

Тез між. наук.-практ. конф. «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління». –Мелітополь-Кирилівка, 2009. – С.262-265.

14. Кошелєв В.О. Зоокомплекси кар'єрів у Північному Приазові: структура, динаміка, збалансоване використання й охорона // Екологія: вчені у вирішенні проблем науки, освіти і практики (Зб. тез другої міжн. наук.-практ. конф.). - Житомир, 2010. – С. 98-99

УДК 591.465.11:598.272

ООМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЯТЛООБРАЗНЫХ (*PICIFORMES*) ПТИЦ

Митяй И. С., к.б.н., доцент

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

На основании оригинальной методики анализируются формы яиц дятлообразных. Классификация базируется на сравнении радиусов кривизны инфундибулярной, латеральной и клоакальной зон яйца. Исследована зависимость формы яиц от их относительных размеров, массы кладки и массы самок. Выявлена взаимосвязь объема, площади поверхности и индексов формы яиц с успешностью размножения дятловых птиц и вертишейки.

Ключевые слова: яйца дятлообразных, индексы формы, успешность размножения.

Міт'яй І.С. ООМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЯТЛОПОДІБНИХ (*PICIFORMES*) ПТАХІВ / Національний університет біоресурсів та природокористування України, Україна.

На підставі оригінальної методики аналізуються форми яєць дятлоподібних. Класифікація базується на порівнянні радіусів кривизни іфундибулярної, латеральної і клоакальної зон яйця. Досліджена залежність форми яєць від їх відносних розмірів, маси кладки і маси самок. Виявлений взаємозв'язок об'єму, площі поверхні і індексів форми яєць з успішністю розмноження птахів дятлів і крутиголовки.

Ключові слова: яйця дятлоподібних, індекси форми, успішність розмноження.

Mytaii I.S. OOMORPHOLOGICAL DESCRIPTION OF PICIFORMES (*PICIFORMES*) / National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine.

Based on original method egg shapes of Piciformes are analyzed. Classification of eggs based on the infundibular, lateral and cloacal zones curvature radii is suggested. Correlations of the shape of an egg with its relative dimensions, clutch mass and female mass are investigated. The dependence of egg volume, surface area and shape indices with breeding success in woodpeckers and Eurasian wryneck is discovered.

Key words: eggs of Piciformes, shape indices, breeding success.

ВВЕДЕНИЕ

Яйца птиц являются уникальным явлением природы, обеспечивающей процесс воспроизводства вне организма [1,2]. Гнездование пернатых происходит в самых разнообразных условиях внешней среды. При этом, форма яиц, имеющая преимущества, например, при гнездовании на уступах скал, совершенно непригодна для гнездования в норах или дуплах [3]. Кроме этого, для каждого вида птиц характерна своя определенная форма с незначительными вариациями в одну и другую сторону [4]. В связи с этим, очень актуальным является вопрос изучения изменчивости яиц птиц, обитающих в различных экологических условиях, количественного выражения форм, а также наличия взаимосвязи морфологических характеристик яйца с эффективностью репродуктивного процесса. Для поиска ответов на упомянутые вопросы в качестве модельных объектов нами были выбраны дятлообразные птицы.

Большинство этих птиц является типичными лесными видами. Весь комплекс их адаптивных особенностей связан с жизнью на деревьях. Это определяет и репродуктивную стратегию этих птиц. Для них характерен закрытый способ гнездования, имеющий свои положительные и отрицательные стороны. Такое гнездование обеспечивает эффективную защиту от хищников и стабилизирует температурный режим, однако требует больших затрат энергии во время выдалбливания дупла. Не менее трудоемкий у этих птиц также процесс добычи корма, имеющий непосредственное отношение к формированию яиц в организме самок. Не следует также забывать, что большинство дятлообразных имеют крупные кладки, что связано с большими вещественно-энергетическими расходами. Такая ситуация, очевидно, объясняется большим давлением отбора, выдвигающего повышенные требования к каждому звену процесса воспроизводства.

