

УДК 591.465.11: 598.243.8

ХАРАКТЕРИСТИКА ООМОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МАРТИНА ЗВИЧАЙНОГО (*LARUS RIDIBUNDUS*) УКРАЇНИ ТА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Митяй І.

*Характеристика ооморфологічних показників мартина звичайного (*Larus ridibundus* L.) в умовах України та прилеглих територій. - І. Митяй - Для порівняльної характеристики форми яєць мартина звичайного пропонується використовувати два лінійних проміри (довжина і діаметр) та п'ять індексів форми. Чотири з них є простими відношеннями довжини і радіусів трьох зон овоїда до діаметру. Це індекси: подовженості $I_{el}=L/D$, індекс клоакальної $I_{cz}=r_c/D$, латеральної $I_{lz}=r_l/D$ та інфундибулярної $I_{iz}=r_i/D$ зон. П'ятий, узагальнюючий індекс, є подвійним відношенням, який обчислюється за формулою: $I_{sum}=(r_c+b)(b+r_i)/bL$, де $b=L-(r_c+r_i)$. Початкові параметри для згаданих розрахунків індексів отримують за рахунок комп'ютерного аналізу цифрових фотографій яєць. Отримані результати свідчать про можливість використання оологічного матеріалу для вирішення питань, пов'язаних з таксономією, мінливістю, філогенією та еволюцією мартинів..*

Ключові слова: індекси форми яйця, комп'ютерний аналіз, мартин звичайний.

Адреса: Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, вул. Володимирівська, 64, Київ, Україна, e-mail: oomit@mail.ru

Hangeability of egg morphology indexes of yellow-legged gull in different parts of natural habitat of the south of Ukraine.-Mytiai I.-For the comparative morphological description of larids' eggs the use of two linear dimensions (length and diameter) and five indices of form is proposed. Four of the indices are the affine ratios of length and radii of three ovoid areas to diameter: the elongation index $I_{el}=L/D$, the cloacal area index $I_{cz}=r_c/D$, the lateral area index $I_{lz}=r_l/D$, and the infundibular area index $I_{iz}=r_i/D$. The fifth – generalized – index is a binary ratio calculated as follows: $I_{sum}=(r_c+b)(b+r_i)/bL$, где $b=L-(r_c+r_i)$. The input data are obtained by means of computer analysis of digital egg photographs. The results testify to the possibility of use of the oological material for the problem-solving in the field of the taxonomy of larids.

Key words: indices of egg shape, computer analysis, larids.

Address: Taras Shevchenko national university of Kiev, Ukraine.

Вступ

Серед мартинових (Laridae) мартин звичайний (*Larus ridibundus* Linnaeus, 1766) є одним із найбільш поширених птахів Палеарктики. За свідченнями О.Є. Лугового, Л.К. Покритюк, Л.А. Потіша, А. І. Гузія та А.А. Бокотєя [1, 2, 6] протягом останніх десятиліть відбувається розширення ареалу та збільшення чисельності цього птаха не тільки в західних регіонах України, а й в усій Європі. Він охоче заселяє водойми великих та середніх розмірів, гніздиться на сплавинах та мілководді серед болотної рослинності, а також, на невеликих піщаних та кам'янистих островах [3]. Збільшення чисельності, розширення ареалу та гніздування в самих різноманітних біотопах свідчить про широку пластичність мартина звичайного. В зв'язку з цим, дослідження мінливості різних морфологічних структур цього виду є досить важливим для з'ясування механізмів процесів

адаптогенезу, мікроеволюції та видоутворення. В даному аспекті яйце виступає одним із найбільш зручних об'єктів, з допомогою яких можна ефективно розв'язувати вищезазначені проблеми. Велика чисельність, колоніальний спосіб гніздування та доступність гнізд і яєць значно полегшують процес збору достатньої кількості матеріалу. Проте, як відомо, окрім кількості вирішальне значення мають методи його вилучення та обробки. В даному аспекті, в сучасній орнітологічній літературі існує ціла низка методів опису яєць Одні з них прості та зручні у використанні [11, 13, 17], але вони розрізнені, малоінформативні та, в значній мірі, мають довільний характер. Інші - виконані бездоганно в математичному відношенні, проте біологами практично не використовуються через їх складність [12, 14-18]. Аналіз літератури та власні дослідження показали, що вирішення зазначених проблем можливе через використання цифрових фотографій яєць та їх комп'ютерного аналізу (4, 5, 10). Фотографування значно

