
5. Дольник В.Р. Миграционное состояние птиц. – М.: Наука, 1975. – 398 с.
6. Друзья А.В. Корректировка традиционной исследовательской схемы позволит преодолеть кризис в изучении эволюции колониальности у птиц // Орнитологические исследования в Северной Евразии. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. – С. 185-187.
7. Зубакин В.А. Индекс плотности гнездования некоторых видов чайковых птиц и способ его вычисления // Зоол. журн, 1975. – Т. 54. – Вып. 9. – С. 1386-1389.
8. Зубакин В.А. Изучение колониальности у птиц: свод установленных фактов и возможный путь выхода из кризиса // Орнитологические исследования в Северной Евразии. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. – С. 223-225.
9. Зубакин В.А., Рощевский Ю.К., Ходков Г.И. Об унификации терминов и основных направлениях дальнейшего изучения колониальности у птиц // Колониальность у птиц: структура, функции, эволюция. – Куйбышев: Изд-во КГУ, 1983. – С. 4-7.
10. Курочкин Е.Н. Современная палеорнитология и колониальное гнездование у птиц // Современные проблемы изучения колониальности у птиц. – Симферополь-Мелитополь: Сонат, 1990. – С. 11-18.

11. Мельников Ю.И. Экология белокрылой крачки Восточной Сибири // Экология птиц Восточной Сибири. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1977. – С. 59-92.
12. Мельников Ю.И. Трофические стратегии и хищничество у серебристой чайки // Серебристая чайка. Распространение, систематика, экология. – Ставрополь: Северо-Кавказское отд. МОО РАН, 1992. – С. 103-105.
13. Мельников Ю.И. Экспансии болотных крачек в Восточной Сибири на протяжении XX столетия // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии (II Междун. орнитол. конф., Россия, Улан-Удэ, 16-19 мая 2003 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БурГУ. Ч. 2., 2003. – С. 80-85.
14. Мельников Ю.И. Популяционный гомеостаз в репродуктивный период (на примере околотовных и водоплавающих птиц) // Развитие орнитологии в Северной Евразии: Тр. XII Международн. орнитол. конф. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. – С. 316-334.
15. Мельников Ю.И. Популяционный гомеостаз в репродуктивный период и пути его поддержания (на примере птиц водно-болотных экосистем) // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства (Мат-лы Междун. научно-практич. конф., посвящ. 85-летию ВНИИОЗ, 22-25 мая 2007 г., Киров, Россия). – Киров: ГНУ ВНИИОЗ, РАСХН., 2007. – С. 278-279.
16. Мельников Ю.И., Мельникова Н.И. Факторы, влияющие на пространственную структуру населения околотовных птиц // Птицы Сибири (тезисы докл.). Горно-Алтайск: Изд-во Г.-А.ГПИ, 1983. – С. 45-47.
17. Мельников Ю.И., Шинкаренко А.В., Подковыров В.А., Мельникова Н.И. Чайки и антропогенный ландшафт // Прикладная этология. Т. 3. – М.: Наука, 1983. – С. 111-114.
18. Мельников Ю.И., Шинкаренко А.В., Подковыров В.А., Мельникова Н.И., Лысков С.И. Некоторые аспекты гнездования водоплавающих в колониях чайковых птиц на Южном Байкале // Фауна и экология птиц Восточной Сибири. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1984. – С. 52-68.
19. Михантьев А.И. Некоторые эколого-этологические механизмы регуляции численности утиных в природе и возможности их использования в биотехнии // Биотехния. Теоретические основы и практические работы в Сибири. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 146-190.
20. Модестов В.М. Экология колониально гнездящихся птиц (по наблюдениям на Восточном Мурмане и в дельте Волги) // Тр. Кандалакшского госзаповедника, 1967. – Вып. 5 – С. 49-154.
21. Овсяников Н.Г., Баранюк В.В., Менюшина И.Е. Защита белых гусей от песцов на гнездовой колонии и в стаях // Теоретические аспекты колониальности у птиц. – М.: Наука, 1985. – С. 108-115.
22. Онно С. Время гнездования у водоплавающих и прибрежных птиц в Матсалуском заповеднике // Сообщ. Прибалт. комиссии по изучению миграций птиц. – Рига: Зинатне, 1975. – С. 107-155.
23. Паевский В.А. Успешность размножения птиц и методы ее определения. – М.: Изд-во МГУ. Вып. 20, 1985. – С. 161-169.
24. Панов Е.Н. Место колониальности птиц среди других типов агрегаций у животных // Современные проблемы изучения колониальности у птиц. – Симферополь-Мелитополь: Сонат, 1990. – С. 5-10.
25. Реймерс Н.Ф. Природопользование (словарь-справочник). – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
26. Рябицев В.К. Продуктивность и этологические механизмы регуляции плотности гнездования и численности птиц на Южном Ямале // Биоценотическая роль животных в лесотундре Ямала. – Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1977. – С. 104-133.
27. Рябицев В.К. Территориальные отношения и динамика сообществ птиц в Субарктике. – Екатеринбург: Наука, 1993. – 296 с.
28. Стоцкая Е.Э. О колониальности голенастых на примере серой цапли (*Ardea cinerea*) // Колониальность у птиц: структура, функции, эволюция. – Куйбышев: Изд-во КГУ, 1983. – С. 104-121.
29. Тинберген Н. Осы, птицы, люди. – М.: Мир, 1970. – 334 с.
30. Тихонов А.В., Кошмякова Н.В. Защитные реакции колониальных птиц в гнездовой период // Теоретические аспекты колониальности у птиц. – М.: Наука, 1985. – С. 149-153.
31. Харитонов С.П. О формировании микроколоний у озерной чайки (*Larus ridibundus*) // Зоол. журн., 1981. – Т. 60. – Вып. 4. – С. 540-547.
32. Цветков А.В. Типы участков обитания и поселений птиц // Орнитологические исследования в Северной Евразии. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. – С. 560-561.

33. Черничко И.И. Вероятные пути возникновения колониального гнездования у птиц (на примере ржанкообразных) // Колониальность у птиц: структура, функции, эволюция. – Куйбышев: Изд-во КГУ, 1983. – С. 64-93.
34. Флинт В.Е. Отвлекающие демонстрации у птиц: биологический и этологический аспекты (на примере куликов) // Адаптивные особенности и эволюция птиц. – М.: Наука, 1977. – С. 109-119.
35. Шилов И.А. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 262 с.
36. Юдин К.А. Филогения и классификация ржанкообразных. Фауна СССР. Птицы. – М.-Л.: Изд-во Наука. Т. 2. Вып. 1. Ч. 1, 1965. – 261 с.
37. Coulson J.C. and Dixon F. Colonial breeding in seabirds // Biology and systematics of colonial organisms. – Durham, 1979. – P. 445-458.
38. Cullen E. Adaptations in the Kittiwake to Cliff-Nesting // Ibis. Vol. 99, 1957. – P. 275-303.
39. Darling F.F. Bird flocks and the breeding cycle. – Cambridge, 1938. – 124 p.
40. Kharitonov S.P. and Siegel-Cansey D. Colony formation in seabirds // Current ornithology. № 5, 1988. – P. 223-272.
41. Mayfield H.F. Suggestion for calculating nest success // Wilson Bulletin. Vol. 87. № 4, 1975. – P. 456-466.
42. Parnell J.F., Ainley D.G., Blokpoel H. et al. Colonial waterbird management in North America // Colonial waterbirds. Vol. 11. № 2, 1988. – P. 129-345.
43. Ryabitsev V.K. Patterns and results of interspecific territorial relations in tundra skuas // Russ. J. Ornithol. Vol. 4. № ½, 1995. – P. 3-12.
44. Thomson A.L. Ed. A New Dictionary of Birds. – London, 1964. – 250 p.
45. Vermeer K. Comparison of egg-laying chronology of Herring and Ringbilled Gulls at Kawinaw Lake, Manitoba // Can. Field-Natur. V. 87. № 3, 1973. – P. 306-308.
46. Verner J. On the adaptive significance of territoriality // Amer. Natur. № 111, 1977. – P. 769-775.
47. Westershov K. Methods for determining the age of game birds eggs // J. Wildlife Management. Vol. 14. № 1, 1950. – P. 56-57.
48. Wittenberger J.F., Hunt G.L. The adaptive significance of coloniality in birds // Current Ornithol., 8, 1985. – P. 2-77.

УДК 598.231

К ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ ИМПЕРАТОРСКИХ ПИНГВИНОВ (*APTENODYTES FORSTERY* GREY) АРХИПЕЛАГА ХАСУЭЛЛ, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА

Мизин Ю.А., аспирант

*Российская Антарктическая экспедиция,
Воронежский государственный университет*

Настоящая работа посвящена результатам наблюдений за колонией императорских пингвинов архипелага Хасуэлл (Восточная Антарктида). Приводятся сведения, собранные автором в период с 1999 по 2006 гг., по фенологии, межгодовой динамике численности, пространственному распространению и успеху размножения. Данные анализируются в сопоставлении с материалами, собранными в период с 1956 по 1970 гг.

Ключевые слова: императорский пингвин, архипелаг Хасуэлл, Восточная Антарктида, фенология, численность.

Мизин Ю.А. ДО ЕКОЛОГІЇ ПОПУЛЯЦІЇ ІМПЕРАТОРСЬКИХ ПІНГВІНІВ (*APTENODYTES FORSTERY* GREY) АРХІПЕЛАГУ ХАСУЕЛЛ, СХІДНА АНТАРКТИДА / Російська Антарктична експедиція, Воронежський державний університет, Росія.

Дана робота присвячена результатам спостережень за колонією імператорських пінгвінів архіпелагу Хасуелл (Східна Антарктида). Наводяться відомості, зібрані автором у період з 1999 по 2006 рр., по

фенології, міжрічній динаміці чисельності, просторовому розповсюдженню і успіху розмноження. Дані аналізуються в зіставленні з матеріалами, зібраними в період з 1956 по 1970 рр.

Ключові слова: імператорський пінгвін, архіпелаг Хасуелл, Східна Антарктида, фенологія, чисельність.

Mizin U.A. ECOLOGY OF POPULATION OF *APTENODYTES FORSTERY* GREY IN THE HASUELL ARCHIPELAGO (EAST ANTARCTICA) / Russian Antarctic's expedition, Voronezh state university, Russia.

The present work is dedicated to results of observations over the population of imperor penguins (*Aptenodytes forstery* Gray) in the Hasuell archipelago (East Antarctica). The author data on the phenology, average of number dynamic, home range and success of reproduction in the period from 1999 to 2006 are carried out. Data are analyzed comparing with materials that have been collected from 1956 to 1970.

Key words: emperor penguin, the Hasuell archipelago, East Antarctica, fenology, quantity.

ВСТУПЛЕНИЕ

В настоящее время все большее внимание привлекают экосистемы Антарктики. Связано это с увеличением добычи в ближайшем будущем биоресурсов Южного океана, что вызывает потребность всестороннего изучения местных экосистем для исключения их истощения. Одним из ключевых видов на вершине пищевой пирамиды антарктических экосистем является императорский пингвин (*Aptenodytes forstery* Grey). Большое значение имеет также использование данных по популяционной экологии отдельных видов-индикаторов для изучения глобального потепления, которое должно изменять структуру экосистем и процессы, происходящие в них. Для получения данных по этой проблеме подходят экосистемы Антарктики, имеющие относительно небольшое количество видов.

Статья посвящена результатам наблюдений за колонией императорских пингвинов архипелага Хасуэлл (Восточная Антарктида). Данная колония императорских пингвинов известна с ноября 1912 года, когда в этом районе несколько дней работала полевая партия экспедиции Х. Моусона. В настоящее время район расположения колонии включен в особо охраняемый антарктический район № 127.

Приводятся сведения по фенологии, межгодовой динамике численности, пространственному распространению, успеху размножения, собранные автором в период с 1999 по 2006 гг., для анализа и обсуждения привлечены данные, собранные в период с 1956 по 1970 гг.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Краткая характеристика района исследований. Исследования проводили вблизи от побережья моря Дейвиса, берег Правды Земли Вильгельма II, Восточная Антарктида (Рис. 1) в координатах 66°31'-66° 33' S и 93° 00'-93° 03' E.

Колония императорских пингвинов архипелага Хасуэлл находится на расстоянии 1 – 3 км от Российской антарктической обсерватории Мирный и от 0,1 до 2 км от самого большого острова архипелага – Хасуэлла. Обсерватория Мирный расположена на сопках у мыса Мабус, являющихся продолжением архипелага Хасуэлл (рис. 1).

Характеристики погоды и климата района исследований получены на метеоплощадке обсерватории Мирный. В связи с незначительностью расстояния (до 3-х км) между метеоплощадкой и местом расположения колонии, мы считаем эти данные наиболее пригодными для характеристики условий обитания пингвинов.

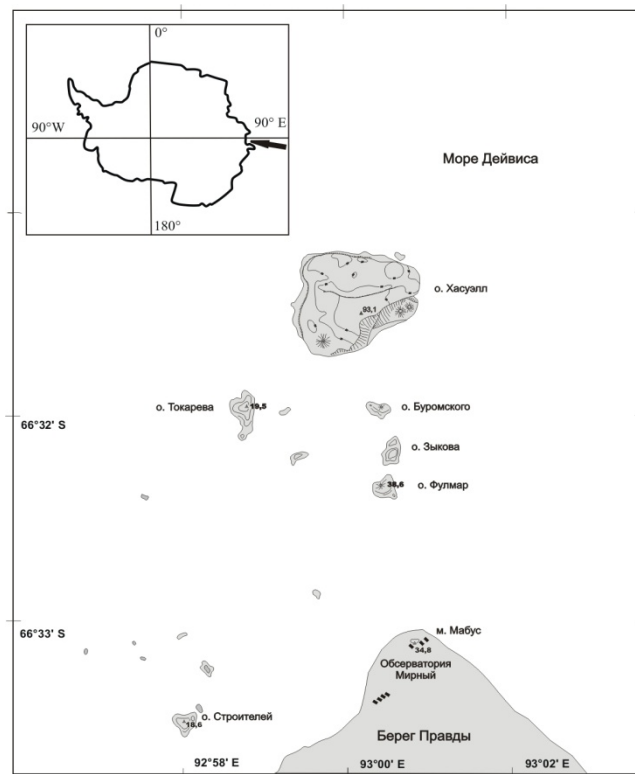


Рис. 1. Схема района исследований.

Обсерватория расположена в климатическом районе подножия ледникового склона. Характер погоды определяется частыми метелями, особенно в зимний период, а также сильными стоковыми ветрами. Средняя годовая температура воздуха составляет минус $11,3^{\circ}\text{C}$, максимальная – плюс $6,8^{\circ}\text{C}$, минимальная – минус $40,3^{\circ}\text{C}$. Средняя скорость ветра равна $11,2\text{ м/с}$, максимальная – 56 м/с . Преобладают ветры восточно-юго-восточного направления. В течение года в районе обсерватории в среднем насчитывается 204 дня, когда скорость ветра превышает 15 м/с .

Максимальное число дней со штормовыми ветрами в Мирном достигает 247 в год. Направление штормовых ветров отличается высокой устойчивостью и строго ограничено юго-восточной четвертью. В течение года отмечается 20-25 дней с ураганом. Максимальная повторяемость штормовых и ураганных ветров приходится на зимний период, когда в районе располагается колония императорских пингвинов. Штормы могут длиться от нескольких часов до нескольких недель. Штили и слабые ветры составляют около 3% от всех случаев наблюдений.

В соответствии с режимом циклонической активности максимум осадков в Мирном отмечается в зимний период, минимум – в декабре, январе. В течение года выпадает около 400 мм осадков, число дней с осадками в среднем равно 146. Осадки выпадают в основном в виде снега за исключением отдельных случаев в летние месяцы.

Наибольшая повторяемость метелей отмечается зимой – до 26 дней с метелью за месяц, летом – до 10 дней. Суммарная продолжительность метелей в Мирном достигает 3, 5 месяцев за год. Наиболее значимые погодные характеристики – приземную температуру и скорость приземного ветра с апреля по декабрь, т.е. в период существования колонии, приведена на рис. 2.

Первые признаки ледообразования в море Дейвиса появляются в начале марта, однако из-за воздействия штормовых осенних ветров устойчивое ледообразование начинается в среднем во второй декаде марта. Восточнее станции Мирный в феврале-марте образуется значительное скопление айсбергов, являющееся результатом замедления их дрейфа, продуцируемых выводным ледником Хелен. Подобные скопления айсбергов в районе исследований обусловлены малыми глубинами, в результате чего айсберги садятся на грунт. Каждый год расположение айсбергов меняется. Во второй половине марта в районе островов Хасуэлл и расположенных рядом на мелях айсбергов образуются поля льда, достаточные для нахождения на них многочисленных групп императорских пингвинов.

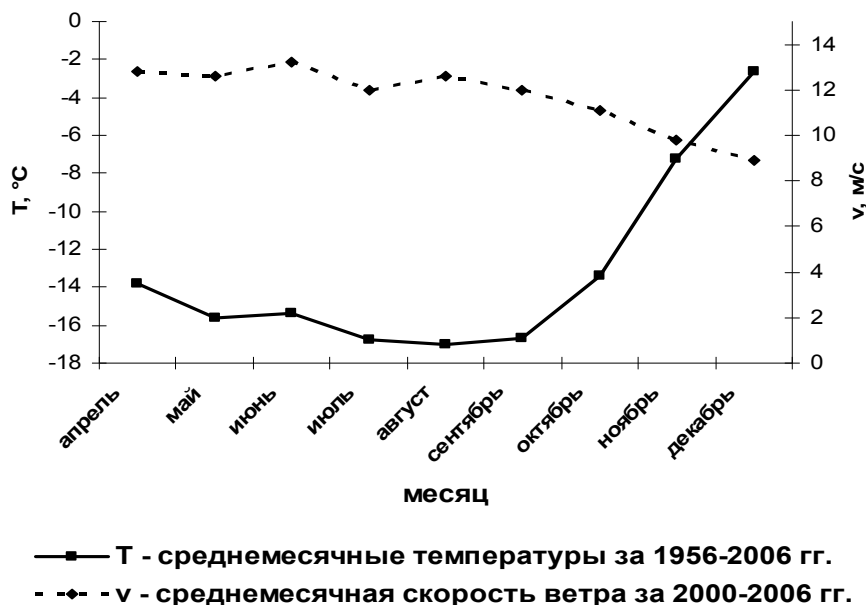


Рис. 2. Погодные характеристики района исследований

Продолжительность периода от начала устойчивого ледообразования до становления припая составляет для района Мирного около месяца. Припай устанавливается при толщинах льда около 20-40 см. Максимальных значений толщина припая достигает во второй декаде ноября, в конце периода нарастания льда. В море Дейвиса максимальная ширина припая в сентябре – октябре достигает 30 - 40 км. Сроки взлома припая в районе Мирного колеблются от 27 января до 9 марта (средняя дата 13 февраля).

МЕТОДЫ И СРОКИ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ

В сезон 1999/2000 гг. наблюдения за колонией императорских пингвинов были проведены с 22 июня 1999 г. по 2 января 2000 г. В сезон 2003/2004 гг. – с 14 мая по 28 декабря 2003 гг. В сезон 2006/2007 гг. – с 3 мая 2006 г. по 1 января 2007 г. В течение сезона частота посещения колонии императорских пингвинов изменялась от 5 до 10 раз в месяц, в зависимости от погодных условий. Во время посещения колонии фиксировались такие основные фенологические явления, как: начало откладки яиц, начало вылупления птенцов, приход самок с кромки припая, линька птенцов.

Численность колонии определялась двумя способами. Первый – подсчет численности пингвинов, осуществляемый наблюдателем, с находящихся рядом с колонией островов или айсбергов. Второй – фотографирование колонии также с прилегающих островов или айсбергов и последующим подсчетом количества пингвинов на фотографии. Успешность насиживания определялась как разность между количеством насиживающих взрослых особей и количеством брошенных яиц. Успешность выкармливания определялась как разность между количеством птенцов в конце периода выкармливания и количеством птенцов в его начале.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Расположение колонии. Наблюдения показали, что местоположение колонии в разные годы изменяется. Данная изменчивость границ территории, где располагалась колония, определяется расположением айсбергов и создаваемой ими ветровой тени, в которой могли бы разместиться птицы (Рис. 3). Каждый год расположение айсбергов значительно меняется.

Кроме того, в период одного сезона размножения пингвины передвигаются на довольно значительные расстояния в зависимости от погодных условий или периода цикла размножения (Рис. 4). Соответственно, и территория, занимаемая колонией, в тот или иной период, изменяется в значительных пределах.

По данным В.М. Каменева окончательно сформировавшаяся колония располагается под защитой айсбергов от сильных господствующих ветров на достаточно ровной, не подверженной снежным заносам территории. В условиях наступления зимнего периода с сильными морозами и почти непрекращающимися ветрами, достигающими иногда ураганной силы, подобное расположение колонии имеет большое значение в плане адаптации птиц к созданию более благоприятных условий существования [6].

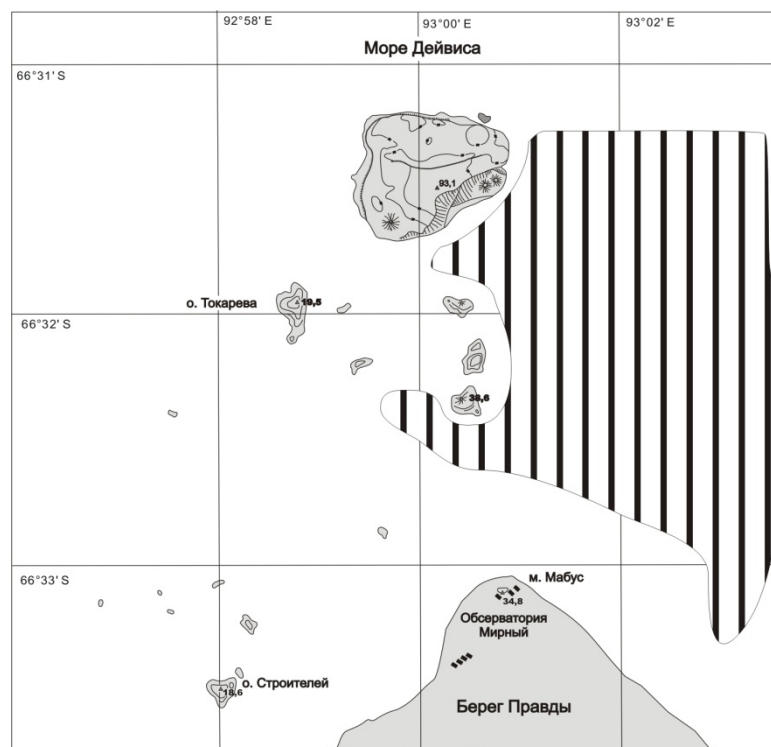


Рис. 3. Территория, на которой располагалась колония императорских пингвинов в разные годы

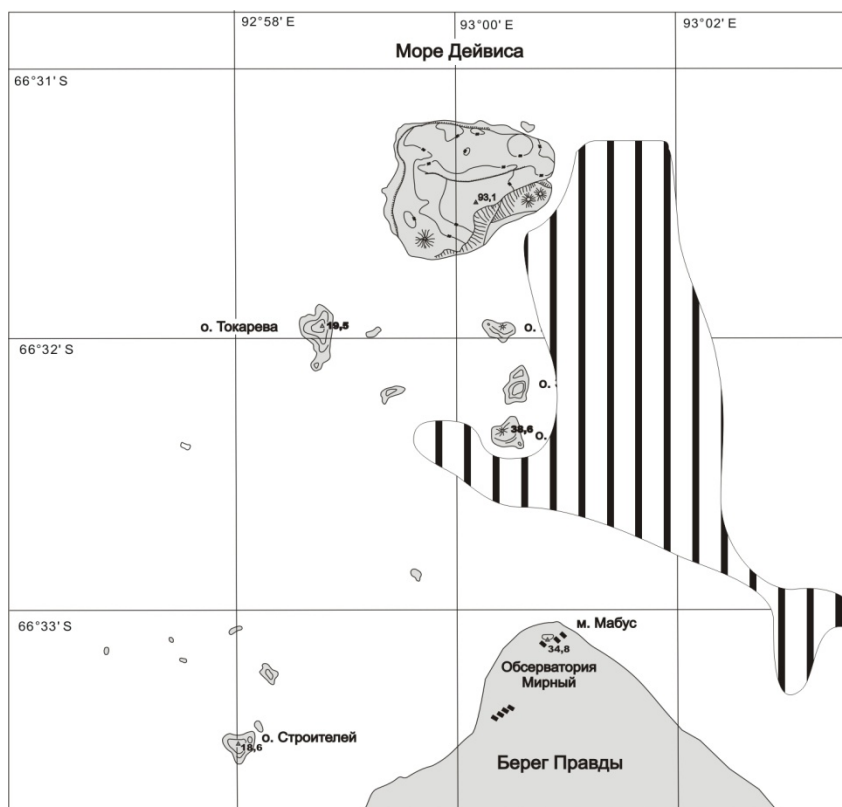


Рис. 4. Территория, на которой перемещалась колония императорских пингвинов в 2006 г.

В сезоны размножения 2003-04 и 2006-07 гг. колония или ее части временами располагались на территории, подверженной снежным заносам и расположенной к востоку от скоплений айсбергов, т.е. с меньшей защитой от преобладающих ветров восточно-юго-восточного направления.

Из этого следует, что случайное расположение айсбергов каждый год рядом с архипелагом Хасуэлл не всегда создает благоприятные микроклиматические условия для колонии императорских пингвинов.

Видимо, с этим связано и то, что регулярно колония в зимнее время состоит из двух больших, примерно равных по численности частей.

Основные фенологические явления. Первые птицы появляются в районе архипелага Хасуэлл в конце марта – почти сразу после становления припайного льда способного выдержать вес птиц (табл. 1). Как видно, сроки появления первых императорских пингвинов очень сжаты – от 22 до 26 марта в разные годы.

Таблица 1 - Сроки появления императорских пингвинов в колонии архипелага Хасуэлл

<i>Сезон наблюдения, автор</i>	<i>Приход птиц в колонию</i>
1956/1957, Е.С. Короткевич (1958)	25 марта
1958/1959, В.М. Макушок (1959)	конец марта
1960/1961, Е.С. Короткевич (1960)	26 марта
1961/1962, М.Э. Прайор (1964)	26 марта
1970/1971, В.М. Каменев (1977)	22 марта
2003/2004, наши данные	конец марта
2006/2007, наши данные	24 марта

Определенную сложность в установлении сроков первого появления императорских пингвинов в сезон размножения в районе архипелага Хасуэлл представляют скопления айсбергов на мелях. Дело в том, что в отдельные годы они препятствуют визуальным наблюдениям со станции, в то время как выход людей на припай невозможен. Так, например, по этой причине в 2003 году точные сроки прихода императорских пингвинов не были установлены.

Тем не менее, по нашим данным различий в сроках появления императорских пингвинов не наблюдается, что свидетельствует о невыраженности влияния глобального потепления на данный показатель.

Откладка яиц в колонии начинается в начале мая (табл. 2). Процесс откладки яиц в середине мая достигает максимума и заканчивается к концу месяца.

Таблица 2 - Начало откладки яиц у императорских пингвинов в колонии архипелага Хасуэлл

<i>Сезон наблюдения, автор</i>	<i>Даты начала откладки яиц</i>
1956/1957, Е.С. Короткевич (1958)	1-2 мая
1958/1959, В.М. Макушок (1959)	6 мая
1960/1961, Е.С. Короткевич (1960)	5 мая
1961/1962, М.Э. Прайор (1964)	6 мая
1966/1967, В.М. Каменев (1968)	5-6 мая
1970/1971, В.М. Каменев (1977)	4 мая
2003/2004, наши данные	начало мая
2006/2007, наши данные	с 5 мая

Как видно, и здесь нет различия в сроках данного явления в жизни птиц между 50-ми – 60-ми годами и нашими днями. В конце мая после откладки яиц в колонии остаются практически только насиживающие самцы. С конца мая по начало июля численность колонии стабильна. Вылупление птенцов у императорских пингвинов в колонии начинается с середины июля (табл. 3). В среднем, начало вылупления происходит не ранее 9 июля. Только в 2003 г. вылупление началось необычно рано – 4 июля.

В отличие от начала откладки яиц, начало вылупления птенцов в разные годы происходило в более широком временном интервале. Сроки начала откладки яиц не превышают 5 дней (1-6 мая), а сроки начала вылупления птенцов – 12 дней (4-16 июля). Вероятно, это может быть связано с более трудным для определения точной даты начала откладки яиц.

Таблица 3 - Начало вылупления птенцов у императорских пингвинов в колонии архипелага Хасуэлл.

<i>Сезон наблюдения, автор</i>	<i>Начало вылупления птенцов</i>
1956/1957, Е.С. Короткевич (1958)	14 июля
1958/1959, В.М. Макушок (1959)	10 июля
1960/1961, Е.С. Короткевич (1960)	12-13 июля
1961/1962, М.Э. Прайор (1964)	9 июля
1966/1967, В.М. Каменев (1968)	9 июля
1970/1971, В.М. Каменев (1977)	9 июля
1999/2000, Мизин Ю.А., Чернов А.С.	10-15 июля
2003/2004, наши данные	4 июля
2006/2007, наши данные	16 июля

С конца августа птенцы начинают выходить из «наседных сумок» взрослых птиц. В сентябре количество взрослых птиц резко уменьшается и становится меньше числа птенцов. В колонии образуются «детские сады» из птенцов, за которыми осуществляют контроль отдельные взрослые птицы, в то время как родители птенцов уходят на кормежку к кромке припая. Смена пухового наряда птенцов на перо в районе наших исследований начинается в первой декаде ноября, примерно. В это же время у птенцов происходит "ломка голоса" – их характерный свист сменяется трубными звуками, похожими на те, которые издают взрослые птицы.

Линька взрослых птиц начинается в конце ноября – начале декабря и продолжается около 3 месяцев, т.е. почти до начала нового цикла размножения. Последовательность линьки взрослых птиц почти такая же, как и у птенцов. Первыми выпадают перья на лапах, затем начинается интенсивная линька перьев на спинной и брюшной сторонах тела и, наконец, перьев на голове, шее и в районе нижних конечностей. С конца ноября–начала декабря происходит распад колонии. В это время кромка припая, в связи с его таянием и взломом, непрерывно приближается к колонии на более близкое расстояние.

Успешность размножения. Гибель яиц в колонии архипелага Хасуэлл за время исследований была невелика и составляет менее 10 % от общего количества отложенных яиц (табл. 4). Успех выкармливания птенцов варьирует в значительно более широких пределах, от 56 до 90 %, в разные годы. Таким образом, успех размножения в основном зависит от успеха выкармливания.

Таблица 4 - Успех размножения у императорских пингвинов в колонии архипелага Хасуэлл

Сезон наблюдения, автор	Успех насиживания, %	Успех размножения, %
1956/1957, Короткевич Е.С. (1958)	94	52
1958/1959, Макушок В.М. (1959)	90	69
1961/1962, Прайор М.Э. (1964)	91	80
1966/1967, Каменев В.М. (1968)	91,5	86
1970/1971, Каменев В.М. (1977)	91,5	86
1999/2000, Мизин Ю.А., Чернов А.С.	–	> 68
2003/2004, наши данные	95	до начала декабря – 90
2006/2007, наши данные	95	85

В 2003 г. итоговый успех размножения к началу декабря составлял не менее 90 %. В этот год припай взломался на месяц раньше средних сроков – в середине декабря. Облет территории через десять дней после взлома припая на вертолете обнаружил отдельные группы взрослых императорских пингвинов на отдельных льдинах и низких айсбергов. Птенцы обнаружены не были.

Динамика численности. Подсчет численности колонии в сезон 1999/2000 гг., произведенный Ю.А. Мизиным и А.С. Черновым от количества отложенных яиц дал результат в 7200 взрослых размножающихся особи. Дальнейшие наши наблюдения в сезоны 2003/2004 и 2006/2007 гг. показали, что численность колонии императорских пингвинов составляла 9500 и 11000 размножающихся особей соответственно. В сезон 1956/1957 гг. по данным Е.С. Короткевича количество взрослых птиц в колонии оценивалось в 20000 особей [1, 3].

Численность колонии (14000 особей), которую сообщил В.М. Макушок на 1958/1959 гг. [2], по нашему мнению занижена, по-видимому, в результате того, что учет проводился в период, когда иммиграция птиц в колонию еще не закончилась. На это указывает, в частности, данные учета в июне 1958 г. (7000-8000 птиц), что дает общую численность колонии не менее 14000-16000 взрослых особей.

В дальнейшем, детальные исследования колонии пингвинов на территории архипелага выполнил М. Прайор в сезон 1961/1962 гг. По его данным в конце апреля – начале мая, общая численность составила 18000 взрослых птиц [4]. В сезоны 1966/1967 и 1969/1970 гг. по данным В.М. Каменева общая численность взрослых пингвинов в колонии не изменялась. В конце апреля – начале мая им зарегистрировано 17000 взрослых птиц в каждый из сезонов [6]. Таким образом, в период с 1956 по 1970 годов численность взрослых птиц в колонии императорских пингвинов была стабильной и составляла около 17-20 тысяч особей.

Для сравнения результатов наблюдений за численностью колонии, полученных различными методами, мы провели анализ данных М.Э. Прайора и В.М. Каменева за 1962, 1966 и 1969 гг. [4, 5, 7]. Для этого мы сравнили общую численность колонии, полученную подсчетом птиц в конце апреля – начале мая, в момент наивысшей численности пингвинов в колонии, с количеством размножающихся особей, полученным нами из числа отложенных яиц умножением на два (табл. 5).

Таблица 5 - Соотношение общей численности и численности размножающихся особей в колонии императорских пингвинов архипелага Хасуэлл

Сезон наблюдений, автор	Общая численность	Численность размножающихся	Доля размножающихся особей от общей
-------------------------	-------------------	----------------------------	-------------------------------------

	колонии	особей	численности колонии, %
1961/1962, Прайор М.Э. (1964)	18000	14970	83,2
1966/1967, Каменев В.М. (1968)	17000	14800	87,1
1970/1971, Каменев В.М. (1977)	17000	14000	82,4

Данные сезонов 1999-2000, 2003-04 и 2006-07 гг. мы привели к общей численности колонии, допустив, что количество размножающихся особей составляет 85 % от общей численности колонии (табл. 6).

Таблица 6 - Расчетные данные общей численности в колонии императорских пингвинов архипелага Хасуэлл

Сезон наблюдений, автор	Численность размножающихся особей	Доля размножающихся особей от общей численности колонии, %	Общая численность колонии
1999/2000, Мизин Ю.А., Чернов А.С.	7200	85	8471
2003/2004, наши данные	9500	85	11176
1970/1971, наши данные	11000	85	12941

Динамика численности колонии по полученным данным показана на рис. 5. Оценивая динамику численности колонии императорских пингвинов архипелага Хасуэлл за все время наблюдений (> 50 лет) (рис. 5) можно сделать вывод о наличии двух разнонаправленных трендов. Первый – снижение численности в период с 1956-1970 годов по 1999 гг., которое составило 50-58 %. А по сравнению с 2006 годом, уменьшение численности пингвинов в колонии оказалось несколько ниже – 24-35 %. В период 1999-2006 годов происходил рост численности, который составил по оценочным данным 55 %. Направленность изменений численности в этот период имела отчетливо выраженный положительный характер [8].

Общую направленность изменений за весь период наблюдений за колонией пингвинов архипелага выразить на наш взгляд сложно из-за отсутствия достоверных данных с 1970 по 1999 гг. Однако, имеется ряд наблюдений за колонией императорских пингвинов Пуант Жеологи, находящейся недалеко от французской научной станции Дюмон-Дюрвиль на Земле Адели, включая и пропущенный у нас период. В этой колонии с 1975 по 1980 гг. так же произошел спад численности примерно в два раза. В настоящее время численность колонии стабилизировалась и изменяется незначительно [9].

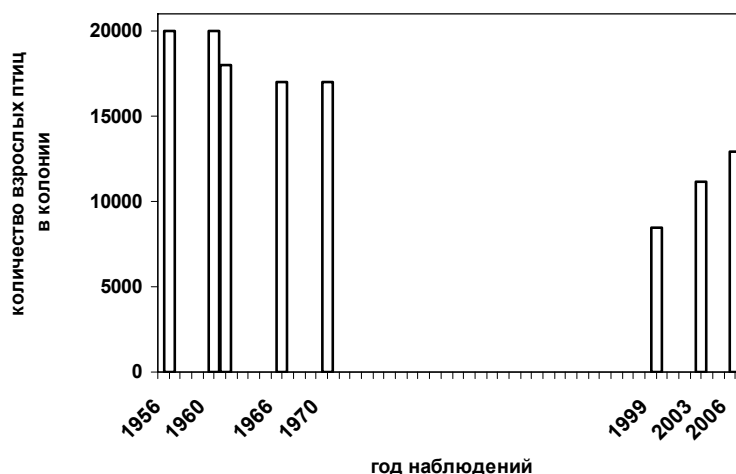


Рис. 5. Динамика численности императорских пингвинов в колонии архипелага Хасуэлл.

ВЫВОДЫ

Таким образом, сходство изменений численности императорских пингвинов в разных колониях, удаленных на расстояние около тысячи км, свидетельствует о наличии общих факторов влияющих на колонии пингвинов. Скорее всего, динамика численности связана с совокупностью факторов, в числе которых главными являются изменения среды обитания пингвинов. Численность императорских пингвинов в колонии архипелага Хасуэлл в настоящее время стабилизировалась после уменьшения и имеет явную тенденцию к росту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Короткевич Е.С. Птицы Восточной Антарктиды // Проблемы Арктики и Антарктики. – 1959. – вып. 1. – С. 48-61.
2. Макушок В.М. О биологических сборах и наблюдениях в обсерватории Мирный в 1958 г. // Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. – 1959. – № 6. – С. 32-38.
3. Короткевич Е.С. По радио из Антарктики. // Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. – 1960. – № 20-24. – С. 55-64.
4. Прайор М.Э. Наблюдения за императорскими пингвинами (*Aptenodytes forsteri* Grey) в районе Мирного в 1962 г. // Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. – 1964. – № 47. – С. 75-86.
5. Каменев В.М. Орнитологические наблюдения в районе обсерватории Мирный в 1966-1967 гг. // Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. – 1968. – № 67. – С. 39-45.
6. Каменев В.М. Императорские пингвины в районе обсерватории Мирный // Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. – 1968. – № 70. – С. 46-58.
7. Каменев В.М. Экология императорских пингвинов района архипелага Хасуэлл. Адаптации пингвинов. – М.: Наука, 1977. – 283 с.
8. Каменев В.М., Саватюгин Л.М. Императорские пингвины на шельфовом леднике Шеклтона // Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. – 1980. – № 100. – С. 50-59.
9. Barbraud & Weimerskirch. Emperor penguins and climate change // Nature. – 2001. – vol. 411. – P. 10-24.

УДК 597.8.57(477.5)

АНОМАЛІЇ ТА МОРФОЛОГІЧНА СПЕЦИФІКА ОЗЕРНИХ ЖАБ (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*) У МЕЖАХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Микитинець Г.І., аспірант, Сурядна Н.М., к.б.н., доцент

Відділ герпетології та зоомузей НІІ Біорізноманіття наземних та водних екосистем України МДПУ

У статті надається характеристика виявлених аномалій та морфологічних особливостей озерних жаб водойм Запорізької області різного ступеню антропогенного навантаження. Найбільший відсоток (11,8 %) аномалій, найбільші розміри тіла ($79,3 \pm 2,4$) та значний відсоток особин озерних жаб зі смугою (80%), спостерігається у водоймі, забрудненій міськими стоками. В основному виявлені різнотипні аномалії кінцівок (полімелія, ектромелія, олігодактилія, полідактилія) у дорослих особин, середній вік яких складає 5-6 років. Вони частіше зустрічаються серед самиць, аніж серед самців (8/5), у більшості випадків по лівому боці тіла тварин (7/2).

Ключові слова: *Pelophylax ridibundus*, аномалії кінцівок, вік, Запорізька область.

Микитинець Г.І., Сурядна Н.М. АНОМАЛИИ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ОЗЕРНЫХ ЛЯГУШЕК (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*) В ПРЕДЕЛАХ ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ. / Отдел герпетологии и зоомузеев НИИ Биоразнообразия наземных и водных экосистем Украины МДПУ, Украина

В статье дана характеристика аномалий и морфологических особенностей озерных лягушек водоемов Запорозькой области с разной степенью антропогенной нагрузки. Самый большой процент (11,8 %) аномалий, наибольшие размеры тела ($79,3 \pm 2,4$) и значительный процент особей озерных лягушек с полосой (80%), наблюдается в водоеме загрязненном сточными водами. В основном выявлены разнотипные аномалии конечностей (полимелия, ектромелия, олигодактилия, полидактилия) у взрослых особей, средний возраст которых составляет 5-6 лет. Они чаще встречаются среди самок чем среди самцов (8/5), в большинстве случаев по левой стороне тела животных (7/2).

Ключевые слова: *Pelophylax ridibundus*, аномалии конечностей, возраст, Запорожская область.

Mikitinez G.I., Suryadna N.M. ANOMALIES AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE LAKE FROG (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*) IN THE AREA OF THE ZAPOROZHIA REGION. / Research institute of Biodiversity of Landscape and Water Ecosystem of Ukraine MSPU, Ukraine

The article gives the characteristic of the anomalies and morphological features of the lake frog in the waters of the area of the Zaporozhia Region with the different grade of the anthropogenic influence. The most rate of the anomalies (11,8%) the largest body measure, ($79,3 \pm 2,4$) and the largest percent of the anomalies of the

lake frogs with a stripe (80%) have been found in the areas in the waters, that have been polluted with sewer water. The most several kinds of the anomalies of limbs: (polymelia, ektromelia, olidactylia, polydactylia) have been found out at adult frogs, age of them makes 5-6 years. They oftener come out at the females than the between the males (8/5), in the most cases, in the left side of the body of the frog(7/2).

Key words: Pelophylax ridibundus, anomalies of the limbs, age, Zaporozhzhya area

ВСТУП

Під впливом антропогенних факторів відбувається зміна фізичних і хімічних показників середовища, що призведе до порушення динамічної рівноваги природних екосистем. Така ситуація робить особливо важливими дослідження, що дозволяють визначати якість довкілля, ступінь його комфортності для живих організмів. Особливості біології амфібій, розвиток і життя яких протікає на межі двох середовищ – водного та наземного, зумовлюють значну залежність цієї систематичної групи від умов навколишнього середовища і стану водойм. Найбільш масовим видом серед амфібій на території Запорізької області є озерна жаба.

Морфологічні особливості та відхилення (зовнішні та внутрішні аномалії будови та забарвлення, стійкі до забруднення морфи) зелених жаб вивчаються досить інтенсивно як в межах України, так і в інших частинах ареалу [1,2,3,5,6,7,8,11,12]. При цьому Запорізька область як потенційна територія підвищеного антропоекологічного ризику залишається поза увагою дослідників. Слід зазначити, що більшість водойм Запорізької області знаходиться під постійним антропогенним пресингом, включаючи забруднені промислові, сільськогосподарські та побутові скиди, замулення та зміну русел, побудову дамб, водосховищ тощо. Отже, метою цієї роботи стало виявлення морфологічних особливостей та аномалій озерних жаб водойм Запорізької області різного ступеня антропогенного навантаження, з визначенням віку особин та встановленням стійких до забруднення фенетичних морф.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом цього дослідження стали озерні жаби водойм Запорізької області: Мелітопольського р-ну: р. Ташенак, окол. с. Данилоіванівка, (n=30, 21♂, 9♀), р. Молочна, окол. с. Мордвинівка, очисні споруди (нижче міста) (n=34, 8♂, 26♀), р. Молочна, Старобердянське лісництво (вище міста) (n=24, 8♂, 14♀, 2juv); Вольнянського р-ну: Запорізьке вдсх., с. Перун (n=31, 9♂, 22♀); Приморського р-ну: р. Обитічна, окол. с. Камишеватка (n=10, 4♂, 6♀), р. Лозоватка, окол. с. Орлівка (n=23, 11♂, 12♀);

Токмацького р-ну: р. Чингул, окол. с. Заможне (n=30, 16♂, 14♀); Бердянського р-ну: р. Берда, окол. с. Старопетрівка (n=31, 16♂, 15♀); Чернігівського р-ну: ставок с. Салтичія (n=37, 21♂, 13♀, 3 juv.). Загальна кількість матеріалу становить 250 особин (114♂, 131♀, 5 juv.). Для визначення віку використовували загальноприйняті методики зрізів кісток [9]. Препарати готували з трубчатих (стегнових) кісток. Усього було використано 18 особин *P. ridibundus*, із них – 6 особин з морфологічними аномаліями. Декальцинацію кісток проводили в 5%-ому розчині азотної кислоти, зрізи робили лезом вручну, забарвлювали гематоксиліном Ерліха. Під бінокляром відбирали найбільш чіткі зрізи, які проводили через 25%-ти, 50%-ти, 75%-ти і 100%-й розчини гліцерину. Довжину тіла міряли на живому матеріалі електронним штангенциркулем (з точністю до 0,1 мм). Статистична обробка матеріалу здійснювалася за загальноприйнятими методиками біологічної статистики [4].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті проведених досліджень нами встановлено, що частка виявлених морфологічних аномалій у дорослих особин озерної жаби на території Запорізької області значно відрізняється залежно від біотопічної приналежності проаналізованих вибірок. Співвідношення встановлених аномалій по регіону показано на карті (рис. 1).

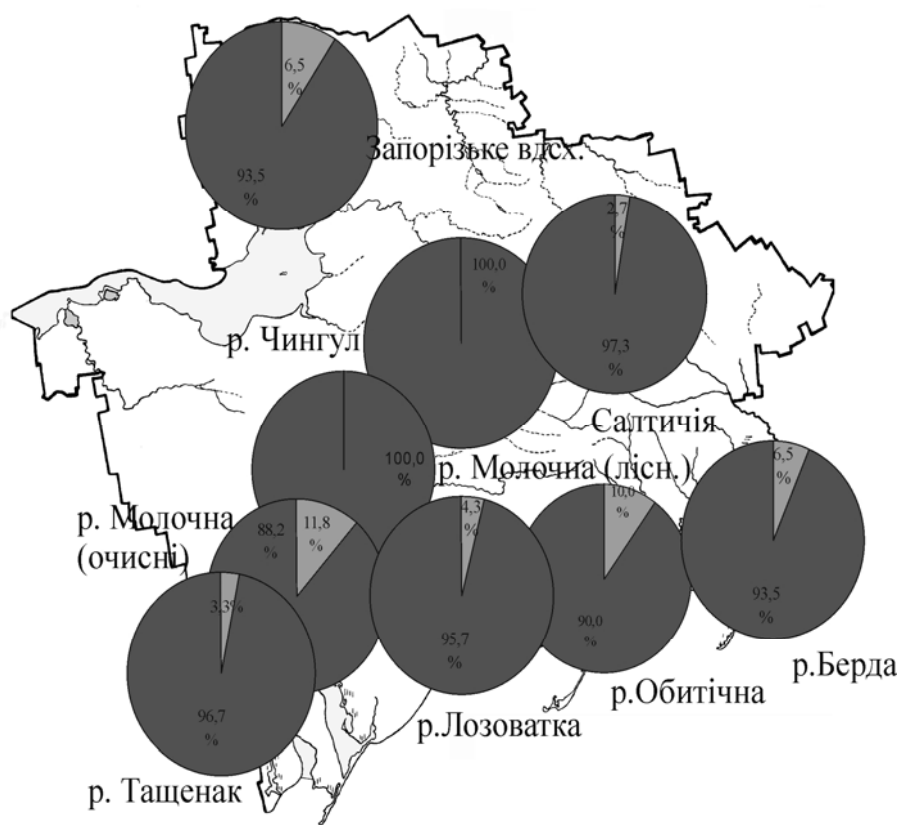


Рис.1. Співвідношення аномалій озерних жаб водойм Запорізької області



Рис. 2. Аномалії розвитку кінцівок у дорослих самиць вибірки р. Молочної (очисні споруди)

Найбільший відсоток (11,8 %) озерних жаб з морфологічними аномаліями виявлено у вибірці р. Молочної, біля якої знаходяться місцеві очисні споруди. У самиці 4-річного віку встановлено ектромелію (редукція лівої кисті), також у самиці, але вже 6-річного віку, виявлено полідактилію (по шість пальців на задніх кінцівках) (рис. 2). У двох самців спостерігаються різні аномалії резонаторів, можливо, травматичного характеру. Усі особини статевозрілі з нормально розвинутими внутрішніми органами, самиці з ікрою.