Целью нашей работы является выявление связи некоторых морфологических параметров яйца с оптимальностью протекания эмбриогенеза и раннего постэмбриогенеза дятлообразных. В связи с этим, нами были поставлены следующие задачи: а) проанализировать разнообразие форм яиц дятлообразных на основании геометрии овоида; б) осуществить классификацию форм; в) проанализировать взаимосвязь различных форм яиц дятлообразных с успешностью размножения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор материала (исходные промеры и фотографирование) осуществлялись в полевых условиях и в музеях Украины и России. В ходе работы были исследованы 519 яиц 70 кладок дятлообразных птиц. Описание форм яиц осуществлялось по ранее разработанной нами методике [5, 6]. Ее сущность сводится к тому, что формы яиц сравниваются с эталонами, полученными в результате геометрических построений. Последние представляют собой совокупность овалов, полученных сопряжением дуг различного диаметра. Взаиморасположение дуг относительно друг друга и, соответственно, их центров, точек пересечения или касания, обусловленных величинами радиусов, легли в основание анализа.

Исходные параметры (длина и диаметр) измерялись на реальных яйцах штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Величины радиусов клоакальной, инфундибулярной и латеральной дуг определялись по цифровым фотографиям яиц с помощью компьютерных программ, разработанных на основании уравнений кусочно-непрерывной (гладкой) кривой. Результаты измерений автоматически вносились в перестроенные нами базы Microsoft Access. По извлекаемым материалам из базы данных вычислялись индексы формы и другие морфологические параметры. Обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ STATISTICA – 6 Stat Soft Inc.

Автор выражает искреннюю благодарность Л. Францевичу за консультативную помощь на протяжении многих лет, а также Б. Троцюку, С. Шелестюку и А. Демченко за помощь в создании компьютерных программ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании цифровых фотографий яиц для пяти видов дятлов и вертишейки были разработаны геометрические эталоны (рис. 1). Упомянутые эталоны дают наглядное представление о той или иной форме, а также позволяют с единых позиций давать им названия с соответствующими численными выражениями. Характеристика яиц осуществлялась в трех направлениях: симметричность полярных зон, удлиненность и конфигурация клоакальной зоны. Сравнение индексов инфундибулярной и клоакальной зон показало, что для дятлообразных характерными являются биасимметрические ($r_c < r_i < 0,475 D$) и моноасимметрические ($r_c < r_i > 0,475 D$) яйца, в количестве 68,0 и 32,0 %. Распределение этих форм у каждого вида различно (рис. 2, а)

и используется в качестве одного из критериев классификации. По индексу удлинненности (рис. 2, б) биасимметрические яйца представлены преимущественно короткими ($1,0 < I_{el} \leq 1,414$) - 90,7 % и незначительным количеством нормальных ($1,414 < I_{el} \leq 1,732$) - 9,3% форм. У моноасимметрических преобладают нормальные ($1,207 < I_{el} \leq 1,366$) формы - (81,8%). Количество коротких ($1,0 < I_{el} \leq 1,207$) и удлинненных ($1,0 < I_{el} \leq 1,207$) форм минимально (11,9 и 6,3 %). Четкие различия наблюдаются также и по индексам клоакальной зоны. Здесь отмечены среднерадисные (64,8 %) и крупнорадисные (35,2 %) формы (рис. 2, с).