спрощує процес збору фактичного матеріалу, а комп'ютерні програми, написані фахівцями за відповідними математичними рівняннями, зводять до мінімуму проблему розрахунків. Бажання автора привернути увагу дослідників до перспектив комплексної характеристики мінливості яєць з використанням сучасних цифрових і комп'ютерних технологій на наочні докази правомочності такого підходу стали головним мотивом даного повідомлення.

Матеріал і методи

Збір матеріалу (вихідні проміри та фотографування) здійснювалися в польових умовах і в музеях України та Росії (Національний науково-природничий музей НАН України, Зоологічний музей Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Зоологічний музей Львівського національного університету імені Івана Франка, Державний природознавчий

музей АН України, Державний Музей природи Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, Черкаський краєзнавчий музей та Зоологічний музей Московського державного університету імені М.В.Ломоносова).

В ході роботи було досліджено 264 яйця 97 кладок з різних регіонів України та Білорусії. Кількісно-якісна характеристика яєць проводилася за допомогою методик, раніше запропонованих нами [3, 4]. В їх основі лежить зручна геометрична система, що відображає морфологію яйця і дозволяє здійснювати необхідні аналізи за допомогою комп'ютерних програм (рис. 1). Для кількісного опису форми яєць мартина звичайного використовували п'ять індексів. Чотири з них є простими відношеннями радіусів дуг трьох зон і довжини овоїда до діаметру (із традиційних взятих тільки індекс подовженості).

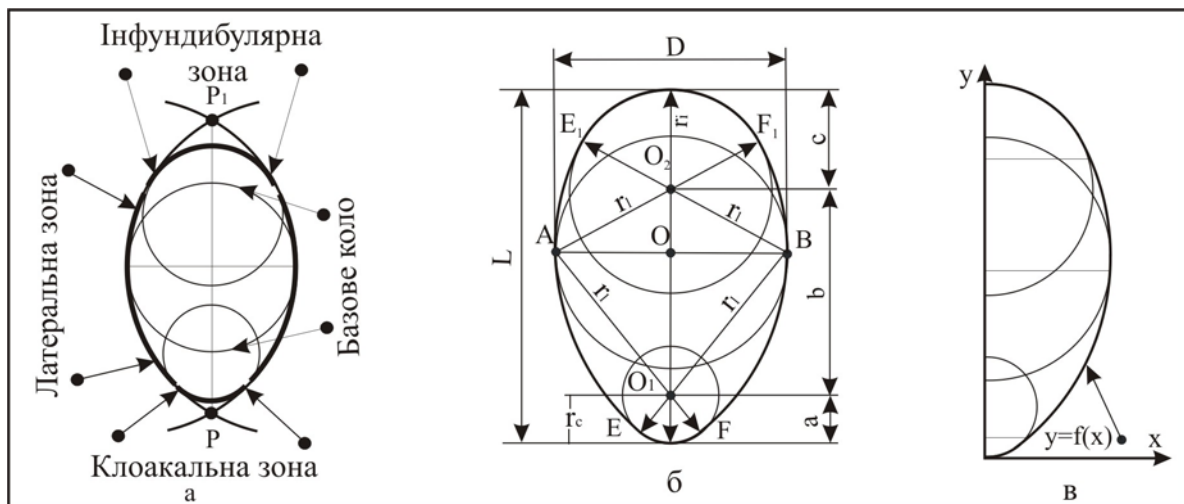


Рис. 1. Зони яйця (а) і схеми зняття (б,в) параметрів для комп'ютерних розрахунків.

Fig 1. Areas of an egg (a) parameter reading scheme (b, c) for the computing.