Різноманітні аномалії озерних жаб Запорізького вдсх., с. Перун складають 6,5 %. Вік жаб в середньому складає 5-6 років. У двох самиць спостерігалась – олігодактилія (редукція першого пальця на передній кінцівці), самець зовні був без резонаторів (ектромелія) та мав різні за розміром сім'яники. Високий відсоток морфологічних аномалій (10%) в вибірці р. Обіточної, можна пояснити незначною кількістю відловлених особин. Тут виявлена олігодактилія у 6-річного самця (2 пальці на передній кінцівці) (рис. 3.). У озерних жаб вибірки р. Берда (с. Старопетрівка, Бердянського р-ну) відсоток аномалій складає 6,5 %. У дорослої самиці типова олігодактилія (3 пальці на лівій задній кінцівці). У самця ектромелія – редукція пальців правої задньої кінцівки.

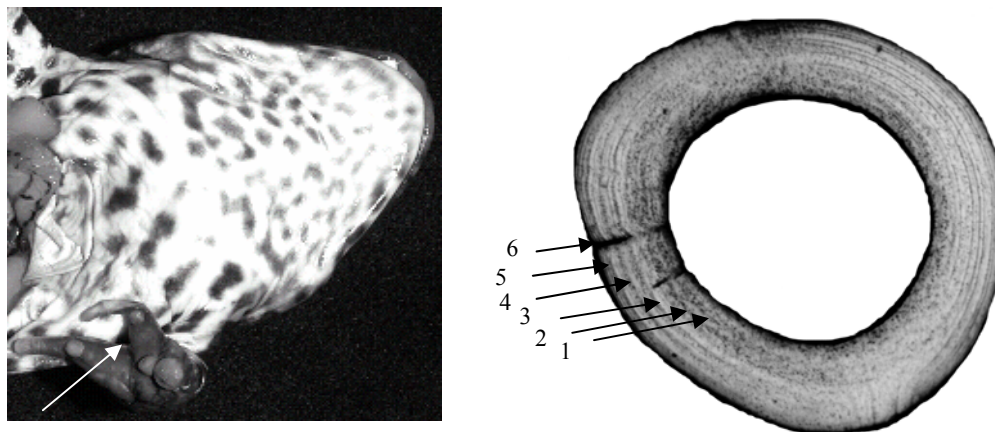


Рис. 3. Олігодактилія (2 пальці на передній кінцівці - зліва) (р. Обіточна), зріз стегнової кістки цього ж самця з 6-ма лініями склеювання (справа)

У вибірці озерних жаб р. Ташенак спостерігається невеликий загальний процент (3,3 %) особин з аномаліями. Це самиця 6-річного віку з різною по довжині стопою (не травмована, різниця розмірів складає 15 мм).

Відсоток особин з аномаліями озерних жаб із центральної частини області (замкнута водойма – верхній ставок у с. Салтичія, Чернігівського р-ну) - невеликий і складає 2,7%, (самиця з деформованою стопою: скорочені пальці задньої кінцівки, які зрослися між собою) (рис. 4).

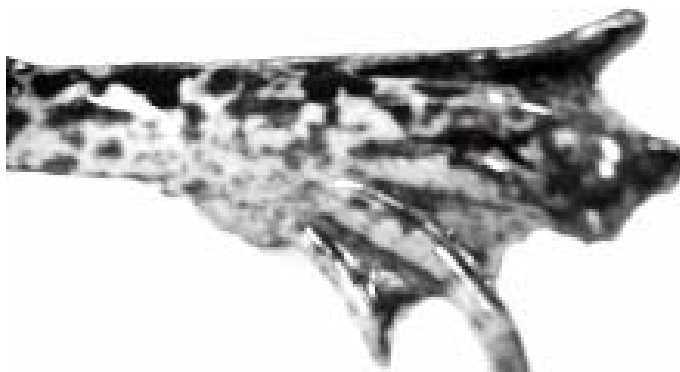


Рис. 4. Деформація стопи самиці (ставок с. Салтичія)

Досить рідкісний для дорослих особин тип аномалії – полімелія – цілком правильна за будовою додаткова задня кінцівка виявлена нами у вибірці озерних жаб р. Лозоватка, це самиця 6-річного віку (рис. 5), статевозріла з ікрою. Зазначимо, що додаткова кінцівка не реагувала на фізичні подразнення.

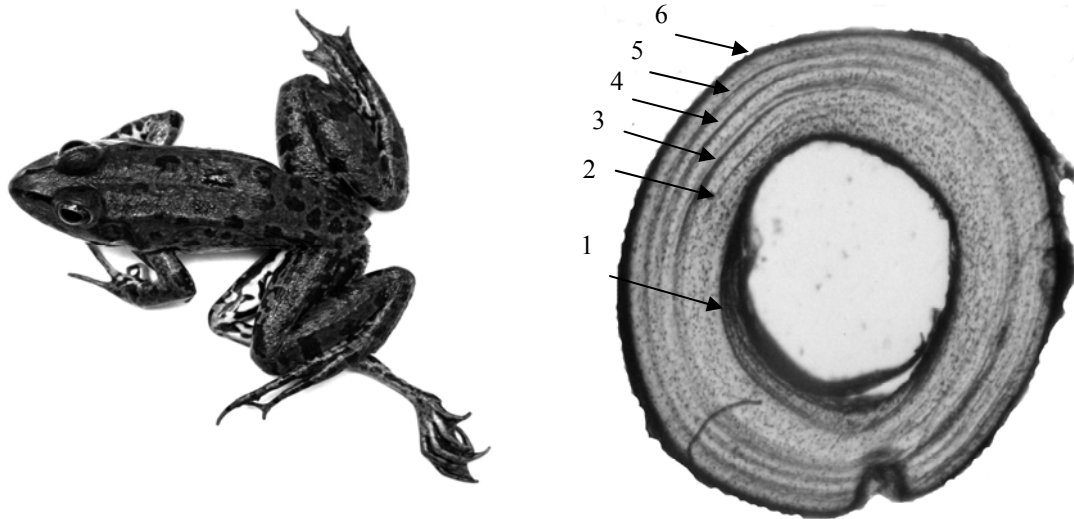


Рис. 5. Полімелія озерної жаби (р. Лозоватка) - зліва, зріз стегнової кістки цього ж самця з 6-ма лініями склеювання (справа)

Аномалії взагалі не виявлені у двох популяціях, які за нашими спостереженнями знаходяться під найменшим антропогенним впливом. Це вибірки озерних жаб р. Молочної в Старобердянському лісництві та р. Чингул. Слід підкреслити, що аномалії на території нашого дослідження частіше зустрічаються серед дорослих самиць ніж серед самців у співвідношенні 8/5 (відповідно). Також зазначимо, що в більшості випадків аномалії зустрічаються по лівому боці тіла тварин (7/2).

Аналізуючи в цілому процент аномалій у вибірках, відмітимо, що найбільший їх відсоток у водоймі, забрудненій міськими стоками. Усі виявлені нами особини з вадами розвитку, на відміну від літературних даних [3,6], були дорослими. У згаданих роботах автори відмічають, що більшість цьогорічок з відхиленнями до статевої зрілості не доживають. Підкреслимо, що значний спектр аномалій, відмічений нами - 4 типи: олігодактилія (три, два пальці), полідактилія, полімелія, екстромелія (редукція кисті, стопи, резонаторів), за літературними даними не є характерними для дорослих особин, але досить часто зустрічаються в цьогорічок та пуголовок [1,3,6,12]. Як за нашими, так і за цими літературними даними, у більшості випадків аномалії спостерігаються по лівому боці тіла тварин [6]. Цікаво, що за даними останніх, личинки з такими вадами після зимівлі не спостерігаються, цей факт пояснюють тим, що жабенята з додатковими кінцівками зимою гинуть. Ця обставина може бути пояснена різними факторами, наприклад, масовими заморами взимку, якимись залповими забрудненнями, своєрідною чутливістю личинок до дії несприятливих і антропогенних, і природних факторів.

Те що аномалії на території нашого дослідження частіше зустрічаються серед дорослих самиць ніж серед самців (8/5) може вказувати на більшу чутливість самиць, або на їхніми більші адаптивні здібності та на наявність певних фізіологічних відмінностей, що потребує подальших детальних досліджень.

Оцінка морфологічних та фенотипічних особливостей амфібій також виступає одним з методів контролю за змінами умов середовища і дозволяє виявити стійкі до забруднення морфи. Так за даними російських дослідників висока смертність на ранніх етапах розвитку в умовах забруднення, ізоляваності та низької чисельності призводить до виживання більш крупних життєздатних особин, або тварин, які мають ряд спадкоємно обумовлених особливостей, що дають селективну перевагу в антропогенно-трансформованих умовах середовища [1]. Найбільш інформативним морфологічним показником, у цьому контексті, вважається довжина тіла тварин [1]. За нашими даними, найбільші розміри характерні для озерних жаб популяції р. Молочної, очисні (79,3±2,4; min-max=53,5-112 мм) та Запорізького вдсх., с. Перун (90,1±2,3; min-max=51,2-102,3), особини інших популяцій мають менші розміри тіла і їх значення більш однорідні (рис.8).

Відомо, що особини озерних жаб, та багато інших видів амфібій, зі світлою дорсомедіальною смугою (*striata*) достовірно частіше зустрічаються в популяціях, які знаходяться під значним антропогенним впливом [1,12]. За результатами нашого дослідження, значний відсоток особин озерних жаб зі смугою зустрічається у вибірці р. Молочної, очисні споруди, (70,6%±0,08) та Запорізького вдсх., с. Перун (60%±0,04) у водоймах з найбільш, на наш погляд, інтенсивним забрудненням. Це дозволяє іще раз підтвердити літературні дані щодо стійкості морфи "*striata*" на забруднених чи антропогенно-трансформованих територіях [2].

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи отримані результати, можна зробити висновок, що висока частка та широкий спектр морфологічних аномалій, які зустрічаються в дорослих особин двох вибірок (р. Молочна, очисні та Запорізьке вдсх.) вказують на значний рівень антропогенного навантаження та забруднення цих водойм. Це підтверджують і інші біоіндикаційні показники озерних жаб, зокрема максимальні показники довжини тіла та значна частка особин зі смугою. Виникнення таких аномальних явищ може бути пов'язано з дією несприятливих як антропогенних, так і природних факторів, а також своєрідною чутливістю досліджуваних тварин і рівнем їх адаптивних характеристик. Ці обставини потребують ретельних комплексних і, звісно, моніторингових досліджень, оскільки говорять про небезпеку щодо функціонування екосистем та їх трансформацію вже на рівні живих організмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий. // Екатеринбург. – N2. 1999. – С. 78-171.
2. Вершинин В.Л. Экофизиология амфибий – популяционный поход // Матеріали Першої конференції Українського Герпетологічного Товариства – К.: Зоомузей ННПМ НАН України, 2005. – С. 87-90.
3. Куртяк Ф.Ф. Аномалії розвитку кінцівок у одностатевих гібридних популяціях *Rana kl. esculenta* Linne, 1758 (Amphibia, Anura, Ranidae) на теренах рівнинного Закарпаття. // Матеріали Першої конференції Українського Герпетологічного Товариства – К.: Зоомузей ННПМ НАН України, 2005. – С. 87-90.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1980. – 239 с.
5. Некрасова О. Д. Межвидовая изменчивость и полиморфизм окраски зеленых лягушек *Rana esculenta complex* (Amphibia, Ranidae) гибридных популяций // Вестник зоологии. – 2002. – Т. 36, № 4. – С. 47-54.
6. Некрасова О.Д., Межжерин С.В., Морозов-Леонов С.Ю., Сытник Ю.М. Случай массовой полимелии у озерных лягушек (*Rana ridibunda* Pall. 1771) Киева // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2007. – Вип. 21 – С. 92-95.
7. Реминный В. Ю. Первый случай находки на Украине лягушки–гермафродита среди гибридных лягушек *Rana kl. esculenta* // Вестник зоологии. – 2004. – Т. 38, № 2, – С. 38.
8. Реминный В. Ю. Аномалии развития гонад у самцов зеленых лягушек *Rana esculenta complex* (Amphibia, Ranidae) с территории Украины // Вестник зоологии. – 2005. – Т. 39, № 4 – С. 59 – 65.
9. Смирин Э. М. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости. / Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. – К., 1989. – С. 144 – 153.
10. Сурядна Н. М. Про знахідку жаби незвичайного забарвлення з території України // Вестник зоологии. – 2001. – Т. 35, № 2. – С. 74.
11. Сурядна Н. М. Зелені жаби фауни України: морфологічна мінливість, каріологія та особливості біології // Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.08. – К., 2005. – 22 с.
12. Чибелев Е.А. Биология и экология зеленых и бурых лягушек Челябинской городской агломерации // Животные в антропогенном ландшафте: Материалы I Международной научно-практической конференции Астрахань: Из-во Астраханского гос. ун-та, 2003. – С. 73-76.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПТИЧЬИХ ЯИЦ

Митяй И.С., к.б.н., доцент

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

Предлагается упрощенная методика исследований птичьих яиц, которая базируется на максимальном использовании цифровых технологий. Фотография яйца обрабатывается специально разработанными программами, написанными на основании геометрии правильного овоида. Эти программы осуществляют расчеты пяти индексов формы ($I_{iz}=r_i/D$; $I_{el}=L/D$; $I_{lz}=r_l/D$; $I_{cz}=r_c/D$; $I_{sum}=(a+b)(b+c)/bL$, где: I_{iz} , I_{cz} , I_{lz} – индексы инфундибулярной, клоакальной и латеральной зон, r_i , r_c , r_l – радиусы дуг этих зон, I_{el} , I_{sum} – индекс удлиненности и обобщающий, L – длина, D – диаметр, $b=L-(r_c+r_i)$). Кроме этого, рассчитывается объем и площадь поверхности. Полученные результаты автоматически переносятся в Microsoft Office Access 2003, откуда они потом извлекаются для необходимой последующей обработки.

Ключевые слова: овоид, индексы формы яйца, объем и площадь поверхности яйца, цифровые технологии.

Митяй І.С. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДОСЛІДЖЕННЯХ ПТАШИНИХ ЯЄЦЬ / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна.

Пропонується спрощена методика дослідження пташиних яєць, яка базується на максимальному використанні цифрових технологій. Фотографія яйця обробляється спеціально розробленими програмами, написаними на основі геометрії правильного овоїда. Ці програми розраховують п'ять індексів форми ($I_{iz}=r_i/D$; $I_{el}=L/D$; $I_{lz}=r_l/D$; $I_{cz}=r_c/D$; $I_{sum}=(a+b)(b+c)/bL$, де: I_{iz} , I_{cz} , I_{lz} – індекси інфундибулярної, клоакальної та латеральної зон, r_i , r_c , r_l – радіуси дуг цих зон, I_{el} , I_{sum} – індекс подовженості та узагальнюючий, L – довжина, D – діаметр, $b=L-(r_c+r_i)$). Крім цього, здійснюються розрахунки об'єму та площі поверхні. Отримані результати автоматично переносяться в Microsoft Office Access 2003, звідки потім вилучаються для наступної необхідної обробки.

Ключові слова: овоїд, індекси форми яйця, об'єм та площа поверхні яйця, цифрові технології.

Mytaii I.S. USING MODERN TECHNOLOGIES IN RESEARCHING OF BIRD EGGS / National Taras Shevchenko University of Kyiv, Ukraine.

The author proposes reductive methods of bird eggs researching, that base on maximal using of digital technologies. Photos of eggs are analyzed by special programs, which were invented on the base of geometry of regular ovoid. This programs make calculating of five indexes of shapes ($I_{iz}=r_i/D$; $I_{el}=L/D$; $I_{lz}=r_l/D$; $I_{cz}=r_c/D$; $I_{sum}=(a+b)(b+c)/bL$, where: I_{iz} , I_{cz} , I_{lz} – indexes of infundibular, cloacal and lateral zones, r_i , r_c , r_l – radiuses of shaft-bows of this zones, I_{el} , I_{sum} – indexes of oblongness and resumptiveness, L – Length, D – diameter, $b=L-(r_c+r_i)$). Besides volume and square of surface are calculated. Findings are deferred automatically into Microsoft Office Access 2003, from where they are taken for the next required calculations.

Key words: ovoid, indexes of eggs shapes, volume and square of egg surface, digital technologies.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие электроники позволяет решать такие проблемы зоологии, которые в прошлом или не решались вовсе, или на их решение требовались большие затраты времени и энергии. Проблематичными до настоящего времени остаются некоторые аспекты ооморфологических исследований. К последним можно отнести описание птичьих яиц, вычисление индексов их формы, расчеты объема, площади поверхности и др.

Яйцо, как биологическое тело, с геометрической точки зрения устроено довольно просто. Наряду с этим, специфичность его строения и разнообразие форм связаны с определенными трудностями получения исходных параметров. Общеизвестно, что наиболее просто и точно на яйце можно замерять только диаметр и длину. Все остальные промеры осуществляются или очень не точно на нем самом, или же на профиле (плоскостной проекции яйца). В связи с этим, в оологии сложилась довольно парадоксальная ситуация. С одной стороны, собран огромный по объему фактический материал (яйцо исследовано до уровня молекул), а с другой – информация, излагаемая в публикациях, в большинстве своем или ограничивается несколькими строчками, или переполнена математическими уравнениями. Сущность овоидной формы, а также взаимосвязь параметров яйца с его биологическим содержанием до сих пор остаются, в значительной степени, вопросами без ответов. Причин такого состояния много. Среди них основное положение занимает несовершенство методик. Последнее можно свести к трем основным аспектам – это сложность получения исходных данных, субъективность предлагаемых способов обработки и разрозненность подходов в описании одного и того же объекта.

Первая проблема связана с тем, что непосредственно с яйца в полевых условиях можно снять только два параметра: диаметр и длину. Остальные замеряют на плоскостной проекции (светокопии, фотографии). Это порождает вторую проблему – выбор дополнительных параметров. Схемы, предлагаемые

различными авторами, базируются на произвольном выборе и не связаны с геометрией овоида. В связи с этим, названия яиц, индексы их формы, методы расчетов объема, площади поверхности и др. осуществляются с различных позиций, которые нельзя свести воедино. Поэтому названия существуют сами по себе, а численные выражения, связанные с ними, – сами по себе.

Произвольный характер выбора осей измерений стал одной из главных причин определенного хаоса в количественной оценке формы яиц [2, 4, 5, 10, 12, 14, 21, 31]. Ряд предложенных в литературе индексов даже при поверхностном анализе превращается в несложные вариации индекса удлинненности (отношение длины яйца к его диаметру). Так, индекс Ю.В. Костина [4] равен индексу М. Шенветтера [31] минус единица, индексы Р. Мянды [10] и С.А. Климова [2] обратные. То же наблюдается и для индекса смещения М. Шенветтера и Г. Мянды: обратная его величина плюс единица даст индекс М. Гика [1]. Обратное значение индекса М. Гика отвечает индексу расширения И.Т. Татаринковой [14] и т.д.

Кроме индексов формы, очень важными характеристиками яиц являются объем, плотность, площадь поверхности, а также индексы, вычисленные по их исходным данным. Объем лимитирует количество белка и желтка, которыми заполняется емкость скорлупы. Плотность является показателем качества внутреннего содержимого яйца. Площадь поверхности связана с количеством энергии, необходимой для обогрева яиц, а также с процессами газообмена и транспирации. Всю совокупность публикаций, посвященных методикам определения объема и площади поверхности, можно разделить на три группы. Первая группа представляет собой совокупность расчетов, проводимых на основании линейных измерений [16, 18, 20, 27, 29, 33, 34, 35]. Вторая – на определении объема вытеснением воды [3, 13, 15, 17, 22, 23, 24]. Указанные методики, несмотря на подробность и точность описания, не закрепились в орнитологии в силу их определенных сложностей при сборе первичного материала и осуществлении вычислений. Третья группа базируется на использовании цифровых технологий. Сущность этих методик сводится к компьютерному анализу цифровых фотографий яиц. Судя по имеющимся в литературе сведениям, это направление возникло в начале прошлого века. Р. Шуфелдт [32] и А. Маллок [25] применили фотографирование для описания яиц. В 60-е гг. Ф. Престон [30] предложил использовать компьютер для обработки данных. С 70-х гг. фотографирование и компьютерная обработка данных постепенно становятся главным методом в исследованиях яиц [6, 8, 10, 19, 26, 28].

Значительное количество работ и простота предлагаемых методик, разработанных в последние годы, тем не менее, не решили обозначенных выше проблем. На наш взгляд, выход из создавшегося положения возможен лишь при использовании системного подхода. Основные положения этого подхода были изложены нами в предыдущих работах [8, 9]. Настоящее сообщение является их логическим продолжением и конкретизацией.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На основании глубокого анализа существующих способов количественного и качественного описания птичьих яиц мы разработали комплексную методику, которая базируется на геометрии правильного овоида. Первые ее варианты [6, 8] были, в определенной степени, трудоемкими и содержали значительное количество ручной работы. Дальнейшие исследования в этом направлении привели нас к использованию современных технологий. Они базируются на компьютерной обработке цифровых фотографий яиц. Фотографирование осуществляется или в природе, или в музеях во время работы с коллекционными фондами. Главное условие при получении снимков – это установка яйца в таком положении, чтобы его продольная ось была параллельной плоскости, на которой осуществляется фотографирование.

Для достижения этого существует множество приемов. Яйца можно устанавливать на пластине, пенопласте или фанере с отверстиями, проволочном каркасе и др. В качестве подставок мы использовали обыкновенные гайки разного диаметра и толщины. Это значительно упрощает работу с яйцами различных размеров и позволяет оптимально их размещать в поле объектива. Для того чтобы избавиться от теней, подставки устанавливаются на велюре различного цвета, который является фоном. Наиболее подходящей, в большинстве случаев, является черная ткань. Рассеивание света достигается следующим образом. На фоне с подставками для яиц устанавливается специально изготовленный «П-образный» каркас, внутренняя часть которого обклеивается примятой алюминиевой фольгой. Открытая передняя часть каркаса во время фотографирования прикрывается светоотражающей картонной пластиной. В верхней части каркаса размещают закрепленную на фанере круглую лампу дневного освещения. В полевых условиях можно использовать преобразованный соответствующим образом круглый фотодиодный фонарь. В центральной части фанеры по контурам лампы вырезается круглое отверстие, через которое осуществляется фотографирование. Фотоаппарат укрепляется на штативе. В лабораторных условиях для закрепления фотоаппарата лучше всего использовать обыкновенный фотоувеличитель (рис. 1).

В работе лучше всего использовать цифровую зеркальную фотокамеру. Применимы и другие фотоаппараты, но тогда необходимо будет проводить дополнительное сканирование снимков. В

лабораторных условиях можно также использовать сканер. Для этого необходимо изготовить специальный каркас, на котором будут устанавливаться яйца и, соответствующим образом, переделать его верхнюю крышку. Все неудобства, связанные с фотографированием, легко устраняются использованием объемного сканера при условии его наличия.

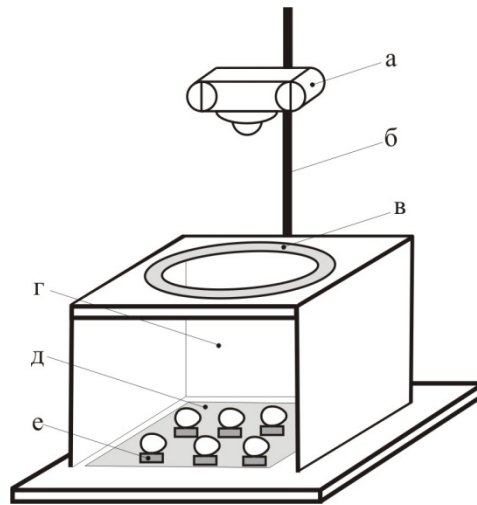


Рис. 1. Схема установки для фотографирования яиц в лабораторных условиях:
а) фотоаппарат; б) штатив; в) лампа; г) «П – образный» каркас покрытый фольгой;
д) велюровая ткань; е) подставки с яйцами.

Для получения максимальной ооморфологической информации, перед фотографированием для каждого яйца необходимо замерять диаметр и длину, а также осуществлять взвешивание. Если это невозможно, по тем или иным причинам, можно воспользоваться масштабированием. Масштаб устанавливается по любому объекту с известными размерами, предварительно сфотографированному совместно с яйцами. Следует также отметить, что в большинстве случаев без абсолютных цифр можно обойтись, т. к. все необходимые анализы осуществляются по относительным показателям. Последние, в полном объеме, получаются из фотографий. Все необходимые промеры осуществляется по предложенным нами схемам (рис. 2).

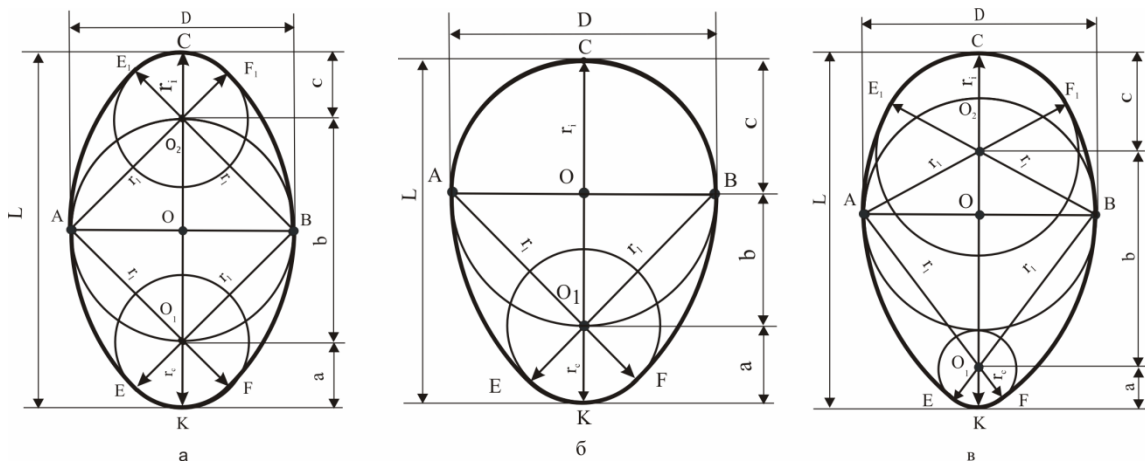


Рис. 2. Схемы проведения основных промеров с фотографий яиц.
Типы яиц: а) симметрические; б) моноасимметрические; в) биасимметрические.

На указанных схемах выделяются следующие структурные элементы овоидов. Окружность с центром O получила название базовой (ее диаметр аналогичен короткой оси и диаметру яйца D). По разные стороны от нее располагаются инфундибулярная (E_1CF_1 , ACB) и клоакальная (EKF) дуги, полюса которых располагаются на расстоянии L , являющейся длиной яйца и его продольной осью симметрии. По бокам лежат латеральные дуги (AE , BF). Радиусы дуг овоида выбраны нами в качестве исходных параметров для вычисления индексов формы и расчетов объема, площади поверхности, а также индексов, связанных с ними. В связи с тем, что рекомендуемые промеры снимаются в соответствии с геометрическим строением овоида, все они системно связаны друг с другом. Последнее исключает произвольность выбора исходных данных: система сама «диктует», что необходимо брать.

Для компьютерной обработки данных использовались программы: CorelDraw, Adobe Photoshop, Microsoft Office Picture Manager, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access. Кроме этого было создано специальное программное обеспечение. Это значительно упростило процессы, как сбора оологического материала, так и его описания. Предлагаемая нами методика имеет комплексный характер и благодаря этому, на наш взгляд, обладает более конструктивными свойствами по сравнению с ныне существующими разработками.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Системный характер предлагаемых нами методик обеспечивается использованием единой геометрической системы, в рамках которой все вычисляемые индексы относятся друг к другу, как части единого целого. Такой системой является совокупность фигур, производных правильного овоида (рис. 2 б). В плоскостном выражении он представляет собой комплекс взаимно переходящих друг в друга дуг, имеющих определенные фиксированные параметры. Спецификой внутренней структуры правильного овоида является то, что центры всех дуг лежат на базовой окружности. Приняв размеры последней за единицу, мы получаем целую систему отношений, которые могут иметь статус индексов формы. Проблема заключается в выборе минимального их количества. Мы исходили из того, что индекс, как отношение двух параметров, несет информацию о какой-то одной части овоида. Следовательно, количество частей (и индексов) должно быть таким, чтобы получилось целое. Кроме этого, на наш взгляд, численное значение индекса, с одной стороны, должно быть связано с названиями форм яиц и их классификацией, а с другой – давать возможность геометрически воспроизводить ту форму, которую оно описывает. Мы считаем, что таким требованиям отвечают следующие индексы.

Индекс инфундикулярной зоны (I_{iz}):

$I_{iz} = r_i / D$, где r_i – радиус инфундикулярной дуги, D – диаметр яйца.

Этот индекс связан с делением форм яиц на типы: симметрические, моноасимметрические и биасимметрические. Он колеблется в пределах $0 < I_{iz} < 0,5$. Значения $0,482 < I_{iz} \leq 0,5$ являются критерием моноасимметрических яиц. Другие его значения свойственны для симметричных и биасимметрических форм.

Второй индекс связан с разделением форм яиц на классы по их длине. Потенциальная длина овоида задается размерами латеральных дуг. В связи с этим, в качестве критерия можно использовать индекс латеральных дуг (I_{lz}):

$I_{lz} = r_l / D$, где r_l – радиус латеральной дуги, D – диаметр яйца.

Для системного анализа в большей мере подходит традиционный индекс удлиненности (I_{el}):

$$I_{el} = L/D$$

Как выяснилось, при диаметре овоида, равном единице, латеральные дуги образуют с ним следующие взаимосвязи. При радиусе в $0,75D$ пересечение дуг между собой происходит на расстоянии между точками равным $\sqrt{2}$. При радиусе, равном диаметру, это расстояние составляет $\sqrt{3}$, при $1,25D$ – $\sqrt{4} = 2$, при $1,5D$ – $\sqrt{5}$. Приведенные корни квадратные являются пределами значений для четырех классов (коротких, нормальных, удлиненных, длинных) симметрических и биасимметрических овоидов. Для моноасимметрических овоидов эти значения будут равны, соответственно: $(1+\sqrt{2})/2 = 1,207$; $(1+\sqrt{3})/2 = 1,366$; $(1+\sqrt{4})/2 = 1,5$; $(1+\sqrt{5})/2 = 1,618$.

Следующим индексом является индекс клоакальной зоны (I_{cz}):

$I_{cz} = r_c / D$, где r_c – радиус клоакальной дуги, D – диаметр яйца.

Согласно геометрии овоида его окончательное формирование осуществляется за счет замыкания латеральных дуг клоакальной дугой. Следовательно, этот индекс можно использовать для разделения форм яиц на семейства (мелкорациусные, среднерациусные, крупнорациусные) и роды (максимально, типично и минимально, соответственно, мелкорациусные, среднерациусные, крупнорациусные).

Кроме упомянутых, мы предлагаем еще один системный индекс, отражающий характер взаимодействия дуг овоида, названный нами обобщающим (I_{sum}):

$$I_{sum} = (r_c + b)(b + r_i) / bL,$$

где r_c и r_i радиусы дуг клоакальной и инфундикулярной зон. Значение b вычисляется по простой формуле: $b = L - (r_c + r_i)$.

По своей природе этот индекс является двойным отношением или вурфом. Он впервые был внедрен С.В.Петуховым [11] для характеристики гармоничности трехчленных кинематических блоков конечностей животных. Идея внедрения этого индекса для характеристики яиц возникла у нас во время исследований вурфов конечностей млекопитающих и птиц [7].

Расчеты, проведенные для 500 скелетов различных млекопитающих и птиц, показали существование связи численных значений вурфа с количеством функций, выполняемых конечностями. Оказалось, что наличие пропорций в соотношениях звеньев наблюдаются у полифункциональных (универсальных), а их отсутствие – у специализированных конечностей. На наш взгляд, можно провести аналогию между блоками конечностей и дугами овоида. Последние, пребывая в замкнутой структуре, подвергаются сопряженной связи, в результате чего изменения размеров одних дуг вызывают соответствующие изменения других дуг. Изменчивость дуг порождает различные их комбинации, результатом которых является многообразие форм яиц. Каждая из них по-разному представлена в природе. Одни формы встречаются у большого количества птиц (соколообразные, курообразные, воробьинообразные), другие – реже (подотряд кайры ржанкообразных). Как выяснилось, форма яиц первой группы приближается к правильному овоиду (рис. 2 б). По всем параметрам этот овоид является усредненной формой. Как известно, синонимом усредненности (уравновешенности, согласованности) является гармония. Последняя представляет собой способ достижения компромисса во взаимодействии разнородных частей целого. Яйцо является превосходным примером такого компромисса. Например, с одной стороны, его скорлупа должна быть достаточно толстой, чтобы удерживать содержимое, выдерживать массу насиживающей птицы и не разбиваться при переворачиваниях. С другой – она должна быть тонкой, чтобы птенец смог ее проломить во время вылупления. Согласованность дуг, наблюдаемая в правильном овоиде, делает яйцо универсальным в самых различных направлениях. Такое яйцо имеет максимальную прочность скорлупы при минимальной ее толщине, компактно укладывается в кладке. В нем плавно и равномерно осуществляется распределение нагрузок, температур, диффузионных процессов и пр. Такое яйцо удовлетворительно отвечает требованиям процесса инкубации в самых различных экологических условиях и т.д.

Учитывая вышеизложенное, обобщающий индекс формы правильного овоида ($I_{sum}=1,227$) можно принять за эталон универсальности. Другие показатели характеризуют степень отклонения от исходной формы. Значения, приближающиеся к единице, характеризуют удлиненные и мелкорadiusные яйца (кулики, кайры). Показатели, уходящие далеко за пределы эталона (в сторону увеличения), свойственны яйцам коротким крупнорadiusным (совы, соколообразные).

Наряду с индексами формы, проводилось вычисление объема и площади поверхности. Учитывая важность упомянутых характеристик яйца, мы разработали упрощенную модель получения исходных данных и их обработки. Она базируется на том, что с математической точки зрения, яйцо является телом вращения, получаемое оборотом кривой вокруг своей оси. Исходя из этого, любую его форму можно описать задав вид этой кривой $y(x)$ в декартовой системе координат. Проблема заключается в выборе количества необходимых параметров, для максимально адекватного описания. В качестве такого минимума мы предлагаем использовать упоминаемые выше radiusы дуг трех окружностей (инфундибулярной, латеральной и клоакальной) и базовую окружность, диаметр которой мы принимаем за единицу. Более точная аппроксимация достигается дугами эллипса, однако не столь значимое увеличение точности сопровождается пятикратным увеличением сложности описания.

Для нахождения объема яйца, форма которого задана функцией $y(x)$, используется интеграл:

$$V = \int_{x_1}^{x_2} \pi y^2(x) dx,$$

а для вычисления площади поверхности - уравнение:

$$S = 2\pi \int_{x_1}^{x_2} y(x) \sqrt{1 + y'^2(x)} dx.$$

Безусловно, для биологов подобные алгебраические выражения затруднительны в использовании. Поэтому лучше всего использовать компьютерные программы типа Grapic Converter и Applescript [19]. Нами совместно с С. М.Шелестюком, Б.А. Троценко и А.А. Демченко¹ на языке программирования C# была разработана программа, которая позволяет по фотогафии яйца осуществлять необходимые замеры и вычисления. Результаты работы в автоматическом режиме передаются в специально разработанный программный комплекс (VBA + Microsoft Office Acces) управления базами данных.

Работа проводится в следующей последовательности. После получения снимков их необходимо обрезать с помощью какой-либо из программ (Adobe Photoshop CS, CorelDraw, Microsoft Office Picture Manager).

¹ Указанным лицам автор выражает искреннюю благодарность за помощь в создании программ.

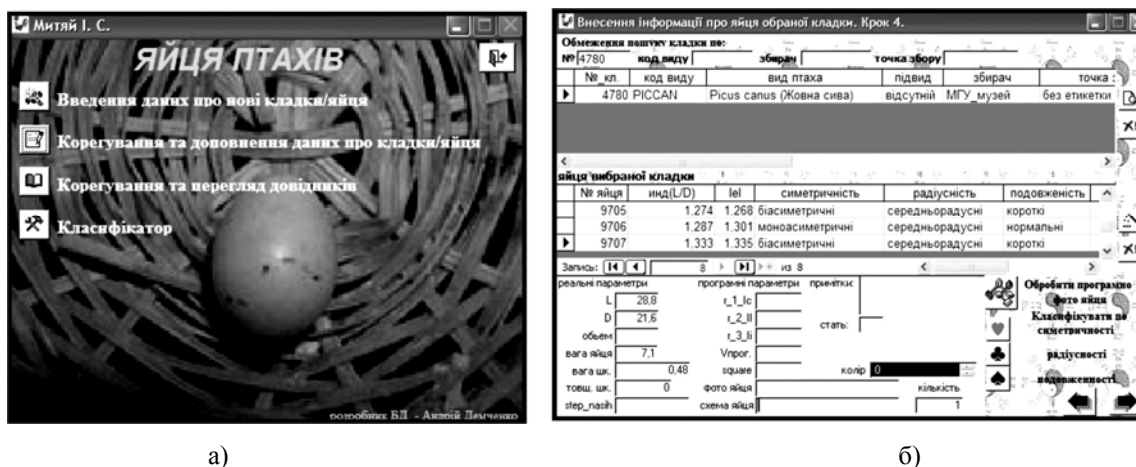
Если фотографии имеют не четкие границы перехода от изображения яйца к фону, осуществляется необходимое ретуширование. Дальнейшие действия зависят от возможностей каждого исследователя. При отсутствии вышеупомянутой программы анализ можно сделать в ручном режиме. В этом варианте необходимые замеры (радиусы дуг овоидов) осуществляются в CorelDraw. Затем данные переносятся в Microsoft Office Excel. Один из вариантов вычислений может иметь следующий вид (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	Программа		расчетов							№ n/n	L	D	L/D	lel	lcz	llz	liz	W	S	V	V/S	(V/S)/L
2			x ₁ = -0,5	V ₁ = 0						1	35	30	1,167	1,167	0,333	0,75	0,5	1,428	3,445	0,596	0,173	0,1482
3	r ₁ =	0,293	y ₁ = 0	V ₂ = 0,8						2	36	30,5	1,187	1,187	0,187	0,75	0,5	1,156	3,452	0,597	0,173	0,1457
4	r ₂ =	1	x ₂ = 0	V ₃ = 0						3	37	30,6	1,2	1,2	0,2	0,75	0,5	1,172	3,452	0,597	0,173	0,1441
5	r ₃ =	0,293	y ₂ = -0,5							4	38	30,7	1,25	1,25	0,375	1	0,5	1,4	3,673	0,645	0,176	0,1405
6			x ₃ = 0,5	S ₁ = 0,2						5	40	30,8	1,293	1,293	0,293	1	0,5	1,227	3,704	0,655	0,177	0,1368
7			y ₃ = 0	S ₂ = 4						6	41	30,9	1,333	1,333	0,167	1	0,5	1,094	3,719	0,657	0,177	0,1325
8	D =	1		S ₃ = 0,2						7	52	40	1,3	1,3	0,4	1,25	0,5	1,385	3,837	0,69	0,18	0,1383
9			x ₁ = -0,7							8	54	40,1	1,344	1,344	0,344	1,25	0,5	1,25	3,896	0,701	0,18	0,1339
10			x ₂ = 0,71							9	57	40,2	1,427	1,427	0,214	1,25	0,5	1,105	3,948	0,708	0,179	0,1257
11										10	56	40,3	1,38	1,38	0,418	1,5	0,5	1,335	3,955	0,719	0,182	0,1317
12			x ₁ = -0,8							11	56	40,4	1,383	1,383	0,383	1,5	0,5	1,279	4,028	0,733	0,182	0,1316
13	V =	0,787	x ₂ = 0,79							12	61	40,5	1,5	1,5	0,25	1,5	0,5	1,111	4,145	0,753	0,182	0,1211
14	S =	4,267								13	63	40,6	1,558	1,558	0,139	0,86	0,5	1,048	4,173	0,756	0,181	0,1163
15	V/S =	0,184								14	65	40,7	1,586	1,586	0,098	0,73	0,5	1,032	4,178	0,756	0,181	0,1141
16	W =	1,054								15	65	40,8	1,586	1,586		0,79	0,5	1,054	4,267	0,787	0,184	0,1163

Рис. 3. Внешний вид программы по вычислению параметров яиц в «ручном» режиме:

A-F – вычислительная часть; G-M – информационная часть.

Автоматический вариант сводит к минимуму как получение, так и обработку данных. На первом этапе осуществляется ввод исходных данных (рис. 4).



а)

б)

Рис. 4. Внешний вид панели управления базами данных:

а) основные блоки программы; б) панель для внесения исходных данных.

Он включает в себя название вида, его систематическое положение, дату и место сбора, биотоп, количество яиц в кладке, первичные данные о каждом яйце (длина, диаметр, масса) и т.д. Ввод линейных параметров не обязателен. Эти промеры могут быть получены компьютерным способом, при предварительном введении масштаба фотографии. Однако присутствие этих данных позволяет контролировать возможные ошибки как в самих промерах, так и в компьютерной обработке. Следующий этап – введение фотографий для анализа. Снимки, полученные в природе или музее, как и в первом случае, предварительно подготавливают. Во время введения фотографий для сканирования для каждой из них программа высвечивает изображение яйца с обведенными контурами. Это позволяет осуществлять визуальный контроль за ходом сканирования. Затем программа графически делит овоидный профиль на две симметрические части и анализирует его по трем участкам (клоакальному, латеральному и инфундибулярному).

После этого вычисляется 4 индекса формы, объем и площадь поверхности. По окончании на экране появляются результаты сканирования: профиль с обведенными контурами и осью симметрии, рисунок дуг, его образующих, и результаты расчетов (рис. 5, а). Параллельно с этим идет автоматическая передача результатов в базу данных (рис. 5, б).

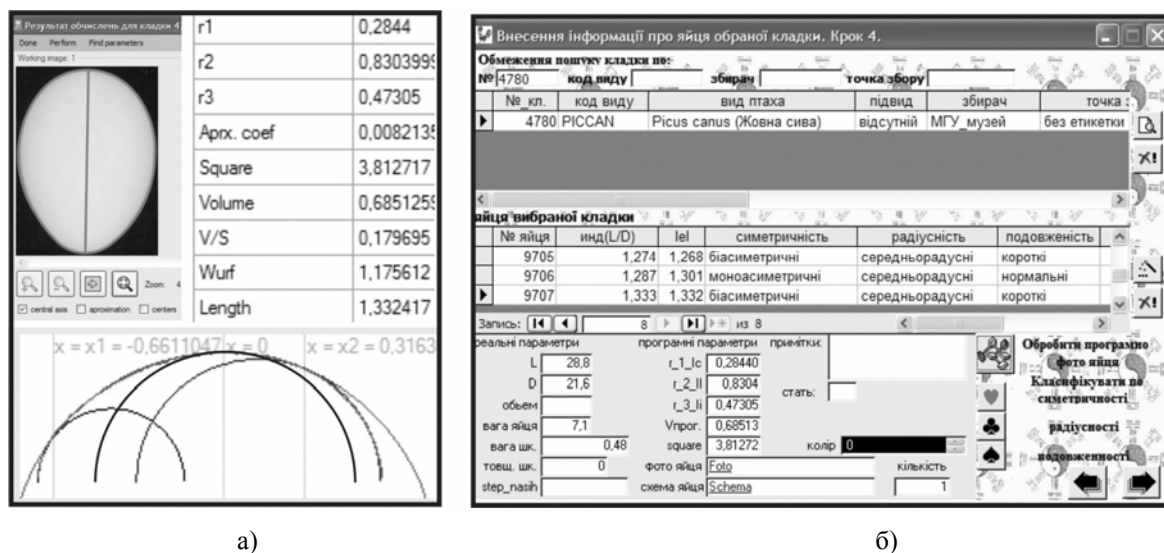


Рис. 5. Внешний вид результатов сканирования (а) и панели с окончательными данными (б).

Для проверки разработанных нами программ был осуществлен параллельный анализ 30 яиц кур. После фотографирования по описанной выше методике были сделаны промеры линейных, объемных и массовых показателей. Затем в ручном и программном режиме осуществлены необходимые расчеты. Сравнение данных дало положительные результаты (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика замеренных, компьютерных и расчетных данных.