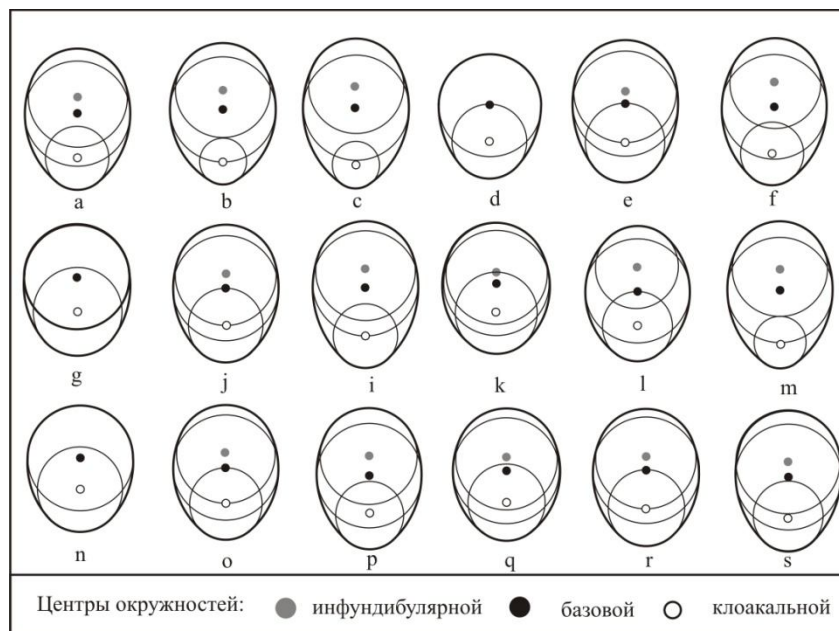


Рис. 1 – Схемы пределов изменчивости форм яиц дятлообразных а-с) желна; d-f) большой пестрый; g-i) седой; k-m) средний; n-r) малый пестрый; q-s) вертишейка.

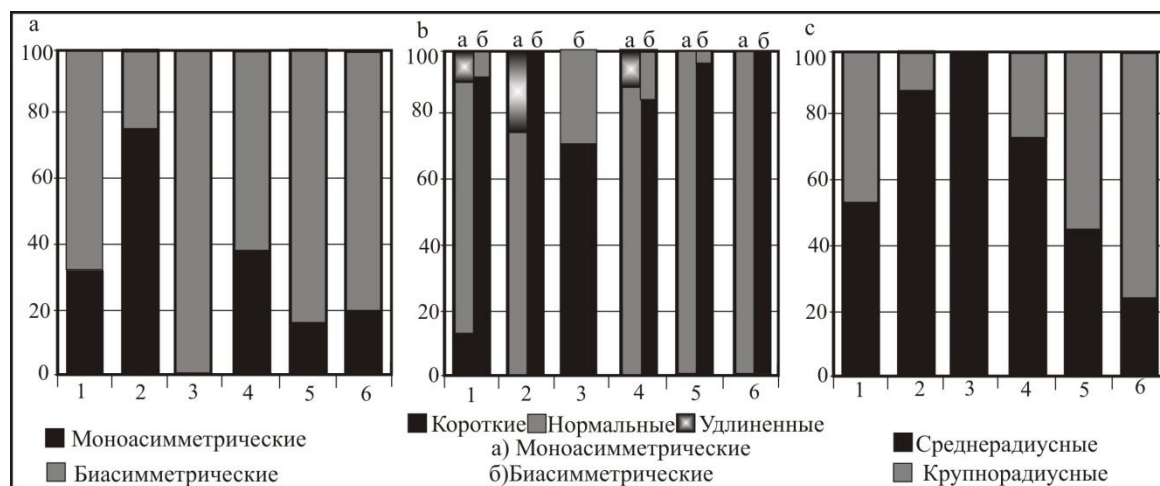


Рис. 2 – Распределение яиц дятлообразных по симметрии полярных зон (а), удлинненности (б) и конфигурации клоакальной зоны (с) (виды расставлены в том же порядке, что и на рис. 1).

Как видно из приводимых материалов, в процентном соотношении форм яиц наблюдается существенные различия. Это привело нас к мысли о возможности межвидового разграничения форм яиц по комплексу признаков. Правомочность такого подхода подтвердила кладограмма, построенная по четырем (индексы: удлинненности, клоакальной, латеральной и инфундибулярной зон) параметрам (рис. 3).