Вихідні параметри (довжина і діаметр) вимірювались на реальних яйцях штангенциркулем з точністю до 0,1 мм. Величини радіусів клоакальної, інфундибулярної та латеральної дуг визначались по цифрових фотографіях яєць за допомогою спеціально розроблених комп'ютерних програм [4]. Результати вимірів автоматично вносилися до перебудованої нами, у відповідності з метою досліджень, бази Microsoft Access. Обробка даних здійснювалася за допомогою пакету програм STATISTICA – 6 Stat Soft Inc.

Результати та обговорення

Ооморфологічна характеристика мартина звичайного проведена в наступних напрямках: а) з'ясування можливості використання індексів, як

видоспецифічних маркерів яйця; б) виявлення меж внутрішньопопуляційної мінливості; в) дослідження взаємозв'язку кількісних значень індексів з біологічним змістом, який криється за кожною формою яйця.

Роль індексів, як видоспецифічних маркерів (еталонів), з'ясовувалась у такому ж напрямку, як і здійснювалась класифікація яєць, тобто досліджувалась симетрія, подовженість та радіусність яєць. Для характеристики за симетрією полярних використовували інтервал індексу інфундибулярної зони $0,475D < I_z \leq 0,5D$, тобто 5% від максимального значення радіусу інфундибулярної зони. В даному аспекті теоретично можливі три форми: симетричні (зони однакові), моноасиметричні (радіус інфундибулярної зони більший за $0,475D$), біасиметричні (радіус інфундибулярної зони

менший за $0,475D$, але більший за клоакальний радіус).

Як показав аналіз, у мартина звичайного симетричні яйця, як і в цілому для роду, відсутні (рис. 2, а). Абсолютні значення інфундибулярного індексу коливаються в межах $0,392-0,5D$, в середньому, $0,461 \pm 0,002$. Самі по собі ці значення несуть мало інформації. Її значно більше в розподілі різних типів яєць. Відсотки моноасиметричних та біасиметричних яєць у

представників роду відрізняються. У мартина звичайного воно становить 55,4 та 44,6 %. Подібні співвідношення спостерігаються у мартинів середземноморського (*Larus melanocephalus* Temminck, 1820) (52,0 та 48,0%), малого (*Larus minutus* Pallas, 1776) (50,0 та 50,0%), та морського (*Larus marinus* Linnaeus, 1758) (60,1 та 39,9), але їх відмінності достовірні ($t_{cr} = 2,9$ і $t_{kp} = 1,7$, при $p \leq 0,5$).

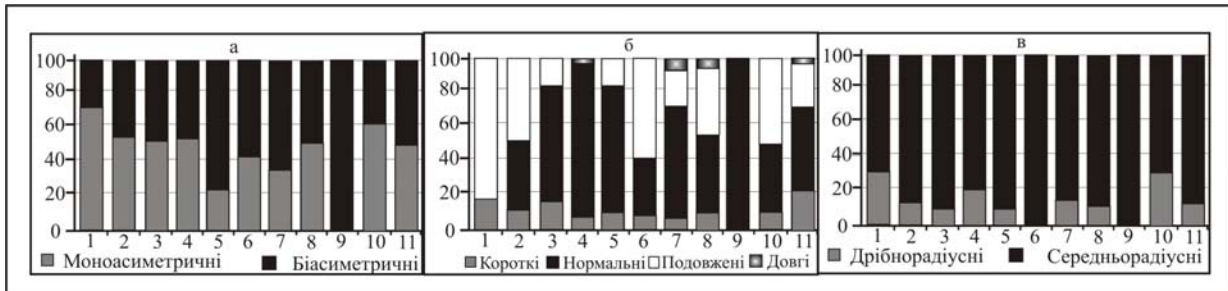


Рис. 2. Розподіл яєць мартинів за симетрією полярних зон: 1) *Larus ichthyaetus*; 2) *Larus melanocephalus* 3) *Larus minutus*; 4) *Larus ridibundus*; 5) *Larus genei*; 6) *Larus fuscus*; 7) *Larus argentatus*; 8) *Larus cachinnans*; 9) *Larus hyperboreus*; 10) *Larus marinus*; 11) *Larus canus*.