№ п/п	Замеренные параметры			Расчетные параметры		Компьютерные параметры	
	Длина	Диаметр	Объем	Индекс (I_{el})	Объем	Индекс (I_{el})	Объем
1	55,1	44,2	55,0	1,247	54,8	1,229	54,2
2	58,4	44,7	59,0	1,306	59,4	1,272	58,3
3	60,3	44,1	59,0	1,367	59,7	1,347	59,9
4	55,8	42,7	52,5	1,307	51,8	1,301	52,4
5	59,3	44,1	59,5	1,345	58,7	1,337	59,5
6	60,8	44,1	61,0	1,379	60,2	1,376	60,9
7	56,6	43,8	56,0	1,292	55,3	1,282	56,0
8	62,4	45	64,0	1,387	64,3	1,369	63,9
9	56,5	42,9	54,0	1,317	52,9	1,331	54,4
10	62,5	45,8	65,5	1,365	66,7	1,337	65,8
11	56,6	42,7	54,0	1,326	52,5	1,309	52,7
12	57,2	43,5	54,8	1,315	55,1	1,317	56,5
13	59,7	42,8	57,1	1,395	55,7	1,395	55,9
14	58,4	42,8	55,5	1,364	54,5	1,358	54,6
15	58,2	45,3	61,0	1,285	60,8	1,290	61,5
16	59,2	44,9	60,0	1,318	60,7	1,292	60,0
17	60	46	65,5	1,304	64,6	1,303	65,6
18	55,6	42,3	52,5	1,314	50,6	1,312	51,4
19	55,5	44,6	57,1	1,244	56,2	1,220	56,1
20	57,2	43,8	55,5	1,306	55,9	1,271	54,9
21	58,5	43,5	57,1	1,345	56,3	1,328	56,6
22	62,8	44,5	65,6	1,411	63,3	1,414	64,3
23	57,9	45,8	63,9	1,264	61,8	1,269	62,7
24	53,8	43,5	55,2	1,237	51,8	1,248	53,4
25	59,3	45,7	65,9	1,298	63,0	1,296	64,3
26	54,6	44,6	57,1	1,224	55,3	1,217	55,8
27	57,9	43,2	57,8	1,340	55,0	1,349	56,3
28	60,8	45	64,0	1,351	62,7	1,356	63,6
29	58,3	44,8	62,0	1,301	59,6	1,307	62,1
30	57,2	43,9	58,5	1,303	56,1	1,310	57,5
Сред.	58,2±0,425	44,2±0,189	58,9±0,758	1,319±0,009	58,4±0,778	1,311±0,009	57,8±0,787

Кроме перечисленных характеристик, благодаря полученным данным, представляется возможность получить еще очень важные морфологические критерии яиц такие, как: плотность (отношение массы к объему) и отношение объема к площади поверхности. Первый показатель характеризует качество содержимого яйца. Второй - имеет отношение к его количеству и терморегуляторным и газообменным процессам. Общеизвестно, что наиболее качественными в инкубационном отношении будут те яйца, у которых этот показатель будет максимальным. В этом случае развивающийся эмбрион будет максимально обеспечен всем необходимым, а малая площадь поверхности выступит залогом медленного остывания яйца во время вынужденного отсутствия насиживающей птицы в гнезде. Кроме упомянутых, мы предлагаем использовать еще один индекс, вычисляемый делением объема на произведение площади поверхности и длины. Другими словами, этот показатель получается делением отношения объема к площади поверхности на длину. В результате мы получаем безмерный относительный критерий, который показывает какое отношение объема к площади поверхности наблюдается в каждом яйце на единицу длины. Следовательно, при прочих равных, более качественными будут те яйца, у которых этот показатель больше.

ВЫВОДЫ

1. Разобщенность зарубежных и отечественных методик внесла определенный произвол в ооморфологию птиц, который можно преодолеть посредством внедрения системного подхода в исследованиях птичьих яиц.
2. Системность обеспечивается единством алгебраических и геометрических приемов в процессе исследования структуры модельного объекта. В качестве последнего наиболее конструктивным является использование овоида, изменение параметров которого создает системное единство фигур-эталонов, служащих своеобразными прообразами реальных яиц.
3. Для характеристики яиц наиболее качественными являются индексы формы, вычисляемые по структурным параметрам яйца (радиусы дуг, формирующих овоид), а также объем, плотность, и площадь поверхности, а также индексы, вычисленные по их исходным данным.
4. Для упрощения процесса сбора и обработки материала необходимо использовать цифровую фототехнику и компьютерные программы существующего образца или написанные специально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве / М. Гика. – М.: Изд-во Все. акад. арх., 1936. – 250 с.
2. Климов С.М. Форма яйца птиц и метод ее расчета / С.М. Климов // Современные проблемы оологии. Материалы I Международной конференции стран СНГ. – Липецк, 1993. – С. 63-65.
3. Комаров И.Ф. Определение объема птичьих яиц в полевых условиях / И.Ф. Комарова // Современные проблемы оологии. Материалы I Международной конференции стран СНГ. – Липецк, 1993. – С. 81-83.
4. Костин Ю.В. О методике ооморфологических исследований и унификации описаний оологических материалов / Ю.В. Костин // Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов: сб. науч. ст. Ч. 1. – Вильнюс, 1977. – С. 14-22.
5. Мельников М.В. Изучение пространственной структуры колоний птиц на основе оологических показателей / М.В. Мельников // Актуальные проблемы оологии. Материалы II Международной конференции стран СНГ. – Липецк, 1998. – С. 10-12.
6. Митяй И.С. Новая методика комплексной оценки формы яйца / И.С. Митяй // Бранта. – 2003. – Вып. 6. – С. 179-192.
7. Митяй И.С. Использование пропорций и вурфов в качестве критериев оценки функционального значения скелета животных / И.С. Митяй // Матер. межд. конф. – Одесса, 2005. – С. 187-190.
8. Митяй И.С. Закономерности образования овоидных форм и их классификация / И.С. Митяй // Развитие современной орнитологии в Северной Евразии: Труды XII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. – С. 77-95.
9. Митяй И.С. Системний підхід в дослідженнях форми яєць птахів / І.С. Митяй // Науковий вісник Ужгородського університету, серія Біологія. – 2008. – Вип. 23. – С. 87-92.
10. Мяндр Р. Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц / Р. Мяндр. – Таллин: Валгус, 1988. – 195 с.
11. Петухов С.В. Биомеханика, бионика и симметрия / С.В. Петухов. – М.: Наука, 1981. – 240 с.
12. Романов А.Л. Птичье яйцо / А.Л. Романов, А.И. Романова. – М.: Пищепромиздат, 1959. – 620 с.

13. Тарасов В.А. Прибор для измерения объема птичьего яйца и его использование для изучения некоторых сторон биологии гнездования птиц / В.А. Тарасов // Гнездовая жизнь птиц. – Пермь: ПГПИ, 1977. – С. 47-49.
14. Татаринкова И.П. К методике определения формы яиц / И.П. Татаринкова // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование. Тезисы докладов I-го съезда Всесоюзного орнитологического общества Ч. II. – Л, 1986. – С. 274-275.
15. Черничко И.И. Косвенный метод вычисления объема яиц у колониально гнездящихся ржанкообразных птиц / И.И. Черничко, В.Н. Чичкин // Бранта. – 1999. – Вып. 2 – С. 159-165.
16. Baker D.E. A geometric method for determining shape of bird eggs / D.E. Baker // The Auk. – 2002. – Vol. 119 – P. 1179-1186.
17. Barth E.K. Calculation of egg volume based on loss of weight during incubation / E.K. Barth // The Auk. – 1953. – Vol. 70 – P. 151-159.
18. Bergtold W.H. Egg weights from egg measurements / W.H. Bergtold // The Auk. – 1929. – Vol. 46 – P. 466-473.
19. Bridge E.S. Measuring egg size using digital photography: testing Hoyt's method using Florida Scrub-Jay eggs / E.S. Bridge, R.K. Boughton, R.A. Aldredge, T. E. Harrison, R. Bowman, S.J. Schoech // Journal of Field Ornithology. – 2007. – Vol. 78 - P. 109-116.
20. Brooke C.B. Egg volumes and incubation periods / C.B. Brooke // The Auk. – 1940. – Vol. 57 – P. 44-60.
21. Führer-Nagy G. Mathematical modeling of bird egg curves / G. Führer-Nagy // Termeszettudományi Hivatal. – Aquila. – 2002. – Vol. 107-108. – P. 67-73.
22. Hoyt D.F. The effect of shape on the surface-volume relationships of birds eggs / D.F. Hoyt // The Condor. – 1976. – Vol. 78 – P. 343-349.
23. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs / D.F. Hoyt // The Auk. – 1979. – Vol. 96 – P. 73-77.
24. Loftin R.W. A device for measuring egg volumes / R.W. Loftin, R.D. Bowman // The Auk. – 1978. – Vol. 95 – P. 190-192.
25. Mallock A. The shapes of birds' eggs / A. Mallock // Nature. – 1925. – Vol. 116. – P. 311-312.
26. Monus F. Repeatability analysis of egg shape in a wild tree sparrow (passer mont anus) population: a sensitive method for egg shape description / F. Monus, Z. Barta // Acta zool. Hung. – 2005. – Vol. 51 – P. 151-162.
27. Narushin V.G. Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth // Poultry Science. – 2005. – Vol. 84 - P. 482-484.
28. Paganelli C.V. The avian egg: surface area, volume, and density / C.V. Paganelli, A. Olszowka, A. Ar. // The Condor. – 1974. – Vol. 76 – P. 319-325.
29. Preston F.W. The shapes of birds egg / F.W. Preston // The Auk. – 1953. – Vol. 70 – P. 160-182.
30. Preston F.W. Shapes of birds eggs: extant north american families / F.W. Preston // The Auk. – 1969. – Vol. 86 – P. 246-264.
31. Schonwetter M. Handbuch der Oologie / M. Schonwetter // Lieferung 1. – Berlin, 1960. – P. 7-8.
32. Shufeldt R.W. On the Scientific Photography of Birds Eggs / R.W. Shufeldt // The Condor. – 1900. – Vol. 2 – P. 75-78.
33. Tatum J.B. Egg volume / J.B. Tatum // The Auk. – 1975. - Vol. 92 – P. 576-580.
34. Tatum J.B. Area-volume relationship for a bird's egg / J.B. Tatum // Short Communications. – 1976. – P. 129-131.
35. Worth C.B. Egg volumes and incubation periods / C.B. Worth // The Auk. – 1940. – Vol. 57 – P. 44-60.

РЕСПИРАТОРНЫЕ РЕАКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ БОЛЬШОГО ЯДРА СРЕДИННОГО ШВА КРЫС

Орлова А.О., аспирант

Самарский государственный университет

В острых опытах на наркотизированных крысах изучены реакции инспираторных мышц и паттерна дыхания в зависимости от координат и параметров локальной электростимуляции большого ядра срединного шва продолговатого мозга. Установлено тормозное влияние на амплитудные параметры и активирующее – на частотно-временные показатели дыхания.

Ключевые слова: большое ядро срединного шва, регуляция дыхания, электростимуляция.

Орлова А.О. РЕСПИРАТОРНІ РЕАКЦІЇ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ ВЕЛИКОГО ЯДРА СЕРЕДИННОГО ШВА ЩУРІВ / Самарський державний університет, Росія

У гострих дослідах на наркотизованих щурах вивчені реакції інспіраторних м'язів і патерну дихання залежно від координат і параметрів локальної електростимуляції великого ядра срединного шва довгастого мозку. Встановлений гальмівний вплив на амплітудні параметри та активуючий – на частотно-часові показники дихання.

Ключові слова: велике ядро срединного шва, регуляція дихання, електростимуляція.

Orlova A. O. RESPIRATION REACTIONS IN ENVIRONMENT OF ELECTROSTIMULATION OF NUCLEUS OF MIDDLE SEAM OF RATS / Samara state University, Russia

In sharp experiences on anesthetized rats reactions inspiration muscles and a pattern of breath depending on coordinates and parameters of local electrostimulation of the nucleus raphe magnus are studied. Brake influence on peak parameters and activating - on time-and-frequency parameters of breath is established.

Key words: nucleus of middle seam of rats, regulation of breath, electrostimulation.

ВСТУПЛЕНИЕ

Система регуляции дыхания обеспечивает оптимальный уровень напряжения газов в крови и тканях и участвует в обеспечении постоянства внутренней среды организма. Поддержание режимов функционирования дыхательного центра как устойчивой и динамичной системы достигается благодаря поступлению к респираторной нейронной сети различных внешних управляющих команд, интеграция которых между собой и с клеточными компартментами данной сети осуществляется при непосредственном участии нейротрансмиттеров. Своей особой значимостью выделяется серотонин или 5-гидрокситриптамин (5-НТ), способствующий модуляции активности респираторных мотонейронов и приспособлению функции дыхания к широкому кругу изменений условий существования организма. Серотонинергическая нейромедиаторная система представлена нейронами образующими четыре клеточные группы В1, В2, В3 и В7 в районе срединных ядер шва ствола головного мозга.

Большое ядро (БЯ) относится к группе В3 [1]. В расположенных здесь нейронах помимо серотонина обнаруживаются сосуществующие с ним нейропептиды - субстанция Р и тиролиберин. БЯ имеет проекции к гипоталамическим ядрам, центральному ядру миндалины, висцеральным и соматическим моторным ядрам ствола мозга, парабрахияльному ядру, супрахиазматическому ядру, ядру Келикера-Фьюза, комплексу Бетцингера, комплексу пре-Бетцингера, вентральной и дорсальной дыхательным группам [3, 5], что обуславливает его участие в регуляции поведенческих реакций и различных функций организма, в том числе и дыхательной [2, 4, 7]. При этом в БЯ были идентифицированы дыхательные нейроны, установлена хемочувствительность серотонинергических клеток к CO_2 [11, 10, 8].

Выделяют две субпопуляции нейронов шва с противоположными реакциями при изменении рН. Активность одних клеток стимулируется ацидозом, а других - ингибируется. Эти два типа нейронов обеспечивают возможность модуляции дыхания противоположной направленности [9]. Известно, что серотонинергические нейроны БЯ участвуют в защитных дыхательных рефlekсах, аспирационном рефlekсе, модуляции дыхательной реакции при гиперкапнии и гипоксии. Нарушения серотонинергической системы являются причиной синдрома внезапной смерти младенцев [6].

В ранее выполненных работах показано, что электрическое или химическое раздражение БЯ может вызывать противоположные респираторные реакции.

При этом до настоящего времени не был проведен систематический анализ особенностей изменений различных показателей паттерна дыхания и биоэлектрической активности инспираторных мышц в зависимости от координат локальной стимуляции БЯ и параметров электрического тока, что и определило цель настоящего исследования.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты проводились на 28 взрослых нелинейных крысах обоих полов массой 180-250 г. Животных наркотизировали уретаном (1,5 г/кг внутривенно). Во всех экспериментах крысы дышали атмосферным воздухом. Паттерн дыхания регистрировали методом спирографии. Для этого использовали электронный спирограф с монотетраметрическим датчиком давления. На полученных спирограммах оценивали дыхательный объем (V_t , мл), длительность инспираторной (T_i , с) и экспираторной (T_e , с) фаз дыхательного цикла, длительность всего дыхательного цикла (T_t , с). Дополнительно рассчитывали частоту дыхания ($f = 60 / T_t$, мин⁻¹) и минутный объем дыхания ($V = f \cdot V_t$, мл/мин). Калибровку дыхательного объема производили в конце каждого опыта. Параллельно с паттерном дыхания регистрировали биоэлектрическую активность диафрагмы и наружных межреберных мышц (VI–VIII межреберье) с правой стороны тела животных с помощью стальных игольчатых электродов биполярным способом. На полученных электромиограммах рассчитывали длительность залпов активности (с), длительность межзалповых интервалов (с) и максимальную амплитуду осцилляций (отн. ед.) в залпах активности инспираторных мышц. Для электростимуляции БЯ применяли биполярный концентрический электрод диаметром 0,02 мм. Введение микроэлектрода в исследуемую структуру осуществляли согласно стереотаксическим координатам атласа мозга крысы (1 точка – Р 9.8, V 10.2, L 0.0; 2 точка – Р 10.3, V 9.9, L 0.0; 3 точка – Р 10.8, V 10.1, L 0.0; 4 точка – Р 11.3, V 10.3, L 0.0). Для раздражения использовали электрический ток (частота 30 и 50 Гц, напряжение 9, 11, 13 и 15 В). Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически с использованием теста ANOVA для повторных измерений, тестов Dunnett's и Tukey. Статистически значимыми считались изменения со значениями $p < 0,05$. Все эксперименты на животных проводили в строгом соответствии с требованиями Женевской конвенции «International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование выявило, что электростимуляция различных четырех точек большого ядра срединного шва приводит к выраженному в той или иной степени уменьшению амплитудных показателей и увеличению частотно-временных параметров дыхания.

Так, при электростимуляции 1 точки БЯ током частотой 30 Гц параметры паттерна дыхания практически не изменялись относительно исходных значений. Ток с частотой 50 Гц приводил к изменению частоты дыхания и времени вдоха, при этом время выдоха и целого дыхательного цикла оставались на прежнем уровне. В ходе эксперимента была отмечена тенденция постепенного уменьшения частоты дыхания и минутного объема дыхания. Время инспирации при этом также сокращалось и максимальные отклонения были зарегистрированы при 13 и 15 В на 37 % и 34 % соответственно ($p < 0,05$; рис. 2.). Дыхательный объем снижался как в условиях электростимуляции с частотой 30 Гц, так и 50 Гц, но статистически достоверные изменения отмечены при воздействии на БЯ током 30 Гц и 9, 11 В на 11 % и 20 % соответственно ($p < 0,05$; рис. 2.). Параметры биоэлектрической активности инспираторных мышц не изменялись при токе 30 Гц. При 50 Гц максимальная амплитуда осцилляций в залпах активности как диафрагмальной мышцы, так и интеркостальных мышц имела тенденцию к небольшому уменьшению. Продолжительность залповой активности диафрагмы и наружных межреберных мышц сокращалась на 28 % и 33 % при 13 В и на 32 % и 31 % при 15 В соответственно ($p < 0,05$; рис. 1.). Время межзалпового интервала диафрагмы и продолжительность межзалпового интервала наружных межреберных мышц характеризовались незначительными отклонениями относительно исходных значений.

Раздражение электрическим током 2 точки БЯ приводило к изменениям показателей паттерна дыхания и биоэлектрической активности инспираторных мышц при 30 и 50 Гц. Была отмечена тенденция к уменьшению частоты дыхания, дыхательного объема, целого дыхательного цикла, времени экспирации и времени инспирации при 30 Гц. В условиях электростимуляции током 50 Гц продолжительность вдоха сокращалась и достигала максимального отклонения на 36 % относительно исходного значения при 15 В ($p < 0,05$). Минутный объем дыхания также снижался, наиболее выраженные изменения зарегистрированы при 50 Гц и 11 В на 36 %, 13 В – на 45 % и 15 В – на 44 % ($p < 0,05$). Максимальная амплитуда осцилляций залповой активности наружных межреберных мышц оставалась неизменной при электростимуляции в настоящих экспериментальных условиях, данный параметр диафрагмы при 30 и 50 Гц имел тенденцию к уменьшению.

Время залповой активности инспираторных мышц изменялось таким же образом при 30 Гц и 50 Гц. Продолжительность межзалпового интервала диафрагмы и интеркостальных мышц в условиях электростимуляции током 30 Гц оставалась на исходном уровне, а при 50 Гц были зарегистрированы незначительные сокращения данного показателя.

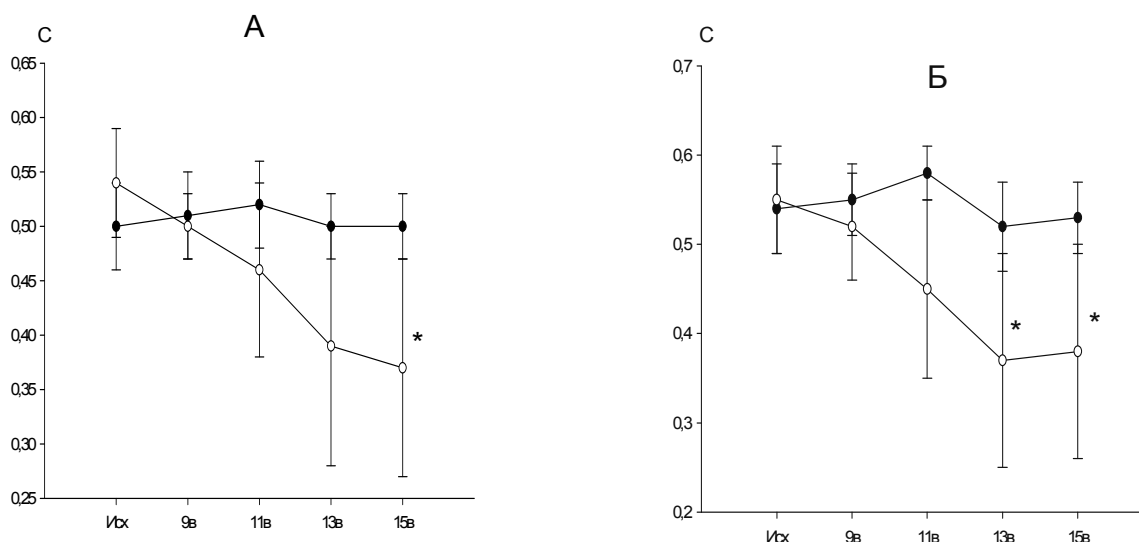


Рис. 1. Изменение длительности залповой активности диафрагмы (А) и наружных межреберных мышц (Б) при электростимуляции большого ядра (—●— 30 Гц; —○— 50 Гц)

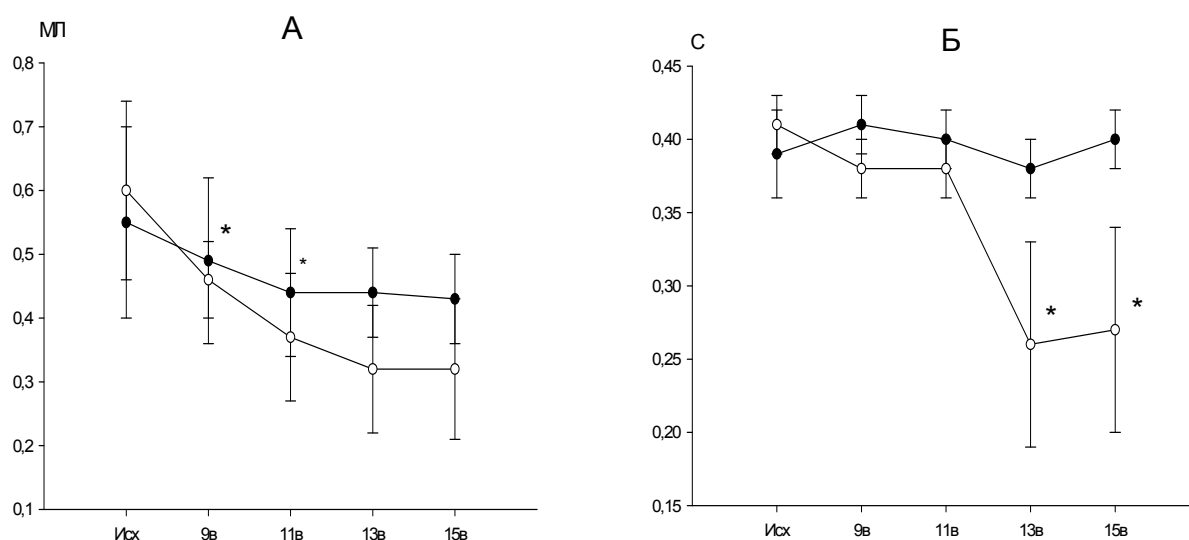


Рис. 2. Изменение дыхательного объема (А) и времени инспирации (Б) при электростимуляции большого ядра (—●— 30 Гц; —○— 50 Гц)

Электростимуляции 3 точки БЯ не выявила статистически значимых отклонений параметров паттерна дыхания и биоэлектрической активности инспираторных мышц. Частота дыхания, дыхательный объем, минутный объем дыхания, продолжительность целого дыхательного цикла, время экспирации и инспирации оставались на исходном уровне в условиях действия 30 Гц, при 50 Гц были отмечены тенденции уменьшения данных показателей, в зависимости от напряжения тока. Максимальная амплитуда осцилляций залповой активности диафрагмы при 30 Гц и 50 Гц постепенно, но незначительно уменьшалась, в зависимости от увеличения напряжения электрического тока. Данный параметр биоэлектрической активности наружных межреберных мышц при действии тока частотой 30 Гц оставался неизменным, а при 50 Гц амплитуда имела тенденцию к сокращению.

Продолжительность залповой активности диафрагмы практически не изменялось при 30 Гц и постепенно уменьшалась, в зависимости от увеличения напряжения тока, при 50 Гц. Этот же параметр интеркостальных мышц и при 30 и при 50 Гц сокращался. Время межзалпового интервала инспираторных мышц при 30 Гц оставалось неизменным, а при 50 Гц были отмечены тенденции к уменьшению данного показателя.

При электростимуляции 4 точки БЯ большинство параметров паттерна дыхания при действии тока частотой 30 Гц оставались на исходном уровне, за исключением минутного объема дыхания, который характеризовался постепенным уменьшением, при этом было зарегистрировано статистически значимое отклонение на 16 % при 11 В ($p < 0,05$). Частота дыхания, дыхательный объем, минутный объем дыхания, время целого дыхательного цикла, время вдоха и выдоха при электростимуляции током 50 Гц имели тенденцию сокращения относительно исходных значений. Максимальная амплитуда осцилляций залповой активности диафрагмальной мышцы при 30 и 50 Гц незначительно уменьшалась, достигая примерно одинакового эффекта при 11, 13 и 15 В. Данный параметр интеркостальных мышц оставался неизменным при действии тока 30 и 50 Гц. Время залповой активности диафрагмы при 30 и 50 Гц имело тенденцию к небольшому сокращению. Продолжительность залповой активности наружных межреберных мышц при 30 Гц практически не изменялась, а в условиях применения тока частотой 50 Гц было отмечено сокращение данного параметра. Время межзалпового интервала инспираторных мышц также характеризовалось тенденцией к уменьшению как при 30 Гц, так и при 50 Гц.

Таким образом, мы можем говорить, что БЯ оказывает модулирующее влияние на дыхание в данных экспериментальных условиях. Известно, что у плодов серотонин увеличивает частоту дыхания, но постепенно интенсивность его влияния на ритмогенератор ослабляется. После рождения возбуждающую роль начинает играть субстанция Р, а кроме того вступают в действие эндогенные катехоламины, проявляющие тормозное влияние на частоту дыхательного ритма. Возможно респираторные эффекты, зарегистрированные в данном исследовании обусловлены взаимодействием нескольких нейротрансмиттеров при активации нейронов БЯ [1].

Кроме того, в экспериментах *in vivo* на кошках со стимуляцией нейронов БЯ показано, что выделяющийся при этом из нервных терминалей эндогенный серотонин вызывает угнетение спонтанной инспираторной активности диафрагмальных мотонейронов. Также существует предположение, что при выделении в небольших количествах эндогенный 5-НТ, стимулирует в респираторной нейронной сети скорость формирования инспираторных разрядов, но одновременно снижает интенсивность инспираторного моторного выхода. Существенно, что в конечном итоге, несмотря на ускорение ритма дыхания, происходит уменьшение его глубины, что и было отмечено в нашей работе.

ВЫВОДЫ

Согласно полученным данным в результате настоящего исследования БЯ оказывает тормозное влияние на амплитудные параметры дыхания, выражающиеся в уменьшении дыхательного объема, минутного объема дыхания и максимальной амплитуды залповой активности инспираторных мышц, и активирующее – на частотно-временные показатели, характеризующиеся уменьшением времени инспирации, экспирации и целого дыхательного цикла, а также сокращением продолжительности залповой активности и межзалпового интервала инспираторных мышц. Кроме того, более выраженные и статистически значимые респираторные реакции были зарегистрированы при стимуляции более ростральных точек БЯ, что позволяет сделать предположение о наличии в данной области ядра большего количества серотонинергических нейронов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведясова О.А. Компартментно-кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих / О.А. Ведясова, В.М. Еськов, О.Е. Филатова. – Самара: Офорт, 2005. – 215 с.
2. Краснов Д.Г. Функциональная роль темного ядра шва (*nucleus raphe obscurus*) в центральных механизмах регуляции дыхания / Д.Г. Краснов, А.Н. Инюшкин // Вестник СамГУ. – 1999. - 4(14) – Р. 151-157.
3. Gargaglioni L.H. The nucleus raphe magnus modulates hypoxia-induced hyperventilation but not anapnoea in rats / L.H. Gargaglioni, N.C. Coimbra, L.G.S. Branco // Neuroscience. Letters. – 2003. - 347(2) – Р. 121-125.
4. Hodges M.R. Transient attenuation of CO₂ sensitivity after neurotoxic lesions in the medullary raphe area of awake goats / M.R. Hodges, C. Opansky, B. Qian // Journal of Applied Physiology. – 2004. - 97(6) – Р. 2303 – 2309.
5. Hornung J-P. The human raphe nuclei and the serotonergic system / J-P. Hornung // Journal of Chemical Neuroanatomy. – 2003. - 26(4) – Р. 331-343.
6. Messier M.L. Inhibition of medullary raphe neurons has age-dependent effects on the CO₂ response in newborn piglets / M.L. Messier, A. Li, E.E. Nattie // Journal of Applied Physiology. – 2004. – 96 – Р. 1909 – 1919.

7. Nucci T.B. Nitric oxide pathway in the nucleus raphe magnus modulates hypoxic ventilatory response but not anapnoea in rats / T.B. Nucci, L.G.S. Branco, L.H. Gargaglioni // *Brain Research*. – 2004. – 1017 – P. 39 – 45.
8. Ribas-Salgueiro J.L. Characterization of efferent projections of chemosensitive neurons in the caudal parapyramidal area of the rat brain / J.L. Ribas-Salgueiro, S.P. Gaytan, J. Ribas // *Brain Research Bulletin*. – 2005. – 66 – P. 235 – 248.
9. Richerson G.B. Chemosensitivity of serotonergic neurons in the rostral ventral medulla / G.B. Richerson, W. Wang, J. Tiwari // *Respiration Physiology*. – 2001. – 129(1-2) – P. 175-189.
10. Taylor N.C. Medullary serotonergic neurones modulate the ventilatory response to hypercapnia, but not hypoxia in conscious rats / N.C. Taylor, A. Li, E.E. Nattie // *J. Physiol.* 2005. – 566(2) – P. 543-557.
11. Wang W. Quantification of the response of rat medullary raphe neurones to independent changes in pH and PCO₂ / W. Wang, S.R. Bradley, G.B. Richerson // *J. Physiol.* – 2002. – 540(3) – P. 951-970.

УДК 575:543.42+539.3

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС И БИОПРОДУКТИВНОСТЬ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

*Отурина И.П., к.б.н., доцент, Малыгина В.Ю., ассистент, Литвинова М.П., ст. преподаватель

**Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского*

Проведен сравнительный спектральный анализ пигментов, выделенных из коллекционных штаммов синезеленых водорослей *Microcystis sp.* и *Nostoc sp.*, определен оптимальный режим их культивирования. Установлено, что в клетках исследованных объектов присутствуют различные фикобилины, особенно велико содержание фикоцианина. Показано, что при переходе от автотрофного к миксотрофному типу питания концентрация фотосинтетических пигментов и биопродуктивность культур значительно возрастают.

Ключевые слова: синезеленые водоросли, фикобилины, биопродуктивность, миксотрофия

*Отуріна І.П., Малигіна В.Ю., Литвінова М.П. ВПЛИВ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ НА ПІГМЕНТНИЙ КОМПЛЕКС І БІОПРОДУКТИВНІСТЬ СИНЬОЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ / *Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, Кримський державний медичний університет ім. С.І. Георгіївського, Україна

Проведений порівняльний спектральний аналіз пігментів, виділених з колекційних штамів синьо-зелених водоростей *Microcystis sp.* і *Nostoc sp.*, визначений оптимальний режим їх культивування. Встановлено, що в клітинах досліджених об'єктів присутні різні фікобіліни, особливо великий вміст фікоціаніну. Показано, що при переході від автотрофного до миксотрофного типу живлення концентрація фотосинтетичних пігментів та біопродуктивність культур значно зростають.

Ключові слова: синьозелені водорості, фікобіліни, біопродуктивність, миксотрофія

*Oturina I.P., Malygina V.Y., Litvinova M.P. INFLUENCE OF CULTIVATION CONDITIONS ON THE PIGMENTARY COMPLEX AND BIOPRODUCTIVITY OF BLUE-GREEN ALGAE/ *Taurida National V.I. Vernadsky University, Crimea State Medical Georgievsky University, Ukraine

The comparative spectral analysis of the pigments extracted from collection strains of blue-green algae *Microcystis sp.* and *Nostoc sp.* carried out, the optimum conditions of cultivation was determined. Given research has established that in cells of the investigated objects various phycobilins are present, and content of the phycocyanin is especially great. Furthermore, at the transition from autotrophic to mixotrophic type of nutrition concentration of the basic pigments and bioproductivity of microalgae cultures increase considerably.

Key words: bluegreen algae, phycobilins, bioproductivity, mixotrophy

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений современной биотехнологии является получение специфических веществ с уникальными биофизическими свойствами на основе методов культивирования различных

микроорганизмов. Так, фотосинтетически активные пигменты фикобилипротеины, обнаруженные в синезеленых, красных и криптофитовых водорослях, могут применяться как эффективные противовоспалительные средства, антиоксиданты и красители [8]. Представитель фикобилинов – R-фикоэритрин успешно используется в качестве иммуофлуоресцентной метки в проточной цитофлуорометрии для одновременного обнаружения двух и более антигенов клеточной поверхности [4]. Этот белок-пигмент традиционно получают из морских красных водорослей, сбор которых зачастую носит сезонный характер и зависит от штормовых выбросов, что затрудняет выделение данного соединения. Для двухцветного окрашивания клеток возможно также использование антител, меченных фикоэритрином-С и фикоцианином-С. Эти пигменты содержатся в клетках синезеленых водорослей, выращивание которых можно осуществлять в условиях интенсивного лабораторного культивирования [7]. Качественный состав и содержание пигментов в клетках микроводорослей существенно изменяются в зависимости от условий освещения, а также наличия в среде разнообразных веществ, определяющих энергетические и конструктивные процессы внутриклеточного метаболизма [2]. Целью данной работы явилось исследование спектральных характеристик пигментного комплекса и биопродуктивности представителей двух классов синезеленых водорослей, культивируемых на разных питательных средах и при различных условиях углеродного питания и светового режима.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Синезеленые водоросли (*Cyanophyta*) – одна из обширных и наиболее богатых формами группа фотосинтезирующих прокариотов. К этому отделу относятся одноклеточные, колониальные и нитчатые водоросли, широко распространенные в почвах, водоемах и других биотопах. Для них характерно полное отсутствие жгутиковых стадий и полового процесса, а также дифференцированного ядра и органелл, полностью ограниченных мембранами [1].

Объектами настоящего исследования явились *Nostoc* sp. – представитель класса Гормогониевые (*Hormogoniophyceae*) порядка Ностокальные (*Nostocales*), а также *Microcystis* sp., относящийся к классу Хроококковые (*Chroococcophyceae*), порядку Хроококкальные (*Chroococcales*).

Род *Microcystis* включает 20-25 видов водорослей с шаровидными клетками, беспорядочно расположенными в слизистых колониях. Род *Nostoc* характеризуется слизистыми или студенистыми колониями различных размеров и форм, клетки которых образуют трихомы.

В работе исследованы 14 штаммов *Nostoc* sp. (№№ 1, 2, 3, 5, 8, 12, 13) и *Microcystis* sp. (№№ 4, 6, 7, 9, 10, 11, 14) из Института ботаники им. Н.Г. Холодного (г. Киев).

Посев и выращивание альгологически чистых культур проводили на минеральных средах Громова и Фитцджеральда, отличающихся по компонентному составу, при pH среды 8,0-9,0 и температуре +23-28⁰ С. Микроводоросли культивировали при искусственном 12-ти часовом освещении с интенсивностью 6-8 тыс. люкс. При естественном освещении с интенсивностью более 9-10 тыс. люкс, а также при слабом теневом освещении с интенсивностью 3-4 тыс. люкс микроводоросли погибали.

Пигментный состав водорослей исследовался после механического разрушения клеток и ультразвуковой их дезинтеграции. Спектры поглощения пигментов регистрировали на «Spresol-11». После выделения водорастворимых фикобилинов высаливанием 30% (NH₄)₂SO₄ спектрофотометрически определяли содержание хлорофилла *a*.

Моделирование условий питания микроводорослей: культивирование на среде Громова при 12-часовом световом режиме – фототрофный тип (контрольный вариант); внесение в среду глюкозы в концентрации 0,1-0,2 % при указанном световом режиме – микотрофный тип питания; внесение в среду глюкозы в концентрации 0,1-0,2 % + темнота – гетеротрофный тип. Способность объектов к миксотрофии и гетеротрофии в темноте оценивалась по их продуктивности весовым методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных экспериментов установлено, что из двух испытанных питательных сред наиболее благоприятной для лабораторного культивирования синезеленых микроводорослей *Nostoc* sp. и *Microcystis* sp. явилась среда Громова, в составе компонентов которой присутствуют такие важные микроэлементы, как цинк, марганец и медь, отсутствующие в среде Фитцджеральда.

Синезеленые водоросли, обладая широким набором пигментов, способны наиболее полно по сравнению с другими организмами использовать видимую часть спектра, т.к. их пигментный комплекс, кроме хлорофилла *a* и каротиноидов, включает еще и дополнительные пигменты – фикобилины: синие С- и R-фикоцианины (ФЦ) с характерным максимумом поглощения 620 нм, которые передают поглощенную световую энергию аллофикоцианину (АФЦ) с максимумами 618 и 650 нм, а также красный фикоэритрин-С (ФЭ) с максимумом поглощения при 565 нм. Иногда из водорослей выделяется фикоэритрин с двумя максимумами 542 и 565 нм как результат частичной денатурации в ходе процедур экстракции, а также

фикоэритроцианин, отличающийся физико-химическими и спектральными свойствами: его максимум поглощения – 568-577 нм.

Общепринятым методом выявления пигментов является регистрация спектров поглощения клеточных суспензий или водных экстрактов, однако спектры некоторых фикобилинов могут быть схожими, кроме того, эти пигменты, находящиеся в клетке в малых количествах, могут вообще не проявляться на фоне интенсивного светопоглощения других окрашенных соединений. В связи с этим при выделении этих пигментов их предварительно очищают от балластных белков *in vitro* с последующей регистрацией спектров поглощения.

На начальных этапах исследований проводилось механическое разрушение клеток микроводорослей (растирание со стеклянным порошком, последовательные замораживание при -20°C и оттаивание) с последующим выделением суммарного экстракта белок-пигментных комплексов, но окружающий клетки синезеленых водорослей толстый слизистый чехол затруднял экстракцию пигментов. Использование ультразвукового дезинтегратора позволило произвести полное выделение всего комплекса фотосинтетически активных пигментов, что подтвердилось при регистрации их спектров поглощения. В результате проведенного спектрального анализа полученного экстракта растворимых белков, были выявлены типичные максимумы поглощения при 560, 610-620, 671 нм, свидетельствующие о наличии различных групп фикобилипротеинов (ФЭ, ФЦ, АФЦ). Помимо фикобилиновых пигментов в клеточной суспензии из исследуемых штаммов микроводорослей, выращенных в условиях искусственного освещения, были обнаружены пики поглощения, характерные для каротиноидов и хлорофиллов (415-420, 440, 680 нм).

Для выделения и очистки фикобилинов экстрагированные белки первоначально осаждали 30%-ным $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ до полного насыщения исследуемого раствора. В ходе спектрального анализа полученной надосадочной жидкости выявлено два максимума поглощения: 620-630 нм, характерный для С-фикоцианина, и 560-565 нм – для С-фикоэритрина, что свидетельствует об отсутствии других пигментов, удаленных 30%-ным высаливанием. После 70%-го насыщения экстракта $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в полученных очищенных растворах пигментов выявлены два четких максимума поглощения: 560 нм – для С-фикоэритрина и 620 нм – для С-фикоцианина, практически отсутствовавшие только у штамма № 1 (*Nostoc* sp.).

Чистоту и нативность препаратов фикобилинов из клеток синезеленых водорослей оценивали не только по положению максимумов поглощения в видимой области спектра, но и по соотношению оптической плотности в видимой (500-700 нм) и ультрафиолетовой (300-400 нм) спектральных зонах (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание фикобилинов в клетках микроводорослей *Nostoc* sp. и *Microcystis* sp.

Штаммы	Степень очистки		Содержание пигментов, мг/г сырой биомассы	
	D_{620}/D_{280}	D_{560}/D_{280}	фикоцианин	фикоэритрин
1	$0,09 \pm 0,002$	$0,09 \pm 0,001$	0	0
2	$1,38 \pm 0,080$	$0,18 \pm 0,002$	$0,08 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$
3	$0,11 \pm 0,001$	$0,14 \pm 0,002$	$0,01 \pm 0,001$	$0,02 \pm 0,001$
4	$0,19 \pm 0,004$	$0,23 \pm 0,002$	$0,06 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$
5	$0,28 \pm 0,006$	$0,23 \pm 0,002$	$0,14 \pm 0,002$	$0,04 \pm 0,001$
6	$0,33 \pm 0,002$	$0,29 \pm 0,004$	$0,17 \pm 0,003$	$0,04 \pm 0,001$
7	$0,22 \pm 0,002$	$0,23 \pm 0,002$	$0,03 \pm 0,001$	$0,02 \pm 0,001$
8	$0,30 \pm 0,005$	$0,20 \pm 0,004$	$0,09 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$
9	$0,37 \pm 0,005$	$0,29 \pm 0,003$	$0,13 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$
10	$0,26 \pm 0,003$	$0,28 \pm 0,003$	$0,09 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$
11	$0,16 \pm 0,002$	$0,18 \pm 0,002$	$0,15 \pm 0,003$	$0,03 \pm 0,001$
12	$0,19 \pm 0,002$	$0,13 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,02 \pm 0,001$
13	$0,25 \pm 0,004$	$0,25 \pm 0,004$	$0,11 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$
14	$0,18 \pm 0,001$	$0,21 \pm 0,003$	$0,06 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$

При анализе оптической плотности (D) пигментов после их выделения и очистки 70% (NH₄)₂SO₄ установлено, что показатели D по сравнению с первичным экстрактом снизились, следовательно, в ходе очистки часть пигментов была утрачена. Потери белка составили при этом до 30% от общего его содержания, но степень очистки пигментов от балластных белков возросла в 2-3 раза.

Максимальные значения оптической плотности исследуемого экстракта при 620 нм выявлены у штаммов №№ 5, 13 (*Nostoc* sp.) и 6, 9 (*Microcystis* sp.), что свидетельствует о высоком содержании в них фикоцианина (0,11-0,17 мг/г). Минимальные значения D при 620 нм обнаружены у штаммов №№ 3 (*Nostoc* sp.), 4, 7, 14 (*Microcystis* sp.), что соответствует минимальной концентрации в них данного пигмента (0,0-0,06 мг/г) (табл. 1).

Максимальные значения D тех же экстрактов при 560 нм отмечены у штаммов №№ 4, 8, 13 (*Nostoc* sp.) и у штамма *Microcystis* sp. № 10, что соответствует максимальному количеству С-фикоэритрина (0,05 мг/г) (табл. 1).

Выращивание синезеленых водорослей на средах, содержащих органические вещества, приводит к существенным изменениям их биохимического состава, в частности, содержания белков и углеводов. Для *Cyanophyta* – одной из обширных и наиболее богатых формами групп фотосинтезирующих водных прокариотов – характерно все многообразие типов трофии. В зависимости от минеральных и органических форм усваиваемых водорослями соединений углерода, все многообразие путей трофии объединяет два типа – автотрофный и гетеротрофный, различное сочетание которых проявляется в миксотрофии. Преобладание в метаболизме водорослей того или иного типа питания зависит от биохимической природы организма и регулируется качественным и количественным составом источников углерода, а также уровнем освещенности, поэтому раскрытие механизма воздействия органических веществ на направленность метаболических процессов в фотосинтезирующей клетке – один из важнейших вопросов в познании особенностей миксотрофного обмена.

Отсутствие эффективных методов определения прироста биомассы за счет органических субстратов непосредственно в природных условиях тормозит проведение исследований, которые бы позволили вскрыть истинные масштабы гетеротрофной ассимиляции и обладающее этим типом трофики разнообразие видов альгофлоры. В настоящее время о гетеротрофности водорослей судят на основании результатов физиологических опытов в модельных условиях.

Сравнительный анализ полученных экспериментальных данных показал, что штаммы *Microcystis* sp., особенно №№ 6 и 10, а также *Nostoc* sp. (штамм № 13) при переходе от фототрофного к миксотрофному типу питания накапливали значительную биомассу, показатели которой в 2 раза превышали контрольные значения (рис. 1). Увеличение концентрации глюкозы в среде культивирования с 0,1% до 0,2% интенсифицировало скорость накопления органического вещества. Этот факт согласуется с данными Гусева М.В., Корженевской Т.Г. (1977), согласно которым экзогенные органические вещества, активно включаясь в состав клеточных компонентов синезеленых водорослей, используются преимущественно в процессах конструктивного обмена. Следует отметить, что продуктивность штаммов *Nostoc* sp. была существенно ниже, чем штаммов *Microcystis* sp.

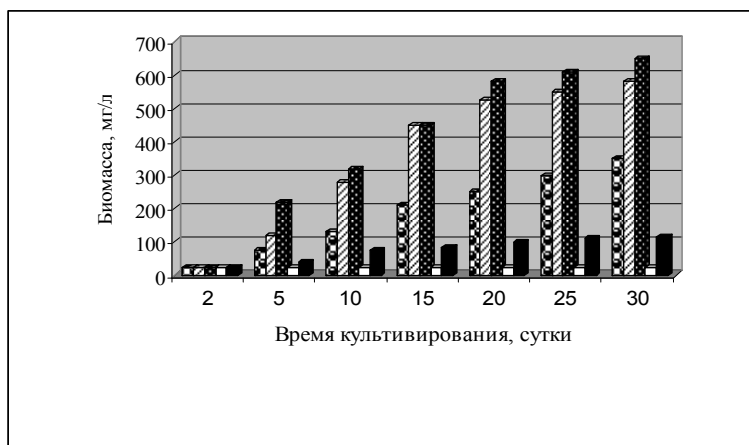
По данным Кузьменко М.И. [5], у значительного количества представителей синезеленых водорослей обнаружена способность к росту в условиях темноты за счет хемоорганогетеротрофии, которая сохранилась благодаря наличию в среде обитания легко усваиваемых органических соединений. Однако, при культивировании исследуемых штаммов *Microcystis* sp. и *Nostoc* sp. отмечено значительное уменьшение биомассы культур не только при выращивании на минеральной среде Громова в темноте (снижение показателя в 2,2-5,2 раза), но и в условиях гетеротрофии: при внесении в питательную среду глюкозы в темноте биомасса штаммов *Microcystis* sp. и *Nostoc* sp. снижалась в 5-8 раз по сравнению с контролем (рис 1; А. Б).

Известно, что многие виды *Cyanophyta*, благодаря гетеротрофной окислительной ассимиляции экзогенных органических соединений, могут расти и осуществлять деление клеток в темноте и при этом сохранять синтез фотосинтетических пигментов. Содержание хлорофилла *a* в условиях миксотрофии в клетках исследуемых микроводорослей было в 1,4-3,0 раза больше, чем в контроле, и возрастало прямо пропорционально содержанию глюкозы в среде (рис. 2).

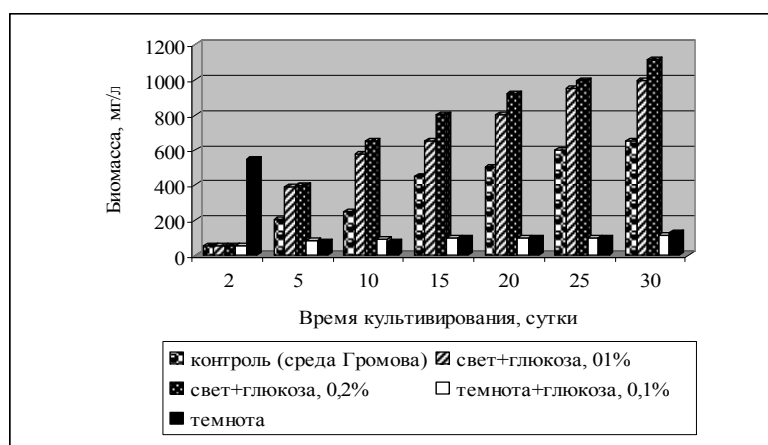
Культивирование микроводорослей в темноте без добавления глюкозы вызывало торможение роста штаммов *Nostoc* sp. и *Microcystis* sp., однако количество хлорофилла *a* в клетках микроводорослей по сравнению с контрольным вариантом снизилось незначительно, следовательно, синтез этого пигмента не прекращался.