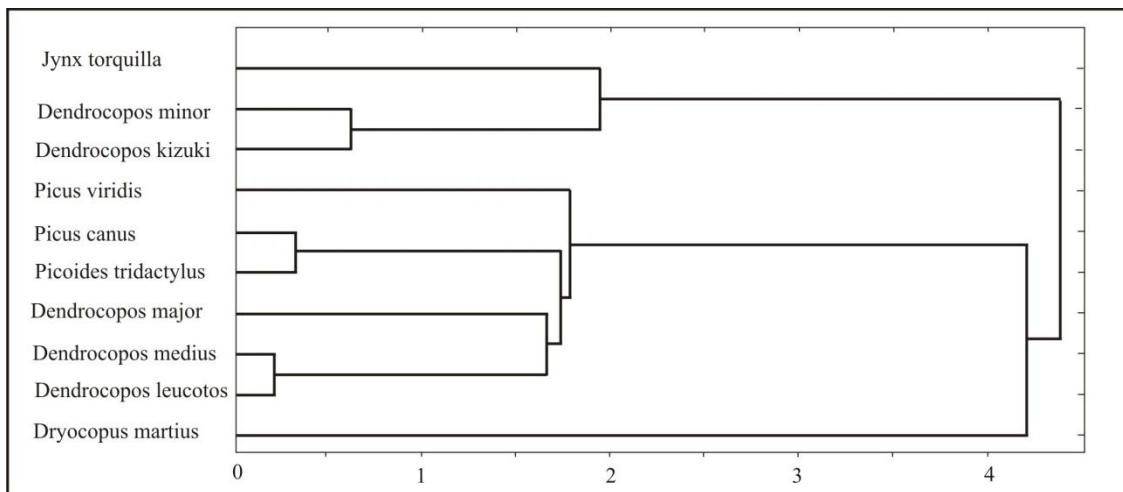


Рис. 3 – Дендрограма яиц дятлообразных по четырем ооморфологическим параметрам (длина, инфундибулярный, латеральный и клоакальный индексы)

Анализ фактического материала показал, что у каждого вида, как правило, реализуется несколько форм, которые можно рассматривать, как отклонения в одну и другую сторону от некоторой усредненной формы (на схемах рисунка 3 они занимают среднее положение). Для каждой из них существует свой набор индексов, средние значения которых, как правило, отличаются. Статистическая проверка различий показала их достоверность. Примером этого может служить сравнение наиболее близких показателей индексов удлинненности яиц малого пестрого и вертишейки, малого и среднего пестрых и среднего пестрого и седого дятлов. В пределах $p < 0,05$ критерии достоверности составляют, соответственно: $t_{ст} = 7,49$, $t_{кр} = 1,71$, $n = 52$; $t_{ст} = 3,67$, $t_{кр} = 1,71$, $n = 52$; $t_{ст} = 2,61$, $t_{кр} = 1,68$, $n = 86$. Приведенные выше материалы показывают, что по комплексу признаков яйца дятлообразных отличаются друг от друга. В связи с этим, мы попытались выяснить причину существующего положения вещей, а именно выяснить, какие факторы влияют на возникновение той или иной формы яйца.

В литературе в целом для птиц существует множество мнений по этому вопросу. Среди них следует отметить эволюционно установившийся для каждого вида генетический алгоритм процесса воспроизводства, давление стенок яйцевода во время формирования известковой оболочки, компактность укладки яиц под наседным пятном птицы и др. Для исследуемой группы птиц работа велась в таких направлениях: а) вещественно-энергетические расходы в гнездовой период; б) форма яиц и механическая прочность их скорлупы; в) связь формы яиц с их количеством в кладке; г) форма яиц и масса кладки; д) форма яиц и температурный, газовый режим и транспирация. Вещественно-энергетические расходы в гнездовой период у дятлообразных крупномасштабные и включают в себя дуплостроение, расходы, связанные с формированием яиц, их инкубацией и выживанием птенцов в первые дни жизни. В связи с этим, на наш взгляд, форма яиц при этом должна экономически более выгодной. Общеизвестно, что такими свойствами обладают сферические яйца. У них наблюдается максимальное отношение объема к площади поверхности, максимальная прочность скорлупы при минимальной ее толщине, равномерность распределения механических нагрузок, температур и диффузионных процессов. У птиц таких яиц нет. Это связано с множеством причин, среди которых следует отметить однонаправленность обогрева яиц во время насиживания. В связи с этим, возникает необходимость ориентации зародышевого диска в сторону обогрева, что обеспечивается наличием халаз. Последние не могут выполнять свою функцию в сферических яйцах. В данном случае должен быть достигнут компромисс, т.е. яйца должны быть слегка удлинненными. Такие же компромиссы имеют место и в отношении скорлупы яиц. Последняя, с одной стороны, должна быть достаточно прочной, чтобы удерживать массу насиживающей птицы и не