Fig 2. The distribution of larids' eggs by polar area symmetry.

Для розмежування яєць за довжиною використовували два індекси: латеральної зони та подовженості. Перший задає межі, в яких розглядається мінливість другого. І перший, і другий витікають з вищезгаданої геометричної системи. Розміри радіусів дуг латеральної зони визначають величину однойменного індекса, а відстань між точками перетину цих же дуг є межами мінливості індексу подовженості. В якості інтервалів [3] для біасиметричних яєць були взяті корені квадратні з цілих чисел від одного до п'яти (1; 1,414; 1,732; 2; 2,236), для моноасиметричних – половина суми одиниці з цими коренями (1; 1,207; 1,366; 1,5; 1,618). У відповідності з цим, яйця можна поділити на: короткі, нормальні, видовжені та довгі. Як видно з рисунка 2, б у мартина звичайного спостерігається досить чіткий специфічний розподіл за довжиною. Менш помітні відмінності, існують в розподілі за конфігурацією клоакальної зони (рис. 2, в), але подібність в таких випадках нівелюється даними інших графіків. Останнє, ще раз доказує доцільність комплексного підходу в дослідженнях яєць.

Наведені вище матеріали свідчать про існування видоспецифічних характеристик яйця. Останнє відкриває перспективи для дослідження меж мінливості, та використання їх вже як внутрішньовидових маркерів. Для з'ясування цього питання, нами були проаналізовані вибірки з Київської, Львівської, Харківської, Одеської

областей України та Мінської області республіки Білорусь. За основу були взяті ті ж самі індекси форми. Як виявилось, за більшістю показників (симетрія, подовженість, радіусність) спостерігається достовірна різниця. Проте, найбільш позитивні результати отримуються при комплексному використанні згаданих критеріїв. В такій ситуації, там де по одному із індексів різниця мала, або відсутня, по іншим вона досить суттєва. Це наочно проглядається на рисунку 3. Ідентичні індекси за конфігурацією клоакальної зони (радіусністю) для Київської та Львівської популяцій, а також близькі за значенням у Одеської та Мінської популяцій суттєво розрізняються за рахунок показників симетрії та подовженості (рис. 3).

Очевидна наявність чіткої прив'язки числових значень до певних форм яйця, дозволяє використовувати їх в ролі внутрішньопопуляційних маркерів. Останній є своєрідним еталоном, усередненим варіантом, від якого в одну та іншу сторону здійснюються коливання. Вони створюють розмах мінливості, яка є масивом чисел, що характеризують структурно-функціональну організацію того, чи іншого яйця. Залишається тільки виявити, як саме кількісні параметри яйця впливають на хід відтворення. Знову ж тут без геометрії не обійтись.

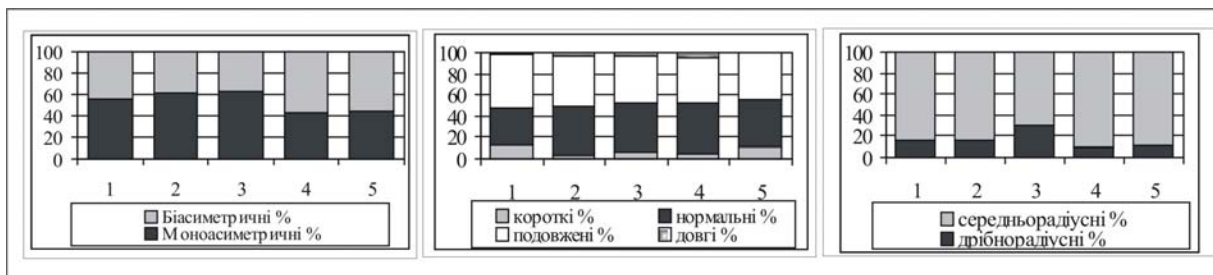


Рис. 3. Регіональний розподіл яєць мартина звичайного за симетрією, довжиною та радіусністю: Білорусь (Мінська область - 1); Україна (Київська - 2, Харківська - 3, Львівська - 4, Одеська області - 5).