Таким образом, образование хлорофилла *a* у синезеленых водорослей не требует света, что подтверждает данные Лебедевой Л.Н. и Жуковой И.А. (1998). Согласно Фомишиной Р.Н. и Лось С.И. (1998), содержание хлорофилла у представителей рода *Nostoc* при культивировании в темноте с глюкозой

сравнимо с миксотрофными вариантами и выше контроля, таким образом, отсутствие света при доступности экзогенных субстратов создает условия для активного роста этих штаммов.



А



Б

Рис. 1. Динамика накопления биомассы *Nostoc* sp., штамм № 13 (А) и *Microcystis* sp., штамм № 6 (Б) при моделировании различных условий питания и освещения

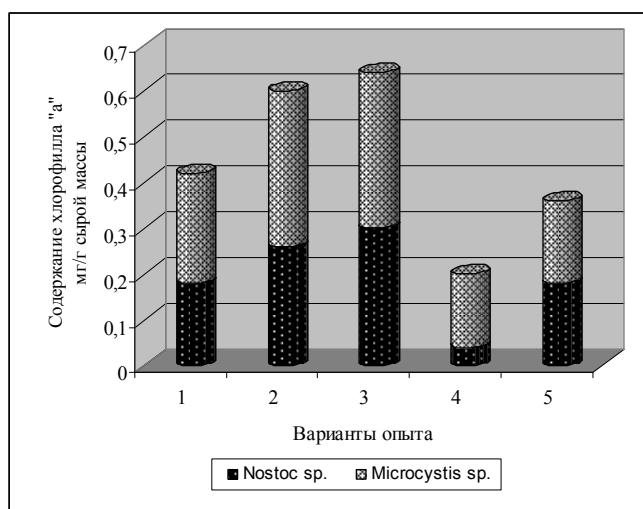


Рис.2. Содержание хлорофилла *a* в клетках 30-суточной культуры синезеленых водорослей при разных режимах культивирования: 1 – контроль (среда Громова); 2 – свет + глюкоза, 0,1%; 3 – свет + глюкоза, 0,2%; 4 – темнота + глюкоза, 0,1%; 5 – темнота.

Однако концентрация хлорофилла *a* в клетках исследуемых штаммов в условиях гетеротрофного питания (темнота + глюкоза, 0,1%) уменьшилась по сравнению со световым контролем в среднем в 4,5 раза, а по сравнению с миксотрофными вариантами – в 6 раз. При культивировании изучаемых объектов в указанных режимах содержание хлорофилла *a* в клетках синезеленых водорослей было очень низким: 0,04-0,16 мг/г (при гетеротрофии) и 0,26-0,34 мг/г сырой массы (при миксотрофии) соответственно. В условиях миксотрофного питания у изученных штаммов микроводорослей изменялась и концентрация дополнительных пигментов фотосинтеза – фикобилинов: у штаммов *Nostoc* sp. данный показатель снижался, а у штаммов *Microcystis* sp. – возрастал.

Таким образом, синезеленые водоросли наряду с накоплением органических соединений, образуемых в ходе фотосинтеза, могут утилизировать растворенные органические вещества, используя их в конструктивных и обменных процессах клеток. Совершенствование методов и проведение более тщательной проверки возможных субстратов у целого ряда видов *Cyanophyta*, известных как облигатные фототрофы, даст возможность выявить способность к накоплению биомассы за счет использования органических веществ в темноте. Установление соотношения авто- и гетеротрофного питания водорослей в различных экологических условиях позволит четко определить количественные показатели трансформации вещества и энергии в водных экосистемах на уровне функционирования альгоценозов, поскольку степень выраженности гетеротрофности является одной из составляющих потенциальной очистительной функции микроводорослей в условиях антропогенного эвтрофирования водоемов.

ВЫВОДЫ

Оптимальными условиями для культивирования исследованных штаммов синезеленых микроводорослей *Nostoc* sp. и *Microcystis* sp. является 12-часовое искусственное освещение с интенсивностью 6-8 тыс. люкс на минеральной среде Громова.

Применение ультразвукового дезинтегратора без предварительного механического разрушения клеток позволяет полно извлечь белок-пигментный комплекс из синезеленых водорослей. При высаливании фикобилинов 70%-ным $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ их количество по сравнению с первичным экстрактом снижается, но возрастает степень очистки пигментов от балластных белков.

Спектральный анализ показал, что для исследованных штаммов *Nostoc* sp. и *Microcystis* sp. характерны максимумы поглощения 560, 610-620 и 670 нм, свидетельствующие о наличии фикоэритрина, аллофикоцианина и фикоцианина, содержание которого значительно выше, чем красного фикобилина. В спектре поглощения фикоэритрина у *Nostoc* sp. в ультрафиолетовой (308 нм) и видимой (540-545 нм) спектральных зонах присутствуют дополнительные характерные пики.

При переходе к миксотрофному типу питания исследуемые культуры микроводорослей эффективно накапливали биомассу, причем продуктивность штаммов *Nostoc* sp. была существенно ниже, чем штаммов *Microcystis* sp. Увеличение концентрации глюкозы в среде культивирования с 0,1% до 0,2% интенсифицировало скорость накопления органического вещества, что может быть связано с использованием экзогенных органических веществ в процессах конструктивного обмена, а также с возрастанием уровня фотосинтетической активности в связи с увеличением содержания основных пигментов фотосинтеза.

Культивирование штаммов *Nostoc* sp. и *Microcystis* sp. в темноте без добавления глюкозы вызывало торможение роста клеток, однако концентрация хлорофилла *a* в микроводорослях по сравнению с контрольным вариантом снижалась незначительно, следовательно, синтез этого пигмента не прекращался. В условиях гетеротрофии биомасса исследованных культур, а также содержание хлорофилла *a* существенно уменьшались.

Миксотрофия, особенно в неблагоприятных экологических условиях, повышает пластичность и жизнестойкость синезеленых микроводорослей, обеспечивая высокие темпы размножения и накопления биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова Н.П. Альгология. – М.: Высш. школа, 1991. – С. 54 – 71.
2. Горюнова С.В., Ржанова С.Н., Орлеанский В.Н. Синезеленые водоросли. – М.: Наука, 1969. – 228 с.
3. Гусев М.В., Корженевская Т.Г. Темновой метаболизм облигатных фототрофов // Успехи соврем. биологии. – 1977. – Вып. 4. – С. 66–80.
4. Гордиенко А.И., Кацев А.М. и др. Получение конъюгатов антител с фикоэритрином для цитофлуориметрических методов исследования // Иммунология и аллергология. – 2000. – Т.1. – С. 18-21.
5. Кузьменко М.И. Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение. – К.: Наук. думка, 1982. – С. 50 – 109.

6. Лебедева Л.Н., Жукова И.А. Перекрестное действие глюкозы, света и этилена на пигментный состав цианобактерии *Calothrix* // Альгология. – 1998. – Т.8. – № 4. – С. 268– 275.
7. Малыгина В.Ю., Кацев А.М. R-фикоэритрин из черноморских водорослей // Иммунология и аллергология. – 2000. – Т.2. – С. 22-28.
8. Пульц О. Ценные вещества из водорослей // Альгология. – 2000. – Т.10. – №3. – С.344 – 348.
9. Фомишина Р.Н., Лось С.И. Изменчивость пигментного аппарата *Cyanophyta* в зависимости от условий углеродного питания // Альгология. – 1998. – Т.10 – №2. – С.360– 366.

УДК 599.323.4:591.5(477.64)

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЇ ОНДАТРИ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Петриченко В.В., ст. викладач, Шкопинський Є.О., к.б.н., доцент, Дьомін О.М., к.б.н., доцент

Запорізький національний університет

У роботі аналізується екологічний стан Каховського водосховища як середовища мешкання ондатри. Обговорюється питання про можливість використання цього виду як біоіндикатора стану водойм різного типу. Наведені дані з біології ондатри Запорізької області. Обґрунтовується необхідність системи моніторингу і пропонуються невиснажливі заходи експлуатації ондатри.

Ключові слова: абразійні процеси, анаболічні процеси, біогенні елементи, біоіндикація, ондатра, формені елементи крові.

Петриченко В.В., Шкопинский Е.А., Демин А.Н. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОНДАТРЫ В ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ / Запорожский национальный университет, Украина.

В работе анализируется экологическое состояние Каховского водохранилища как среды обитания ондатры. Обсуждается вопрос о возможности использования данного вида как биоиндикатора состояния водоемов разного типа. Представлены данные по биологии ондатры Запорожской области.

Ключевые слова: абразивные процессы, анаболические процессы, биогенные элементы, биоиндикация, ондатра, форменные элементы крови

Petrichenko V.V., Shkopinsky E.A., Djomin A.N. PECULIARITIES OF BIOLOGY AND CONDITIONS OF ONDATRA EXISTENCE IN ZAPORIZHIAN REGION / Zaporizhzhya National University, Ukraine.

The ecological state of Kakhovsky reservoir as a habitat of ondatra, is being analyzed in the paper. The question on possible use of the given species as a bioindicator of closed ecosystems is being discussed. The data on the biology of ondatra in Zaporizhian region are submitted.

Key words: distructive processes, anabolic processes, biogenic elements, bioindication, ondatra, blood cells.

ВСТУП

Запорізька область входить до п'ятірки техногенно найбільш навантажених регіонів України. В області залишаються актуальними такі основні екологічні проблеми: незадовільний екологічний стан малих річок; шкідлива дія вод (підтоплення, зсуви, абразійні процеси тощо); нерозвинена система моніторингу вод. Розвиток галузей промисловості, важкої індустрії та сільськогосподарського виробництва, пов'язаного з використанням високих хімічних технологій, збільшує навантаження на водні екосистеми. Усе це може призвести до непередбачуваних екологічних наслідків і суперечить принципам раціонального природокористування й охорони природних ресурсів від виснаження і забруднення. Одним з шляхів вирішення цих проблем є розробка моніторингової системи, яка б ґрунтувалась на біологічних об'єктах, що безпосередньо мешкають в урбанізованих біологічних системах. Такий об'єкт повинен миттєво реагувати на зміни в навколишньому середовищі, а параметри, за якими б визначались ці зміни, повинні бути достовірними й чітко визначеними.

З метою визначення впливу абіотичних і антропогенних факторів, що можуть впливати на біологію ондатри Каховського водосховища, було проведено дослідження клітинного та біохімічного складу крові самців і самок цих тварин. Можливо використання ондатри як об'єкта моніторингу.

Ондатра, представник американської фауни, вперше з'явилася на території Запорізької області у Василівському районі в озері Жовганого (плавні Дніпра) 2 листопада 1944 року. Ці звірі кількістю 120 голів (69 ♀ та 51 ♂) були завезені з Курганської області Макушанського району, куди потрапили у 1937 році. На жаль, звідки вони потрапили до Курганської області, достеменно невідомо, бо завозились звірі з Фінляндії, Канади і Англії [7, 9, 13]. Відомо, що до СРСР була імпортована руда форма ондатри [9].

Із популяцій *Ondatra zibethica* (Linnaeus, 1766), завезених до України, потрапили підвиди *O. z. zibethica* Linn та *O. z. cinnamomina* Hollist [5, 9, 13]. Оскільки пройшло більше 60 років з початку розселення

ондатри, то цікаво, як нові умови клімату, споживання тощо позначилися на морфології та екології цих тварин. Ще С.І. Огньов у 1948 році робив припущення про можливість розвитку нових рас у цьому експерименті, поставленому в природних умовах вченими [13].

Сьогодні ондатра розповсюджена по всій території області, але її шкурки майже не здаються в заготівельні організації, хоча її добування не припиняється, і перейшло в розряд браконьєрства. Держава не отримує додаткові кошти від полювання, популяції ондатри гинуть від стихійного промислу, абіотичних і біотичних факторів. А який з цих факторів є найбільш лімітуючим, потребує визначення. Все це спонукало нас опублікувати результати своїх досліджень й роздумів.

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Запорізька область розташована у південно-східній частині України. Загальна площа області – 27,2 тис. км², що складає 4,5% території всієї України. Вона межує безпосередньо з Дніпропетровською, Донецькою та Херсонською областями. Південь області омивається Азовським морем, берегова лінія якого в межах області перевищує 300 км.

Область розташована в степовій зоні з характерним рівнинним ландшафтом.

Клімат області – помірно-континентальний з високим температурним режимом. На рік у середньому припадає 225 сонячних днів. Кількість опадів складає 448 мм. Посушливість клімату обумовлена пануванням на більшості території області сухих східних вітрів. Як наслідок, часті засухи на півдні та південному сході області і пилові бурі.

Приблизно навіпіл територія області розділена на два водозабірні басейни: ріки Дніпро та Азовського моря.

Дніпровський басейн розташований в північно-західній частині області та займає площу 13 тис. км². Ріка Дніпро є головним джерелом питного, сільськогосподарського та промислового водопостачання, має рибогосподарське значення (у 2003 р. 34 користувачі, які ведуть промисел в зоні діяльності Запорізької регіональної держрибінспекції) та використовується як головна артерія водного транспорту. Ріка Дніпро, з розташованим на ній Каховським водосховищем, сягає 21,5 км². Водосховище належить до заплавного типу і має значну частку мілководь. Саме ці особливості й визначають створення ландшафтних комплексів водойми, особливості його рослинного і тваринного світу.

Площа Азовського басейну в межах області складає 14 тис. км². Його північна частина має цінність як рибогосподарська та рекреаційна зони області.

В Запорізькій області ондатра розповсюджена в різноманітних угіддях. До числа ондатрових угідь входять озера, ставки, лимани, протоки, канали і ерики плавнів Дніпра; річки Придніпров'я (загальна довжина – 1134,5* км.) та Приазов'я (загальна довжина – 1752,5* км., *згідно з даними Запорізького облводгоспу за 2004 р.), ставки – 753 шт. (площа водного дзеркала – 7830,3* га). Площа дзеркала Каховського водосховища, при НІР, 2150 км². Воно належить до заплавного типу, що характеризується наявністю значної частки мілководь (ділянки з глибиною до 2 м при НІР) [15, 23]. Залишається тенденція до заростання Каховського водосховища. На 2004 р. площа суцільного заростання склала близько 6 тис. га. Але, незважаючи на таку обводненість області, чисельність ондатри залишається невисокою: від 0,5 до 4 сімей на гектар гніздопридатної площі. Щільність поселень ондатри залежить від типу й характеру водойми, ширини прибережних заростей надводної рослинності, наявності місць, придатних для спорудження сховищ.

Основні методики досліджень угруповань ондатри були запозичені з методик запропонованих Дексбах Н.К., [2], Соколовим Є.О. [18]; Ларін Б.А., Корсакова І.Б., Беляєв В.В. [9]; Новіков Г.А. [11]; поняття й терміни які використовуються у роботі вживаються в розумінні що наведені в роботах Дабо Р. [1]; Дексбах Н.К. [2], Діанич О.Г., Шимановська Л.М. [3]; Дре Ф. [4]; Одум Ю. [2]; Кейлоу П. [6]; Майр Е. [10]; Риклефс Р. [17]; Формозов А.Н. [19, 20]; Хайнд Р. [21]; Шовен Р. [23].

Стаття написана на основі аналізу літератури і наукових матеріалів, зібраних авторами під час багаторічних (1994 - 2005 рр.) стаціонарних і експедиційних досліджень, охоплює всі райони Запорізької області і деякі території інших водосховищ.

Збір матеріалу у стаціонарних умовах проводився на території Каховського водосховища. Однак широке залучення спеціальної літератури і той факт, що це водосховище каскаду, крім Дніпровського, як типовий регіон є своєрідним природним еталоном з великою площею заплавних мілководь, які утворились у 30 – 70 роках. Саме ці території й визначають специфіку водокористування на створених ландшафтних комплексах водойми, особливості їхнього рослинного і тваринного світу. За останні 30 років на даних територіях сформувалися стабільні екосистеми [15, 23]. Все це дає, як ми сподіваємося, нам право на екстраполяцію отриманих даних і дозволяє аналізувати загальні, а не тільки регіональні закономірності.

Дослідження клітинного та біохімічного складу крові проводилось на 38 (весна) і 42 (осінь) особинах ондатри репродуктивного віку стандартними методами [8], при відлові для переселення.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Сховища ондатр дуже різноманітні: це нори, хатки, гнізда і комбіновані. Найбільш поширені постійні сховища, що використовуються протягом цілого року – нори й хатки. Нори ондатра риє у щільному ґрунті. Ходи різної довжини які закінчуються гніздовою камерою до 40 см у діаметрі з підстилкою із сухої трави. Нора може мати декілька віднорків і виходів. При постійних коливаннях рівня води виходи з нори розташовані на різному рівні, а нори, як правило, багатоярусні. В місцях, де відсутня можливість рити нори, ондатра будує хатки, використовуючи для цього надводну рослинність і водорості. Хатки бувають різних розмірів, що залежить від їх призначення. Найбільші, що нам зустрічались, мали висоту над водою 1,4 м, а діаметр 2,3 – 2,8 м. Часто для облаштування хаток використовуються коряги, збиті у грудки кореневища очерету. Кормові хатки мають значно менші розміри.

Живиться ондатра прибережними та водними рослинами (85%) – очеретом, рогозом, осокою, хвощами, бобівником, стрілолистом, рдесником. Тваринна їжа ондатри (15%) складається з жаб, риби, раків, молосків, комах.

Навесні вона живиться молодими стеблами і листям, літом і восени їсть прикореневі частини та кореневища, зимою основу корму складають кореневища. У Каховському водосховищі тваринна їжа значно доповнює цей раціон, а в період “замору” риби досягає 40%.

Низька продуктивність ондатрових угідь пояснюється дією несприятливих факторів середовища, до числа яких у першу чергу відноситься забруднення навколишнього середовища, різкі коливання рівня води на водоймах. Особливості кліматичних умов поточного року (весняно-літні засухи, тривале зниження температури в зимовий період).

Весною при високому підйомі води в річках, озерах, ставках затоплюються житла звірків, гине молодняк, залишається великий відсоток незапліднених самок. На Каховському водосховищі упродовж року відбуваються добові коливання рівня води в межах метра.

Пізно восени й зимою замерзання води утруднює добування корму звірам, створює умови задухи. Все це витискає їх на поверхню водойм, де вони винищуються хижаками. Але, незважаючи на дію цих несприятливих факторів, чисельність ондатри залишається на більш-менш постійному рівні.

Продовжується випалювання заростей рогозу й очерету, разом з яким згорають і хатки ондатри, зникають захисні умови. При відсутності снігового покриву в поточному році це особливо несприятливо позначається на стані ондатрових поселень.

Великий вплив на чисельність ондатри справляє промисел, який перейшов у розряд браконьєрства. Він переважно ведеться восени. При такому способі в капкани в першу чергу потрапляють дорослі і найбільш крупні (весняного народження) цьогорічки, а зимувати залишається молодняк. Це збільшує відсоток загибелі тварин. При такому відборі звірів, коли мілкі залишаються на відтворення, починається поступове здрібніння тварин в популяції і зменшення їх плодючості, що призводить до тимчасового зменшення чисельності.

В умовах Каховського водосховища та більшості інших водойм області, основний промисел ондатри повинен припадати на зимовий період. Але водойми, що промерзають, де мало кормів, недоступні для зимового промислу, повинні обловлюватись до замерзання.

Для прогнозування чисельності необхідно налагодити регулярні спостереження за умовами існування ондатри. Для цього потрібно виділити ділянки, що будуть включати основні типи водних угідь області. Це дасть змогу вести науково обґрунтований промисел та слідкувати за появою туляремійних епізоотій.

Для підтримання чисельності тварин на промисловому рівні необхідно налагодити державний контроль за добуванням ондатри. Для цього мисливці, які претендують на отримання дозволів для займання промислом ондатри, повинні закріплюватись за конкретними водоймами, або їх частинами на визначений термін. Користувач мисливських угідь повинен укласти з ними договір, на підставі якого вони отримують ліцензії в державних управліннях лісового господарства. Щеплення проти туляремії для цих мисливців обов'язкове.

Необхідно заборонити прийом хутра ондатри, на державному рівні, без наявності договору з користувачем мисливських угідь, або корінців ліцензій. Відновити державну звітність по заготівлі хутра.

Життя ондатри тісно пов'язане з водою. Як відмічає Ширяєв В.В. (1989), концентрація основних мінеральних солей у воді, де мешкає ондатра, повинна бути у діапазоні від 0,1 до 1,0 г/л, а Чашухін В.А. (1988) цей діапазон збільшує до 2,0 г/л. За класифікацією О.А. Альокіна, вода Каховського водосховища відноситься до гідрокарбонатного класу групи кальцію та натрію. На час досліджень мінералізація води

складала 257,9-398,9 мг/л. Вміст гідрокарбонатів дорівнював 158,7-207,5 мг/л; концентрація хлоридів та сульфатів відповідала нормативним значенням для водойм такого типу і складала відповідно: СГ - 15,5-21,4 мг/л, SO_4^{2-} - 11,5-81,1 мг/л. У воді майже всіх ділянок відмічено зниження концентрації іонів кальцію та підвищення концентрації іонів натрію, хоча значення цих показників знаходилися в межах нормативів. Величина водневого показника (рН) води була на рівні 6,9-7,8 (ГДК – 6,5-8,5), тобто реакція середовища була від слабкокислої до слабколужної. Концентрація біогенних елементів у воді водосховища була невисокою, не перевищувала нормативних величин, і була цілком придатною для існування ондатри.

Зараз у Каховському водосховищі, особливо в озероподібній верхній частині, склалася критична екологічна ситуація. Основна причина – багаторічний скид до водойми значних обсягів недостатньо очищених та неочищених стічних вод промислових підприємств, а також побутових каналізаційних стоків.

В умовах водосховища ці забруднення накопичуються у водоймі, знижують якість води, призводять до перебудови екосистеми у бік погіршення.

Якщо в останні роки хімічне забруднення знизилось, то скид органічних речовин збільшився. Вміст органічних речовин значно перевищує встановлені норми. Так, вміст органічних речовин у літній період на окремих ділянках середньої частини досягав – за перманганатною окислюваністю – 21,8 мг/л (допустима – 30 мг/л). За вмістом нітратів якість води оцінюється як дуже погана. Це в свою чергу може вплинути на життєві функції організму ондатри.

Розкладання органічних речовин при відмиранні водної рослинності супроводжується інтенсивним споживанням кисню, що в період високої температури води призводить до дефіциту розчиненого у воді кисню в нічний час і виникненню явищ задухи, які почали спостерігатись з 2000 року в верхній і середній частинах водосховища.

За 2000 – 2003 роки від явищ задухи зафіксована загибель 30 тис. річкового рака, більше 25 тонн риби. Екологічний стан водойми з року в рік погіршується, показником чого є збільшення масштабів задухи. У 2004 році було зафіксовано загибель вже 79 тонн бичка. Вміст розчиненого кисню становив 0,6-2,8 мг/л при явно вираженій стратифікації поверхня-дно.

Ондатра добре пристосована до “амфібіотичного” способу життя. Крім зовнішніх пристосувань, в неї підвищений вміст гемоглобіну в крові, а у м'язах міоглобіну створює додаткові резерви кисню для більш тривалого перебування під водою. Як наведено вище, у Каховському водосховищі склалася критична екологічна ситуація. Звідси постає питання, як зовнішня екологічна агресія впливає на розвиток і формування організму ондатри, діяльність його систем і функцій. Чи може ондатра виступати в ролі біоіндикатора Каховського водосховища?

Проведені нами біохімічні дослідження крові не показали достеменних відмінностей за всіма дослідженими параметрами крові під час адаптації самців і самок ондатри до сезонних екзогенних факторів (табл. 1). Винятки становлять дані з загального білка крові, котрий був достеменно вище восени за всіма дослідженими організмами. Аналіз показників червоної крові демонструє достовірне збільшення концентрації гемоглобіну восени порівняно з весняним періодом, незалежно від статі тварин. При цьому кількість еритроцитів достовірно не відрізнялася. Сезонні зміни лейкоцитарної формули менш виражені. Відмічається достовірне збільшення восени паличкоядерних нейтрофілів у самців, у той час як цей показник у самиць не змінюється (табл. 2). Спостерігається тенденція до зниження сегментоядерних нейтрофілів та моноцитів, яка може бути пов'язана з активністю анаболічних процесів у літній період.

Таблиця 1 – Сезонні зміни біохімічних параметрів сироватки крові в ондатри

Параметри	Самці		Самиці		Загальні	
	весна (n=16)	осінь (n=24)	весна (n=14)	осінь (n=18)	весна (n=30)	осінь (n=42)
Білок	59,1±1,54	63,5±1,55	60,7±1,27	67,73±1,91	59,85±1,01	65,31±1,23
Креатинін	19,5±0,68	22,48±1,03	19,9±1,26	20,26±1,38	19,69±0,68	21,52±0,84
Сечовина	10,9±0,61	12,93±0,56	11±0,5	10,58±0,65	10,91±0,4	11,92±0,46
Глюкоза	1,8±0,17	1,78±0,24	2,26±0,29	2,03±0,26	2,01±0,16	1,89±0,18
Лактатдегідрогіназа	1724±75,8	1765,75±42,22	1687±74	1721±67,67	1703±51,75	1751±35,48
Аланінаміно-трансфераза	1,49±0,15	1,88±0,3	1,6±0,16	1,33±0,09	1,54±0,11	1,65±0,18
Аспартатаміно-трансфераза	1,66±0,16	1,51±0,14	1,67±0,16	1,72±0,1	1,67±0,11	1,6±0,09
K+	4,36±0,15	4,73±0,11	4,43±0,13	4,8±0,1	4,39±0,1	4,76±0,08
Na+	144±1,21	145,66±0,85	144±0,69	144,7±0,71	143,9±0,71	145,2±0,57

Таблиця 2 – Сезонні зміни показників крові у ондатри

Показники	Самці		Самиці		Загальні	
	весна (n=14)	осінь (n=24)	весна (n=24)	осінь (n=32)	весна (n=38)	осінь (n=56)
Нь	159,44±2,84	173,23±3,58	161,74±3,31	171,28±3,26	160,89±2,32	172,12±2,39
Еритроцити	5,41±0,06	5,55±0,09	5,54±0,06	5,54±0,05	5,49±0,05	5,55±0,05
Лейкоцити	3,84±0,14	3,99±0,12	4,08±0,12	3,96±0,10	3,99±0,09	3,97±0,07
Еозинофіли	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Паличкоядерні	4,86±0,35	4,83±0,33	2,17±0,27	3,19±0,26	3,16±0,30	3,89±0,23
Сегментоядерні	50,71±3,36	56,92±2,50	46,83±2,29	37,81±1,70	48,26±1,90	46,00±1,92
Моноцити	5,71±0,29	3,33±0,39	3,50±0,36	2,69±0,32	4,32±0,30	2,96±0,25
Лімфоцити	37,71±2,82	34,25±2,71	47,00±2,53	55,06±1,89	43,58±2,02	46,14±2,10

ВИСНОВКИ

1. Досліджені показники крові можуть виступати вихідними даними і слугувати біоіндикаторами екологічного стану водного басейну пониззя Дніпра і ступеня його впливу на сезонні зміни біохімічних і фізіологічних процесів у ондатри.
2. Концентрація біогенних елементів у воді Каховського водосховища придатна для існування ондатри.
3. Потрібно забезпечити режим існування Каховського водосховища наближений до природного, максимально зменшивши амплітуди коливання сезонних рівнів води.
4. Основний промисел ондатри повинен припадати на зимовий період.
5. В області необхідно налагодити регулярні спостереження за умовами існування ондатри і введення охоронного режиму в місцях локалізації ондатрових поселень.
6. Налагодити державний контроль за здобуванням ондатри. Заборонити прийом шкір ондатри, на державному рівні, без наявності документа, який підтверджує законність добування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дажо Р. Основы экологии: Пер. с франц. В.И. Назарова/ Ред. проф. В.В. Алпатова. – М.: Изд. Прогресс, 1975. – 415с.
2. Дексбах Н.К. Основные факторы, регулирующие распространение ондатры в СССР. – Труды Уральского отд. МОИП, вып. 2. Свердловск, 1959.
3. Дианич О.Г., Шимановская Л.М. Ассортимент и качество сырья животного происхождения: (Справочник). – К.: Техника, 1987. – 159 с., ил.
4. Дре Ф. Экология: Пер. с франц. – М.: Атомиздат, 1976. – 168 с. с ил.
5. Каталог млекопитающих СССР (плиоцен-современность)/ Под ред. И.М. Громова и Г.И. Барановой. – Л.: «Наука», 1981. – 456 с.
6. Кейлоу П. Принципы эволюции: Пер. с англ. Т. Днепровской /Под ред. д-ра биол. наук Б.М. Медникова. – М.: Изд. Мир, 1986. – 128 с. с ил.
7. Крючков А.Н., Лавров Н.П. Материалы к первому всесоюзному совещанию по развитию ондатроводства в промысловых хозяйствах наркомзага СССР. – М.: Разведение ондатры, Заготиздат, 1945. – 16 с.
8. Лабораторные методы исследования в клинике /Под ред. проф. В.В. Меншикова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
9. Лавров Н.П. Акклиматизация и реакклиматизация пушных зверей в СССР /Под ред. проф. С.П.Наумова. – М.: ЗАГОТИЗДАТ, 1946. – 220 с.
10. Майр Э. Популяции, виды и эволюция: Пер. с англ. М.В. Миной /Под ред и с предислов. проф. В.Г.Гептнера. – М.: Изд. Мир, 1974. – 460 с. с ил.
11. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных: Изд. 2-е, исправл. и дополн. – М.: Советская наука, 1953. – 502 с.
12. Одум Ю. Основы экологии: Пер. с 3-го англ. изд./ Под ред. Н.П. Наумова. – М.: Изд. Мир, 1975. – 740 с. с ил.
13. Огнев С.И. Звери СССР и прилежащих стран (звери Восточной Европы и Северной Азии), т. 6. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1948. – 586 с. с ил.

14. Олсуфьев Н.Г., Доброхотов Б.П. Основные принципы и итоги изучения географии природных очагов туляремии в СССР. – М.: В сб. «Медико-географические исследования», 1965.
15. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду /Яцик А.В., Томільцева А.І. та ін. – К.: Генеза, 2003. – 176 с.
16. Равдоникас О.В. Ландшафто-эпидемиологическое районирование по туляремии в Западной Сибири. Методическое письмо. – Омск, 1964
17. Риклефс Р. Основы общей экологии: Пер. с англ. Н.О. Фоминой /Под ред. Н.Н. Карташева. – М.: Изд. Мир, 1979. – 424 с. с ил.
18. Соколов Е.А. Охотничьи животные. вып. 1. Корма и питание промысловых зверей и птиц /Под ред. П.А. Мантейфеля. – М.: Госохотиздат, 1949. – 256 с.
19. Формозов А.Н. Звери, птицы и их взаимосвязи со средой обитания. – М.: Изд. Наука, 1976. – 310 с., ил.
20. Формозов А.Н. Колебания численности промысловых животных. – М.-Л.: Всесоюзное кооперативное объединенное изд., 1935. – 109 с.
21. Хайнд Р. Поведение животных. Синтез этологии и сравнительной психологии: Пер. со 2-го англ. изд. Л.С. Бондарчука и М.Е. Гольцмана /Под ред. З.А. Зориной и к.б.н. И.И. Полетаевой. С предисловием проф. Л.В. Крушинского. – М.: Изд. Мир, 1975. – 855 с. с ил.
22. Чашухин В.А. Рекомендации по определению пригодности водоемов для расселения ондатры. – Киров: ВНИИОЗ, 1988. – 8 с.
23. Шовен Р. Поведение животных: Пер. с франц. Л.С. Бондарчука и З.А. Зориной /Под ред. Л.В. Крушинского. – М.: Изд. Мир, 1972. – 487 с с ил.
24. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. - Т.2, кн.3-4. – К.: Генеза, 2004. – 384 с.

УДК 574.5:504.455

БИОКОСНЫЕ ФИТОСИСТЕМЫ МОРСКОГО ГИПЕРСОЛЕННОГО ОЗЕРА МЫСА ХЕРСОНЕС (КРЫМ): СТРУКТУРА, СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА

Празукин А. В., к.б.н., с.н.с., Евстигнеева И. К., н.с., Бобкова А. Н., н.с.,
Танковская И. Н., ассистент, Шадрин Н. В., к.б.н., с.н.с.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины

Описана пространственная и биохимическая структура биокосных фитосистем небольшого (0.014 км²) мелководного (средняя глубина 0,38 м) гиперсолёного (летом – 24 – 202 ‰, зимой – 15.5 – 69 ‰) озера. В вертикальной структуре растительного покрова (РП) выделяется плавучий и донный маты макрофитов, имеющие явно выраженную слоистость. В матах доминирующее положение по массе занимает *Cladophora vadorum*. Плавучий мат макрофитов и в целом РП озера рассматриваются как иерархически организованные биокосные фитосистемы пространственно структурированные в границах озера.

Ключевые слова: гиперсолёные озера, макрофитные маты, пространственная структура растительного покрова.

Празукін А.В., Євстигнєєва І.К., Бобкова А.Н., Танковська І.Н., Шадрін Н.В. БІОКОСНІ ФІТОСИСТЕМИ МОРСЬКОГО ГІПЕРСОЛОНОГО ОЗЕРА МИСУ ХЕРСОНЕС (КРИМ): СТРУКТУРА, СЕЗОННА ДИНАМІКА / Інститут біології південних морів ім. А.О. Ковалевського НАН України. Україна.

Описана просторова і біохімічна структура біокосних фітосистем невеликого (0.014 км²) мелководного (0,38 м) гіперсолёного (улітку – 24 – 202 ‰, узимку – 15.5 – 69 ‰) озера. У вертикальній структурі рослинного покриву (РП) виділяються плавучий і донний мати, що мають явно виражену шаруватість. У матах домінуюче положення по масі займає *Cladophora vadorum*. Плавучі мати макрофітів і в цілому РП озера розглядаються як ієрархічно організовані біокосні фітосистеми просторово структурованих у межах озера.

Ключові слова: гіперсолоні озера, макрофітні мати, просторова структура рослинного покриву.

Prazyrkin A.V., Evstigneeva I.K., Bobkova A.N., Tankovskaja I.N., Shadrin N.V. BIOSLUGGISH FITOSYSTEMS OF SEA LAKE OF THE PROMONTORY HERSONES (CRIMEA): STRUCTURE, SEASONABLE DYNAMIC / Kovalevski institute of biology of seas of NAS of Ukraine. Ukraine.

Within two years (May, 2004 - April, 2006) studied frame and seasonal speaker of a vegetative integument of a water area small (0.014 km²) shallow-water (0,38 m) hypersaline (summer - 24 - 202 o/oo, winter - 15.5 - 69 o/oo) lake. In vertical frame vegetative integument is selected the buoyant and base mats having an obviously expressed lamination. In mats the leading position on a mass takes *Cladophora vadorum*. Separately buoyant and base mats macrovegetations and as a whole vegetative integument of lake are considered as hierarchically organized bioinert phytosystems spatially lakes, structured in boundaries.

Key words: marine hypersaline lake, the algal mat community, space frame of a vegetative integument

ВВЕДЕНИЕ

Водоем можно представить как иерархическую систему сгущений автотрофного вещества [12,13]. Любое скопление живого вещества занимает определенный объем (V_F) – обитаемое пространство (ОП). Организм – это наиболее плотно заполненное ОП. Растения в границах кронового пространства, растительные пологи, скопление планктонных водорослей на отдельно взятом участке водоема и вся растительность в объеме водоема – это примеры надтелесных биокосных фитосистем, в ряду которых снижается концентрация живого вещества в ОП ($C_W = W/V_F$, где W – сухая масса растений) и увеличивается доля минеральной составляющей системы [9, 8, 12, 13]. В биогеохимии объекты, состоящие из живого вещества во взаимодействии с костным, принято называть биокосными системами [2, 3, 11]. К объектам этого класса относятся самые разные по происхождению и облику объекты, на первый взгляд, не сопоставимые друг с другом. Задача настоящей работы состоит в том, чтобы в границах небольшого озера выделить и описать биокосные фитосистемы разного уровня организации и происхождения. Для этих целей удобными являются замкнутые лагуны (гиперсоленые озера морского происхождения), довольно широко распространенные в Крыму вдоль берегов Черного и Азовского морей [4, 6, 7, 14, 16, 17].

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследования – биокосные фитосистемы разного уровня организации морского гиперсоленого озера на мысе Херсонес (Крым).

Озеро площадью 0.014 км² и средней глубиной 0.38 м отделено от моря небольшой валунно-галечной пересыпью, через которую осуществляется постоянная фильтрация воды из моря (рис. 1). Летом вследствие понижения уровня воды небольшая по площади мелководная часть озера отделяется перешейком, вследствие чего формируется самостоятельное озеро, условно названное «малым».

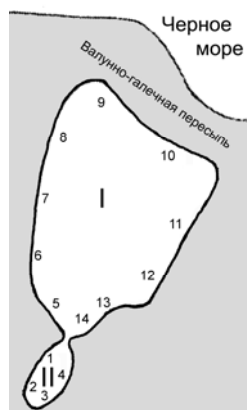


Рис. 1. Карта-схема Херсонесского озера. «Большое» (I) и «Малое» (II) озера. 1 – 14 – номера станций ежемесячного отбора проб.

В течение двух лет (с мая 2004 по март 2006 г.) проводили ежемесячные наблюдения на 14 станциях и на пяти «разрезах» в летне-осенний период (рис. 1). На станциях 1 – 12 один раз в месяц на глубине до 10 см (размер площадок 10x10 см) методом пробных площадок отбирали растения. На «разрезах», начиная от берега и до глубин 50 – 55 см, пробы отбирали с помощью цилиндрического пробоотборника с площадью сечения 452 см², позволяющего отбирать фитомассу во всей толще воды. При обработке проб определяли видовой состав, сырую и воздушно-сухую массу макрофитов.

В местах отбора проб измеряли температуру и соленость воды (табл. 1, рис. 6). На основании полученных данных рассчитывали коэффициенты встречаемости (R , %) видов [15], объемную концентрацию массы растений [12, 10] и количество их сырой и воздушно-сухой массы на единицу поверхности озера.

Таблица 1 – Предельные и средние значения солености воды в гиперсоленом морском озере на мысе Херсонес на станции 10 в различные сезоны года за период 2003 – 2006 гг.

Месяцы наблюдения	Март – Май	Июнь – Август	Сентябрь – Ноябрь	Декабрь – Январь
Соленость, ‰	35 – 55 46.9	24 – 70 53.3	37.8 – 75 60.7	15.5 – 53.8 43.1

На станциях 5, 10 и 14 ежемесячно в период с мая 2004 г. по ноябрь 2005 г. отбирали пробы для определения биохимического состава растений всего плавучего мата и растений верхнего слоя донного мата. В пробах определяли: сырую и сухую массу растений, а в сухой массе общее количество органического вещества, белков, каротиноидов, хлорофиллов «а» и «b», феопигментов и углеводов. Определение изучаемых показателей проводили по общепринятым методикам [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим три уровня организации биокосной фитосистемы озера: растительный покров всего озера, плавучий мат кладофоры в приповерхностном слое озера и организменный (телесный) уровень организации. В последнем случае пойдет речь о биохимическом составе плавучего мата кладофоры.

Растительный покров озера. Растительный покров озера сформирован пятью видами, четыре из которых относятся к водорослям отдела *Chlorophyta* и один – к морским травам отдела *Angiospermae* (табл. 2).

Таблица 2 – Сезонная динамика видового состава макрофитного сообщества озера мыса Херсонес.

Месяц	Виды				
	<i>Cladophora vadorum</i>	<i>Cladophora siwashensis</i>	<i>Ulothrix implexum</i>	<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	<i>Ruppia cirrhosa</i>
2004 г.					
V	+	-	+	-	+
VI	+	+	+	-	+
VII	+	-	+	-	+
VIII	+	-	+	-	+
IX	+	+	+	-	+
X	+	+	+	-	+
XI	+	-	+	-	+
XII	+	+	-	-	+
2005 г.					
I	+	-	+	-	+
II	+	-	+	-	+
III	+	-	-	-	+
IV	+	-	-	-	+
V	+	-	-	-	+
VI	+	+	+	-	+
VII	+	-	-	-	+
VIII	+	-	-	+	+
IX	+	-	+	+	+
X	+	-	+	-	+
XI	+	+	-	-	+
XII	+	+	+	+	+
2006 г.					
I	+	+	+	+	+
III	+	-	+	-	+
IV	+	+	+	-	+
R	100	29.1	69.6	17.4	100

Зеленые водоросли представлены тремя родами (*Cladophora* Kütz., *Rhizoclonium* Kütz. и *Ulothrix* Kütz.), двумя семействами (*Ulothrichaceae* Kütz. и *Cladophoraceae* Wille) двух порядков (*Chlorococcales* Marchand и *Cladophorales* Haeckel). К зеленым водорослям озера относятся виды *Cladophora vadorum* (Aresch.) Kütz., *C. siwachensis* C. Meyer, *Ulothrix implexa* (Kütz.) Kütz., *Rhizoclonium tortuosum* (Dillw.) Kütz. трихального и гетеротрихального типов морфологической структуры. Из морских трав в озере произрастает один вид - *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande.

Макрофиты озера отличаются показателем встречаемости (табл. 2). Так, *C. vadorum* и *R. cirrhosa* встречались во все месяцы наблюдения. Заметно реже встречается *U. implexum* ($R = 69.6\%$) и редко - *C. siwashensis* ($R = 39.1\%$) и *R. tortuosum* ($R = 17.4\%$).

В вертикальной структуре растительного полого выделяются две зоны, верхняя («А») и нижняя («В»), каждая из которых имеет слоистую структуру (рис. 2). Вертикальная структура растительного покрова озера изменяется с глубиной (I – V, рис. 2). У самой кромки озера до глубин, не превышающих 10 см, формируется плотный многослойный растительный покров – «растительный мат» («А», I(a), I(b)). Как правило, это плотное переплетение талломов кладофор и побегов рупии. В вертикальной структуре растительного мата обнаруживаются два – три горизонтальных слоя, отличающихся плотностью и окраской. Верхний слой (A1) – это плотная корка водорослей, часто обесцвеченная, покрытая тонким слоем минеральных солей, либо тонкая, рыхлая масса водорослей белого или светло-салатового цвета. Ниже располагается относительно толстый слой водорослей темно-зеленого цвета (A2) с большим количеством разноразмерных каверн либо без них. Третий, нижний слой (A3) – слой макрофитов, подверженных разрушению. Здесь талломы кладофор имели зеленую, черную и пурпурно-розовую окраску, последняя – обусловлена развитием пурпурных бактерий. В общей массе пурпурно-розовая окраска преобладала.

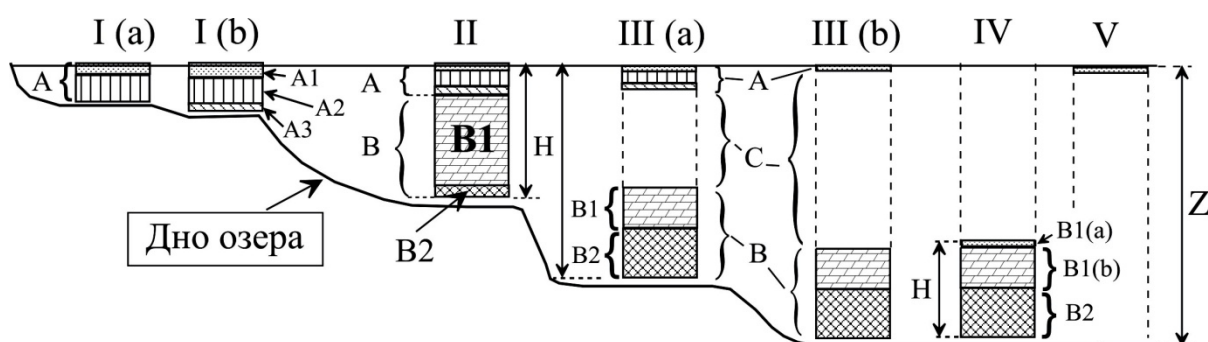


Рис.2. Вертикальная структура растительного покрова озера.

Верхняя (А) и нижняя (В) зоны растительного покрова и их вертикальные слои (А1, А2, А3, В1, В2). С – пространство, свободное от растений. Н – толщина растительного покрова. Z – Глубина озера. Остальные обозначения в тексте.

На участках озера с глубинами примерно 10 – 20 см растительный покров (II, рис. 2) делится на две зоны: верхнюю – «плавучий мат» (А) и нижнюю (В). Плавучий мат идентичен растительному мату, лежащему на дне, у самой кромки воды в озере. Нижняя зона растительного покрова охватывает пространство от нижней границы плавучего мата до дна и, в свою очередь, делится на верхний (В1) и нижний (В2) слои. Верхний слой формируют свободно парящие в воде «шарики» кладофор зеленого либо салатового цвета. В нижнем слое располагаются слоевища водорослей с признаками разрушения и окрашенные в зеленый, черный и пурпурно-розовый цвет. На участках озера, где произрастает руппия, она и кладофоры охватывают всю нижнюю зону растительного покрова, а в отдельных случаях руппия «прошивает» своими побегами плавучий мат, делая его малоподвижным.

На участках озера с глубиной больше 20 - 25 см встречаются три варианта вертикальной структуры растительного покрова (III – V, рис. 2). В первом варианте – между плавучим матом и расположенными под ним растениями имеется пространство (зона «С», рис. 2), свободное от макрофитов. То есть одновременно существуют «плавучий» и «донный» растительные маты (III(a), III(b)). Во втором и третьем вариантах возможно наличие только плавучего (V) или только донного (IV) матов. Структура донного мата (IV) во многом похожа на таковую у плавучего мата: легко обнаруживается тонкий поверхностный слой кладофоры светло-салатового цвета (В1(а)), под которым располагается слой свободно парящих в воде «шариков» кладофор зеленого цвета (В1(б)), и ещё ниже – слой разрушающихся растений (В2).