разбиваться при переворачиваниях, а с другой, - ее прочность должна быть такой, чтобы птенец мог ее проломить во время вылупления [1, 2]. Прочность скорлупы достигается ее толщиной и механическими свойствами купольной (арочной) конструкции. Для таких конструкций характерна максимальная прочность оболочки при ее минимальной толщине. В связи с этим, чем ближе форма яйца к сферической, тем больше прочность скорлупы. Следовательно, по мере удлинения сопротивление последней механическим воздействиям будет падать. Наиболее уязвимой является латеральная зона. Этот факт общеизвестен каждому: с боков яйцо можно раздавить двумя пальцами, в то время, как с полюсов это невозможно при полном усилии двух рук. Уменьшение прочности скорлупы по мере удлинения яйца с неизбежностью должно вызывать ее утолщение. Такое явление действительно наблюдается в природе. Если сравнить, к примеру, яйца вертишейки и тонкоклювой кайры (*Uria aalge*) по удлинённости, то мы увидим, что в первом случае яйца находятся ближе к сферическим ($I_{el} = 1,307 \pm 0.007$, $n=275$), чем во втором ($I_{el} = 1,63 \pm 0.011$, $n=31$). При этом, индекс скорлупы (отношение массы скорлупы к массе яйца) у первого вида составляет 0,08, а у второго - 0,12, т.е. в полтора раза больше. В то же время сферические яйца морских черепах имеют индекс 0,04-0,06 [7].

Не следует упускать из виду и тот факт, что утолщение скорлупы увеличивает ее механическое сопротивление, однако создает дополнительные проблемы для газообмена и транспирации. Поэтому параллельно с утолщением скорлупы увеличивается количество и размеры пор. Последние оптимизируют диффузионные процессы, но при этом уменьшают деформационное сопротивление скорлупы и повышают риск проникновения внутрь яйца вредных микроорганизмов и грибов.

Форма птичьих яиц в значительной степени зависит от их количества в кладке. Компьютерные модели, построенные некоторыми учеными [3] показали, что в кладках с одним яйцом встречаются сферические, с двумя и тремя – биконические, с четырьмя – конические формы. В крупных кладках, начиная с пятого, наблюдается возврат к сфере. Большинство дятлообразных относится к птицам с крупными кладками. У рассматриваемых нами видов минимальное количество яиц (3-5) наблюдается только у желны. У дятлов это количество составляет 6-10, а у вертишейки достигает 14 штук. Следовательно, согласно с вышеупомянутыми моделями их яйца по форме должны приближаться к сфере.

Кроме количества, важным фактором, влияющим на форму, являются размеры, относительная масса кладки и относительная масса отдельных яиц. Общим правилом является то, что для крупных птиц характерны мелкие яйца и наоборот. То же самое наблюдается и в отношении размеров кладок. В крупных кладках яйца мельче. Внутри отряда дятлообразных это правило нарушается. У желны, как самого крупного вида среди исследуемых дятлообразных, относительно мелкие и кладка ($17,1 \pm 0,1$), и яйца ($3,8 \pm 0,01$ %). В то же время, у малого пестрого дятла эти показатели составляют, соответственно: $53,8 \pm 2,3$ и $8,3 \pm 0,01$ % (табл. 1). В целом у дятлообразных относительная масса кладки большая. У пестрых дятлов она колеблется в пределах половины массы тела, а у вертишейки достигает более 80%. Естественный отбор в данной ситуации будет способствовать формам, приближающимся к сфере.

Наши исследования показали, что относительным массам кладок соответствуют определенные значения индексов удлинённости и обобщающего индекса. Оба индекса отражают степень приближения формы яиц к сфере. У первого индекса этому отвечают значения, близкие к единице, а у второго – к 1,333 и выше.