Fig 3. Geographical distribution of eggs by symmetry, length and radii in *Larus ridibundus*: Belarus (Minsk region - 1); Ukraine (Kyiv - 2, Kharkiv - 3, Lviv - 4, Odessa regions - 5);

Загальновідомо, що з геометричною будовою будь-якого тіла пов'язані його властивості. Наприклад, сфера характеризується максимальною кількістю осей симетрії, рівномірністю розподілу по поверхні навантажень, температури, максимальним відношенням об'єму до площі поверхні та ін. Еліпсоїд має дві осі симетрії і відмінні від сфери характеристики. Асиметричні овоїди, якими представлена максимальна кількість пташиних яєць (близько 98 %, n=16494) вже мають одну вісь симетрії, та низку, пов'язаних з цим, специфічних

властивостей. Останніх досить багато, тому ми зупинимось лише на деяких із них.

Серед характеристик яйця, що відносяться до категорії найбільш важливих, є: механічна міцність шкаралупи, її ємкість (об'єм) та площа поверхні. Безпосереднє їх дослідження пов'язане з низкою проблем, як методичного, так і трудомісткого характеру. Разом з цим є опосередковані критерії, якими і є досліджувані індекси форми. Вибрати необхідні з них дає можливість кореляційний аналіз (табл. 1).

Таблиця 1. Кореляційні зв'язки параметрів яєць мартина звичайного

Table 1. Correlation of egg parameters in *Larus ridibundus*

	L	I _{cz}	I _{lz}	I _{iz}	I _{el}	I _{sum}	V	S	I _{avs}	I _{vvs}
L	1									
I _{cz}	-0,310	1								
I _{lz}	0,392	0,208	1							
I _{iz}	0,033	0,066	0,597	1						
I _{el}	0,616	-0,266	0,476	-0,193	1					
I _{sum}	-0,462	0,880	0,098	0,314	-0,602	1				
V	0,513	-0,181	0,279	-0,345	0,950	-0,545	1			
S	0,539	-0,168	0,362	-0,284	0,970	-0,532	0,996	1		
I _{avs}	0,405	-0,221	-0,004	-0,520	0,835	-0,570	0,956	0,926	1	
I _{vvs}	-0,648	0,277	-0,594	0,073	-0,982	0,587	-0,876	-0,910	-0,721	1

Позначки: L – довжина; I_{cz}, I_{lz}, I_{iz} – індекси клоакальної, латеральної та інфундибулярної зон; I_{el} – індекс подовженості; I_{sum} – індекс узагальнюючий; V – об'єм; S – площа поверхні; I_{avs}, I_{vvs} – абсолютний та відносний об'ємно-площинні індекси.

Notation: L - length; I_{cz}, I_{lz}, I_{iz} - cloacal, infundibular, and lateral area indices; I_{el} - elongation index; I_{sum} – generalized index; V - volume; S – surface area; I_{avs}, I_{vvs} – absolute and relative volume/surface indices

Високий кореляційний зв'язок індекса подовженості з об'ємом і площею поверхні дає можливість робити певні висновки про їх мінливість. Враховуючи те, що від них залежить життєдіяльність зародка і, відповідно, успішність розмноження, появляється можливість її непрямого прогнозування на основі мінливості згаданого індекса.

У більшості випадків мінливість ознак проявляється у вигляді кривої нормального розподілу, яка має оптимум по середині та песимум по обох боках периферії. Максимальна кількість оптимальних яєць (ті, що мають потенційно більші шанси для вилуплення пташенят) зосереджена в межах середнього арифметичного [8], по обидві сторони від якого

локалізуються менш оптимальні варіанти. Чим далі від середини, тим гірша інкубаційна придатність яєць. Відкидаючи, в тій чи іншій мірі, крайні варіанти, ми отримуємо можливість робити певні прогнози успішності розмноження. Як виявилось, це цілком конструктивний підхід, що дає можливість елементарним та зручним

методом поєднати критерій форми яйця з його біологічним змістом.