В июле и августе 2005 г. в горизонтальной структуре растительного покрова обнаруживались шесть характерных участков, отличающихся по их вертикальной структуре (по величине $W(B)/W(A)$) и количеству сырой массы на единицу поверхности зеркала (W/S_0) (рис. 3, табл. 3). В эти месяцы растительный покров занимал практически всю акваторию озера. На долю прибрежных участков озера до глубин, не превышающих 20 см и характеризующихся высокой биомассой макрофитов ($4.1 - 5.5$ кг (сырой массы)/ m^2), приходилось в июле 13%, а в августе 9% поверхности зеркала озера и соответственно 30% и 19% всей биомассы растений озера. Средняя и центральная части акватории озера относительно равномерно ($1.1 - 2.8$ кг (сырой массы)/ m^2) заполнялись растениями, причём в июле 69% площади зеркала была покрыта плавучим матом, а в августе, возможно, вследствие смены розы ветров, только –

37%. Общий запас макрофитов в озере в июле и августе был практически одинаков, достигая соответственно – 30.98 и 31.1 т (сырой массы). Причем 82 – 84 % этой массы приходится на макрофиты нижней зоны растительного покрова. В то же время суммарное количество хлорофилла “а” в биомассе макрофитов всего озера в июле и августе заметно отличалось, составляя соответственно 5.1 и 7.15 кг. Толщина мата (а). Количество воздушно-сухой массы, рассчитанное на единицу объема (C_w) и на единицу поверхности (W/S_0). 1 – плавучей мат кладофоры в мелководной акватории озера (14. 09. 2005 г.). 2 – Данные получены в июле – сентябре 2005 г. из различных участков озера.

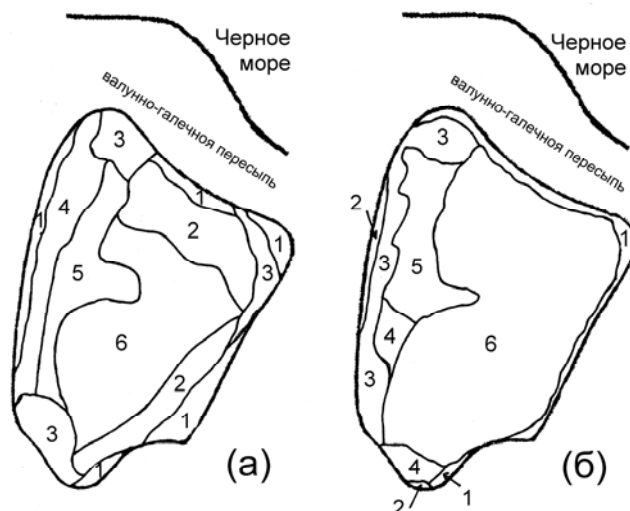


Рис. 3. Карты-схемы распределения растительного покрова по акватории «Большого» озера. Состояние растительного покрова на 12 июля (а) и на 23 августа (б) 2005 г. Характеристики участков растительного покрова (1 – 6) представлены в табл. 3

Таблица 3 – Средние и суммарные характеристики растительного покрова на разных участках озера.

№ участка озера (рис. 3)	Площадь участков озера		W/S ₀ , кг (сыр. массы)/м ²	W(B)/W(A)	Суммарная биомасса макрофитов на участках озера		Суммарное количество хлорофилла “а” в биомассе макрофитов на участках озера	
	м ²	%			т	%	кг	%
12 июля 2005 г.								
1	1848	13	4.975	2.7	9.20	29	1.27	25
2	2904	20	1.786	4.4	5.19	16	0.95	19
3	1749	12	2.045	5.2	3.58	11	0.66	13
4	1782	12	2.275	2.0	4.06	13	0.53	10
5	1749	12	1.683	6.4	2.94	9	0.47	9
6	4654	32	1.454	-	6.77	21	1.22	24
Всё озеро	14688	100	2.159	4.5	30.98	100	5.10	100
23 августа 2005 г.								
1	1080	7	4.138	1.4	4.47	14	0.75	11
2	304	2	5.480	6.0	1.67	5	0.38	5
3	1773	12	1.122	0.8	1.99	6	0.32	4
4	675	5	2.279	6.9	1.54	5	0.37	5
5	1638	11	2.763	2.0	4.52	15	0.90	13
6	9218	63	1.838	-	16.95	54	4.42	62
Всё озеро	14688	100	2.119	5,3	31.13	100	7.15	100

Плавучий мат кладофоры. В мае в мелководной части озера (14 станция, рис. 1) формируется далеко уходящий от берега непрерывающийся плавучий кладофоровый мат, сохраняющийся до октября текущего года. Его характеристики на 14. 09. 2005 г. на рис. 4 обобщены линией 1. На этом же рисунке, представлены данные, полученные в разное время (июль – сентябрь того же года) и на различных

участках озера. Как видно из рис. 4 а, с глубиной, а, значит, и с удалением от берега, толщина мата ($h_{(A)}$) уменьшается. Так, у мата, лежащего на дне у кромки озера и плавучего мата вблизи берега достигала 6 – 7 см, а у плавучего мата открытых участков озера – не превышала одного сантиметра. С глубиной изменяется и концентрация воздушно-сухой массы в единице объема мата (C_W , рис. 4 б). В сентябре в мелководной части озера до глубин, не превышающих 30 см, обнаружено два максимума C_W : первый – у самой кромки озера и второй – на значительном расстоянии от берега. В последнем случае плавучий мат – это тонкая (0.9 см), плотная ($85 \text{ мг(воз.-сух.)}/\text{см}^3$) и непрерывная пленка водорослей на границе вода – воздух. В других случаях пленка не была плотной, имела ажурный вид и при этом объемная концентрация воздушно-сухой массы в плавучем мате изменялась от 4.6 до $30 \text{ мг(воз.-сух.)}/\text{см}^3$.

В свою очередь количество воздушно-сухой массы, рассчитанной на единицу поверхности ($W_{(A)}/S_0$), варьирует в широких пределах и снижается с глубиной озера (рис. 4 в).

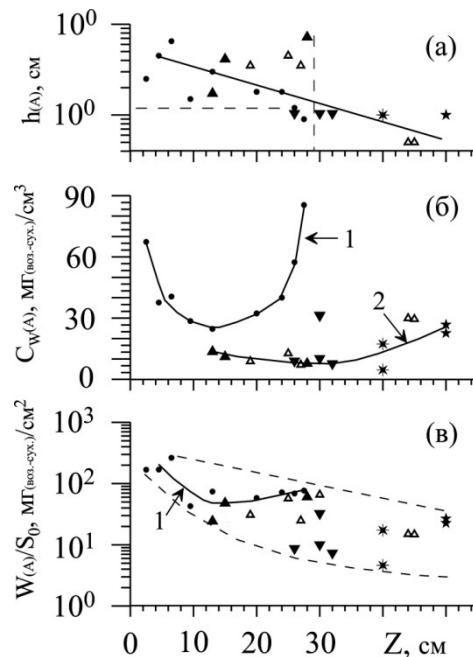


Рис.4. Изменение структурных характеристик плавучего мата кладофоры с глубиной (Z) озера.

На рис. 5 представлены данные по сезонной динамике биомассы макрофитов плавучего мата кладофоры на станциях 9 – 12 на глубинах до 10 см. Обсуждаемые результаты наблюдений объединены в две группы в соответствии с относительной однородностью участков озера (рис. 1, станции 9, 10 и станции 11, 12). На основании кривых изменений $W_{(A)}/S_0$ (рис. 5 б) рассчитаны скорость ($dW_{(A)}/dt/S_0$, рис. 6 а) и интенсивность (μ_w , рис. 6 б) изменения биомассы плавучего мата. Последнюю рассчитывали по уравнению: $\mu_w = \ln(W_t/W_0)/dt$ (где: W_0 – начальная и W_t – конечная масса растений плавучего мата; dt – интервал времени между измерениями).

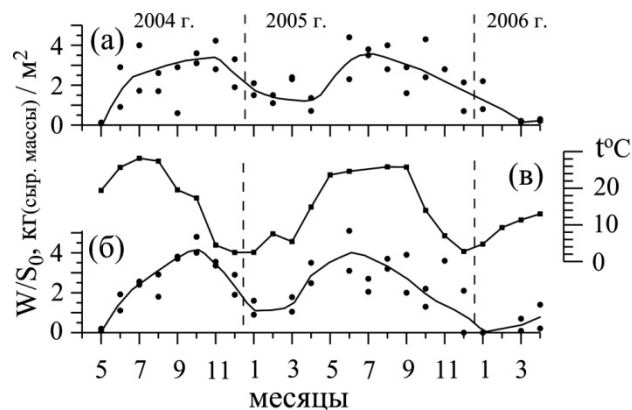


Рис. 5. Сезонная динамика температуры воды (в) и биомассы мата кладофоры (а, б) прибрежных участков озера. а – станции 9, 10; б – станции 11, 12.

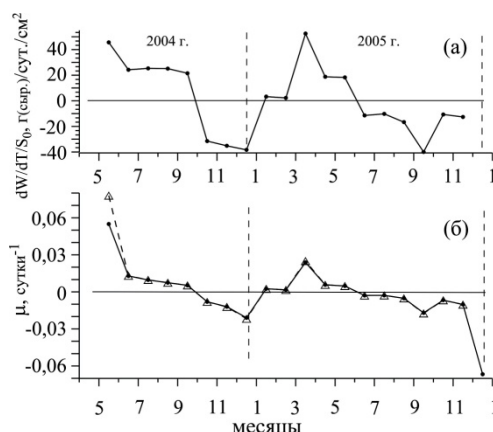


Рис. 6. Сезонная динамика скорости (а) и интенсивности изменения биомассы (б) плавучего мата кладофоры на станциях 11 и 12.

В зимние месяцы 2003 – 2004 гг. в силу разных причин плавучий мат на озере отсутствовал. Небольшие «пятна» кладофоры начинают появляться только в середине марта 2003 г., и к середине мая вдоль береговой линии формируется растительный мат. В течение последующих пяти – шести месяцев удерживается высокая скорость увеличения его массы, и в октябре – ноябре биомасса достигает максимальных значений (4 – 4.5 кг/м²). Начиная с октября – ноября, наблюдается разрушение мата, снижение биомассы. В зимние месяцы 2005 г. биомасса достигала минимальных значений и, в отличие от зимы 2004 г., растительный мат сохранялся вдоль всей береговой линии озера. Возможно, последнее обстоятельство явилось причиной того, что максимальные значения биомассы в 2005 г. приходятся на июнь – июль, т.е. на 4 месяца раньше, чем это было в 2004 г.

Заслуживает так же внимание факт, что максимальные значения $W_{(A)}/S_0$, достигаемые в плавучем мате в 2004 и 2005 гг., совпадают (4 – 5 кг/м²), и в обоих случаях после достижения максимальных значений, биомасса, не зависимо от календарных сроков, снижается. Возможно, это максимально возможная плотность биомассы, которая может поддерживаться на данном участке водоема. Не исключена возможность, что снижение биомассы 2004 г. было определено снижением температуры воды (рис. 5 в), а в 2005 г., напротив, постоянно высокая температура воды в озера стимулировала деструкционные процессы в мате.

Биохимическая структура плавучего мата кладофоры. В зависимости от сезона года исследуемый плавучий мат был одно- или двухслойным (III(a), III(b), рис. 2). Как следует из табл. 4, два интегральных показателя - количество сухого и органического (ОВ) вещества, колебались в различные месяцы крайне незначительно. Заметно изменяется содержание белка и углеводов, коэффициенты вариальности соответственно равны 35 и 28%.

Таблица 4 – Средние значения биохимических характеристик плавучих матов кладофоры и их стандартные отклонения в период май 2004 – ноябрь 2005 г. (число наблюдений $n = 17$, в скобках коэффициент вариальности признака)

Показатели и размерности	Плавучий мат
Сухая масса (г / г сыр. массы)	0,33±0,06 (18)
Органическое вещество (г/г сух. массы)	0,61±0,07 (11)
Белок (г/г сух. массы)	69±24 (35)
Каротиноиды (мкг/г сух. массы)	367±132 (36)
Хлорофилл «а» (мкг/г сух. массы)	523±258 (49)
Хлорофилл «b» (мкг/г сух. массы)	245±159 (65)
Феопигменты (мг/г сух. массы)	127±94 (74)
Сумма углеводов (мг/г сух. массы)	142±40 (28)
Фракции углеводов (мг/г сух.массы):	
Этанолрастворимые	12,3±4,1 (33)
Водорастворимые	21,3±8,6 (40)
Кислоторастворимые	95,4±35,9 (38)
Щелочерастворимые	12,5±4,8 (38)

Известно, что суммарные углеводы объединяют различные фракции сахаров, отличающихся прежде всего спецификой строения, что в значительной мере обуславливает полифункциональный характер этого класса соединений и в нашем случае это отражается в количественном соотношении каждого

класса веществ и в различных значениях коэффициентов варибельности (табл. 4). Доминирующей группой углеводов в плавучих матах являются кислоторастворимые протекторные полисахариды (67.4% от всей массы углеводов). Молекулы этой группы содержат фосфатные, сульфатные, сукцинатные, пируватные фрагменты и т.д. [1]. Обычно эти полисахариды находятся вне клетки и выполняют протекторную функцию.

Углеводы, включаемые в метаболические реакции и обеспечивающие энергетические траты организмов, составляют примерно 24%, суммарного содержания, что примерно в 2.8 раза ниже доли углеводов, выполняющих защитную функцию. Сюда относятся этанолэкстрагируемые углеводы, представленные моно- и олигосахарами, которые наиболее легко включаются в метаболические процессы и водорастворимые углеводы (гликоген, крахмал), которые обычно депонируются в организме. Углеводы, экстрагируемые щелочами, обычно входят в состав гуминовых соединений, участвующих в процессах диагенеза, их содержание в плавучем мате не превышает 9% суммы.

Компоненты пигментного комплекса (каротиноидов, хлорофиллов «а» и «b», феопигментов) плавучего мата характеризуются высокой варибельностью (табл. 4), что свидетельствует о высоких адаптивных возможностях организмов, формирующих маты. Доля феопигментов не превышает 25% количества хлорофилла «а», что также говорит о хорошем состоянии фотосинтетической системы. В свою очередь, высокие значения концентрации каротиноидов (367 мкг/г сух. массы) указывают на высокие адаптивные возможности растений. Известно, что каротиноиды играют важную роль в защите внутриклеточных структур, защищают фотосинтетический аппарат от окислительного повреждения.

Результаты корреляционного анализа полученных данных (метод ранговых корреляций) показали, что в плавучем мате из 55 парных корреляций достоверными при $P \leq 0.01$ оказались 22, при $P \leq 0.05$ еще 8, т.е. в сумме 30, что составляет 55% общего числа. На основании полученных данных можно предположить, что плавучий мат представляет собой систему с достаточно высоким уровнем организации.

ВЫВОДЫ

1. Видовой состав макрофитного сообщества гиперсоленого озера на мысе Херсонес (Крым) отличается таксономической бедностью. В него входят 5 видов, четыре из которых относятся к водорослям отдела Chlorophyta (*Cladophora vadorum* (Aresch.) Kütz., *C. siwachensis* C. Meyer, *Ulothrix implexa* (Kütz.) Kütz., *Rhizoclonium tortuosum* (Dillw.) Kütz.) и один – к морским травам отдела *Angiospermae* (*Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande.).
2. В вертикальной структуре растительного покрова выделяется плавучий и донный маты, имеющие явно выраженную слоистость.
3. В июле и августе в горизонтальной структуре растительного покрова выделены шесть характерных зон, отличающихся по их вертикальной структуре и по количеству сырой массы на единицу поверхности зеркала озера (W/S_0). В мелководных частях озера (до глубин 20 см) W/S_0 варьирует в диапазоне – 1.7 – 5.5 кг (сырой массы)/ m^2 , а на глубинах больше 20 см – 1.1 – 2.8 кг (сырой массы)/ m^2 .
4. Плавучий мат кладофоры имеет сложную пространственную структуру, а анализ биохимического состава мата позволяет говорить о нем как о целостной системе с достаточно высоким уровнем организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботвинко И.В. Экзополисахариды бактерий // Успехи микробиологии. – 1985. – № 20. – С. 79–121.
2. Вернадский В.И. Избранные сочинения. – М.: Наука, 1988. – 328 с.
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Высшая школа, 1998. – 413 с.
4. Курнаков Н. С., Кузнецов В. Г., Дзед-Анговский А. И., Равич М. И. Соляные озера Крыма. – М.: Изд. АН СССР. – 1936. – 278 с.
5. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / Под ред. Топачевского А.В. – К.: Наукова думка, 1975. – 253 с.
6. Миходюк О.С., Орлеанский В.К., Шадрин Н.В., Герасименко Л.М. Современные циано-бактериальные маты как аналоги биоценозов докембрия // Сб. Современная палеонтология: классические и новейшие методы. – М.: ПИН РАН, 2005. – С. 15 – 28
7. Празукин А.В. Иерархическое членение обитаемого пространства и его заполнение биоорганическим веществом на примере черноморской водоросли цистозирры (*Cystoseira crinita* (Desf.) Bory) // Морской экологический журнал. – 2005. – 4, № 3. – С. 15 – 36.

8. Празукин А. В. Различные приемы описания биогенных биокосных фитосистем разного уровня организации на примере зеленой водоросли бриopsis (Bryopsis Lamour) Черного моря // Морской экологический журнал. - 2007. - 6, № 1. - С. 66 – 87.
9. Празукин А. В., Бобкова А. Н., Сеничева М. И., Евстигнеева И. К., Танковская И.Н., Шадрин Н.В. Структурная динамика биокосных фитосистем гиперсоленого морского озера мыса Херсонес (Крым) // Наукові записки Тернопільського державного пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. - 2005. - Спец. вип. Гідроекологія, № 4 (27) – С. 191 – 193
10. Празукин А. В., Хайлов К. М., Ковардаков С. А. Сравнение структурно-функциональных соотношений в морских фитосистемах разного уровня организации на основе их унифицированного описания // Морской экологический журнал. - 2003. - 2, № 3. - С. 51 – 62.
11. Хайлов К. М. Что такое жизнь на Земле? – Одесса: Друк, 2001. – 238 с.
12. Хайлов К. М., Празукин А. В., Ковардаков С. А., Рыгалов В. Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. – К.: Наукова думка, 1992. – 280 с.
13. Хайлов К. М., Празукин А. В., Минкина Н. И., Павлова Е. В. Концентрация и функциональная активность живого вещества в сгущениях разного уровня организации // Успехи совр. биол. – 1999. – 119, № 1. – С. 3 - 14.
14. Шадрин Н. В., Загородняя Ю. А., Неврова Е. Л., Найданова О. Г., Сеничева М. И. Гидроэкологическая система Бакальской косы: проблемы изучения и сохранения природного разнообразия // Наук. зап. Тернопільського педуніверситету. Серія Біологія. – 2001. – Вип. 3 (14). – С. 168 – 170.
15. Шенников А. П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
16. Ivanova M. B., Baluskina E. B., Basova S. L. Structural-functional reorganization of ecosystem of hyperhaline lake Saki (Crimea) at enstead salinity // Russian Journ. Aquat. Ecol. – 1994. – 3, № 2. – P. 111–126.
17. Mukhanov V. S., Naidanova O. G., Shadrin N. V. and Kemp R. B. The spring energy budget of the algal mat community in a Crimean hypersaline lake determined by microcalorimetry // Aquatic Ecology. – 2004. – 38. – P. 375 – 385.

УДК 616.988.55-097

ЧАСТОТА ОБНАРУЖЕНИЯ АНТИНУКЛЕАРНЫХ АНТИТЕЛ У БОЛЬНЫХ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СУБФЕБРИЛИТЕТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ И АКТИВНОСТИ ВИРУСА ЭПШТЕЙНА-БАРР

Прилуцкий А.С., д. мед. н., профессор, Майлян Э.А., к. мед. н., доцент, Мамсурова М.Н., студент

Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького

При выполнении работы было обследовано 95 детей в возрасте от 6 мес. до 15 лет с длительным (более 6 мес.) субфебрилитетом и 48 здоровых лиц соответствующего возраста. Установлено, что дети, страдающие субфебрилитетом, значительно чаще ($P < 0,001$), чем здоровые лица, имеют маркеры репликации вируса Эпштейна-Барр - анти-IgM-ЭБВ и/или ДНК-ЭБВ в лейкоцитах крови (в $38,9 \pm 5,0$ % случаях, против $4,2 \pm 2,9$ %). Кроме того, у детей с субфебрилитетом статистически значимо увеличена частота обнаружения антинуклеарных антител ($14,7 \pm 3,7$ % против $2,1 \pm 2,1$ % у здоровых; $P < 0,01$). Причем, выработка антинуклеарных антител у лиц с субфебрилитетом в большинстве случаев сочетается ($P < 0,001$) с наличием маркеров активности вируса Эпштейна-Барр.

Ключевые слова: вирус Эпштейна-Барр, антинуклеарные антитела.

Прилуцький О.С., Майлян Е.А, Мамсурова. М.М. ЧАСТОТА ВИЯВЛЕННЯ АНТИНУКЛЕАРНИХ АНТИТІЛ У ХВОРИХ ІЗ ТРИВАЛИМ СУБФЕБРИЛІТЕТОМ ЗАЛЕЖНО ВІД НАЯВНОСТІ ТА АКТИВНОСТІ ВІРУСУ ЕПШТЕЙНА-БАРР / Донецький державний медичний університет ім. М. Горького, Україна.

При виконанні роботи було обстежено 95 дітей у віці від 6 міс. до 15 років із тривалим (більше 6 міс.) субфебрилітетом і 48 здорових осіб відповідного віку. Встановлено, що діти, які страждають

субфебрилитетом, значно частіше ($P < 0,001$), ніж здорові, мають маркери реплікації вірусу Епштейна-Барр - анти-IgM-ЕБВ і/або ДНК-ЕБВ у лейкоцитах крові (в $38,9 \pm 5,0$ % випадках, проти $4,2 \pm 2,9$ %). Крім того, у дітей із субфебрилитетом статистично значимо збільшена частота виявлення антинуклеарних антитіл ($14,7 \pm 3,7$ % проти $2,1 \pm 2,1$ % у здорових; $P < 0,01$). Причому, вироблення антинуклеарних антитіл в осіб із субфебрилитетом у більшості випадків сполучаються ($P < 0,001$) з наявністю маркерів активності вірусу Епштейна-Барр.

Ключові слова: вірус Епштейна-Барр, антинуклеарні антитіла.

Prilutsky A.S., Maylian E.A., Mamsurova M.N. OCCURRENCE OF REVEALING THE ANTINUCLEAR ANTIBODIES IN PATIENTS WITH LASTING SUBFEBRILE CONDITION DEPENDING ON THE PRESENCE AND ACTIVITY OF EPSTEIN-BARR VIRUS / Donetsk State Medical University, Ukraine.

75 children, aged 6 months to 15 years, with lasting (more than 6 months) subfebrile condition and 48 healthy subjects of the same age were investigated. It was established that children suffering from subfebrile condition considerably more frequently ($P < 0,001$) than healthy subjects have markers of replication of Epstein-Barr virus, i.e. anti-IgM EBV and/or DNA-EBV in blood leukocytes (in $38,9 \pm 5,0$ % of cases versus $4,2 \pm 2,9$ %). Besides the occurrence of revealing the antinuclear antibodies has considerably increased statistically in children with subfebrile condition ($14,7 \pm 3,7$ % versus $2,1 \pm 2,1$ % in healthy persons; $P < 0,01$).

Thereat the production of antinuclear antibodies in subjects with subfebrile condition in majority of combines ($P < 0,001$) with the presence of the markers of Epstein-Barr virus activity.

Key words: Epstein-Barr virus, antinuclear antibodies.

ВВЕДЕНИЕ

Аутоиммунные болезни представляют собой большую группу различных по своему происхождению нозологических форм. Эти заболевания распространены среди всех возрастных групп населения и характеризуются существенным ростом их регистрации.

Установлено, что предрасполагающими факторами развития аутоиммунной патологии являются генетические особенности организма, нарушения иммунологической реактивности. Установлены ассоциации повышенного риска развития аутоиммунных процессов с наличием отдельных генов главного комплекса гистосовместимости. Среди запускающих факторов важную роль отводят различным инфекционным агентам. Причем, одними из наиболее вероятных инфекций, играющих немаловажную роль в инициации аутоиммунных изменений в организме человека, считают герпесвирусные заболевания.

Одним из представителей семейства герпесвирусов является вирус Эпштейна-Барр (ЭБВ). Наряду с онкогенной ролью ЭБВ, предполагается, что данный возбудитель имеет значение в формировании ряда аутоиммунных заболеваний, в частности системной красной волчанки, ревматоидного артрита, гломерулонефрита [1, 2, 3, 4, 5]. Есть данные, свидетельствующие о возможной роли ЭБВ в развитии иммунного ответа с образованием anti-dsDNA and anti-Sm антител [6, 7].

Показано, что пациенты, страдающие СКВ, имеют дефектный иммунный ответ к антигенам ЭБВ, что обусловлено поражением вирусом В- и Т-лимфоцитов и нарушениями в синтезе гамма-интерферона [8]. Лимфотропность ЭБВ, его способность изменять иммунный ответ, сходство основного его антигена EBNA-1 с антигенами человека, по всей видимости, и являются основными причинами развития аутоиммунных реакций.

В связи с вышеизложенным целью работы явилось изучение возможности формирования антинуклеарных антител у больных с хронической активной ЭБВ-инфекцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При выполнении работы было обследовано 95 детей в возрасте от 6 мес. до 15 лет с длительным (более 6 мес.) субфебрилитетом. Контрольными служили данные исследования группы здоровых лиц ($n=48$) соответствующего возраста. Наличие инфицированности вирусом ЭБВ устанавливалось определением в сыворотке крови специфических антител класса IgG к нуклеарному антигену данного возбудителя (EBNA). Активность инфекционного процесса подтверждалась выявлением ДНК-вируса в лейкоцитах крови при помощи полимеразной цепной реакции и/или специфичных к нему антител класса IgM в иммуноферментном анализе. Определение антител и ДНК-вируса осуществлялось с использованием иммуноферментных тест-систем фирмы «Укрмедсервис» (Донецк, Украина) и наборов для ПЦР-анализа.

Сыворотки всех обследованных тестировались на наличие антинуклеарных антител (ANA) в реакции иммунофлюоресценции.

Проводимая при помощи программы «MedStat» (Украина, Донецк) статистическая обработка полученного материала включала анализ средних величин и структуры данных. При этом рассчитывались среднее арифметическое, среднеквадратическое отклонение, ошибка средней, использовался критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что частота обнаружения антител класса IgG к EBNA была высокой, но существенно не различалась ($P>0,05$) в обеих обследованных группах детей (табл.1). Так, инфицированность ЭБВ среди лиц с субфебрилитетом была установлена в 79 случаях (83,2 %), а в группе здоровых детей вышеуказанные антитела были выявлены у 34 обследованных (70,8 %).

Вместе с тем, следует отметить, что наличие субфебрилитета в 38,9 % случаев сочеталось с выявлением маркеров репликации вируса, что подтверждалось положительными тестами на ДНК-ЭБВ в лейкоцитах крови и/или обнаружением в сыворотке крови специфичных к возбудителю антител класса IgM. Причем, у всех 7 обследованных (7,4 %) с наличием анти-IgM-ЭБВ одновременно определялась и ДНК-ЭБВ. В отличие от детей с субфебрилитетом, среди здоровых детей признаки активной ЭБВ-инфекции на основании, по крайней мере, хотя бы одного из двух вышеуказанных показателей регистрировались значительно ($P<0,001$) реже – у 2-х из 48 обследованных (4,2 %).

Дальнейшее обследование детей с субфебрилитетом показало, что в 14 (14,7 %) образцах их сывороток были обнаружены антинуклеарные антитела, что было значительно чаще ($P<0,01$), чем в группе здоровых лиц (табл.1). Так, среди здоровых обследованных ANA были выявлены всего лишь в одном случае из 48 (2,1±2,1 %). Следует отметить, что субфебрильные состояния сопровождались выработкой аутоиммунных антител в невысоких титрах. Уровни ANA в титре 1:80 были зарегистрированы в 6 случаях, а значения антител 1:160 и 1:320 – в 5 и 3 соответственно.

Следующий этап исследования включал анализ частоты регистрации ANA у обследованных в зависимости от активности ЭБВ. С этой целью дети с длительным субфебрилитетом были разделены на 2 подгруппы. В одну из них вошли лица, имеющие маркеры репликации ЭБВ, а именно положительные тесты на анти-IgM-ЭБВ и/или ДНК ЭБВ. Другая подгруппа включала детей с отрицательными показателями вышеуказанных маркеров. Анализ показал, что большая часть положительных результатов тестирования на ANA была зарегистрирована именно в первой подгруппе детей. Так, среди детей, имеющих субфебрилитет и обладающих маркерами репликации ЭБВ, ANA определялись в 29,7 % случаях – в 11 из 37 (табл.2). Частота положительных тестов в этой подгруппе детей оказалась значительно выше ($P<0,001$), чем во второй подгруппе (5,2 %) и среди здоровых детей (2,1 %).

Таблица 1 - Частота регистрации положительных тестов на антинуклеарные антитела, анти-IgG-ЭБВ, анти-IgM-ЭБВ и ДНК-ЭБВ в лейкоцитах крови у детей с длительным субфебрилитетом

Группа обследованных	Частота регистрации ($M\pm m$, %) исследованных показателей:			
	ANA	анти-IgG-ЭБВ	анти-IgM-ЭБВ	ДНК-ЭБВ в лейкоцитах крови
Дети с длительным субфебрилитетом, n=95	14,7±3,7	83,2±3,9	7,4±2,7	38,9±5,0
Здоровые дети, n=48	2,1±2,1	70,8±6,6	0,0±7,7	4,2±2,9
Р между группами	<0,01	-	-	<0,001

Таблица 2 - Частота обнаружения антинуклеарных антител в сыворотке крови у детей с длительным субфебрилитетом в зависимости от наличия маркеров репликации ЭБВ (анти-IgM-ЭБВ и ДНК-ЭБВ)

Группа обследованных	№ группы	Всего детей, имеющих ANA ($M\pm m$, %)	Детей ($M\pm m$, %) с титрами ANA:		
			1:80	1:160	1:320
Дети с длительным субфебрилитетом и положительными маркерами репликации ЭБВ, n=37	1	29,7±2,4	10,8±5,2	10,8±5,2	8,1±4,5
Дети с длительным субфебрилитетом и отсутствием маркеров репликации ЭБВ, n=58	2	5,2±2,9	3,5±2,4	1,7±1,7	0,0±6,5
Здоровые дети, n=48	3	2,1±2,1	2,1±2,1	0,0±7,7	0,0±7,7
Р между группами	1-2	<0,001	---	---	---
	1-3	<0,001	---	---	---
	2-3	---	---	---	---

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что у детей в возрасте 2-15 лет, страдающих длительным субфебрилитетом (более 3 мес.), в 14,7 % случаев выявляются антинуклеарные антитела, что значительно чаще, чем у здоровых лиц соответствующего возраста (2,1 %). Следует отметить, что данная статистическая разница была обусловлена повышенной частотой обнаружения ANA именно у тех детей с субфебрилитетом, которые имели маркеры репликации ЭБВ. Выработка антинуклеарных антител в невысоких титрах (1:80-1:320) у данных детей, по всей видимости, свидетельствует о кратковременности их появления в большинстве случаев. Однако у ряда лиц при наличии определенных условий и воздействии дополнительных факторов ситуация может усугубиться и привести к более стабильным изменениям, развитию соответствующей аутоиммунной патологии.

ВЫВОДЫ

1. Дети, страдающие субфебрилитетом, значительно чаще ($P < 0,001$), чем здоровые лица соответствующего возраста, имеют маркеры репликации ЭБВ-анти-IgM-ЭБВ и/или ДНК-ЭБВ (в $38,9 \pm 5,0$ % случаях, против $4,2 \pm 2,9$ %)
2. У детей с длительным субфебрилитетом статистически значимо увеличена частота обнаружения антинуклеарных антител ($14,7 \pm 3,7$ % против $2,1 \pm 2,1$ % у здоровых; $P < 0,01$).
3. Выработка антинуклеарных антител у лиц с субфебрилитетом в большинстве случаев сочетается ($P < 0,001$) с наличием активности вируса Эпштейна-Барр.
4. Наличие связи между репликацией ЭБВ и синтезом антинуклеарных антител свидетельствует о целесообразности проведения дальнейших исследований с целью разработки соответствующих лечебно-профилактических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Roszkowiak B., Niemir Z.I. Potential role of the Epstein-Barr virus in the pathogenesis of systemic lupus erythematosus and kidney diseases// Postepy Hig.Med.Dosw.-2004. - №9.-P.390-397.
2. Mizukawa Y, Shiohara T. Virus-induced immune dysregulation as a triggering factor for the development of drug rashes and autoimmune diseases: with emphasis on EB virus, human herpesvirus 6 and hepatitis C virus// J.Dermatol.Sci.-2000. - №3.-P.169-180.
3. James J.A., Neas B.R., Moser K.L. et al. Systemic lupus erythematosus in adults is associated with previous Epstein-Barr virus exposure// Arthritis Rheum.-2001. - №5.-P.1122-1126.
4. Pender M.P. Infection of autoreactive B lymphocytes with EBV, causing chronic autoimmune diseases// Trends Immunol.-2003. - №11.-P.584-588.
5. Sawada S., Takei M. Epstein-Barr virus etiology in rheumatoid synovitis// Autoimmun Rev.- 2005. - №2.-P.106-110.
6. Padalko E.Y., Bossuyt X. Anti-dsDNA antibodies associated with acute EBV infection in Sjogren's syndrome// Ann. Rheum. Dis.-2001, №10.-P.-992.
7. Sundar K., Jacques S., Gottlieb P. et al. Expression of the Epstein-Barr virus nuclear antigen-1 (EBNA-1) in the mouse can elicit the production of anti-dsDNA and anti-Sm antibodies// J.Autoimmun.-2004.-№2.-P.127-140.
8. Kang I., Quan T., Nolasco H. et al. Defective control of latent Epstein-Barr virus infection in systemic lupus erythematosus// J. Immunol.-2004. -№2.-P.1287-1294.

БІОТОПНИЙ РОЗПОДІЛ ТА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ЛИСИЦІ (*VULPES VULPES L.*) В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

Роженко М. В., к.б.н., доцент

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

За результатами багаторічних досліджень встановлено, що в Північно-Західному Причорномор'ї основними біотопами перебування лисиці є очеретяні зарості та заплавні ліси, де було обліковано 53,4% тварин, агроценози з лісосмугами (15,0%) та плакорні листяні ліси (14,1%). Натомість найбільше лисячих нір було знайдено в лісах (27,6 %), на підвищених берегах морських лиманів (23,0%) та в заплавах великих річок (18,5%). У 70-х роках ХХ ст. відбувалося значне зростання ресурсів лисиці, яке тривало майже 30 років. Її причиною стало зростання смертності тварин від отруєння мінеральними добривами і пестицидами та інтенсивне полювання. При цьому приріст скоротився до 2%, а у деякі роки (1973, 1975, 1979) – мав негативне значення (мінус 10-22%). Особливо багато хижаків загинуло в 1966/1967, 1971/1972, 1976/77 рр., які характеризувалися спалахами чисельності гризунів і активними дератизаційними заходами. У 90-і роки розпочалося зростання чисельності лисиці, під час якого приріст у 1993, 1994 рр. перевищив 10%, а в 1998 р. – 23%. Це стало наслідком скорочення впливу полювання та занепаду сільського господарства. У статті наводяться результати досліджень статевої та вікової структури популяції лисиці та проаналізовані особливості і причини її динаміки.

Ключові слова: адаптація, біотоп, динаміка, лисиця, популяція, Причорномор'я, чисельність, щільність.

Роженко Н.В. БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛИСИЦЫ (*VULPES VULPES L.*) В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ / Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, Украина.

По результатам многолетних исследований установлено, что в Северо-Западном Причерноморье основными биотопами пребывания лисицы являются тростниковые заросли и пойменные леса, где было учтено 53,4% животных, агроценозы с лесополосами (15,0%) и плакорные листовенные леса (14,1%). Вместе с тем больше всего лисьих нор было обнаружено в лесах (27,6 %), на возвышенных берегах морских лиманов (23,0%) и в поймах рек (18,5%). В 70-х годах ХХ ст. произошло значительное увеличение ресурсов лисицы, которое длилось недолго. После этого во многих местах наблюдалась депрессия численности длительностью около 30 лет. Её причиной стало увеличение смертности животных от отравления минеральными удобрениями и пестицидами, а также от интенсификация охоты. При этом прирост сократился до 2%, а в некоторые года (1973, 1975, 1979) – вообще имел отрицательное значение (минус 10-22%). Особенно много хищников погибло в 1966/1967, 1971/1972, 1976/77 гг., которые характеризовались высокой численностью гризунів и усилением борьбы с ними. В 90-е годы началось увеличение численности лисицы, во время которого прирост в 1993, 1994 гг. превысил 10%, а в 1998 г. – 23%. Это стало следствием сокращения прессы охоты и упадка сельского хозяйства. В статье приводятся результаты исследований половой и возрастной структуры популяции лисицы и проанализированы особенности и причины её динамики.

Ключевые слова: адаптация, биотоп, динамика, лисица, популяция, плотность, Причерноморье, численность.

Rozhenko N.V. BIOTOPICAL DISTRIBUTION AND NUMBER DYNAMICS OF THE FOX (*VULPES VULPES L.*) IN THE NORTH-WESTERN BLACK SEA AREA / Odessa National University, Ukraine.

According to the results of many years' investigations it was found out that in the North-western Black Sea area main biotopes of the fox are river floodplains, where 53.4% of animals were counted, and then agrocoenoses with forest belts (15.0%) and deciduous forests (14.1%). At the same time the highest number of fox holes was discovered in forests (27.6%), on elevated shores of sea limans (23.0%), and in river floodplains (18.5%). In 1970s of the 20th century fox resources considerably increased, but after that in many places a depression of numbers developed which lasted for about 30 years. This depression was induced by the growth of animal mortality due to poisoning with chemical fertilizers and pesticides as well as intensification of hunting. At this the growth reduced up to 2%, and some years (1973, 1975, 1979) even showed negative value (minus 10-22%). Especially many predators perished in 1966/1967, 1971/1972, 1976/1977; these years were characterized by an outburst of numbers of rodents and active control of them. In 1990s the numbers of the fox began increasing; over this period in 1993, 1994 the growth exceeded 10%, in 1998 - 23%. It was a result of reduced hunting and agricultural crisis. In the paper there are presented results of investigations on sexual and age structure of the fox population and analyzed characteristics and causes of its dynamics.

Key words: adaptation, fox, biotope, population, dynamics, density, Black Sea area, numbers.

ВСТУП

Незважаючи на те, що лисиця є найбільш численним та поширеним хижим ссавцем у Північно-Західному Причорномор'ї, її екологія та біологічні особливості тут вивчені недостатньо [2, 5, 6, 7].

Зокрема, повністю відсутні дані щодо біотопного розподілу тварин та їх лігвищ, невідомою залишається віково-статева структура популяції, що характерно ві для інших регіонів України, тощо. Тому ми поставили за мету дослідити сучасний біотопний розподіл та динаміку чисельності звичайної лисиці в регіоні, де нещодавно вона була дуже важливим об'єктом полювання.

Загалом, основною ціллю роботи було виявлення закономірностей поширення тварин зазначеного виду, флуктуацій їх чисельності та адаптації до мешкання в антропогенному ландшафті.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріал для даної статті збирався упродовж 1985-2004 рр. Основні місця досліджень знаходилися у межах Одеської, Миколаївської, частково Херсонської областей та південних районів республіки Молдова. Динаміка чисельності популяції вивчалися на стаціонарі у дельті Дністра, для чого у різних місцях було закладено дві трансекти (рис. 1). Останні проходили по периметру контрольних ділянок, що дало можливість контролювати ситуацію в межіріччі Дністра і Турунчука, а також в плавнях, що прилягають до Дністровського лиману.

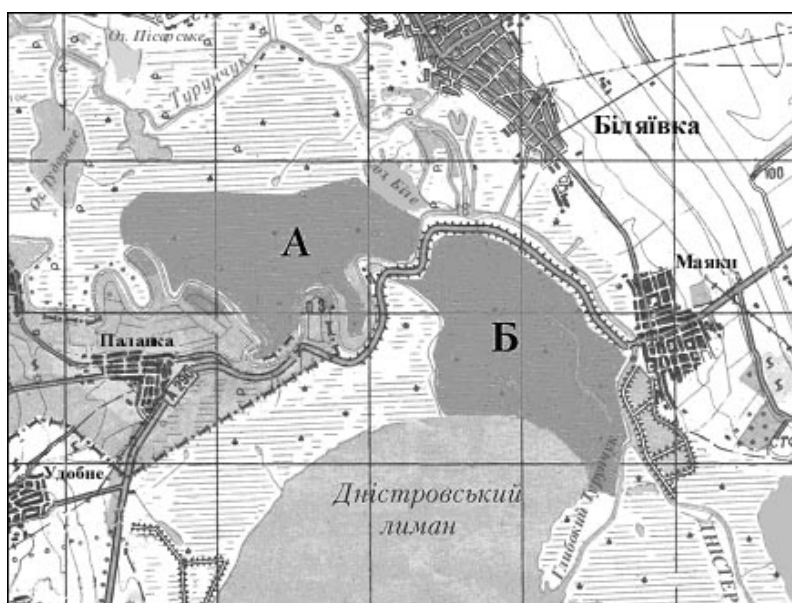


Рис. 1. Розташування дослідницького стаціонару в дельті р. Дністра
А – ділянка в межіріччі Дністра та Турунчука; Б – ділянка в прилиманних плавнях.

Для аналізу біотопного розподілу лисиці використані власні дані про її зустрічальність ($n = 1572$) та матеріали щодо рясноти трапляння нир ($n = 482$). При дослідженні структури популяції, що являє собою відому методичну складність, проводився облік чисельності та вилучення зазначених хижаків з використанням спеціально навчених мисливських (гончих) собак. За дискретну просторову одиницю було узятю ізольовано розташовані масиви очерету ($n = 206$) різної площі – частіше 1-10 га. Завдяки цьому, на обмеженій території упродовж осінньо-зимового періоду 1985-2001 рр. вдалося дослідити динаміку просторового розташування лисиць, визначити їх статеву належність та вік ($n = 687$) за шириною каналу в іклах [13]. Для поглибленого дослідження цього питання, в Білгород-Дністровському р-ні на Одещині поблизу с. Монаші упродовж 10 років (1990-2001 рр.) проводилось регулярне вилучення лисиць ($n = 59$) із 1-го очеретяного осередку площею 2 га з подальшим взначенням їх віку та статі. Подібна робота проводилась і в деяких інших місцях регіону.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Біотопічний розподіл тварин

Зважаючи на значне поширення лисиці, ця тварина не дуже вимоглива у виборі біотопів, які використовує для відпочинку. Головним критерієм для лисиці, у цьому випадку, є висока захищеність місць відпочинку. Тому географічна відмінність біотопічного розподілу тварин досить значна, зокрема, у Німеччині більшість лисиць трапляється в густих чагарниках та на луках [16], а в Данії – на болотах [14]. У північно-західному Причорномор'ї для відпочинку лисиці охоче використовують потужні зарості гідрофітів, які на території регіону займають значні площі в дельтах Дністра, Дунаю, Південного Бугу та по узбережжю всіх лиманів. Не менш суттєве значення для виду мають невеликі островки очерету, розташовані в заплавах степових річок (Алкалія, Великий та Малий Куяльники, Кучурган, Тилігул, Чичиклія, Царега, Ягорлик тощо), а також у вершинах ставків (табл. 1).

Найчастіше вони мають площу близько 1-2га (49.4%). Суцільні ж масиви площею 6-25га більш характерні для великих водойм і в місцях дослідження зустрічаються рідко. Переважна кількість біотопів, де знаходились лисиці вдень, являли собою осередки очерету, 2.17% становили зарості рогозу з травою, 3.46% – очерету з травою, 1.30% – зарості очерету з рогозом упереміжку. Із 231 обстежених місць лише у 2-х! – лисиці були відсутні [11]. Таким чином, очеретяні зарості можна віднести до найбільш придатних біотопів виду в регіоні, які лисиці використовують для денного відпочинку.

Таблиця 1 - Розподіл лисиці в Північно-Західному Причорномор'ї за біотопами

Біотопи	Зустрічі тварин		Кількість лігвищ	
	Абс.	%	Абс.	%
Морські коси та острови,	54	3,4	31	6,4
Узбережжя лиманів	118	7,5	111	23,0
Заплави малих річок	516	32,8	46	9,6
Заплави Дністра, Дунаю та П.Бугу	324	20,6	89	18,5
Плакорні листяні ліси, байраки	221	14,1	133	27,6
Хвойні ліси	58	3,7	32	6,6
Сади, виноградники	45	2,9	11	2,3
Агроценози, лісосури	236	15,0	29	6,0
Разом:	1572	100,0	482	100,0

Під час пологів та виховання нащадків лисиці використовують нори і, дуже рідко, відкриті гнізда. При цьому основна кількість нір (27,6%) знаходилась на окраїнах плакорних лісів та в байраках, дещо менше – на схилах річкових долин (18,5%) та лиманів (23,0%) (табл. 1). Хоча в останні роки відбулася значна адаптація лисиць до мешкання в культурному ландшафті [9, 11], для народження малюків вони дуже рідко використовують витвори людської діяльності (скирти соломи, бетонні труби, залишки будівель тощо). Але після досягнення лисенятами 5-6 місячного віку, саме тварини наймолодшої вікової групи найчастіше оселяються в таких місцях.

Привертає увагу те, що в однорідних біотопах з високими захисними та кормовими умовами, але які мають незначну площу (до біля 0,5га) лисиця відпочиває надзвичайно рідко. Причина відзначеного явища недостатньо зрозуміла, але не виключено, що це є результатом навчання частини тварин, що вижили після полювання на них, і швидко засвоїли негативний досвід своїх родичів. Вилучення лисиць із заболочених ділянок великих розмірів створює для користувачів мисливських угідь, що не мають спеціально навчених собак, значну складність із погляду низької результативності полювання за великих фізичних зусиль. Тому звірі в них почувають себе в більшій безпеці і часто їх відвідують. Навколо таких біотопів, а також усередині них лисиця створюють велике інформаційне поле у вигляді системи стежок, лігвищ, запашних міток та інших додаткових ознак. Усе це робить такі ділянки легко розрізнюваними “своїми” і “чужими” лисицями з подальшим їх використанням або ігноруванням залежно від демографічної або іншої популяційної ситуації.

Динаміка чисельності лисиці

Динаміка чисельності є досить важливою характеристикою будь-якої популяції, за особливостями якої можна визначити вплив певних екологічних факторів на неї, встановити перспективи її розвитку, створити певну уяву про можливість використання тваринних ресурсів, відновлення, охорону та управління взагалі [14]. У свою чергу дослідження цього питання відзначається чи не найбільшою складністю, оскільки потребує використання значних фізичних зусиль та матеріальних затрат багатьох людей у стислий проміжок часу. Оскільки хижі є об'єктами полювання, то стан популяцій багатьох з них (вовк, лисиця, єнотоподібний собака, борсук, видра тощо) є предметом регулярного моніторингу і державної статистичної звітності (ТП-2 Мисливство). Але треба зауважити, що матеріали, які збираються мисливцями упродовж щорічного обліку, відзначаються невеликою точністю, хоча, як правило, вони загалом відтворюють тенденцію зміни чисельності найбільш крупних представників ряду *Carnivora*.