Таблица 1 - Соотношение массы кладки к массе насиживающей птицы

Вид	Исследовано, шт.		Среднее количество яиц в кладке, шт.	Среднее значение массы самки, г	Среднее значение массы кладки, г	% массы кладки от массы самки	% массы яйца от массы самки	Индекс удлиненности: I_{el}	Обобщенный индекс I_{sum}
	яиц	кладок							
<i>Jynx torquilla</i>	172	15	11,5 ± 1,9	37,1 ± 1,4	30,6 ± 1,6	82,9 ± 2,0	7,2 ± 0,02	1,299 ± 0,004	1,255 ± 0,006
<i>Picus capus</i>	86	9	9,4 ± 0,9	128, 2±	62,3 ± 1,4	49,1± 1.9	5.2± 0.01	1,325 ± 0,01	1,218 ± 0,014
<i>Dryocopus martius</i>	36	9	4,5 ± 0,7	278,6±10	47,5 ± 1,2	17,1 ± 0,1	3,8 ± 01	1,422 ± 0,01	1,119 ± 0,01
<i>Dendrocopos major</i>	100	16	6,0 ± 0,9	84,9 ± 3,3	33,2 ± 1,1	39,1 ± 1,7	6,6 ± 0,02	1,365 ± 0,005	1,219 ± 0,007
<i>Dendrocopos medius</i>	73	11	6,7 ± 0,8	55,3 ± 2,1	28,3 ± 1,1	50,9 ± 2,1	7,6 ± 0,02	1,311 ± 0,007	1,22 ± 0,008
<i>Dendrocopos minor</i>	52	10	6,5 ± 0,5	23,3 ± 1,9	12,5 ± 0,5	53,8 ± 2,3	8,3 ± 0,01	1,301 ± 0,008	1,304 ± 0,018

Вышеприведенные материалы свидетельствуют о наличии связи формы яиц с множеством жизненно важных функций. Это подтверждают и высокие (0,881 – 0,996) корреляционные связи индексов формы, особенно индекса удлинённости, с объемом и площадью поверхностью яиц. Как известно, эти две составляющие морфологии яйца являются наиболее важными в процессе воспроизводства, поскольку они связаны с количеством веществ, необходимых для развития зародыша, и процессами, обеспечивающими это развитие (температурный, газовый режим и транспирация). В связи с этим, индекс удлинённости можно использовать в качестве косвенного критерия для прогнозирования потенциальных результатов процесса воспроизводства еще в период откладки яиц. Это становится возможным в связи с тем, что для индекса удлинённости, объема, площади поверхности и успешности размножения характерно нормальное распределение. Следовательно, крайние значения любых морфологических показателей скорлупы являются менее оптимальными, чем среднеарифметические. Их соотношение и есть прогнозируемая успешность размножения. В связи с этим, еще по окончанию яйцекладки можно предположить возможные результаты размножения в зависимости от оптимальных или неблагоприятных условий среды. Сравнение данных по успешности размножения дятлообразных, полученных непосредственно из наблюдений и расчетов по индексу удлинённости, показало их значительное сходство (табл. 2).

Таблица 2 – Реальная и прогнозируемая успешность размножения дятлообразных

Вид	Реальная успешность размножения (в %), годы				
	1980	1981	1982	1983	Средняя
<i>Jynx torquilla</i>	66,2	65,6	71,2	72,1	68,8
<i>Picus canus</i>	75	79,3	83,3	85,0	80,7
<i>Dryocopus martius</i>	60	58,3	57,1	69,2	61,2
<i>Dendrocopos major</i>	60,2	68,8	68,7	75	68,2
<i>Dendrocopos medius</i>	60,4	53,7	52,9	57,5	56,1
<i>Dendrocopos minor</i>	80,3	73,2	66,7	72	73,1
Вид	Прогнозируемая успешность размножения (в %), годы				
	1980	1981	1982	1983	Средняя
<i>Jynx torquilla</i>	66,7	63,4	71,2	72,3	68,4
<i>Picus canus</i>	75,2	70,1	82,2	85,4	78,2
<i>Dryocopus martius</i>	61,2	59,1	56,1	69,1	61,4
<i>Dendrocopos major</i>	62,4	69,1	65,7	75,7	68,23
<i>Dendrocopos medius</i>	59,6	54,7	53,1	55,4	55,7
<i>Dendrocopos minor</i>	79,6	72,9	67,2	71,9	72,9