Загалом динаміка чисельності звичайної лисиці, як і інших хижаків, відзначається дуже значними коливаннями. Оскільки в Північно-Західному Причорномор'ї спостерігається висока концентрація кормів, основними чинниками, що суттєво впливають на чисельність, виступають абіотичний (погодні умови) та антропогенний (тиск полювання, смертність від використання пестицидів тощо) чинники, а також різні захворювання. Звісно, що стан кормової бази дуже впливає на плодючість тварин. При нестачі найважливіших кормів у лисиці значна кількість самиць (понад 50%) залишаються яловими, у частини запліднених відбувається резорбція ембріонів і навіть їх абортів [4]. Загалом у період високої чисельності гризунів плодючість лисиць може складати 5-6 особин у виводку, при низькій – 2-3. Відомо, що в Шотландії коливання чисельності лисиць пов'язують із значними флуктуаціями чисельності нориць [21], в Німеччині ж більш суттєвим вважають вплив погодних умов [25]. Географічна

мінливість зазначеного показника в степовій зоні України не прослідковується, що, напевно, пов'язано з порівняно високою забезпеченістю хижаків кормами.

У Причорномор'ї, за даними І.Г.Гурського [7], інтенсивне зростання ресурсів лисиці відбувалось у період з 1945 по 1956 рр., після чого наступила деяка стабілізація. У лісовій зоні Росії у цей же час в 1946, 1966 рр. спостерігалися піки чисельності, яка під час останнього зросла в чотири рази. Підйом також тривав з 1961 по 1975 рр., чому передували роки з посушливою погодою влітку [3]. Зважаючи на негативну роль лисиці в мисливському господарстві та як поширювача рабічного вірусу, у 1961-1964 рр. вона була визнана шкідливою твариною на території всього СРСР і підлягала знищенню упродовж року в будь-який спосіб. Але це не призвело до суттєвого скорочення чисельності більшості популяцій, і, зокрема, причорноморської [7]. Більш того, на тлі інтенсивного вилучення великої кількості особин, у 80-ті роки спостерігалось її суттєве зростання – взимку в 1972 р. на території Миколаївської області було обліковано 12,7 тис., а у Одеській області – 11 тис. особин. Але після цього почалося майже неухильне скорочення чисельності, що призвело до депресії тривалістю майже 30 років (рис. 1, 2). Початок їй поклала надзвичайна за тривалістю і наслідками посуха, яка охопила в 1972 р. більшу частину України, Молдавію і призвела до раннього вигорання трав'яної рослинності, скорочення урожайності сільськогосподарських культур та депресії популяцій мишоподібних гризунів. У поєднанні з впливом полювання, який посилювався після підняття державних закупівельних цін на хутро, та внаслідок високої смертності тварин від отруєння мінеральними добривами і пестицидами [5, 7, 11], чисельність лисиці скрізь дуже скоротилась. При цьому приріст став мати дуже незначні позитивні значення (біля 2%), а в роки скорочення – великі негативні – у межах 10-22% (рис. 2).

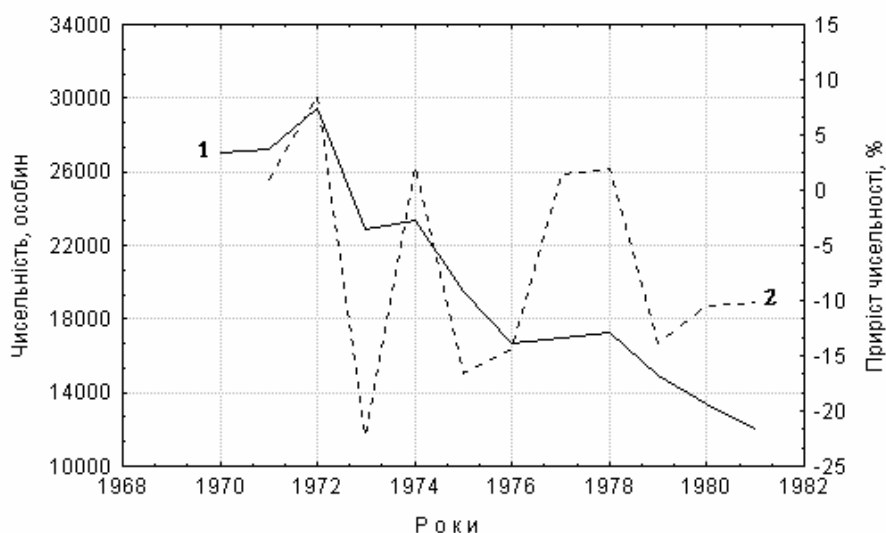


Рис. 2. Динаміка чисельності лисиці (1) і її приросту (2) в Північно-Західному Причорномор'ї в 70-80-ті роки XX ст.

Особливо багато хижаків загинуло в 1966/1967, 1971/1972, 1976/77 рр., які характеризувалися спалахами чисельності гуртової полівки і активними дератизаційними заходами з використанням параквату і аміачної води. За даними голови Вінницької облради УТМР, при боротьбі з гризунами за допомогою отрутохімікатів на площі близько 20 тис. га у травні-червні загинуло близько 90-95% лисиць. У 1992 р. на території Миколаївської області було обліковано лише 4.2 тис. особин цього виду, а в Одеській – майже 3.6 тис. Наприкінці XX ст. на значній території розпочалося зростання чисельності лисиці (рис. 2). Це стало наслідком взаємодії складних політичних і соціальних процесів, які відбулися в Україні після отримання нею незалежності. З одного боку, зволікання з реформуванням колективних господарств та наданням землі в приватну власність вилилось у значну депресію сільської економіки. На півдні України з'явилося багато необроблюємих забур'янених ланів, які стали гарним притулком для всіх хижаків, і в першу чергу, для лисиці. З іншого боку, внаслідок зубожіння великої маси людей та орієнтації на розвиток капіталістичних відносин, відбулося падіння попиту на традиційні хутра і подорожчання самого полювання на теренах всього колишнього СРСР. Це призвело до раптового і суттєвого зменшення вилучення лисиць мисливцями, оскільки, на тлі зростання цін на пальне, полювання втратило економічну доцільність. В окремі роки приріст досяг значних позитивних значень і в 1993, 1994 рр. перевищив 10%, а в 1998 р. – 23% (рис. 3).

У той час, на теренах Росії, де помітне зростання чисельності лисиці відбулося також з початку 90-х років XX ст., упродовж 2000-2004 рр. різких змін динаміки не відмічено, хоча позитивна тенденція до зростання залишається. Правда, у Центральному і Південному округах, де щільність населення лисиці

була надмірно високою, значного розвитку набула епізоотія корости. Це зумовило значну смертність тварин і примусило запровадити цілорічний відстріл хижака [1].

Незважаючи на розглянуту динаміку чисельності лисиці на значних територіях, у заплавах великих рік, які є своєрідними притулками, ситуація розвивалась дещо інакше, хоча й виявляла значну залежність від навколишнього середовища.

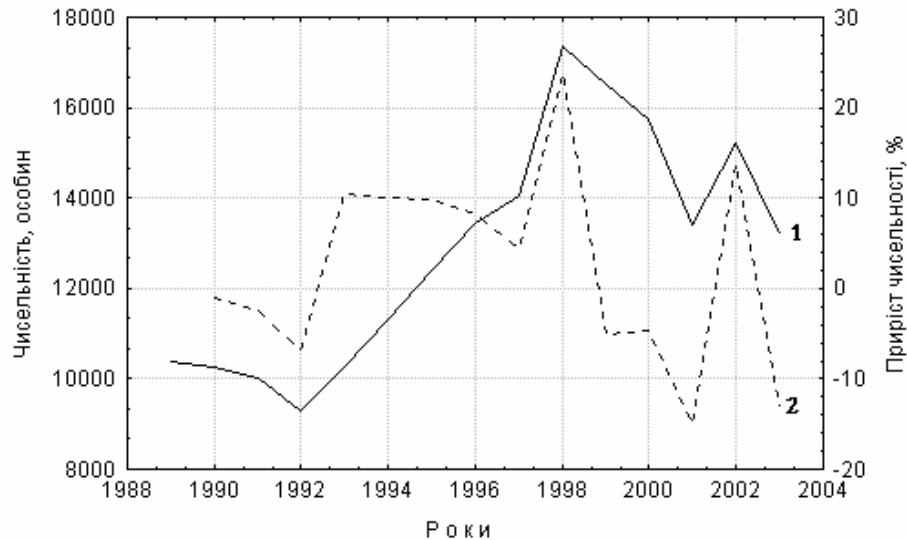


Рис. 3. Динаміка чисельності лисиці (1) і її приросту (2) в Північно-Західному Причорномор'ї наприкінці XX- на початку XXI ст.

Упродовж наших досліджень можна визначити декілька періодів у динаміці чисельності лисиці, які вирізняються певними особливостями:

1. 1984-1986 рр. – період високої щільності тварин у заплавах у зв'язку з депресією основних жертв (звичайна та гуртова нориці);
2. 1987-1991 рр. – період високої щільності тварин у заплавах та в інших місцях;
3. 1992-1995 рр. – період повсюдного скорочення щільності і загальної чисельності лисиці;
4. 1996-1999 рр. – період зростання щільності і чисельності тварин в агроценозах та їх скорочення у водно-болотних угіддях;
5. 2000-2005 рр. – період зростання щільності і чисельності тварин у заплавах та скорочення в навколишніх біотопах.

Упродовж 1984-1986 рр. в причорноморській частині популяції домінували дорослі та старі особини. Серед добутих лисиць траплялися тварини без зубів, а у багатьох ікла та різці були стерті до ясен. У другому періоді (1987-1991 рр.), який характеризувався високими показниками щільності хижаків в очеретяних заростях, старих лисиць майже не було, але скрізь домінували дорослі особини і з'явилося багато молодняку. Але в деяких місцях спостерігалася зовсім інша картина. Зокрема, у пониззі Дністра відбулося суттєве скорочення чисельності лисиці, що помітно по зменшенню показників щільності – від 3,1 особин/1 км маршрута в 1988 р. до 1,8 у 1990 р. Це було пов'язане із висиханням значної території заплави внаслідок впливу роботи Дністровського гідровузла, яке призвело до зменшення площі придатних біотопів і до скорочення концентрації кормів.

Упродовж третього періоду (1992-1995 рр.), який характеризувався незначним мисливським тиском на популяцію лисиці, її чисельність повсюдно дуже зменшилась через депресію мишоподібних гризунів. У 1993/94 рр. у багатьох районах Одещини і Миколаївщини щільність хижаків в очеретах скоротилась майже в 1,5-2 рази. Зате в 1996-1999 рр. ситуація виявилась дуже сприятливою для лисиці, що й призвело до зростання чисельності. Причому найвищі показники її спостерігалися в агроценозах, а найменші – у водно-болотних угіддях. Цьому сприяв значний занепад сільського господарства, наслідком чого стала поява великої кількості необроблюємих угідь. Зазначене призвело до просторового перерозподілу лисиць, які стали дуже чисельними на зарослих бур'янами ланах, у садках та виноградниках.

Значний підйом землеробства і, зокрема, рільництва, у 2000-2005 рр. значно змінив структуру сільськогосподарських угідь – замість 10-ти пільної сівозміни стали використовувати всього три культури. Найбільші площі (понад 50%) зараз займають плантації соняшника, на другому місці за площею

знаходяться посіви озимої пшениці, а на третьому – посіви ячменю. Хоча зараз спостерігається тенденція до зростання площі посівів ріпака і згодом ця культура може зайняти одне із ключових місць в Україні. Домінування соняшника, який відноситься до пропашних культур, погіршило захисні умови всіх хижаків в період вирощування молодняка, який є найвідповідальнішим з точки зору відтворення популяції. У той же час, збирання врожаю ранніх зернових, яке в Причорномор'ї триває 10-20 днів наприкінці липня, спричиняє переселення лисенят у більш захищені місця (посіви соняшника, ліси, очерети тощо), що супроводжується їх високою смертністю. Але скорочення мисливського тиску на популяцію лисиці компенсує ці втрати, і зараз чисельність контролюється виключно загибеллю від сказу та інших хвороб.

Динаміка чисельності і структура популяції

Сучасні обліки чисельності лисиці проводяться одночасно з обліками усіх видів мисливських тварин методом шумового прогону. Через значні фізичні труднощі, ними не охоплюється більшість очеретяних заростей, які для зазначеного хижака є найліпшими. Тому отримані дані про щільність населення і чисельність цього виду завжди занижені, причому ця помилка може бути значною. За результатами наших досліджень, в очеретяних заростях спостерігається найвища щільність населення виду, яка досягає величезних показників і робить ці місця найважливішими осередками популяційної структури упродовж більшої частини року. У перерахунку на 10 га щільність може становити 26.6 ± 1.37 особин, але реально в значних за площею біотопах такою не буває, оскільки обмежується різними механізмами. Серед них можна виділити територіальний консерватизм, агресію до іммігрантів та інше. Загалом між площею біотопу і кількістю відпочиваючих у ньому тварин існує певна залежність, яка є динамічною величиною і визначається загальною чисельністю в локальному осередку [10]. У період наших досліджень, який характеризувався зростанням чисельності, між зазначеними показниками була виявлена незначна позитивна кореляція ($r=0.48$). Результати регресійного аналізу створюють достатню уяву про виявлену закономірність. Довірча зона порогу регресії ($p=0.05$) знаходиться між величинами 2-4 га, що цілком відповідає реальній ситуації в природі. З'ясувалося, що в одному масиві очерету в роки пікової чисельності і слабого господарського використання ресурсів може перебувати до 17 лисиць одночасно. Пересічна багаторічна величина цього показника склала 3.25 ± 0.38 при досить високому, як для таких явищ, значенні коефіцієнта варіації (CV), що перевищує 6% [11]. При цьому співвідношення тварин за статтю виглядало, як 1:1,7 на користь самців, кількість яких в 1 очеретяному масиві дорівнювало 2.14 ± 0.25 (ліміт 1-7) проти кількості самиць 1.29 ± 0.11 (ліміт 1-3), що цілком відповідає оптимальній статевій структурі моногамного виду, яким є звичайна лисиця.

У 1985/86 р. (період середньої чисельності) самців було 1.52 ± 0.23 , у 1989/94 (період підйому чисельності) – 2.63 ± 0.46 , а в 1995/01 (пік чисельності) – 3.50 ± 0.81 . Відповідно змінювалася і кількість самиць – від 1.21 ± 0.12 до 1.50 ± 0.19 і 1.33 ± 0.33 . Відмінність між цими показниками має статистично достовірні значення і характеризує зміну статевої структури на різних стадіях розвитку популяції. При досягненні піку чисельності кількість самиць зменшилася майже до величини, яка була зафіксована під час її попереднього підйому.

Особлива своєрідність виявлена у віковій динаміці співвідношення хижаків за статтю. Загальна кількість лисиць, що використовують очеретяні зарості для відпочинку, здатна зростати в кілька разів. Якщо при середній чисельності цей показник складав 2.03 ± 0.29 , то при підйомі він досяг величини 4.50 ± 0.52 , а під час піку – 6.17 ± 1.70 . На наш погляд, значне зростання кількості самців стосовно кількості самиць у найбільш сприятливих угіддях у період гону є наслідком перерозподілу тварин і зміни просторової структури. Це може привести до регуляції чисельності через неучасть у процесах репродукції самиць, які оселилися (були відтіснені) в субоптимальних біотопах, але скоріше за все стабілізація чи скорочення чисельності лисиці здійснюється через зменшення плідності, або, можливо, через зміну розміру ембріональної чи постембріональної смертності.

Незважаючи на динаміку популяційних процесів, завжди між площею біотопу і кількістю звірів, що знаходяться в ньому, існує позитивна кореляція, що сягає особливо великих значень в роки високої чисельності і знижується в періоди депресії. Обстежені нами біотопи у відкритому польовому ландшафті мають найкращі характеристики і тому використовуються найбільш продуктивною частиною популяції з великою ясністю. Оскільки дослідження проводилися в період гону та напередодні його, то тяжіння особин різної статі одне до одного було виражено досить чітко – спільне перебування самців і самиць відзначалося в 62,8 % ділянок. Цікаво, що зустрічальність окремих одностатевих груп збіглася і склала для тварин кожної статі по 18.6%, що може свідчити про кореляцію просторово-статевої структури з певними фазами репродуктивного циклу. У середньому, на одній дискретній ділянці без особин протилежної статі мешкало 1,13 самців і 1,25 самиць.

Лисиці можуть утворювати високу щільність не лише під час відпочинку: це також спостерігається і при розміщенні під час пологів, а також упродовж періоду виховання молодняка. На території заповідника "Асканія-Нова", за даними В.П.Думенка [8], у 1997-2001 рр. щільність поселень лисиці становила 0.9 ± 0.13 /1 тис. га, а середня відстань між ними – 2.7 ± 0.14 км. Причому із 50 випадків у 41 (82%) поселення знаходились на відстані 1,5-3,2 км одне від одного.

Здатність лисиць до створення високої щільності населення добре видно за результатами наших досліджень (рис. 4), проведених у різні роки в 1 осередку очерету площею близько 2га. Незважаючи на великий проміжок у часі, тварини займали приблизно одні і ті ж місця. Лише в листопаді 2000 р., за дуже високої щільності, їм довелося “потіснитися”. Враховуючи, що більшість тварин вдалося добути, і майже всі вони відносились до наймолодшої вікової групи, можна припустити наявність родинних стосунків між більшістю з них.

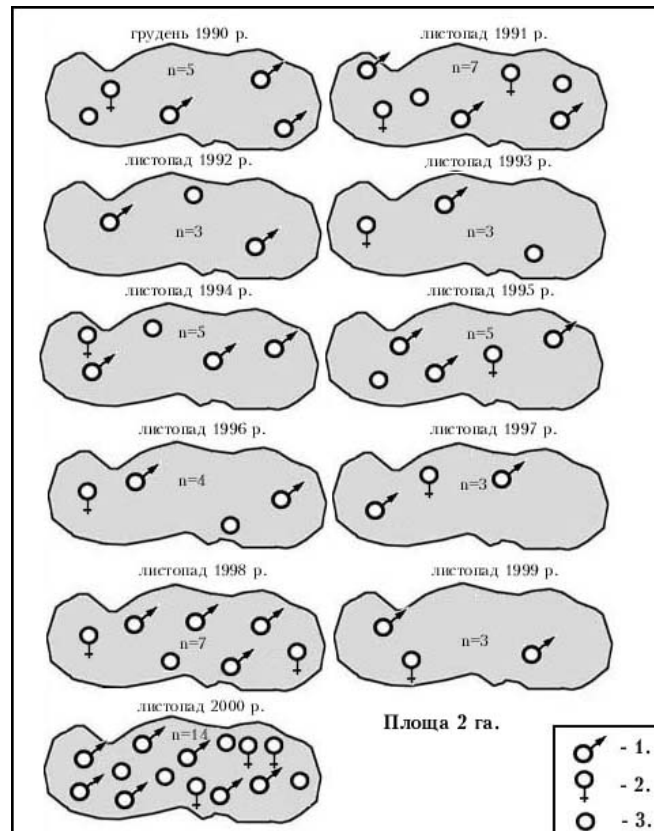


Рис. 4. Динаміка чисельності і просторового розподілу лисиць у малому осередку очерету:
1 – самці, 2 – самки, 3 – стать невідома.

Залежно від площі біотопу, співвідношення сухих і обводнених ділянок, а також рясноти очерету залежить і швидкість заселення їх тваринами після вилучення частини звірів чи повного вигнання з цих місць мисливськими собаками. Цей період зазвичай займає від 14 до 21 днів, однак трапляються й інші, доволі рідкісні, винятки. Можливо, вони обумовлені локальним вилученням великої кількості тварин, але можуть бути й інші причини, що потребують спеціального вивчення. У всякому разі, після відстрілу за один день листопада 10 особин (7 самців і 3 самки) з 14 присутніх тварин, упродовж 2-х місяців жодна з лисиць не зупинялася в цьому очеретяному масиві на відпочинок (рис. 5). Лише через 64 дні в очереті з'явилися перші лисиці і згодом їх кількість зросла до 4 особин! Можна лише гадати, що це були ті ж самі тварини, яким вдалося уціліти під час попереднього полювання. Пізніші дослідження показали, що ця кількість лисиць у зазначеному масиві очерету зберігалася до жовтня.

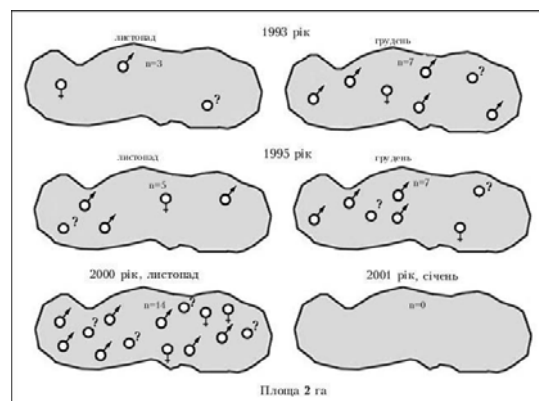


Рис. 5. Розміщення лисиць в очеретяному масиві упродовж стислого часу.

Звичайно, що такий великий відсоток вилучення хижаків і така значна щільність населення тварин, як це було встановлено нами, відноситься до рідкісних випадків. Швидше за все, ми маємо справу з територіальним консерватизмом лисиці в один з найважливіших періодів біологічного циклу. Взагалі хижаки цього виду мають незначний розмір індивідуальної ділянки під час народжування та виховування лисенят, що було встановлено за допомогою радіопередавачів. У Шотландії її площа коливалась від 0,31 до 2,33 км² [22]. Дорослі тварини зазвичай використовують значно більшу територію. Зокрема, в Данії, на основі мічення майже 500 тварин, було встановлено, що лисиці інтенсивно розселяються переважно в 1-й рік життя – із самиць 85%, а із самців 75% подолали відстань біля 15 км. Лише 5 особин (3 самця та 2 самиці) були здобуті за 55-140км від місця мічення [19, 20]. Близькі до зазначеного результати були отримані і в Київській області [15]. У Воронезькому заповіднику із 123 лисенят лише 1 самець подолав за рік 50км, останні розселились у межах 1-6 км [12]. У Норвегії за 9 років кілька лисиць мігрували на відстань до 30км [23] і лише в США зафіксовано випадок, коли молода самиця за рік віддалилася від місця мічення на 395км [18].

Таким чином, чисельність лисиць у найбільш комфортних для відпочинку місцях, якими в Північно-Західному Причорномор'ї є зарості очерету, відновлюється за рахунок тварин, що мешкають в інших, менш комфортних біотопах. За нашими спостереженнями, це відбувається складним і неоднозначним шляхом, який залежить від віково-статевої структури локальної популяції (табл. 2). За наявності дорослих лисиць, зазвичай молоді тварини оселяються у штучних лісах, густих лісосмугах та в балках з деревно-чагарниковою рослинністю. У віці понад 1 рік тварин майже в однаковій кількості зустрічаються в різних біотопах, лише в лісових угіддях спостерігається їх помітне домінування. У віці понад 1 рік лисиці більш рівномірно населяють різні біотопи, але тяжіння до лісових угідь залишається. У більш старшому віці вони частіше трапляються в очеретяних заростях та в близьких до них за якісними характеристиками бур'янах.

Таблиця 2 - Розподіл видобутих лисиць за віком та за біотопами (n = 687)

Біотопи	n	Кількість видобутих тварин (%) різного віку			Разом, %
		До 1 року	Понад 1 рік	Понад 2 роки	
Агроценози, сади	184	62,2	30,3	7,4	100,0
Лісосмуги	39	55,6	23,0	21,2	100,0
Забур'янені луки	91	34,4	29,8	34,0	100,0
Ліси	78	28,2	53,2	18,5	100,0
Балки	74	59,7	24,7	15,6	100,0
Очерети	221	12,4	39,1	48,1	100,0

ВИСНОВКИ

1. Основними біотопами перебування лисиці в Північно-Західному Причорномор'ї є заплави річок, де було обліковано 53,4% тварин, агроценози з лісосмугами (15,0%) та листяні ліси (14,1%).
2. Найбільше лисячих нір було знайдено в лісах (27,6 %), на підвищених берегах морських лиманів (23,0%) та в заплавах великих річок (18,5%), найменше – у садах та виноградниках (2,3%).
3. У 70-х роках ХХ ст. відбувалося значне зростання ресурсів лисиці, після якого в багатьох місцях розвинулася депресія чисельності тривалістю майже 30 років. Її причиною стало зростання смертності тварин від отруєння мінеральними добривами і пестицидами та інтенсивне полювання.
4. Під час депресії популяцій приріст чисельності лисиці скоротився до 2%, а в деякі роки (1973, 1975, 1979) – мав негативне значення (мінус 10-22%). Особливо багато хижаків загинуло в 1966/1967, 1971/1972, 1976/77 рр., які характеризувалися спалахами чисельності гризунів і активними дератизаційними заходами.
5. У 90-і роки розпочалося зростання чисельності лисиці, під час якого приріст у 1993, 1994 рр. перевищив 10%, а в 1998 р. – 23%. Це стало наслідком скорочення впливу полювання та занепаду сільського господарства.
6. Незважаючи на динаміку популяційних процесів, між площею біотопу і кількістю звірів, що знаходяться в ньому, існує позитивна кореляція, що сягає особливо великих значень у роки високої чисельності і знижується в періоди депресії.
7. Молоді тварини змушені оселяватися в штучних лісах, густих лісосмугах та в балках з деревно-чагарниковою рослинністю. Натомість більшість лисиць старшого віку вибирають для відпочинку очеретяні зарості та близькі до них за якісними характеристиками забур'янені луки та сади.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисов С.С., Глушков В.М., Гревцев В.И. и др. Охотничьи ресурсы России: Аналитический доклад. – Москва. – НИА-Природа, 2004. – 104 с.
2. Браунер А. Млекопитающія Бессарабской, Херсонской и Таврической губерній. Лисица // Зап. Новорос. об-ва естествознания. – Одесса: Коммерч. типография, 1914. – Вып. 1. – С. 10-36.
3. Ватолин Б.А. Современное состояние популяций бурого медведя, рыси, лисицы, енотовидной собаки и барсука в Брянской области // Матер. всесоюз. совещ по эколог. основам охр. и рац. использ. хищн. млекопитающих. – М.: Наука. – 1979. – С.19-20.
4. Гептнер В.Г., Наумов Н.П., Юргенсон П.Б. и др. Млекопитающие Советского Союза. Морские коровы и хищные. – М.: Высш. школа, 1967. – Т. 2. – Ч. 1. – 1004 с.
5. Греков В.С., Нехороших З.Н., Бощенко Ю.А. и др. Красная лисица в экосистемах Северо-Западного Причерноморья // Соврем. пробл. зоологи и экологии: Матер. междунар. науч. конфер. – Одесса. – 2005. – С. 59-62.
6. Гурский И.Г., Урбан В.А. Лисица и другие хищные животные в Одессе // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – М. – 1976. – Т. 81. – Вып. 5. – С. 29-38.
7. Гурский И.Г. Лисица в Северо-Западном Причерноморье // Экол. основы охраны и рац. использ. хищ. млекопитающих: Матер. Всесоюз. совещ. – М. – 1979. – С. 181-182.
8. Думенко В.П. Пространственная структура и топические связи популяции лисицы в репродуктивный период на территории биосферного заповедника «Аскания-Нова» // Структура и функц. роль живот. населения в природ. и трансформ. экосистемах: Тез. докл. I-й междунар. науч. конфер. – Днепропетровск. – 2001. – С. 137-139.
9. Лебедева Н.І. Лисиця звичайна (*Vulpes vulpes* L., 1758) в умовах нижнього Подніпров'я (морфологія, екологія, практичне значення) // Автореф. дис... к-та біол. наук: 03.00.08 / Ін-т зоології НАН України. – К., 2003. – 20 с.
10. Роженко М.В. Особенности пространственной структуры популяций некоторых хищных млекопитающих Причерноморья // Геоэкол. и биоэкол. проблемы Сев. Причерноморья: Тез. докл. междунар. науч. конфер. – Тирасполь. – 2001. – С. 239 -240.
11. Роженко М. В. Деякі результати дослідження екології лисиці звичайної у Причорномор'ї // Вісн. Львівського нац. ун-ту. Серія біол. – 2002. – № 30. – С. 84-89.
12. Сапельников С.Ф. Некоторые особенности биологии лисицы в Воронежской области // Тез. докл. 6 съезда Российского териол. об-ва. – М. – 1999. – С. 224.
13. Смирнов В.С. Определение возраста и возрастные соотношения млекопитающих на примере белки, ондатры и пяти видов хищников // Тр. Ин-та биол. УФАИ СССР. – Свердловск. – 1960. – Вып. 14. – С. 97 – 112.
14. Тимофеев-Рессовский Н.В., Яблоков А. В., Глотов Н. В. Очерк учения о популяции. – М.: Наука, 1973. – 278 с.
15. Чиркова А.Ф. Кольцевание лисиц // Тр. ВНИИОП. – М. – 1955. – Вып. 14. – С. 25-32.
16. Шевченко Л.С. Состояние численности и добычи охотничье-промысловых видов хищных зверей на Украине // Экол. основы охраны и рац. использ. хищ. млекопитающих: Матер. Всесоюз. совещ. – М. – 1979. – С. 77-80.
17. Яблоков А. В., Глотов Н. В. Очерк учения о популяции. – М.: Наука, 1973. – 278 с.
18. Ables E. An exceptional fox movement // J. Mammal. – 1965. – 46. – N 1. – P. 102.
19. Jensen B. Preliminary results from the marking of foxes (*Vulpes vulpes* L.) in Denmark // Dan. Rev. Game Biol. – 1968. – Vol. 5. – N 4. – P. 131-139.
20. Jensen B. Movements of the marking of red fox (*Vulpes vulpes* L.) in Denmark investigated by marking and recovery // Dan. Rev. Game Biol. – 1973. – Vol. 8. – N 3. – 20 P.
21. Hewson R. Changes in the of foxes (*Vulpes vulpes*) in Scotland // J. Zool. – 1984. – 203. – N 4. – P. 561-569.
22. Kolb H.H. Some observations on the home ranges of vixens (*Vulpes vulpes*) in the suburbs of Edinburg // J. zool. – 1986. – N 4. – P. 636-639.
23. Lund H., Munthe-Kaas J. Om merking av rev // Fauna. – 1967. – 20. – N 1. – P. 7-17.
24. Pielowski Z. The role of foxes in the reduction of the European hare populations // Ecol. and manag. Europ. hare populations. – Warszawa: Panstv. w-wo roln. i lesne. – 1976. – S. 135-148.
25. Stubbe M. Raubwild, Raubzeug, Krähenvögel. – Berlin: VEB Landwirtschaftsverlag, 1977. – 184 S.

АНТИГОМОТОКСИЧНА ТЕРАПІЯ В БІОЛОГІЧНІЙ МЕДИЦИНІ ТА РЕАБІЛІТОЛОГІЇ

*Сурмыло М. М., к.м.н., асистент, Омелянчик В. М., к.м.н., доцент

** Запорізька медична академія післядипломної освіти,
Запорізький національний університет*

У роботі висвітлені основи антигомтоксичної терапії та гомотоксикології, показана доцільність застосування цього методу лікування в практиці лікаря - реабілітолога для корекції функціональних розладів у хронічних хворих у період реабілітації. Обґрунтовано необхідність включення курсу гомотоксикології до навчальних планів підготовки реабілітологів.

Ключові слова: біологічна медицина, реабілітологія, антигомтоксична терапія.

*Сурмыло Н.Н., Омелянчик В.Н. АНТИГОМОТОКСИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ И РЕАБИЛИТОЛОГИИ / *Запорожская медицинская академия последипломного образования, Запорожский национальный университет, Украина

В работе освещены основы антигомтоксической терапии и гомотоксикологии, показана целесообразность применения этого метода лечения в практике врача – реабилитолога для коррекции функциональных расстройств у хронических больных в период реабилитации. Обоснована необходимость включения курса гомотоксикологии в учебные планы подготовки реабилитологов.

Ключевые слова: биологическая медицина, реабилитология, антигомтоксическая терапия.

*Surmylo N.N., Omeljanchik V.N. ANTIGOMOTOKSICHESKY THERAPY IN BIOLOGICAL MEDICINE AND REHABILITATION / * Zaporozhye medical academy, Zaporizhzhya National University, Ukraine

The bases antigomotoxic therapy and gomotoxicology are represented in the article. The expediency of using this method of therapy in practice of a doctor – rehabilitologist for correction of functional disorders in chronic patients during the period of rehabilitation, is shown. The necessity of including the course gomotoxicology into educational plans of rehabilitologists' training, has been substantiated.

Key words: biological medicine, rehabilitology, antigomotoxic therapy.

На современном этапе развития медицина столкнулась с парадоксальной ситуацией – лекарств много, а лечить зачастую нечем. Особенно остро это ощущают представители медицинских специальностей, которые сталкиваются с необходимостью оказать эффективную помощь больным с хроническими заболеваниями, последствиями травм, оперативных вмешательств, вредных условий труда и экологической нагрузки. Практически все диагнозы начинаются со слова «Хронический...», что является синонимом «неизлечимый». В критериях эффективности терапии, которые даны в стандартах оказания медицинской помощи Минздрава Украины, идет речь только о длительности достигнутой ремиссии после проведенной терапии, причем длительность достигаемой ремиссии не устраивает ни пациента, ни врача. В этой ситуации многие врачи ищут другие философские подходы к цели и методам применяемого лечения.

Целью данной работы было определение наиболее целесообразных и адекватных методов немедикаментозной терапии в практике врача – реабилитолога.

На протяжении многих веков медицина развивалась по двум направлениям. Первое следует основному терапевтическому принципу “лечение противоположного противоположным” (аллопатическая медицина); второе – “лечение подобного подобным” (гомеопатия). Преследуя одну цель, тем не менее, эти принципы привели к разделению медиков на представителей традиционной (официальной) и последователей альтернативной медицины. С позиций современных взглядов на человека как сложную термодинамически открытую биологическую систему, функционирующую в тесной связи со всеми материально-энергетическими элементами окружающей среды, такое деление, на наш взгляд, является нецелесообразным.

Медицина – это биологическая наука, которая в своём прикладном аспекте, по отношению к человеку, должна учитывать не только его физическое состояние, но и процессы, связанные с его конституциональными особенностями, умственной и духовной деятельностью. Поэтому, на сегодняшний день представляется актуальным рассматривать деятельность врача - реабилитолога в рамках «интегративной медицины», объединяющей лучшие и наиболее прогрессивные достижения как традиционной, так и альтернативной медицины.

В настоящее время медицина развивается по трем направлениям:

а. Традиционная химико - фармакологическая терапия. Особое значение и преимущества это направление имеет прежде всего в области острых заболеваний. Используемые при таком подходе формы терапии в основном направлены на уничтожение симптомов заболевания. Здесь доминирует монокаузальный, линейный ход мыслей.

б. Техническая, механическая, реконструирующая медицина. Этот подход включает в себя технические, хирургические и реконструирующие методы, направленные на уничтожение источников болезни в организме.

в. Биологическая терапия. Биологическая медицина придает основное значение терапевтическим усилиям по поддержанию реакций самоисцеления организма, направленных против патологических нарушений. Эта точка зрения контрастирует с традиционным подходом, при котором внимание сконцентрировано только на симптомах заболевания, представляющих собой лишь последнее звено причинной патогенетической цепи, которую для любого заболевания можно проследить от ее первопричины до конечных симптомов.

Биологическая медицина рассматривает не только материальный патологический процесс. В ее диагностических и терапевтических концепциях учитываются также энергетически - динамические и, прежде всего, регуляторные функции. Главной заботой биологической медицины является профилактика заболеваний и восстановление способности организма к саногенезу.

Химико-фармакологические методы терапии ориентируются на статистически осуществимые, линейно - зависимые события. В соответствии с этим, врачи разрабатывают модель заболевания, которая по статистическим меркам подходит для группы пациентов. Такие методы неизбежно связаны с утратой индивидуальных характеристик отдельных случаев.

В противоположность этому, биологическая медицина принимает во внимание высокую степень взаимосвязанности отдельных процессов в пределах биологических систем. Считается, что исходя из линейно - каузальной точки зрения такие процессы невозможно объективизировать в принципе. Поэтому биологическая медицина ориентируется на индивидуальную реальность конкретного пациента, в пределах которой врач и пациент ищут пути навстречу друг другу в попытках достичь исцеления пациента путем стимуляции собственных сил самоизлечения его организма.

Несколько слов о терминологии и научных направлениях в современной биологической (интегральной, холистической, целостной) медицине. В настоящее время под восстановительной медициной понимается система знаний и практической деятельности, целенаправленных на восстановление функциональных резервов и адаптивных способностей человека, сниженных в процессе неблагоприятного воздействия факторов среды и деятельности или в результате болезни, путем применения преимущественно немедикаментозных оздоровительно - реабилитационных технологий.

Реабилитация (франц. *rehabilitation*, от лат. *re* - вновь + *Habilis* - удобный, приспособленный) - восстановление или компенсация нарушенных функций и трудоспособности у больных лиц и инвалидов, достигаемые применением государственных и общественных медицинских, профессиональных и социальных мероприятий.

Медицинская реабилитация, таким образом, – это составная часть реабилитации и раздел восстановительной медицины, направленный на скорейшее выздоровление и вторичную профилактику заболеваний, увеличение функциональных резервов, компенсацию нарушенных функций и возвращение дееспособности у больных лиц и инвалидов.

Основные принципы медицинской реабилитации в коррекции функциональных резервов:

1. Применение преимущественно немедикаментозных технологий биологической медицины: (физиотерапия, фитотерапия, курортотерапия, методы улучшения физического состояния, акупунктура, электроакупунктура, речевая терапия, акустическая тренировка, зрительная тренировка, лечебная верховая езда, лечебное плавание, биоэлектронные методы, биорезонансная терапия, методы терапии с использованием магнитного поля). Психически - психологические компоненты регулирующей терапии - музыкальная терапия, рисование и цветовая терапия. Материально – информационно - регуляторные технологии: гомеопатическая терапия, антигомотоксическая терапия.
2. Комплексное применение корректирующих технологий с учетом аддитивности и потенцирования эффектов различных методик восстановления функциональных резервов.
3. Использование эффектов гормезиса, малых доз и факторов низкой интенсивности, корректирующих воздействий (гомеопатия, антигомотоксическая терапия).
4. Применение технологий с учетом биоритмов физиологических параметров.
5. Учет индивидуальной чувствительности к оздоровительно - профилактическим воздействиям и принципа биологической обратной связи. Если при оценке общих и частных альтернатив в качестве отправной точки выбрать укрепление здоровья, а не просто борьбу с заболеванием, тогда можно использовать следующие терапевтические подходы: макроэкологическая терапия, корректирование образа жизни, корректирование диеты.

6. Стимулирующие (тренирующие) воздействия должны сочетаться с восполнением возможного субстратного коферментного и элементного дефицита (антигомтоксическая терапия, диетотерапия).
7. Корректирующие технологии должны быть построены на принципах доказательности, сравнительном анализе эффективности по отношению к аналогам и высокой воспроизводимости.
8. Должны быть определены и желательны возможности технологии для применения технологии в амбулаторных и домашних условиях.
9. Преимущества конкретной технологии перед аналогами должны быть сформулированы в виде показаний, отражающих снижение функциональных резервов и другие индивидуальные особенности функционального состояния, по отношению к которым данная методика является эффективной.
10. Должны быть определены абсолютные и относительные противопоказания к применению технологий, возможность их сочетания с другими способами восстановления функциональных резервов организма.

Преимущества немедикаментозных способов восстановительной коррекции функциональных резервов ранее были доказаны по следующим позициям:

- в основе механизмов действия заложена активация эндогенных биорегуляторов, что обеспечивает отсутствие явлений привыкания, характерных для аллопатических лекарств, но сопровождается тренирующими эффектами по отношению к регулируемым функциональным системам организма;
- отсутствие аллергенного, тератогенного, токсического и других побочных эффектов, свойственных аллопатической медикаментозной терапии;
- при наличии заболеваний немедикаментозные технологии позволяют существенно снижать эффективные дозы лекарственной терапии или полностью обходиться без лекарств;
- благоприятное влияние на психоэмоциональную сферу пациентов, воздействие сочетается с приятными ощущениями во время и после процедур;
- доступность основных немедикаментозных технологий (физические упражнения, закаливание, дыхательная гимнастика, аутогенная тренировка и др.) для самооздоровления широких слоев населения;
- высокая технологическая и экономическая эффективность в профилактике заболеваний и инвалидизации у населения;
- сознательное самооздоровление с применением нелекарственных методик способствует формированию культуры здоровья, утверждению здорового образа жизни, противостоит вредным привычкам и негативным социальным явлениям;
- немедикаментозные технологии укрепляют репродуктивное здоровье, непротивопоказаны беременным и детям, начиная с рождения; высокая эффективность в формировании здоровья на всех этапах филогенеза и в профилактике старения.

В связи с вышеизложенным, в настоящее время внимание практикующих врачей привлекает гомотоксикология, как связующее звено между классической гомеопатией и аллопатической (традиционной) медициной. Основоположителем гомотоксикологии является выдающийся немецкий врач и учёный XX века Ханс-Хайнрих Реккевег (1905-1985гг.). В 1932 г. основал фирму и небольшую фабрику для выпуска комплексных гомеопатических препаратов. Фирма получила название "Heel" (от латинского выражения "Herba est ex luce" – «Растение из света»). В 1948-1949 годах он создает свое учение о гомотоксинах - гомотоксикологию. Тогда же, в 1948 году в Триберге в отеле "Адлер" состоялся первый научный симпозиум по гомотоксикологии. Х.-Х. Реккевег развивал такое направление в медицине, как лечебная косметика. В 1961 году им была основана фирма "Shoynear", которая выпускала средства для ухода за кожей и волосами. В конце 60-х годов была создана фирма "Космохема", до сих пор производящая гомеопатические капли по рецептам, созданным Хансом-Хайнрихом Реккевегом. Чуть раньше было основано издательство "Аурелия", которое издает литературу о гомотоксикологии и антигомтоксической терапии, а также журнал "Биологическая медицина", в настоящее время являющийся самым популярным медицинским журналом в Германии, посвященным вопросам натуропатии.

Ханс-Хайнрих Реккевег писал, что болезни любого рода и любой фазы являются биологически целесообразными процессами. В них выражается борьба защитных механизмов человеческого организма, как динамической системы, от эндо - и экзогенных токсинов (гомотоксинов). Таким образом, симптомы болезни являются проявлением биологически целесообразной реакции организма на болезнетворный агент (гомотоксин) для восстановления динамического равновесия в организме, т. е. за восстановление гомеостаза (здоровья).

Гомотоксины – всевозможные патологические агенты биологической (вирусы, бактерии, простейшие и др.), химической (промышленное загрязнение окружающей среды, бытовая химия, косметика, пищевые добавки, продукты собственного метаболизма и др.) и физической (электромагнитные поля, радиационный фон и др.) природы. Как видно из определения, гомотоксины могут быть эндогенного и экзогенного происхождения. Они вызывают нарушение локального или системного гомеостаза организма, и приводят к заболеванию.

В отношении «здоровья» мнения как представителей аллопатической медицины, так и врачей, исповедующих принципы биологической терапии достаточно близки и дополняют друг друга. В соответствии с Уставом ВОЗ «здоровье» это «...состояние полного физического, духовного и социального благополучия...», а по мнению гомотоксикологов – это свобода организма от гомотоксинов, согласованность множества биологических ритмов, характер взаимоотношения между которыми определяет способность организма к полноценному функционированию. Понятно, что невозможно достичь состояния благополучия без предварительной гармонизации адаптационно - приспособительных реакций человеческого организма.

Теоретической основой гомотоксикологии является понятие целостности организма (холистическая организация биологических систем), а следовательно отдельные заболевания являются стадиями развития единого патологического процесса. Такой патологический процесс был назван Х.-Х. Реккевегом гомотоксикозом. К гомотоксикозам относят все стрессовые для организма ситуации, причиной которых являются гомотоксины и/или патологии, вызываемые и поддерживаемые гомотоксинами. Термин «гомотоксикоз» охватывает все вредные для биосистемы вещества и воздействия. Современная модифицированная теория Х.Х.Реккевега о развитии гомотоксикоза включает в себя следующие фазы: -эскреции-воспаления-депонирования-импрегнации-дегенерации-дифференцировки. Очередность расположения фаз отражает закономерную стадийность ответа организма на действие гомотоксинов. Эта стадийность представлена Х.Х.Реккевегом в виде таблицы, которая демонстрирует двухмерную схему смены фаз гомотоксикоза по горизонтали и тканевых эффектов по вертикали. Фазы развития заболевания привязаны к процессам происходящим в матриксе (межклеточном пространстве) во время формирования гомотоксикоза. Так, например, фазы эскреции и воспаления относятся к этапу, на котором доминируют процессы нейро-гуморальной регуляции, фазы депонирования и импрегнации сопровождаются изменениями биохимической структуры матрикса, а фазы дегенерации и дифференцировки - патологическими изменениями клеток.

Фаза воспаления

Отличительная черта этой фазы – выведение токсинов и неметаболизированных чужеродных веществ через физиологические системы детоксикации путём усиления работы собственных механизмов эскреции. С помощью связывания, диспергирования или растворения токсинов в продуктах секреции, эти вещества могут быть выведены из организма вместе с продуктами его жизнедеятельности. К защитным механизмам, служащим этой цели, относятся: потоотделение, кашель, насморк, усиление образования слизи, слёзоточивость, гиперсаливация, рвота, увеличение жёлчеоттока, желудочной секреции и секреции желез кишечника, повышение моторики кишечника, понос, увеличение мочеобразования.

Перед началом процесса эскреции выводимые вещества должны быть переведены в доступную транспорту форму. Необходимыми предпосылками этого являются многие тонкие метаболические процессы и секреторные механизмы:

- внутренняя или эндокринная секреция (выделение продуктов секреции желез в кровь);
- паракринная секреция (перенос продукта секреции из клетки в клетку);
- аутокринная секреция (воздействие клеточной секреции на саму секретирующую клетку);
- интракринная секреция (воздействие продуктов секреции клеточных органелл на клетку).

Так как через реакции клеточного метаболизма должно пройти много чужеродных веществ и токсинов, эти “внутренние механизмы поддержки” играют важную роль в подготовительных этапах секреции. Активность желез участвующих в элиминации гомотоксинов находится под контролем нервной системы.

Клинически в этой фазе гомотоксикоза человек вполне работоспособен. Отклонения в состоянии здоровья могут появляться лишь в результате воздействия некоторых факторов внешней среды (изменение погодных условий, времён года, влиянием солнечной активности и т.п.). В подобных случаях пациент предъявляет жалобы на головные боли в определённое время суток или года, ухудшение самочувствия на фоне сырой погоды, ветра, эмоциональных перегрузок, наблюдается снижение физической и умственной активности, повышенная усталость, нарушение сна, ослабление внимания, раздражительность. В неврологическом статусе изменений нет. Морфологических изменений в тканях не

наблюдается. Страдает преимущественно эмоциональная сфера человека, проявляются обострённые черты характера, присущие конкретному индивидууму.

Фаза воспаления

Фазу воспаления характеризует острая воспалительная реакция. Она представляет собой попытку организма ускорить и интенсифицировать процессы метаболизма в зоне накопления гомотоксинов с целью их нейтрализации и скорейшего выведения. Для этой фазы характерна выраженная сосудистая реакция, активация нейтрофилов и тучных клеток. На данном этапе гомотоксикоза реализуется древняя и сложная сосудисто-мезенхимальная реакция на повреждение, направленная не только на ликвидацию повреждающего агента, но и на восстановление повреждённой ткани – реакция воспаления.

Классическими клиническими признаками фазы воспаления являются гиперемия, отёк, боль, расширение капилляров, нарушение функции поражённого органа. Характерным является образования выпота жидкости в полости тела, разрушение клеток, образование свободных радикалов. При этой фазе часто наблюдаются кожные проявления в виде экземы, фурункулов, карбункулов, абсцессов.

Процесс воспалительной реакции протекает с активным участием всех звеньев иммунной системы и подлежит контролю со стороны нервной и эндокринной систем.

Фаза депонирования

Фаза депонирования возникает в том случае, когда механизмы локальной и общей детоксикации в фазах экскреции и воспаления оказались недостаточно эффективными. Экзо- или эндотоксин уже не может быть эффективно удалён из организма и откладывается в тканях, вследствие чего возникает неустойчивое равновесие между вредоносным действием токсина и защитными реакциями организма. Длительное пребывание организма в данной фазе приводит к угнетению защитных функций. Это состояние характеризует истощение резервов систем детоксикации (большой защитной системы). Организм находится на пределе возможностей. Даже при воздействии незначительного раздражителя со стороны окружающей среды (психологический стресс, голодание, изменение атмосферного давления, физическое перенапряжение, травма, медицинская манипуляция и др.) достаточно, чтобы вызвать срыв адаптационно-приспособительных реакций организма вплоть до развития тяжёлого заболевания с непредсказуемыми последствиями.

Больные в этой фазе гомотоксикоза часто жалуются на частые головные боли, головокружения, ухудшение памяти, шум в голове, стойкое снижение работоспособности. Характерны лимфаденит, характеризующийся увеличенными, уплотнёнными лимфоузлами, гиперплазия миндалин, гипертрофия слизистых оболочек, спленомегалия, гепатомегалия, гиперкератоз, хронические инфекции, диатезы, образование бородавок, ожирение.

С точки зрения патоморфологии в этой фазе на передний план выступает пролиферация клеток вплоть до образования гранулём. Фаза депонирования является отправной точкой в развитии стойких хронических заболеваний.

Основным местом локализации хронической или хронически-рецидивирующей конфронтации между тканью и депонированным токсином является матрикс. Со стороны клеточных структур характерно увеличение их числа без изменения морфофункциональных параметров.

Фаза импрегнации

Фаза импрегнации представляет собой процесс фиксации гомотоксинов в ткани очага хронического воспаления. Чужеродное вещество проникает в структуру ткани и становится, как бы его структурной частью.

Вследствие чрезмерного функционального стресса и значительной перегрузки зон фильтрации в матриксе, транзитное пространство между циркулирующей тканевой жидкостью и клеткой преграждается и блокируется. Клетка в большей или меньшей степени изолируется от обмена метаболитами жизнедеятельности с внеклеточным пространством. Промежуточные продукты обмена веществ начинают в большом количестве накапливаться вокруг клетки, происходит блокада рецепторных структур на плазмалемах.

Состояниями, характерными для процессов импрегнации являются мукополисахаридоз, гликогеноз, липидоз, цистиноз, амилоидоз, гемосидериоз, гемохроматоз, пневмокониоз, силикоз, «лёгкие курильщика», ревматические узлы и подагрические отложения в суставах. В неврологическом статусе отмечается наличие гиперрефлексии, асимметрия сухожильных рефлексов, глазодвигательные расстройства. Тонус нервной системы повышен. Усиливается нервная импульсация подкорковых вегетативных центров.

Фаза дегенерации

Фаза дегенерации ткани, как правило, является следствием постоянного повреждающего действия, в результате чего возникают структурные изменения и функциональные нарушения. Патологический процесс переходит из зоны матрикса в структурные элементы самой клетки. Типы клеток, формирующих ткань, определяют морфологическую специфику нарушений, в то время как основным клиническим симптомом является функциональная недостаточность вовлечённого в патологический процесс органа.

В результате разнообразия изменений в клетках и мест локализации патологического процесса возникло большое количество описательных терминов, касающихся видов дегенерации. В качестве примера можно привести гидропическую, гиалиновую, амилоидную, цирротическую, нейрональную, гепатолентикулярную, стриатонигроидную, паранеобластическую дегенерацию.

Дегенерация может представлять собой промежуточный этап или может быть предшественником фазы дедифференцировки, отличаясь от последней тем, что ткань, вовлечённая в процесс дегенерации, всё ещё остаётся интегральной составляющей иерархической системы организма.

С точки зрения биологии развития, дегенерация представляет собой процесс регрессии от дифференцированной ткани к, своего рода, стадии бластодермы. Это регрессивное развитие обычно идёт в направлении образования более примитивных фибробластоподобных клеток, которые, подобно эмбриональной мезенхиме, заполняют пространство, ранее занятое специализированными клетками. Цирроз и склероз являются типичными примерами состояний подобного рода. Примитивные фибробластоподобные клетки, по-видимому, менее требовательны к условиям микроокружения. *In vitro* можно получить клеточные культуры, моделирующие эти процессы регрессии. При неадекватных условиях культивирования (недостаток питательных веществ и кислорода) дифференцированные тканевые эксплантаты регрессируют с образованием культуры фибробластоподобных клеток.

Фаза дегенерации характеризуется уменьшением жизненных сил и проявлений живого. И в тоже время для неё характерно увеличение проявлений материальных. Поэтому и воздействие на организм в данной фазе гомотоксикоза требует больше физического, с использованием инвазивных методов лечения, в том числе - аллопатических.

Фаза дедифференцировки

Фаза дедифференцировки характеризуется тем, что клетки определённого типа утрачивают характерную для них форму и функцию, изменяясь в направлении недифференцированных, неспециализированных клеточных форм. Данный процесс предполагает выход клеток из иерархической системы организма.

Первопричиной этого является процесс обратного развития, который может привести к возникновению структур, подобных эмбриональным. Подобный процесс имеет место при образовании злокачественных опухолей. Дедифференцировка это процесс потери клетками специфичных черт, в ходе которого утрачивается их специфика.

Таблица - 6 фаз гомотоксикоза Х.Х.Реккевега на примере прогрессивной викариации при болезнях органов пищеварения.

Выздоровление ←				→ Хронизация		
Фазы заболеваний	Гуморальные фазы		Фазы матрикса		Клеточные фазы	
Системы органов	Фазы экскреции	Фазы воспаления	Фазы депонирования		Фазы импрегнации	Фазы дегенерации
Кожа			Ксантомы			
Нервная система		ВСД			Токсическая энцефалопатия	
Сенсорная система						
Опорно-двигательный аппарат						
Дыхательные пути						
Сердечно-сосудистая система					Дисметаболическая кардиопатия	
Пищеварительный тракт	Понос Рвота	Острый холецистит (холангит)	Холелитиаз		Хронический холецистит калькулезный (холангит) Хронический панкреатит	Цирроз печени
Мочеполовая система						
Кровь						
Лимфатическая система						
Обмен веществ						Сахарный диабет
Гормональная система						
Иммунная система						
Психика	Возбуждение	Реакция	Фиксация		Хронизация	Дефицит
						Расщепление

В процессе развития фаз гомотоксикоза существует понятие “биологического сечения” или “биологического барьера”. “Биологический барьер” представляет собой условную границу между состоянием систем детоксикации, в котором ещё возможны саморегуляция и самоизлечение организма, и состоянием истощения этих систем. Проходит “биологический барьер” между фазами депонирования и импрегнации. В первых трёх фазах (эксекреции, воспаления, депонирования) преобладают процессы экскреции, а в последующих трёх (импрегнации, дегенерации, дедифференцировки) постепенно нарастают явления уплотнения поражённой ткани. Если фаза заболевания находится перед “биологическим барьером” то, как правило, имеется тенденция к выздоровлению и прогноз заболевания благоприятный. Если фаза заболевания располагается после “биологического барьера”, то восстановление функции поражённой ткани (органа) в полном объёме проблематично и прогноз заболевания неблагоприятный. Эту особенность развития гомотоксикоза очень важно учитывать во время определения тактики лечения того или иного заболевания.

С позиций энергетики, “биологический барьер” проходит там, где утрачивается половина энергетического потенциала организма.

Ещё одну “роковую черту” можно условно провести между фазами дегенерации и дедифференцировки. Именно здесь функционально специализированная и морфологически дифференцированная ткань регрессирует, превращаясь в сумму функционально неспецифических, морфологически недифференцированных элементов. С биологической точки зрения, при этом происходит реверсия развития в направлении ранних эмбриональных стадий. В данной фазе гомотоксикоза энергетическое снабжение тканей в очаге поражения по механизму окислительного фосфорилирования находится на столь низком уровне, что преобладает энергетически неэффективный процесс гликолиза. Поражённый участок биосистемы переключается на ранне-эмбриональные бескислородные условия существования - клеточное деление проходит без клеточной дифференцировки.

Таким образом, болезнь (гомотоксикоз), начав своё развитие в одной фазе, может перемещаться в следующую. Это перемещение может происходить как по горизонтали, с учётом деления фаз гомотоксикоза «биологическим барьером», так и по вертикали, переходя на другую ткань или орган. Миграция патологического процесса из одной области в другую, по мере развития заболевания или в результате лечения, называется викариацией.

Перемещение по фазам заболевания справа налево или вниз называется прогрессивной викариацией и является неблагоприятным признаком, так как отражает дальнейшее прогрессирование болезни и ухудшение прогноза заболевания. Перемещение налево и вверх называется регрессивной викариацией и служит благоприятным признаком указывая на тенденцию к выздоровлению.

Анализируя таблицы гомотоксикозов, можно проследить эволюцию состояния пациента и понять, почему одни симптомы появляются, а другие исчезают или сами по себе, или в результате лечения. Этот феномен так же впервые описан Х.-Х. Реккевегом несколько десятилетий назад в своём руководстве по гомотоксикологии. Примечательно, что подобные примеры довольно часто встречаются у многих пациентов, но как правило, остаются без должного внимания со стороны практикующих врачей.

К сожалению, болезни часто рассматриваются как отдельные, изолированные от своего биологического содержания, синдромы. Реальность заменяется слишком упрощённой моделью. Попытки экстраполировать данные, полученные на таких моделях на организм живого существа, тем более на человека, часто не могут объективно отразить возможные результаты применения того, или иного средства, так как жизнь любого многоклеточного организма определяется согласованным поведением множества клеток, связанных между собой межклеточным матриксом.

Таким образом, с помощью таблицы гомотоксикозов очень удобно отслеживать динамику заболевания, определять тяжесть гомотоксикоза, составлять прогноз заболевания и выбирать оптимальную тактику лечения.

До последнего времени универсального механизма действия комплексных антигомтоксических препаратов предложено не было. Это объяснялось высокой сложностью состава этой группы препаратов, наличием неспецифического действия на многие звенья систем гомеостаза, сложностью оценки клинической направленности антигомтоксической композиции.

Однако, благодаря успехам, достигнутым в изучении роли иммунной системы в реализации действия малых доз антигенов на течение воспалительного процесса, удалось выработать стройную теорию противовоспалительного действия комплексных антигомтоксических препаратов. После длительных исследований, в 1998 году, профессором Хартмутом Хайне, руководителем Института антигомтоксической медицины и исследований в области основной регуляции, был запатентован механизм действия комплексных антигомтоксических препаратов под названием «Хеель-иммунологическая вспомогательная реакция в гомотоксикологии» (регистрационный № 39750559). Раскрыв, данный иммунологический механизм, удалось показать, что лечение потенцированными

комплексными препаратами соответствует наиболее современной стратегии иммунотерапии многих хронических заболеваний, в том числе и патологий опорно-двигательного аппарата. Иммунологическая вспомогательная реакция наиболее подробно была изучена при ревматоидном артрите, лечение которого остается большой проблемой медицины.

ВЫВОДЫ

1. Применение учения о гомотоксикологии и препаратов антигомтоксической терапии в практике врача – реабилитолога является необходимым компонентом немедикаментозного лечения хронических больных.
2. Является ли антигомтоксический препарат медикаментом? Антигомтоксические препараты приготовлены по требованиям гомеопатической фармакопеи и в связи с этим действующие вещества находятся в них в концентрациях, недоступных для химического анализа. Число Авогадро – степень растворения, за пределами которого в растворе теоретически не остаётся ни одной частицы исходного вещества (гомеопатические разведения средних потенций - выше C12 или D23). Дозировка химических веществ в аллопатических лекарствах начинается с микрограмм и до нескольких грамм на один прием, что приводит к частым токсическим и аллергическим реакциям, идиосинкразии.
3. Антигомтоксические препараты – лекарственные средства, несущие в себе информационно – энергетический компонент для восстановления гомеостаза.
4. Гомотоксикология и ее инструмент - антигомтоксическая терапия базируются на фундаментальных, общепринятых биологических законах, принципы антигомтоксической терапии полностью соответствуют требованиям стандартов лечения согласно нозологических классификаций Минздрава Украины. Несколько препаратов уже включены в стандарты терапии и разрешена их закупка за бюджетные средства для лечебных учреждений.
5. Антигомтоксические препараты не обладают побочными эффектами и пригодны для самолечения, могут применяться реабилитологами, которые не являются врачами – клиницистами.
6. Для повышения эффективности антигомтоксической терапии необходимо включить курс гомотоксикологии и антигомтоксической терапии в программу обучения реабилитологов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вековщина С.В., Кулиниченко В.Л. Биоэтика: начала и основания (философско-методический анализ) - К.: Сфера, 2002. – 152 с.
2. Дранник Г.Н. Клиническая иммунология и аллергология.-Одесса: Астропринт,1999.-604 с.
3. Дьяченко Т.В., Пересадин Н.А. Эвристика, врачебное мышление и антигомтоксическая терапия. // Биологическая терапия. - 2001. - №2. - С. 3-5.
4. Михайлов И.В. ГОМЕОПАТИЯ: Справочник. - М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2002. - 240 с.
5. Никоненко А.Г. Критерии сравнения эффективности аллопатических и антигомтоксических препаратов // Биологическая терапия. - 2000. - №1. - С. 44-47.
6. Плейфер Дж. Наглядная иммунология: Пер. с англ.-М.:ГЕОТАР МЕДИЦИНА, 1999.-96 с.
7. Права человека и профессиональная ответственность врача в документах международных организаций - К.: Сфера, 1999. – 122 с.
8. Ролик И.С. Биологические препараты в реабилитации больных раком: руководство для врачей. М.: Арнебия, 2000.- 282 с.
9. Титов В.Н. Интервалы нормы в клинической биохимии // Клиническая лабораторная диагностика. - №1. - 1995. - С.1-6.
10. Филимонов Сергей. Православная церковь и современная медицина. – СПб.: «Общество святителя ВАСИЛИЯ ВЕЛИКОГО, 2002. – 432 с.
11. Reckeweg HH, Homotoxikologie. Ganzheitsschau einer Synthese der Medizin. Baden-Baden: Aurelia-Verlag,6.Auflage,1986.
12. Heine H. Neurogene Entzündung als Basis chronischer Schmerzen – Beziehungen zur Antihomotoxischen Therapie. Biol.Med., 1997, №6, S.246-250; Heine H., Schmols M. Immunologische Beistandsreaktion durch pflanzliche Extrakte in Antihomotoxischen präparaten. Biol. Med., 1998, №1, S.12-14.

13. Weiner H.L., Meyer L.F. Oral Tolerance: Mechanisms and Applications. Ann New York Acad Sci 1996; 778: 1-451
14. Chen Y., Inobe J., Weiner H.L. Activation and migration of antigen specific T-cells in oral tolerance. FASEB Journal, 1996, 10, A1418 (abstract); Garside P., Mowat A.M. Mechanisms of oral tolerance. Critic Rev Immunol, 1997, v.17, p.119-137; Winer H.L. Oral tolerance for the treatment of autoimmune diseases. Ann Rev Med, 1997, v.40, p.341-351.
15. Garside P., Mowat A.M. Mechanisms of oral tolerance. Critic Rev Immunol, 1997, v.17, p.119-137; Winer H.L. Oral tolerance for the treatment of autoimmune diseases. Ann Rev Med, 1997, v.40, p.341-351; Winer H.L., Inobe J., Kucharoo V., Chen Y. Induction and characterization of TGF-beta secreting Th3 cells. FASEB Journal, 1996, №10, p.A1444 (abstract);
16. Winer H.L., Mayer L. Oral Tolerance: Mechanisms and Applications. Ann New Acad Sci, 1996, v.25, p.211-216.
17. Heine H. Neurogene Entzündung als Basis chronischer Schmerzen – Beziehungen zur Antihomotoxischen Therapie. Biol.Med., 1997, №6, S.246-250; Heine H., Schmols M. Immunologische Beistandsreaktion durch pflanzliche Extrakte in Antihomotoxischen preparaten. Biol. Med., 1998, №1, S.12-14.
18. Nahler H., Metelmann H., Sperberg H. Behandlung der Gonarthrose mit Zeel comp. Ergebnisse einer randomisierten, kontrollierten klinischen Prüfung im Vergleich zu Hyaluronsäure. Ortopadische Praxis, 1996, №5, S.354-359.

УДК 591.5;594;595.3

УНИКАЛЬНОСТЬ ВОДНОЙ ФАУНЫ ОПУКСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

*Урюпова Е. Ф., аспирант, Миронов С. С., н.с., Шадрин Н. В., к.б.н., с.н.с.

**Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
Институт биологии южных морей НАН Украины*

Инвентаризация биоразнообразия заповедника является необходимым условием его сохранения, что лежит в основе организации заповедников; это необходимо и для понимания биоценотических взаимосвязей в море. В Опускском природном заповеднике было обнаружено 76 видов брюхоногих и двустворчатых моллюсков (и их раковин); 10 из них являются наземными. Композиция видов в таксоцено ракообразных Опускского была изучена впервые; обнаружено 19 видов ракообразных, среди которых по числу видов и встречаемости преобладают представители отряда Amphipoda. Ракообразные встречаются в зоне заплеска или верхней сублиторали, некоторые из них обитают в обоих биотопах.

Ключевые слова: Опускский природный заповедник, биоразнообразие, фауна, брюхоногие и двустворчатые моллюски, ракообразные.

*Урюпова К.Ф., Миронов С.С., Шадрин М.В. УНИКАЛЬНІСТЬ ВОДНОЇ ФАУНИ ОПУКСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА (КРИМ, ЧОРНЕ МОРЕ) / *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Россия, Институт биологии южных морей НАН Украины, Украина

Инвентаризация биоразнообразия заповедника является необходимым условием его сохранения, что лежит в основе организации заповедников; это необходимо и для понимания биоценотических взаимосвязей в море. В Опускском природном заповеднике было выявлено 76 видов брюхоногих и двустулков моллюсков (и их раковин); 10 из них являются наземными. Композиция видов в таксоцено ракообразных Опускского была изучена впервые; выявлено 19 видов ракообразных, среди которых по числу видов и встречаемости преобладают представители ряда Amphipoda. Ракообразные встречаются в зоне заплеска или верхней сублиторали, некоторые из них обитают в обоих биотопах.

Ключевые слова: Опускский природный заповедник, биоразнообразие, фауна, брюхоногие и двустулков моллюски, ракообразные.

*Urjupova E. F., Mironov S. S., Shadrin N. V. ORIGINALITY OF WATER FAUNA OF THE NATURE RESERVE "OPUKSKYI"(CRIMEA, THE BLACK SEA) / *Lomonosov state university of Moscow, Russia, Institute of biology of south seas NAS of Ukraine, Ukraine

Inventory of reserve biodiversity is prerequisite for its preservation – main aim of reserve founding; and it necessary for understanding of biocoenotic connections in the sea. There are 76 species (and their shells) of Gastropoda and Bivalvia were found in area of the Nature Reserve “Opukskyi”; ten of them are terrestrial. Composition of crustaceans has been studied for Nature Reserve for the first time, 19 species with prevalence of Amphipoda were found there. Crustaceans inhabit splash or subintertidal zones, some of them can live in both biotopes.

Key words: the Nature Reserve “Opukskyi”, biodiversity, fauna, Gastropoda and Bivalvia, Crustacea.

ВВЕДЕНИЕ

Опукский природный заповедник был основан в 1998 году, он расположен на юге Керченского полуострова Автономной Республики Крым. Заповедник, кроме наземной части, включает морскую акваторию (62га) и гиперсолёное озеро Кояшское (около 900га) – единственное на Украине заповедное гиперсолёное озеро. Солёность этого озера летом обычно составляет 320-360‰. Жаброногий рак рода *Artemia* – единственный постоянный представитель животных в озере, относится не к обычному для Крыма виду - *A. salina*, а к другому, вероятно, *A. urmiana*, ареал данного вида - гиперсолёные водоёмы Ирана, ранее в Европе не отмечался [11]. Несравненно богаче представлена в заповеднике морская фауна, особенно фауна моллюсков и ракообразных. Однако водная фауна его начала направленно изучаться только в последние годы.

Ракообразные и моллюски являются одними из наиболее массовых и функционально важных групп организмов в зоне контакта моря и суши. В ходе данной работы производилось исследование этих групп беспозвоночных животных в зоне заплеска и верхней сублиторали Чёрного моря в районе Опукского заповедника, фауна которого изучена крайне недостаточно.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал для работы был собран в Опукском природном заповеднике в период с 2001 по 2006 год. Ракообразных собирали в разных точках заповедника с помощью сачка с ячейей размером < 1мм, после этого водоросли или грунт промывали в кювете, фиксировали в 4-8%-ом формалине или спирте и помещали в контейнеры для хранения. Пробы разбирали, руководствуясь следующей методикой: содержимое контейнеров помещали в пластмассовую кювету, каждый таллом водоросли осматривали отдельно и отбирали ракообразных с помощью пинцета или пипетки. Для изучения фауны ракообразных в Опукском заповеднике было взято 12 проб в разных точках, 2 пробы взяты за границами заповедника на косе, разделяющей гиперсолёное Тобечикское озеро и Керченский пролив (рис. 1). Для определения собранных коллекций ракообразных использовали определители Е.Ф. Гурьяновой [3] и В.А.Водяницкого [2], водорослей - А. Д Зиновой [4]. Названия видов членистоногих уточнены в соответствии с MarBef Data System (www.marbef.org/data/aphia.php).

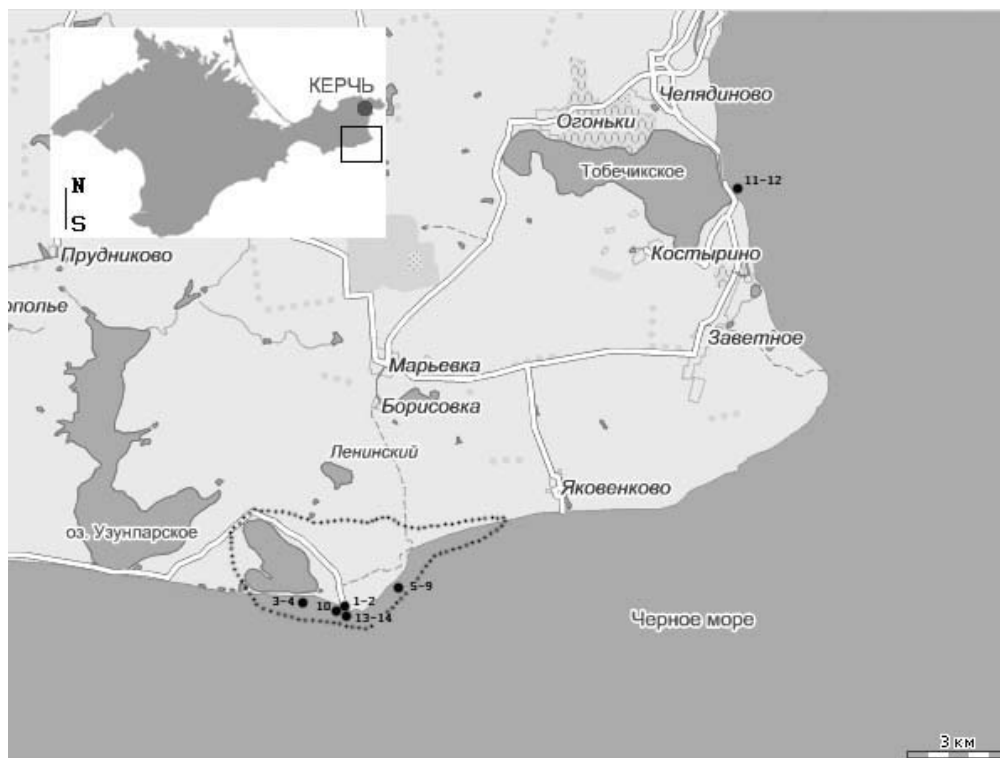


Рис. 1. Карта-схема района сбора проб (цифрами указаны номера проб, пунктирной линией – границы Опукского заповедника).

Моллюски в море были собраны на глубинах до 6 метров ручным дночерпателем площадью 0.25 м², также исследованы береговые выбросы на пляже на учетных площадках площадью 1 м². Всего было взято и проанализировано в разные годы: в море 23 пробы, на берегу-35 (пляж и 1500 м по перемычке).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В прибрежной части Опуцкого заповедника нами были отмечены суммарно моллюски или их раковины 76 видов брюхоногих и двустворчатых моллюсков (приложение 1). Из них 13 видов – вымершие, из позднечетвертичных отложений Карангатского горизонта (*Tritia incrassata* (Muller 1776), *Arcularia gibbosula* (Linne 1758), *Proneritula westerlundi* (Brusina 1900), *Trophonopsis muricata* (Montagu 1803), *Cytherea rugulosa* (Philippi 1844), *Arca noae* (Linne 1758), *Barbatia barbata* (Linne 1758), *Clamys varia* (Linne 1758), *Chama gryphoides* (Linne 1758), *Acanthocardia tuberculata* (Linne 1758), *Venus verrucosa* (Linne 1758), *Macra stultorum* (Linne 1758), *Varicorbula gibba* (Olivier 1792)). Один Карангатский вид брюхоногого моллюска - *Aporrhais pespelecani* (Linne 1758) обитает здесь и в настоящее время, его раковины в больших количествах (от 10 экз/м² до нескольких десятков/м²) попадались нам в выбросах ракушки на берегу [7]. Некоторые раковины этого вида довольно свежие, следовательно, в данном регионе существует его реликтовая популяция. В Черном море существование данного вида долго ставилось под сомнение, но недавно был найден один экземпляр моллюска с телом и в районе Судака [1]. Кроме данной акватории этот вид не встречается больше нигде в Черном море. Другой интересный вид - двустворчатый моллюск, недавний вселенец - *Anadara inaequalis* (Bruguiere 1789). Этот вид в 2000-2003 гг. продемонстрировал огромную вспышку численности (до 40 экз/м²). Некоторые участки пляжа Опуцкого заповедника были покрыты слоем раковин этого моллюска до 1 м толщиной. В последние годы наших исследований (2005-2006 гг.) мы наблюдали резкий спад численности данного вида.

В Опуцком заповеднике нами было отмечено также большое разнообразие наземных моллюсков - 10 видов (приложение 1). Из них наибольший интерес представляет находка двух экземпляров клавизии *Mentissa gracilicosta* (Rossmassler 1836), никогда ранее не отмечавшейся в Степном Крыму. Интересным также является обитающая здесь в массе булимиды *Brephulopsis bidens* (Krynicky 1883) с довольно крупной и стройной раковиной, определенная И.И. Пузановым как подвид var. *cimmerii* [5, 6] и встречающийся только в данном регионе.

Фауна морских ракообразных контактной зоны «суша-море» заповедника включает 19 видов (приложение 2), а по числу видов и количеству обнаруженных особей преобладающими являются представители отряда Amphipoda. По характеру пространственного распределения обнаруженных ракообразных можно отнести к трем группам: 1. обитающие в зоне заплеска (*Echinogammarus ischnus* (Stebbing 1898), *Orchestia mediterranea* Costa 1853, *Orchestia montagui* Audouin 1826); 2. исключительно в верхней сублиторали моря (не выходят в зону заплеска, не переносят осушения или не зарываются) (*Ampithoe ramondi* Audouin 1826, *Apherusa bispinosa* (Bate 1857), *Caprella acantifera ferox* (Czernjavski 1868), *Ericthonius difformis* M.-Edwards 1830, *Echinogammarus (Marinogammarus) olivii* M.-Edwards 1830, *Hemimysis anomala* Sars 1907, *Idotea baltica basteri* Audouin 1827, *Jaera nordmanni* (Rathke 1837), *Naesa bidentata* (Adams 1800), *Atylus guttatus* (Costa 1851), *Stenothoe monoculoides* (Montagu 1815), *Syniscola capito* (Rathke 1837)); 3. встречаются в обеих этих зонах (*Ampelisca diadema* Costa, 1853, *Ligia italica* Fabricius 1798, *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius 1787), *Sphaeroma pulchellum* (Colosi 1921)). Топически большинство собранных видов ракообразных относятся к фитофильной фауне и обитают на талломах *Cystoseira barbata* (Good. Et Wood.) Ag и кустиках морской травы *Zostera marina* L.; остальные виды встречаются в зоне заплеска, погружаются в песок или находятся на его поверхности, на камнях/скалах или выбросах водорослей.

Большинство обнаруженных нами видов обитают в других районах Черного моря, и, в частности, в других заповедниках. Три вида в ближайшем Карадагском заповеднике отсутствуют - гаммариды *E. ischnus*, талитриды *Orchestia mediterranea* Costa, 1853 и мизиды *H. anomala*. Однако талитрида была отмечена возле Севастополя и на Тарханкуте (другая талитрида *O. montagui* редка и малочисленна в Карадагском заповеднике). В последнем обзоре морского биоразнообразия Украины гаммариды *E. ischnus* и мизиды указаны как очень редко встречавшиеся до 1975 года и не отмеченные в более поздних сборах [8]. В обзоре морского биоразнообразия Румынии мизиды указаны как редкий вид, гаммариды после 1960 года в сборах не отмечались [10]; судя по всему, эти виды редки и в водах Болгарии [9]. Оба вида относятся к понто-каспийским эндемикам и, что не обычно для этой группы организмов, могут нормально существовать как в пресной, так и в морской воде [2]. (Водяницкий, 1969). Мизиды и в Опуцком заповеднике редка, гаммариды же создает довольно плотные скопления, нередко доминируя в пробах. Однако ее локальный ареал в заповеднике небольшой, он включает в себя участок, где песчаная пересыпь между морем и гиперсоленым озером Кояшским примыкает к скалам горы Опук.

Композиция видов в таксоценозах моллюсков и ракообразных Опуцкого заповедника своеобразна и не описана в указанном нами составе в других районах Черного моря. Ряд видов относится к числу очень редких в Черном море. Это свидетельствует об уникальности не только наземного, но и водного биоразнообразия Опуцкого заповедника по сравнению с другими морскими заповедными зонами

Крыма. Его поддержание является важным для сохранения системы регионального биоразнообразия. Вероятно, своеобразие морской фауны этого района, в первую очередь, объясняется особенностями структуры системы течений и редким для Крыма сочетанием различных типов берега на сравнительно небольшом протяжении. В заключении следует отметить, что изучение водного биоразнообразия Опускского заповедника только начато, и поэтому можно надеяться на новые неожиданные находки.

ВЫВОДЫ

1. В заповеднике обнаружено 76 видов брюхоногих и двустворчатых моллюсков (и их раковин), из которых 13 являются вымершими.
2. В Опускском заповеднике отмечено 10 видов наземных моллюсков, один вид из которых - *Mentissa gracilicosta* – ранее не был найден в Степном Крыму.
3. Впервые исследован таксоцен ракообразных побережья Опускского заповедника, нами обнаружено 19 видов ракообразных, среди которых по числу видов и встречаемости преобладают представители отряда Amphipoda.
4. По характеру пространственного распределения обнаруженных ракообразных можно разделить на три группы: обитающие в зоне заплеска, в верхней сублиторали и в обеих этих зонах. Большинство собранных видов ракообразных относятся к фитофильной фауне и обитают на талломах *Cystoseira* и кустиках *Zostera*; виды, встречающиеся в зоне заплеска, погружаются в песок или обитают на его поверхности, на камнях-скалах или выбросах водорослей.
5. Композиция видов ракообразных и моллюсков Опускского заповедника уникальна и в описанном нами составе не характерна для других районов Черного моря.

Авторы благодарны руководству Опускского природного заповедника за содействие в работе, В.А. Гринцову за помощь в определении орхестий, а также Н. С. Мюге (Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова - Москва, Россия) за помощь в финансировании участия в экспедиции одного из авторов по проекту, поддержанному Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 04-04-48949-а).

Приложение 1. Список моллюсков Опускского природного заповедника

Gastropoda:

1. *Gibbula albida* (Gmelin 1790), пустые раковины.
2. *Rissoa membranacea* (Adams 1797)
3. *R. parva* (Costa 1779)
4. *R. splendida* (Eichwald 1803)
5. *Setia valvatoidea* (Milachevitch 1909)
6. *Hydrobia acuta* (Draparnaud 1805)
7. *H. ventrosa* (Milachevitch 1916)
8. *Aporrhais pespelecani* (Linne 1758), пустые раковины, *Calyptrea chinensis* (Linne 1758)
9. *Bittium reticulatum* (Costa 1799)
10. *Cerithium vulgatum* (Bruguiere 1789), пустые раковины.
11. *Cerithiopsis tubercularis* (Montagu 1803)
12. *Cerithidium pusillum* (Jeffreys 1856)
13. *Triphora perversa* (Linne 1758)
14. *Tritia reticulata* (Linne 1758)
15. *T. incrassata* (Muller 1776), пустые раковины, Карангатские отложения.
16. *Arcularia gibbosa*, пустые раковины, Карангатские отложения.
17. *Nana donovani* (Risso 1826)
18. *Proneritula westerlundi* (Brusina 1900), пустые раковины, Карангатские отложения.
19. *Rapana venosa* (Valenciennes 1846)
20. *Trophonopsis breviata* (Jeffreys 1882)
21. *T. muricata* (Montagu 1803), пустые раковины, Карангатские отложения.
22. *Cytherea costata* (Pennant 1767)
23. *C. rugulosa* (Philippi 1844), пустые раковины, Карангатские отложения.
24. *Bela nebula* (Montagu 1803)
25. *Ebala pointeli* (Folin 1867)
26. *Parthenina emaciata* (Brusina 1865)
27. *P. interstincta* (Montagu 1803)
28. *Clathrus annulatus* (Milachevitch 1909)
29. *C. turtonis* (Tunton 1819)
30. *Retusa truncatella* (Locard 1892)
31. *Cylichnina variabilis* (Milachevitch 1909)
32. *Ovatella myosotis* (Draparnaud 1801)

Наземные Gastropoda:

33. *Helix albescens* (Rossmassler 1839), г. Опук.
34. *Xerophila krynicki* (Krynicky 1836), пересыпь.
35. *X. derbentina* (Krynicky 1833), пересыпь.
36. *Helicopsis dejecta* (Cristofori et Jan 1831), пересыпь, окрестные степи.
37. *Theba (Monacha) carthusiana* (Muller 1774), гора, окрестные степи.
38. *T. (M.) fruticola* (Krynicky 1833), гора, окрестные степи
39. *Brephulopsis cylindrica* (Menke 1828), степи вокруг оз. Каяшского.
40. *B. bidens* var. *Cimmerii* (Krynicky 1883), г. Опук.
41. *Chondrula tridens* (Muller 1774), степи вокруг оз. Каяшского.
42. *Mentissa gracilicosta* (Rossmassler 1836), подножие г. Опук.

Bivalvia:

43. *Anadara inaequalis* (Bruguiere 1789)
44. *Arca noae* (Linne 1758), пустые раковины, Карангатские отложения.
45. *Barbatia barbata* (Linne 1758), пустые раковины, Карангатские отложения.
46. *Galactella lactea* (Linne 1758)
47. *Mytilaster lineatus* (Gmelin 1790)
48. *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1819)
49. *Modiolus phaseolus* (Philippi 1844)
50. *M. adriaticus* (Lamarck 1819)
51. *Ostrea edulis* (Linne 1758), пустые раковины.
52. *Chama gryphoides* (L. 1758), пустые раковины, Карангатские отл.
53. *Flexopecten ponticus* (Bueguog, Dautzenberg et Dollfus 1889), пустые раковины.
54. *Clamys varia* (Linne 1758), пустые раковины, Карангатские отложения
55. *Loripes lucinalis* (Lamarck 1818), пустые раковины.
56. *Lucinella divaricata* (Linne 1758)
57. *Donax semistriatus* (Poli 1791)
58. *D. trunculus* (L. 1758)
59. *Acanthocardia tuberculata* (L. 1758), Карангатские отложения
60. *A. paucicostata* (Sowerby 1859)
61. *Cerastoderma glaucum* (Poirer 1789)
62. *Parvicardium exicuum* (Monterosato 1884)
63. *Gouldia minima* (Montagu 1803)
64. *Pitar rudis* (Poli 1791)
65. *Irus irus* (L. 1758)
66. *Chamelea gallina* (L. 1758)
67. *Venus verrucosa* (L. 1758), Карангатские отложения.
68. *Polititapes aurea* (Gmelin 1790)
69. *P. petalina* (Lamarck 1818)
70. *Petricola lithophaga* (Retzius 1786)
71. *Spisula triangula* (Renieri 1804)
72. *S. subtruncata* (Costa 1778)
73. *Macra stultorum* (L. 1758), Карангатские отложения.
74. *Donacilla cornea* (Poli 1791)
75. *Abra ovata* (Philippi 1836)
76. *A. renieri* (Broun 1836)
77. *Gastrana fragilis* (L. 1758)
78. *Moerella tenuis* (Costa 1778)
79. *Fabulina fabula* (Gronovius 1781)
80. *Solen vagina* (L. 1758)
81. *Varicorbula gibba* (Olivi 1792), Карангатские отложения.
82. *Lentidium mediterraneum* (Costa 1829)
83. *Pholas dactylus* (L. 1758)
84. *Barnea candida* (L. 1758)
85. *Teredo navalis* (L. 1758)

Приложение 2. Список обнаруженных видов ракообразных Опукского природного заповедника**Amphipoda:**

1. *Ampelisca diadema* Costa 1853
2. *Ampithoe ramondi* Audouin 1826
3. *Atylus guttatus* (Costa 1851)
4. *Apherusa bispinosa* (Bate 1857)

5. *Caprella acantifera ferox* (Czernjavski 1868)
6. *Echinogammarus ischnus* (Stebbing 1898)
7. *Echinogammarus (Marinogammarus) olivii* M.-Edwards 1830
8. *Erichthonius difformis* M.-Edwards 1830
9. *Orchestia mediterranea* Costa 1853
10. *Orchestia montagui* Audouin 1826
11. *Stenothoe monoculoides* (Montagu 1815)

Decapoda :

12. *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius 1787)

Isopoda:

13. *Idotea baltica basteri* Audouin 1827
14. *Jaera nordmanni* (Rathke 1837)
15. *Ligia italica* Fabricius 1798
16. *Naesa bidentata* (Adams 1800)
17. *Sphaeroma pulchellum* (Colosi 1921)
18. *Synisoma capito* (Rathke 1837)

Mysidacea:

19. *Hemimysis anomala* Sars 1907

ЛИТЕРАТУРА

1. Анистратенко В.В., Куропатов Л.А. Новые находки малоизвестных Черноморских моллюсков // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада. – 1989. – № 68. – С. 14-16.
2. Водяницкий В. А. Определитель фауны Черного и Азовского морей. - Т. 1: Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – К.: Наукова думка, 1969. – 536 с.
3. Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda, Gammaridea) // Определители по фауне СССР. Том 41. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – 1031 с.
4. Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.- Л.: Наука, 1967. – 398 с.
5. Пузанов И. И. Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. - Ч. I: Моллюски горного Крыма // Бюллетень МОИП, Отд. биол. – 1925. – Вып. 33. – С. 48-104.
6. Пузанов И. И. Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. - Ч. II: Моллюски степного Крыма // Бюллетень МОИП, Отд. биол. – 1926. – Вып. 35. – С. 84-101
7. Шадрин Н. В., Латушкин А. А. Массовые находки раковин *Aporrhais pespelecani* (Linne, 1758) в береговой полосе Крыма // Экология моря. – 2002. – №61. – С. 44.
8. Black Sea Biological Diversity Ukraine. UN Publ. – New York, 1998. – 351 p.
9. Black Sea Biological Diversity Bulgaria. UN Publ. – New York, 1998. – 131 p.
10. Black Sea Biological Diversity Romania. UN Publ. – New York, 1997. – 314p.
11. Litvinchuk L., S. Moscatello, N. Shadrin, G. Belmonte. Zooplankton from coastal salt lakes of the Crimea (Ukraine) // Proclamations of CIESM International Conference, Istanbul, Turkey (in press), 2007.

ОСОБЛИВОСТІ ГНІЗДОВОЇ БІОЛОГІЇ І МІГРАЦІЙ ПЕРЕПЕЛА НА УКРАЇНІ

Яненко В.О., аспірант, Серебряков В.В., д.б.н., професор, Лопарев С.О. к.б.н., доцент

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Зібраний та оброблений фенологічний матеріал дат першої появи та останньої реєстрації перепела в різних областях України в цілому виявився подібним до літературних даних першої половини ХХ століття. Були складені та проаналізовані карти весняної та осінньої міграції перепела за період з 1975-1990 рр. і 1991-2006 рр., що показало статистично достовірні зміни в межах цього періоду. Аналізом карт доведено існування шляхів через південну і центральну Україну, а також існування не описаного в літературі шляху через західну Україну, що огинає з півночі Карпати.

Ключові слова: перепел, міграції, фенологічні карти, ізофени.

Яненко В.А., Серебряков В.В., Лопарев С.А. ОСОБЕННОСТИ ГНЕЗДОВОЙ БИОЛОГИИ И МИГРАЦИИ ПЕРЕПЕЛА НА УКРАИНЕ / Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина

Собран и обработан фенологический материал дат первого появления весной и последней регистрации осенью перепела в разных областях Украины. Результаты оказались подобными литературным данным за первую половину ХХ столетия. Были построены и проанализированы карты весенней и осенней миграции перепела за периоды с 1975 по 1990 и с 1991 по 2006 годы, между которыми были выявлены статистически достоверные отличия. В результате анализа карт было доказано наличие миграционных путей в центральной и южной частях Украины, а также выявлен не описанный в литературе отдельный путь на западе страны, который огибает Карпаты с севера.

Ключевые слова: перепел, миграции, фенологические карты, изофены.

Janenko V. O., Serebriakov V. V., Loparev S. O. PECULIARITY OF NEST'S BIOLOGY AND MIGRATION OF THE QUAIL IN UKRAINE / National Taras Shevchenko University of Kyiv, Ukraine

The data of Quail's first arrival and last departure dates in different regions of Ukraine was gathered. It was found similar to literature data of first part of XX century. The maps of Quail's spring and autumn migration in 1975-1990 and 1991-2006 years were built and analyzed. The statistically significant differences between these periods were found. The existence of migration routes through the central and southern parts of Ukraine was demonstrated by the analysis of the maps. Also the route in western part of country on north from Carpathians was found which didn't describe in literature.

Key words: quail, migrations, cards.

ВСТУП

В останню половину минулого століття міграція перепела, як і його гніздова біологія, майже не досліджувалася, крім деяких загальних згадок в окремих джерелах. Перепела, будучи типово перелітними птахами, що зимують за межами територій з регулярним сніговим покривом, здійснюють регулярні міграції навесні й восени. Як летять ці птахи навесні – невідомо, вважають, що проліт йде вночі, появу перепелів у тій або іншій місцевості реєструють головним чином по голосу самців, які можуть токувати під час міграції, хоча іноді починають свій «бій» не з першого дня появи. Осінні міграції по континентальній частині України, як і майже в усій Європі протікають майже не помітно. Відносно великі скупчення утворює цей вид лише при перельоті Чорного та Середземного моря. Як на весні, так і восени майже не спостерігають перелітних зграй, а тільки скупчення, більш – менш виражені «висипки», і можна припустити, що в цей час вони летять поодиночці і тільки вночі. Хоча при спостереженнях за нічною міграцією перепел бував зафіксований відносно рідко. Судячи з даних кільцювання, основна маса перепелів із Європейської частини ареалу рухається на зимівлі й назад через Піренейський п-ов, через Аппенінський п-ов, через Балкани та Чорноморське узбережжя Кавказу. Строки ж весняної появи досить пізні й сильно коливаються в різні роки залежно від ходу весни навіть в одній і тій же області. За цієї причини скласти загальну картину прильоту птахів навесні в різних частинах ареалу дуже важко: дані і ряди даних з різних областей стосуються різних років, тому їх важко зіставляти.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження весняних міграцій перепела були використані власні фенологічні спостереження, а також дані анкетного опитування на території України за 1975-2006 роки.

Обробку даних проводили щодо кожної області окремо. При цьому фенодати багаторічних рядів були переведені в числа (порядковий номер за річним календарем), які більш придатні для оперування з ними при обчисленні.

Масив даних фенологічних спостережень за початком прильоту був поділений на два періоди: перший – з 1975 до 1990 р., другий – з 1991 до 2006 р. Це було зроблено з метою з'ясування чи відбулись якісь

зміни в термінах міграції птахів за ці два періоди? А якщо відбулись, то чому? Чи пов'язано це з глобальним потеплінням?

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті аналізу даних весняної міграції виявлений західно-північно-західний весняний міграційний шлях, яким (крім раніше відомих традиційних міграційних шляхів зі сторони Балкан), птахи з'являються в Львівській, Волинській областях раніше, ніж на Поділлі та в центрі України (рис. 1). Цим шляхом можливо летять птахи, що зимують на півдні Європи. Цей шлях ніде в літературі раніше не згадували.

Крім цього фенологічні спостереження підтвердили існування шляхів весняної міграції з півдня через Крим, через акваторію Чорного та частково Азовського морів. Причому до 90-х років була чітко виражена більш стрімка міграція ймовірно з Болгарії через північно-західну частину Чорного моря, а після 90-х років активність цього потоку знизилася [3]. І в центральній, і східній Україні птахи мігрують весною з півдня через Крим майже в меридіальному напрямку. Ці шляхи використовує основна маса перепелів, що зимує в північно-східній Африці та на Близькому Сході. При аналізі ізофен міграцій за перший та другий періоди досліджень, межа між міграційними потоками, що проходять із заходу і з півдня України, пролягає через Вінницьку і Київську області. Для останнього періоду характерна тенденція до більш раннього прильоту, на 1-6 днів.