ВЫВОДЫ

1. Использование геометрической системы овоида позволяет выявить все существующие формы яиц дятлообразных, дать им названия и осуществить их классификацию.
2. Кладки яиц дятлов и вертишейки представляют собой совокупность форм, которые имеют разные потенциальные возможности в обеспечении успешного размножения. Наиболее репродуктивно оптимальны яйца со среднеарифметическими значениями морфологических параметров, остальные выступают в качестве резерва, который может реализоваться при особых условиях гнездования.

3. Морфометрические показатели форм яиц могут служить косвенными критериями потенциальной успешности размножения, что позволяет прогнозировать репродуктивный потенциал птиц еще в период яйцекладки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ar. A. The avian egg: water vapor conductance, shell thickness, and functional pore area / A. Ar., C.V. Paganelli, R.B. Reeves, D.G. Greene, H. Rahn // *The Condor*. – 1974. – № 76. – P. 153-158.
2. Ar. A. The avian egg: mass and strength / A. Ar., H. Rahn, C.V. Paganelli // *The Condor*. – 1979. – № 81 – P. 331-337.
3. Hutchinson J.M.C. Three into two doesn't go: two-dimensional models of bird eggs, snail shells and plant roots / J.M.C. Hutchinson // *Biological Journal of the Linnean Society*. – 2000. – 70. – P. 161-187.
4. Preston F.W. The shapes of birds' eggs: mathematical aspects. - *The Auk* 85: 1968 – p. 454 - 463.
5. Митяй И.С. Новая методика комплексной оценки формы яйца / И.С. Митяй // *Бранта*. – 2003. – Вып. 6. - С. 179-192.
6. Митяй І.С. Использование современных технологий в исследованиях птичьих яиц / І.С. Митяй // *Вісник ЗНУ: Зб. наук. ст. Біол. науки*. – Запоріжжя: ЗНУ. – 2008. – Вип. 1. – С. 191 – 200.
7. Sematong S. Key to turtles and softshell turtles in Thailand / S. Sematong, K. Thirakhupt // *Science*. – 1994. – 48(3). – P.140-143.

УДК 591.69 – 597.593.4 : 591.5 (262.5)

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗАРАЖЕНОСТІ NEOECHINORHINCHUS AGILIS (ACANTHOCERPHALA: NEOECHINORHYNCHIDAE) АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО ЛОБАНЯ MUGIL CEPHALUS (TELEOSTEI: MUGILIDAE) З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Сарабеев В. Л., к.б.н., доцент, Ткач Є. В., аспірант

Запорізький національний університет

Проводиться порівняльний аналіз кількісних характеристик акантоцефали *N. agilis* від Азово-Чорноморського лобаня із застосуванням алгоритму зворотного поширення похибки на багатосаровому персептроні. Метою роботи була побудова класифікаційної та регресійної мереж для прогнозування екстенсивності та інтенсивності зараження акантоцефалами лобаня та визначення найбільш вагомих чинників, що вплинули на модель. Нейронна мережа, володіючи здатністю до накопичення і наступної репрезентації експериментальних знань, може стати достойною альтернативою повноцінній математичній моделі і бути використаною для пошуку оптимальних рішень. Результати показали, що виходячи з даних про сезон та місця вилову риб, їх розмірно-вагові та популяційні характеристики можна побудувати досить адекватні моделі для прогнозування екстенсивності та інтенсивності зараження акантоцефалами лобаня.

Ключові слова: кефаль, система паразит-хазяїн, алгоритм зворотного поширення похибки, персептрон, класифікаційна, регресійна модель

Сарабеев В.Л., Ткач Е.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАРАЖЕННОСТИ NEOECHINORHINCHUS AGILIS (ACANTHOCERPHALA: NEOECHINORHYNCHIDAE)