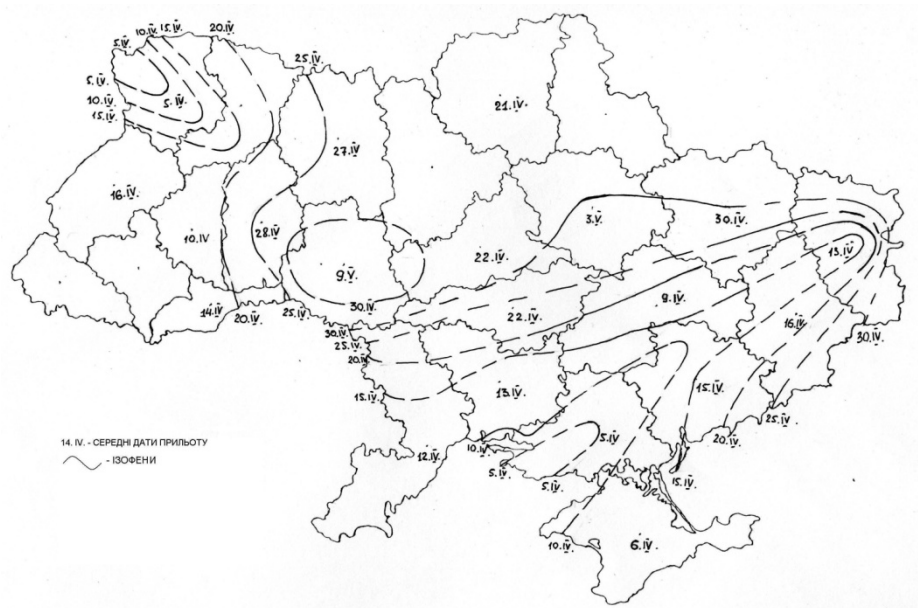


Рис. 1. Весняна міграція перепела в період 1975-1990 рр.

Строки осінньої міграції перепела в період з 1975-1990р.р. та 1991-2006р.р. істотно відрізняються. Масив даних фенологічних спостережень за початком відльоту був поділений також на два періоди: перший – з 1975 до 1990 р., другий – з 1991 до 2006 р.

Аналіз карт фенодат осінньої міграції, що власне стосувалася дат зникнення перепела з даної території (у середньому по областях) показує цікаву картину. До 90-х рр. осіннє зникнення перепела з більшої території України, йшло відносно рівномірно і в основному припадало на 10-20 вересня, і тільки на самому заході зникає раніше. Території, де перепел затримався і проліт йшов пізніше, були Донеччина і Крим. Можливо, реєстрація перепела на цій території в більш пізніші строки стосується не «нашого», а того, що мігрує з Поволжя. Мабуть саме ці міграції з північно-східного району перепел і утворює осінні скупчення на кримських яйлах перед стрімкою міграцією через Чорне море. Саме міграція через Україну перепела з північно-східних прилеглих територій показує і аналіз карт весняної фенології [6].

На наш погляд, у той час специфічного шляху відльоту із західних областей в бік Європи, мабуть, не існувало, або він не був чітко виражений.

Щодо останнього десятиліття XX та початку XXI століття, картина дещо змінилася, притому що з центральних областей (Поділля та Придніпров'я) перепел почав зникати трохи раніше. Збереглося запізнене зникнення з деяких східних областей (Харківська та Донецька) [2]. Також залишився більш пізнім відліт через Крим. Тобто в певному обсязі, але мабуть в менш ніж в попередньому десятиріччі, зберігся осінній міграційний шлях з центрально-чорноземних районів Росії і з Поволжя, де перепел ще є досить чисельним.

На відміну від 70-80 рр. з'являються території запізненого відльоту в західних регіонах України, зокрема Рівненська, Тернопільська області. Хоча у Волинській та Львівській областях суттєвих запізнень не

спостерігається, строки зникнення теж запізнюються на 4-10 днів. Це пов'язано, на наш погляд, з формуванням і в осінній період потоку мігрантів у напрямку північно-західної Європи і Середземномор'я, які птахи західної половини України долають, огинаючи Карпати [1].

Аналіз фенологічних карт весняної міграції показав статистично достовірні зміни між 80-ми та 2000-ми роками. Для ряду областей були виявлені відхилення до більш раннього або більш пізнього значення, щодо літературних джерел, проте ці здвиги не можна підтвердити зі статистичною достовірністю.

Фенологічні карти осінньої міграції показали, що до 90-х років була чітко виражена більш стрімка міграція ймовірно з Болгарії через північно-західну частину Чорного моря, а після 90-х років активність цього потоку знизилася. І в центральній, і східній Україні птахи мігрують весною з півдня через Крим майже в меридіальному напрямку. Ці шляхи використовує основна маса перепелів, що зимують в північно-східній Африці та на Близькому Сході. При аналізі ізофен міграцій як за перший, так і за другий періоди досліджень, межа між міграційними потоками, що проходять з заходу і з півдня України, пролягає через Вінницьку і Київську області. Для останнього періоду характерна тенденція до більш раннього прильоту, на 1-6 днів.

Доведено, що до 90-х років осіннє зникнення перепела з більшої території України йшло відносно рівномірно і, в основному, припадало на 10-20 вересня, і тільки на самому заході зникає раніше (рис. 2).

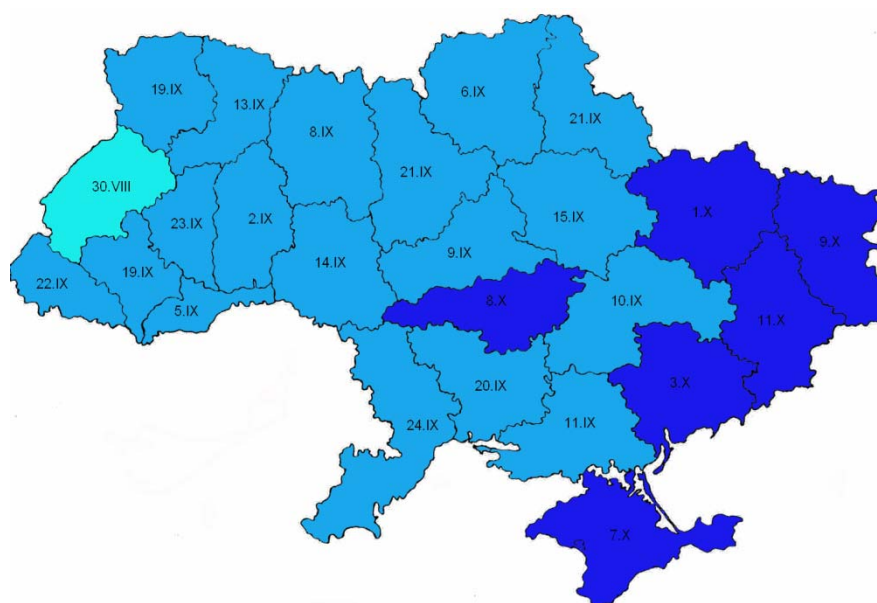


Рис. 2. Осіння міграція перепела в період 1975-1990 рр.

Території, де перепел затримався, і проліт йшов пізніше, були Донецчина і Крим. Можливо реєстрація перепела на цій території в більш пізніші строки стосуються не «нашого», а мігруючого з Поволжя. Мабуть, саме ці міграції з північно-східного району перепел і утворює осінні скупчення на кримських яйлах перед стрімкою міграцією через Чорне море.

Досліджуючи гніздову біологію перепела обліки в гніздовий період проводилися за стандартними методами, у які, через дуже низьку та нерівномірну щільність доводилось вносити корективи. У наших умовах не завжди на великій, відносно однорідній площі агроценозів(поля, луки, пасовища), як в 90-ті так і у 2000-2006 рр., класичний маршрутний облік виявлявся малопридатним. Перепел практично завжди утворював нещільні, частіше невеликі угруповання, токуючи самців, між якими виникали переклички, і такі осередки, займаючи площу від одного до десяти – дванадцяти гектарів, відставали одне від одного іноді на декілька кілометрів, причому суттєвих біотопічних відмінностей на цих площах не виявлено.

Основним методом обліку, таким чином, виявився облік і картування таких осередків на відносно великих (0,5-10 км²) однорідних площ агроценозів [5]. Звичайно, у межах таких площ в різні роки, завдяки змінам сівозмін (а також в останні роки) оброблені та не оброблені площі, осередки активного токування перепела дещо зміщуються, іноді зникають і з'являються в інших місцях. Пробні площі для обліків закладалися в рамках дослідних комплексів антропогенно перетворених територій, і в такі площі не входили забудови населених пунктів, великі водойми і ліси. Тобто практично вся площа пробних ділянок могла бути місцем гніздування і перебування перепела. Звичайно, загальний відсоток таких площ в лісостеповій зоні, хоча і значний, проте, на наш погляд, не перевищував 35%, тому щільності, які були підраховані на пробних площах, екстраполювали на все середнє Придніпров'я, або лісостепову

зону. Але екстраполявання даних треба дуже обережно, хоча і можливо при використанні детального картування.

Щодо інших зон України, для виявлення характеру розподілу і щільності треба закладати там і вивчати відносно великі пробні площі. Пробні площі обов'язково повинні охоплювати різні за характером сівозміни та природні рослинні покриви території, і ні в якому разі не обмежені площі (частково невеликі – 1-5 га), де мешкають відносно щільні токові угруповання перепела. Головною складовою обліку і перерахунку є співвідношення заселених і незаселених територій, тому що в оптимальних умовах (як, можливо, і було до середини XX століття) перепел може утворювати щільні поселення на великій площі, і в такому випадку його гніздова щільність на відносно великій території може перевищувати одного виводка на гектар, тобто до 50-80 на км².

У наших умовах доводиться «прочи́сувати» велику пробну площу в пошуках токуючих самців у межах осередків, а потім детально відслуховувати переклички для виявлення кількості токуючих самців у межах токуючих осередків. При обліках середини – кінця травня (90-х рр.) ввечері або зранку можливо підрахувати токуючих самців практично повністю, при більш пізніх підрахунках (червень) доводилось обліковувати осередки неодноразово і в усіх випадках при подальших розрахунках щільності бралось максимальна кількість виявлених токуючих самців, але при цьому не вводився досить розповсюджений для обліку співочих птахів «коефіцієнт недоліку» [6]. Хоча в перепелів немає істинної моногамії, більшість дослідників вважає співвідношення статей рівним, і в першому наближенні кількість гніздових пар можна приймати до кількості токуючих самців.

За матеріалами власних спостережень нам вдалося отримати таку картину. У Вінницькій області ми мали чотири дослідні ділянки: перша – «Стрижавка» (6 км²), друга – «Мікулинці» (12 км²), третя – «Вінницькі хутори» (11 км²) і четверта – «Кільцева аеропорту» (13 км²), (рис. 3). Досліди на цих ділянках проводилися в період з 1996-1997 та 2002 рр. Нами були отримані такі результати: за 1996р.: 1-ша ділянка – 7 ос., 2-га – 23 ос., 3-тя – 7 ос. і 4-та – 22 ос. За 1997р.: 1-ша ділянка – 9 ос., 2-га ділянка – 18 ос., 3-тя ділянка – 3 ос. і 4-та – 12 ос. За 2002 р. 1-ша ділянка – 4 ос., 2-га ділянка – 14 ос., 3-тя ділянка – 4 ос. і 4-та ділянка – 11 ос.

Щільність відповідно 1-ї ділянки за 1996р. – 1,67 ос./км², 1997р. – 1,5 ос./км², 2002р. – 0,7 ос./км², 2-ї ділянки за 1996р. – 1,92 ос./км², 1997р. – 1,5 ос./км², 2002р. – 1,17 ос./км², 3-ї ділянки за 1996 р. – 0,64 ос./км², 1997р. – 0,27 ос./км², 2002р. – 0,36 ос./км² і 4-ї ділянки за 1996р. – 1,7 ос./км², 1997р. – 0,92 ос./км², 2002р. – 0,85 ос./км². Інші наші дослідні ділянки були розміщені в Черкаській області і дослідження там проводилися у 2005 році на трьох дослідних ділянках: перша – «Мар'їна гора» (1,5 км²), друга – «Ближні криві озера» (1 км²) і третя – «Дальні криві озера» (2 км²). На цих ділянках ми отримали таку кількість та щільність перепела: «Мар'їна гора» – 2 ос./км², «Ближні криві озера» – 3 ос./км², «Дальні криві озера» – 3 ос./км².

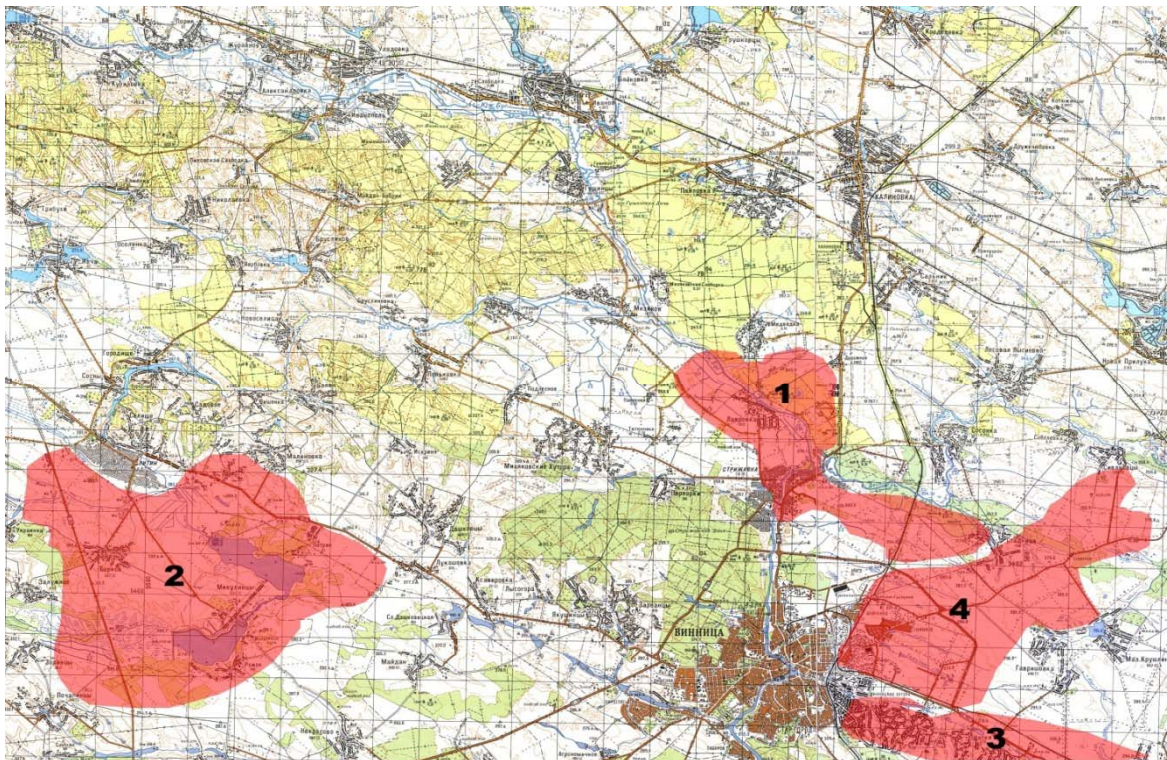


Рис. 3. Дослідні ділянки у Вінницькій області

ВИСНОВКИ

Як бачимо, сучасний стан чисельності виду вселяє побоювання за його долю, і тому говорити про спеціальні міри охорони потрібно вже зараз. Основні ж зусилля повинні бути зосереджені на неухильному дотриманні науково обґрунтованих правил полювання в кожній області і на категоричній забороні винищування птахів на берегах Чорного моря в період сезонних міграцій. Також однією з причин зменшення популяцій є хімізація сільського господарства та зменшення придатних для гніздування територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бокотей А, Когут І., Соколов Н. Фауна та населення птахів рівнинної частини верхнього Дністра у гніздовий період // Праці Наукового товариства імені Шевченка. Екологічний збірник. – 1999. – Т. 3. – С. 213-227.
2. Друдзинський В. К. Пернатая дичь – М.: Лесная дичь, 1979. – 326 с.
3. Ильичев В. Д., Флинт В. Е. Курообразные, журавлеобразные. – Л.: Наука, 1987. – 453 с.
4. Кістяківський О.Б. Фауна України. Птахи. – К.: Вид-во АН УРСР. 1957. – Т. 4. – 432 с.
5. Книш М.П. Матеріали по фенології осінньої міграції птахів у лісостеповій частині Сумської області (за даними спостережень 1966-1993 рр.) // Беркут. – 1994. – Т. 3. – Вип. 2. – С 136-140.
6. Новак В.О. Особливості весняної міграції птахів на Поділлі в 1996 р. // Авіфауна України. – 1998. – Вип. 1. – С.89-90.

УДК 577.1

THE TRANS – AMINATION ENZYME ACTIVITY UNDER THE EXOGENIC POLLUTION

Vasilyuk O.M. MSc, Kulik A. F. PhD, director scientific research

Dnipropetrovsk National University

The period's influence strontium ions in the concentration $10^{-3}M$, $10^{-4}M$, $10^{-5}M$, $10^{-6}M$ to ALT and AST activity of leaves, roots and corns Zea Maize during scientific research was discovered. The Zea maize ALT and AST activity was increased in 2 – 25 times in leaves Hibrid Dneprovskiy 310 under strontium ions concentration $10^{-6}M$ accordingly.

Key words: Alanine Aminotransferase (ALT), Aspartate Aminotransferase (AST).

Васильюк О.М., Кулік А.Ф. АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ ПЕРЕАМІНУВАННЯ В УМОВАХ ЕКЗОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ / Дніпропетровський національний університет, Україна

У результаті наукових досліджень отримані результати впливу іонів стронцію в спектрі концентрацій $10^{-3}M$, $10^{-4}M$, $10^{-5}M$, $10^{-6}M$ на активність аланін- та аспаратамінотрансферази в листі, коренях та зерні кукурудзи Дніпровський 310. Максимальна активність ферментів АЛТ та АСТ відносно контролю спостерігалася в листі паростків кукурудзи при концентрації іонів стронцію $10^{-6}M$ в 2 – 25 разів відповідно.

Ключові слова: аланінамінотрансферази (АЛТ), аспаратамінотрансферази (АСТ).

Васильюк Е.М., Кулик А.Ф. АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПЕРЕАМИНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКЗОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ / Днепропетровский национальный университет, Украина

В результате научных исследований получены данные по влиянию ионов стронция в спектре концентраций $10^{-3}M$, $10^{-4}M$, $10^{-5}M$, $10^{-6}M$ на активность ферментов аланин- и аспаратаминотрансфераз в листьях, корнях и зерне проростков кукурузы Днепропетровский 310. Максимальная активность ферментов АЛТ и АСТ относительно контроля наблюдалась в листьях проростков кукурузы при концентрации ионов стронция $10^{-6}M$ в 2 – 25 раз соответственно.

Ключевые слова: аланинаминотрансфераз (АЛТ), аспаратаминотрансфераз (АСТ).

INTRODUCTION

The development of the high technologies and anthropogenic factors had the negative results to the environment and biota. Nevertheless there are the basic adaptable mechanisms which reduced the pressure to the normal

metabolic processes and provided formation the adaptable response under the natural factors condition change [17; 6; 7; 12; 37].

The accumulation in the biosphere ions of strontium and calcium were increased. Strontium was considered as a metal with properties of calcium, barium, magnesium, but as against them had an isotope ^{90}Sr , which was formed at nuclear synthesis. [23].

Strontium as the analogue of calcium [18], take an active part in the metabolism [27; 19], accumulates in the bones and marrow of the animals [23], in the clam-shell of the mollusks [23], leads to increase of the chromosomal aberrations amount and changes the DNA molecules structure [34], collects in the plants [28]. In the wood of the *Betula pendula* Roth is 13 - 19 % of the ^{90}Sr . In the seasonal dynamics changes the ^{90}Sr , as well as its not isotropic analogue calcium, collects in the old organism. This complicates the transport of calcium and strontium, their rotation and water- keeping properties.

There are the literature data about the accumulation of the ^{90}Sr in the softwood, vegetative bodies [10] and herbage. The adsorption of the ^{90}Sr depends on the radio-active-materials chemical properties, ground agricultural and the chemical characteristics, the biological features of the plants and the natural – the climatic conditions. The natural herbage, enriched the ^{90}Sr in 14-20 times more of the norm under the condition of the mineral and organic additives, reduced amount ^{90}Sr in 1,4 – 2,4 times concerning the control. The maximal accumulation of the ^{90}Sr corresponded to a maximum of the biogenic calcium in the tissue.

The *Potamogeton lucens* plants are known as a bioindicator of the ^{90}Sr [24]. The accumulation of the strontium was investigated in the systems: «soil – plant» [1] where was founded the migration of the pair ^{90}Sr - Ca from soil to the plant [11]; in system: «soil – water» [16]; in system «soil – water – water plant»; in system «soil – plant – agricultural production» [26]; in system «plant - animal» – strontium passes in milk [20; 23].

The sanitary - allowable norm of the ^{90}Sr in water is 8 Бк/л (Russia), 2 Бк/л (Ukraine) [11]. The ^{90}Sr collects at most in the *Potamogetonaceae*, in plants' family *Cyperaceae* and *Nimphaeaceae* marginally [5; 26]. The strontium absorption factor in the agricultural crops corresponded 1,5 - 2,4 Бк/kg (кБк/м²). The role of the calcium exchange in soil, as an element - analogue during migration of the radioactive isotopes was significant, however not dominating. In soil with artificial entering the ^{90}Sr came to a conclusion, that the accumulation of the ^{90}Sr in a crop on exchange calcium depended on the soil mechanical structure, humus quantity and exchange potassium and pH of the soil solution. The minimal metal accumulation occurred under the condition of the pH KCl = 6,7 whereas the agrobiological optimum made 7,4.

The radioactive element which absorbed in soil satisfied to the 2-nd exhibitor description of the sum and depended on a degree ameliorate. So, entering in the soil the mineral and organic fertilizers reduced accumulation the ^{90}Sr in barley by 12-32 %, maize - up to 60 %, a potato up to 70 % due to linkage of an organic and mineral soil particle by strontium [9; 18].

Thus, strontium ions are used in the metabolism by means biotic and abiotic components, however there are the mechanisms which on macro - and micro levels limited penetration contaminants in organism due to the fact that: the size and roughness of the polluted particles anthropogenic contaminants, «discrimination the strontium in favour of the calcium ions»; the soil properties, where the ratio Ca: Sr in the plants is twice higher, than in the soil; these were the properties of milk, where the ratio Ca: Sr in 5-10 times higher, than in vegetative forages. In general action of anthropogenic factors on biota has the complex, but not additive character and the response to the stress depends not only from the character of an organism, but also from concrete organ, its structure and destination. So, for brain, lungs, spleens, the negative influence of the radiation dominant, whereas for a liver and a cardiac muscle the heavy metals ions dominant [2]. The complex - adaptive reactions of an organism depends not (so much) on a dose, but from the sensitivity of an organism [8]. According to some information the allocated cells maintain more pressure radiation, than an organism a whole [13].

The contaminants, influencing to the metabolic processes, changes protein synthesis and the activity of the enzyme systems [8; 30; 36; 38]. Enzyme as a labile system, actively, quickly, precisely react to the changes in the environment. That enables use them as markers of the functional condition of the plants. Authors affirms, that the pollution of the ^{90}Sr at 4 - 24 times higher above the norm increases phenol - genetic amount enzyme systems, the component of the sharp modifications and the recombination intensity of the genotype raises. That promotes increasing of the adaptable potential biocenose populations. In an protein metabolism of the plants there are the processes trans- amination Asparagine (ASP) and Glutamine (GLU) acids which play a significant role in formation of an adaptable state of the plants as predecessors in the biosynthesis of other amino acids [31; 32; 33; 34; 35; 36]. and organic compound at change of a direction of the protein synthesis on one hand. And on the other hand are able to bound up with pollutants at them neutralization, change of quantitative and qualitative structure of the organic substances which were connected to protein synthesis with the help Aspartate Aminotransferase [AST, 2.6.1.1.] and Alanine Aminotransferase [ALT, 2.6.1.2.] was observed [3; 12].

Proceeding from big values of the protein role in the formation of adaptable mechanisms, the priority of significance studying of the dynamics changes the trans – amination enzymes activity ALT and AST in the conditions of the environment factors change in the agrobiocenose was received.

MATERIALS AND METHODS

In the work it was used the maize hybrid Dniprovskiy 310. In conditions of the laboratory experience in a solution for germination added salt of strontium in a spectrum concentration on a such plan: 1 – the Control (water); 2 – Sr^{2+} , 10^{-3}M ; 3 – Sr^{2+} , 10^{-4}M ; 4 – Sr^{2+} , 10^{-5}M ; 5 – Sr^{2+} , 10^{-6}M . The dynamic changes of the ALT and AST activity in the leaves, roots and grain of sprouts of maize Dniprovskiy 310 was observed.

For definition of the activity of ALT and AST enzymes spent the isolation a ferment chemicals with 0,05 M tris – HCl the buffer, pH 8,0. The AST and ALT activity determined by Polevoi's method [22]. The ALT and AST activity expressed in: mkM pirovine acid in 1 ml of a solution for a minute (A_1 , mkM/ml*min), mkM pirovine acid for a minute on a minute (A_2 , mkM/min), mkM pirovine acid for a minute on 1g dry substance (A_3 , mkM/min*g) and the specific activity: in mkM pirovine acid for a minute on 1 mg of protein (A_4 , mkM/min*mg). The concentration of the protein defined by Bradford's method [29] and expressed in mg/ml of a solution. The received results were processed on the 5 % a significance value [14].

RESULTS AND DISCUSSION

The strontium spectrum ions concentration influence to trans – amination enzyme activity ALT and AST in leaves, roots and grain of sprouts of the maize hybrid Dniprovskiy 310 in the laboratory experience conditions was observed.

So, in the leaves of the sprouts the ALT activity exceeds the control at concentration ions of strontium 10^{-3}M in 1,3 times, at concentration 10^{-6}M almost in 6 times. Average concentration pollutants 10^{-3}M and 10^{-5}M promoted to decrease in a parameter to 70 % concerning the control. The specific activity ALT got the maximal value at concentration 10^{-6}M and exceeded the control over 25 times.

In the roots of the maize sprouts there was decreasing of an activity ALT process of the experience variants with concentration 10^{-3}M , 10^{-4}M , 10^{-5}M , while at cultivation up to 10^{-6}M the ALT activity raised concerning the control over 4 times. The specific activity ALT was inhibited at the strontium ions concentration 10^{-5}M , whereas for all variants of experience exceeded the control over 4 – 8 times.

In the grains of the sprouts the activation of the ALT activity for all variants of experience observed, except for experience with application the metal with the concentration 10^{-5}M . That is lower than the control over 26 %. The parameters of the specific activity of the over – amination enzyme ALT was increased in 2 times concerning the control, and in a variant with application of ions of strontium in concentration 10^{-6}M activity exceeded the control over 7 times.

In the leaves, roots and grain observed the positive correlation between concentration of water-soluble enzyme and the contaminant concentration [table 1].

Table 1 – The strontium influence to the ALT activity in the maize sprouts

№	A_1	A_2	A_3	M, %	A_4	σ	V	M, %	T-test
Leaf									
1	3,46±0,16	4,50±0,2	45,0±2,00	-	38,4±1,45	0,45	1,19	-	
2	4,58±1,04	5,95±0,1	59,5±2,81	1,32	57,3±2,65	0,15	0,27	1,49	0,01
3	2,35±0,02	3,06±0,12	30,6±1,53	0,68	33,6±1,10	0,38	1,14	0,87	0,04
4	2,42±0,34	3,15±0,14	31,5±1,55	0,70	30,3±1,57	0,25	0,84	0,79	0,04
5	19,92±4,97	25,9±1,20	259,0±12,3	5,75	995,0±44,7	1,00	0,10	25,9	0,03
Root									
1	1,15±0,16	1,50±0,06	15,0±0,70	-	14,4±0,70	2,17	1,25	-	
2	0,84±0,29	1,09±0,04	10,9±0,54	0,73	7,00±0,32	2,17	1,25	4,82	0,02
3	0,80±0,31	1,04±0,03	10,4±0,52	0,69	5,70±0,25	5,26	3,04	3,95	0,01
4	1,10±0,16	1,43±0,06	14,3±0,72	0,95	13,6±0,62	3,17	1,83	0,95	0,03
5	4,56±0,27	5,93±0,18	59,3±2,95	3,95	114,0±5,01	1,34	0,78	7,88	0,04
Corn									
1	0,74±0,13	1,03±0,04	10,3±0,51	-	8,77±0,40	0,05	0,59	-	
2	0,83±0,08	1,12±0,05	41,2±2,10	4,00	10,4±0,55	0,20	1,96	1,22	0,02
3	0,74±0,05	0,96±0,03	9,60±0,48	9,32	18,5±0,90	0,36	1,99	2,11	0,04
4	0,55±0,04	0,72±0,04	7,20±0,30	6,99	18,3±0,86	0,21	1,15	2,11	0,01
5	1,87±0,13	2,43±0,12	24,3±1,18	2,35	62,3±3,03	0,21	0,34	7,10	0,03

Application: M – normal; ±m – abnormal interval; M, % – correlation test/control; T – result probability on 5% significance level; 1 – the Control (water); 2 – Sr^{2+} , 10^{-3}M ; 3 – Sr^{2+} , 10^{-4}M ; 4 – Sr^{2+} , 10^{-5}M ; 5 – Sr^{2+} , 10^{-6}M .

The concentration of trans – amination enzyme AST was lower on the absolute and relative parameters in comparison with ALT activity for all variants of experience in the leaves, roots and grain of the maize sprouts [table 2].

Table 2 – The strontium influence to the AST activity in the maize sprouts

№	A ₁	A ₂	A ₃	M, %	A ₄	σ	V	M, %	T-test
Leaf									
1	2,95±0,45	3,80±0,20	38,0±1,90	-	32,8±2145	0,53	1,62	-	-
2	2,53±0,66	3,29±0,18	32,9±2,00	0,87	31,6±1,65	0,50	1,60	0,98	0,03
3	2,74±0,42	3,56±0,12	35,6±1,84	0,94	39,1±1,95	0,15	0,39	1,21	0,01
4	2,16±0,43	2,81±0,14	28,1±1,42	0,74	27,0±1,37	1,53	5,73	0,83	0,04
5	1,50±0,09	1,95±0,08	19,5±0,95	0,51	75,0±3,75	2,52	3,37	2,31	0,06
Root									
1	1,03±0,02	1,34±0,06	13,4±0,63	-	12,9±0,65	0,55	4,36	-	-
2	1,27±0,02	1,65±0,04	16,5±0,82	1,23	10,6±0,50	0,50	4,78	0,82	0,01
3	1,15±0,21	1,50±0,03	15,0±0,52	1,12	8,21±0,41	0,20	2,44	0,64	0,02
4	1,36±0,39	1,77±0,06	17,7±0,88	1,32	17,0±0,80	0,45	2,66	1,32	0,03
5	1,99±0,57	2,59±0,18	25,9±1,25	1,93	49,81±2,30	1,01	2,02	3,75	0,04
Corn									
1	1,68±0,26	2,18±0,04	21,8±1,04	-	18,7±0,85	0,51	2,76	-	-
2	1,15±0,30	1,50±0,05	15,0±0,65	0,69	14,4±0,75	0,50	3,48	0,78	0,04
3	0,89±0,29	1,16±0,03	11,6±0,50	0,53	22,3±1,05	0,51	2,29	1,54	0,02
4	0,85±0,07	1,11±0,04	11,1±0,53	0,51	21,3±1,00	1,65	7,48	1,96	0,06
5	1,34±0,46	1,74±0,12	17,4±0,83	0,80	44,7±2,25	0,51	1,15	2,39	0,03

Application: M – normal; ±m – abnormal interval; M, % – correlation test/control; T – result probability on 5% significance level; 1 – the Control (water); 2 – Sr²⁺, 10⁻³M; 3 – Sr²⁺, 10⁻⁴M; 4 – Sr²⁺, 10⁻⁵M; 5 – Sr²⁺, 10⁻⁶M.

In the leaves of the sprouts with a strontium spectrum ions concentration was inhibited the AST activity in all variants of the experience and made 50-93 % concerning the control. The specific activity of enzyme exceeded the control over 2 times at concentration contaminant 10⁻⁶M whereas in other variants of experience activity of enzyme kept in the borders of the control or was reduced to 83 % concerning the control.

In the roots of the sprouts the maximal AST activity was observed in the comparison with leaves and grains. AST enzyme activity was authentic and amounted the 112– 193 % concerning the control. The maximal activity of the enzyme was connected with concentration of the metal 10⁻⁶M. The specific activity was increased concerning the control over 32 – 275 % at entering salts of the strontium into concentration 10⁻⁵M and 10⁻⁶M. The higher concentration of the metal promoted probable inhibition of AST activity concerning the control over 64 – 82 %.

In the grain of the sprouts under the spectrum salts strontium concentration there was a AST activity reduction concerning the control over 51 – 80 %. The over – amination enzyme AST specific activity was activated at the using working solution concentration 10⁻⁴M, 10⁻⁵M, 10⁻⁶M in 1,5 – 2,4 times, while the concentrated solution 10⁻³M inhibited the specific activity up to 78 % concerning the control.

In the leaves, roots and grain the positive correlation between concentration of water-soluble enzyme and protein concentration was observed.

CONCLUSION

1. Thus, the anthropogenic factors operated negatively to the normal course of the processes trans – amination enzyme ALT and AST in the vegetative cells, changing quantitative and qualitative structure substratum maintenance of the enzyme systems in the maize after comparison with stress.
2. ALT and AST as enough sensitive enzymes, which was influenced to the direction of synthesis of those or other enzymes, reacted to changes in surrounding delirium sharp fluctuations of the general activity and change in a protein synthesis influenced to the specific activity.
3. Those or other mechanisms of the plants protection promoted the development of the plant's adaptable potential was developed.

THE BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

1. Агапкина Г.И. Органические формы соединений искусственных радионуклидов в почвенных растворах природных биогеоценозов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 404-411.
2. Ананьева Т.В., Лихолат Е.А., Дворецкий А.И. Биологические эффекты комбинированного воздействия низкодозового облучения и ионов тяжелых металлов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2000. – Т. 40, № 4. – С. 410-415.

3. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. – К.: Вища школа, 1993. – 528 с.
4. Буланова К.Л., Лобанюк Л.М. Системный подход в радиобиологических исследованиях // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44, № 1. – С. 5-14.
5. Булгаков А.А. Разработка методов проникновения ^{90}Sr и ^{137}Cs в природной системе почва-вода: Автореф. дис...канд. хим. наук. М.: ГЕОХИ. – 1998. – 24 с.
6. Коцюбинская Н.П., Бильчук В.С., Василюк Е.М., Старикова С.И. Воздействие тяжелых металлов, радиации и гербицидов на функциональное состояние растений в агрофитоценозах // Фундаментальные проблемы окружающей среды. Тезисы докл. Междунар. конф. – Томский гос. ун-т, 1995. – С. 9.
7. О.М. Василюк, О.М. Вінниченко, В.С. Більчук та ін. Вплив радіації та свинцю на морфометричні та біохімічні показники сільськогосподарських рослин // Шляхи раціонального використання земельних ресурсів України. Тези доп. Між нар. конф. . – Чабани, 1995. – С. 78.
8. Гудков И.Н. Основы общей сельскохозяйственной радиобиологии. –К.: Из-во ЦСХА. – 1991. – 328 с.
9. Дергунов К.Д. Накопление ^{90}Sr полевыми культурами в условиях радиационного загрязнения сельскохозяйственных угодий// Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42, № 3. – С. 345-351.
10. Богдевич И.М., Подоляк А.Г., Арастович Т.В., Жданович В.П. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травянистых кормах от степени окультуренности дерново- подзолистых почв // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 2. – С. 241-247.
11. Казаков С.В. Принципы оценки радиозэкологического состояния водных объектов// Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44, № 6. – С. 694-704.
12. Коцюбинська Н.П. Еколого-фізіологічні дослідження рослин в умовах промислових підприємств// Вісник ДНУ. – ДНУ. – 2000. – В.7. – С.31– 35.
13. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. М.: Изд-во МГУ. – 1982. – 304 с.
14. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.
15. Бозазновский А.Л., Ермаков А.И., Бургер М. и др. Накопление техногенных радионуклидов водными растениями реки Енисей в зоне горно-химического комбината // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42, № 2. – С. 194-199.
16. Переволоцкий А.Н., Булавик И.М., Переволоцкая Т.В. и др. Накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr древесиной березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) в различных условиях местопроизрастания // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 4. – С. 498-505.
17. Алещенко А.В., Готлиб В.Л., Кудряшова О.В. и др. О новом механизме формирования адаптивного ответа// Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44, № 6. – С. 653-656.
18. Орлов Д.С. Химия почв. –М.: из-во МГУ. – 1992. – 400 с.
19. Пряхин Е.А., Шведов В.Л., Аклиев А.В. Оценка влияния мощности радиационного последействия у крыс при хроническом поступлении ^{90}Sr // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. –Т. 42, № 4 – С. 412-418.
20. Аверин В.С., Калениченко С.А., Ненашев Р.А., Цурантов Э.Н. Оценка перехода радионуклидов из почвенного геоценоза и растительной компоненты в молоко крупного рогатого скот // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 429-432.
21. Корогодина В.Л., Бамблевский В.П., Гришина И.В. и др. Оценка последствий влияния стрессовых факторов на семена растений, произрастающих в 30-км зоне Балаковской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44, № 1. – С. 81-88.
22. Полевой В.В., Максимов Г.Б. Методы биохимического анализа растений. – Л.: ЛГУ, 1978. – 192 с.
23. Популярная библиотека химических элементов. Книга первая. – М.: Наука, 1983. – С. 478-486.
24. Подоляк А.Г., Тимофеев С.Ф., Гребенщикова Н.В. и др. Прогнозирование накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостоях основных типов лугов Белорусского Полесья по агрохимическим свойствам почв // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 100-114.

25. Путятин Ю.В., Серая Т.М. Оптимизация кислотности почв агроценозов, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr : Пороговые параметры // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2001. – Т. 41. – № 2 – С. 217-225.
26. Гудков Д.И., Зуб А.Н., Деревец В.В. и др. Радионуклиды ^{90}Sr , ^{137}Cs , Pu^{238} , $\text{Pu}^{239+240}$, Am^{241} в макрофитах Красненской поймы: видоспецифичность концентрирования и распределения в компонентах фитоценоза высших водных растений // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2001. – Т. 42, № 4. – С 419-423.
27. Дергунов К.Д., Мороз В.Д., Рябова Т.В. Роль обменного кальция в почве как в процессе миграции радионуклидов в растениях // Почвоведение. – 1982. – № 5. – С. 22-25.
28. Гудков Д.И., Деревец В.В., Кузьменко М.И., Назаров А.Б. ^{90}Sr и ^{137}Cs в растениях зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2001. – Т. 41, № 2. – С. 232-237.
29. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem., 1976. – 72. – P. 248-254.
30. Bilchuk V., Kotzubinskaya N., Supranova L. et al. Enzyme regulation of free radical oxidation of plants under the stresses and mutagenesis // Abs. 23-rd FEBS Meeting, Basel, 1995. – P. 203/
31. Headley C.L., Standart J.L. Factors influencing alanine aminotransferase activity in leaves of *Lilium temulenlum* // Exp. Botany. – 1972. – Vol. 23. – P. 409-423.
32. Hitoshi M., Jonezo S. Some properties of the amine oxidase in *Vicia faba* seedlings // Plant and Cell Physiol. – 1977. – V. 118, № 5. – P. 1131-1137.
33. Monteiro A.M., Metivier J. Activities of transaminases, anhydrolases and proteases during endosperm degradation on normal and opaque-2 *Zea mays* L. C.V. Maya // Annals of Botany. – 1980. – Vol. 52. – P. 535-541.
34. Pilet P.E. The regulation of activity aspartate aminotransferase in senescent root cells of *Lens culigris* // Experientia. – 1971, Vol. 27. – P. 880.
35. Scandalios J.G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants. A review // Biochem. Gen. – 1969. – Vol. 3. – P. 3-39.
36. Doonan S., Doonan M.J., Hanford R. et al. The primary structure of aspartate aminotransferase from pig heart muscle // Biochem. J. – 1975. – Vol. 149. – P. 497-506.
37. Kotzubinskaya N., Vinnichenko A., Bilchuk V., Vasilyuk H. The stress proteins in the adaptation plants to the environment anthropogenic condition // Abs. 23-rd FEBS Meeting, Basel, Switzerland. – 1995. – P. 315.
38. Vinnichenko A.N., Kotzubinskaya N.P., Bilchuk V.S. Nitrogen metabolism enzymes and serine protease inhibitors of high lysine maize // Abs. 19-th FEBS meeting. – Poma. – 1989. – P. 196.

УДК

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” ЗА ФАХОМ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ”

Іваненко В.А., д. б. н., професор
Запорізький національний університет

До друку будуть прийматися лише наукові статті, де присутні такі необхідні елементи (п.3 Постанови президії ВАК України № 7 – 05 / 1 від 15 січня 2003 р.):

- **Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями ;
- **Аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор ;
- **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**, котрим присвячується дана стаття ;
- **Формулювання цілей статті** (постановка завдання) ;
- **Виклад основного матеріалу дослідження** з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів ;
- **Висновки з даного дослідження і перспективи** подальших розвідок у даному напрямку.

1. МАКЕТ СТОРІНКИ

Для оригінал-макета використовується формат А4 з такими полями:

Верхнє та нижнє поля – 2 см, ліве поле – 2 см, праве поле – 3 см.

Шрифт набору – Times New Roman.

У разі необхідності для шрифтових виділень у таблицях і рисунках дозволяється застосовувати шрифт Courier New (наприклад, для ілюстрації текстів програм для ЕОМ). Для стилістичного виділення фрагментів тексту слід вживати начертання *курсив*, **напівжирний**, **напівжирний курсив** зі збереженням гарнітури, розміру шрифту та інтервалу абзаца.

Гарнітури, розміри шрифтів та начертання:

- a) **для заголовку статті**: Times New Roman, – 14 пт, напівжирний, усі великі.
- b) **для підзаголовків**: Times New Roman, – 12 пт, напівжирний, усі великі.
- c) **для основного тексту, УДК, авторів, місце роботи/навчання(курсив), виносок, посилань, підписів до рисунків та надписів над таблицями**: Times New Roman, – 10 пт.,
- d) **для анотацій, ключових слів** -9 пт.

Інтервал між абзацами – 6 пт, міжрядковий інтервал – одинарний.

2. ТИПОГРАФСЬКІ ПОГОДЖЕННЯ ТА СТИЛІ

УДК набирається в першому рядкові сторінки і вирівнюється за лівим краєм. Заголовок статті набирається у наступному за УДК рядкові і вирівнюється посередині. Потім указують: прізвища, ініціали авторів, їх посади, учені ступені, звання, нижче - *місце роботи (курсивом)*. Далі розташовуються анотації українською, російською, англійською мовами і ключові слова (також трьома мовами). Анотації повинні містити: прізвища, ініціали авторів, назву статті, місце їх роботи або навчання.

Початок абзаца основного тексту виділяється збільшеним інтервалом між абзацами і **не виділяється відступом або пустим рядком.**

Усі ілюстрації мають бути оригінальними рисунками або фотографіями. Фотографії скануються у 256 градаціях сірого. Усі ілюстрації розташовуються у відповідних місцях тексту статті (по можливості угорі сторінки) і повинні бути послідовно пронумеровані: Рис. 1, Рис. 2,... (слід вживати арабську нумерацію).

Виконання рисунків засобами Microsoft Word здійснюється через використання команд панелі "Рисование". Підписи здійснюються командою "Надпись". Усі графічні компоненти рисунка і надписи об'єднуються командою "Группировать" (меню "Действия" на панелі "Рисование") і повинні мати необхідне обтікання.

Кожен рисунок та надписи до нього включаються до тексту публікації у вигляді одного графічного об'єкта з необхідним обтіканням і, при потребі, прив'язаним до тексту. Створення графічного об'єкта може здійснюватися будь-яким графічним редактором у форматі BMP файлів.

Усі таблиці розташовуються у відповідних місцях тексту (по можливості угорі сторінки) і повинні бути послідовно пронумеровані: Таблиця 1, Таблиця 2, ... (слід використовувати арабську нумерацію). Надписи розташовуються над таблицями.

Посилання на літературні джерела подаються у квадратних дужках і послідовно нумеруються (слід використовувати арабську нумерацію) у порядку появи виноски в тексті статті. Перелік літературних джерел розташовується в порядку їх нумерації, в останньому розділі статті з підзаголовком **ЛІТЕРАТУРА**.

3. СТИЛІСТИЧНІ ПОГОДЖЕННЯ

- Не допускається закінчення сторінки одним або декількома пустими рядками, за винятком випадків, спричинених необхідністю дотримання попереднього пункту (висячі підзаголовки і початок абзаца) та кінця статті.
- Не допускається починати сторінку незакінченим рядком (переноси в останньому рядкові заборонені).
- Не дозволяється підкреслювання в заголовках, підписах і надписах.
- Слід дотримуватися правила про мінімальні зміни в шрифтовому та стильовому оформленні сторінки для того, щоб максимально уникнути різноманітності макета і зберегти єдиний стиль журналу.
- Не допускається часте використання виносок (виноска повинна розглядатися як виняток і вживатися тільки у випадку дійсної необхідності).
- Ілюстрації мають бути підготовані та масштабовані таким чином, щоб розміри букв тексту на ілюстраціях не перевищували розмір букв основного тексту статті більш ніж на 50%.
- Сторінки тексту статті слід пронумерувати.
- На етикетці дискети треба обов'язково вказувати прізвище, ініціали автора, імена файлів.
- На дискеті повинно бути **два файли**:
- ✓ **перший** - із текстом статті та анотацій з ключовими словами, назва файла повинна містити прізвище автора (наприклад: Шевченко-стаття.doc);
- ✓ **другий** - із відомостями про авторів (прізвище, ім'я, по батькові; посада; вчений ступінь; учене звання; місце роботи або навчання; адреса електронної пошти; дом. адреса; номери контактних телефонів).

4. ДЛЯ ОПУБЛІКУВАННЯ СТАТТІ АВТОРУ НЕОБХІДНО ПОДАТИ:

1. Роздрукований текст статті з анотаціями та ключовими словами.
2. Відомості про авторів.
3. Витяг з протоколу засідання вченої ради факультету.
4. Зовнішню рецензію.
5. Експертний висновок.
6. Дискету з текстом статті, анотації, ключовими словами та відомостями про авторів.
7. Лист-клопотання (для співробітників сторонніх організацій) на ім'я ректора ЗДУ з проханням опублікувати статтю.

Адреса редакції : Україна, 69600, м. Запоріжжя, МСП-41, вул. Жуковського, 66

Довідки за телефоном: (8-061) 289-12-26 – редакція (IV корпус, кімн. 323)

Адреса електронної пошти: sveta@zsu.zp.ua

Збірник наукових статей

Вісник Запорізького національного університету

Біологічні науки

№1, 2008

Технічний редактор *С.О.Борю*

Верстка, дизайн-проробка, оригінал-макет і друк виконані у видавництві
Запорізького національного університету
тел. (061) 224-42-47

Підписано до друку 02.03.2009. Формат 60 × 90/8.

Папір Data Copy. Гарнітура “Таймс”.

Умовн.-друк. арк. 30,8. Обл.-вид. арк. 40,3.

Замовлення № 35. Наклад 110 прим.

Запорізький національний університет

69600, м. Запоріжжя, МСП-41
вул. Жуковського, 66

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2952 від 30.08.2007