Проаналізувавши вибірки по вищезгаданих регіонах ми отримали низку кривих нормального розподілу (рис. 4).

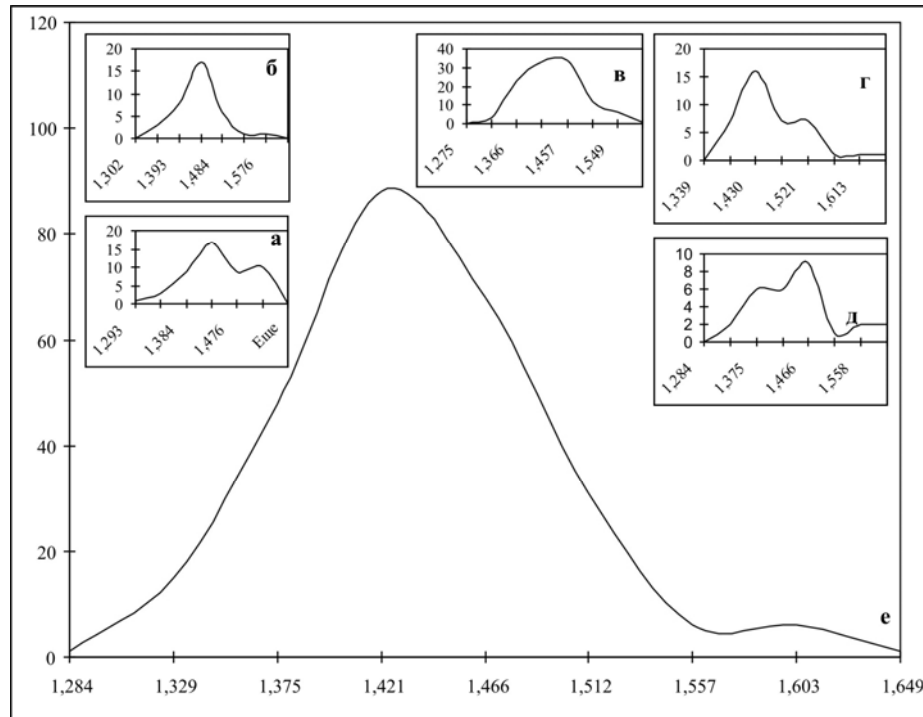


Рис. 4. Регіональна мінливість індекса подовженості яєць мартина звичайного: Білорусь (Мінська область (а); Україна (Київська (б), Харківська (в), Львівська (г), Одеська області (д); загальна (е).

Fig 4. Geographical variability of the elongation index in *Larus ridibundus*: Belarus (Minsk region (a); Ukraine (Kyiv - б, Kharkiv - в, Lviv - г, Odessa regions - д); General - e).

Для кожної з кривих, від периферії до центру, були розраховані відсотки яєць, які вважаються або більш, або менш інкубаційно придатними. Отримані наступні результати по досліджуваних популяціях: мінська – 34,7; 53,1; 71,4; 91,8; київська популяція -47,2; 69,4; 86,1; 94,4; львівська – 40,0; 57,5; 75,0; 92,5; харківська -39,3; 59,8; 91,1; 96,0; одеська – 32,1; 53,6; 75,0; 85,7. Отримані числа є потенційною успішністю розмноження. Реальні ж межі останньої залежать від низки обставин, пов'язаних, як з вихідною якістю яйця, так і з екологічними, антропогенними та іншими умовами, в яких проходить процес насиджування.

Наведені нами числа дуже подібні на реальні результати успішності розмноження мартина звичайного, отримані Я.А. Віксне [7]. Розміри загибелі яєць і пташенят варіюють в широких межах. Наприклад, в Латвії на оз. Енгуре в 1974—1981 рр. відсоток вилуплення складав 70,7—86,0% (1,75-2,34 пташеняти на пару), вижило до

25 дня життя 37,2—66,4% з числа тих, що вилупилися або 41,1—57,1% з числа знесених яєць (0,94-1,55 пташеняти на пару) Смертність пташенят до 25 дня життя в середньому складала 42,9% (у окремі роки 33,6—54,3%). В середньому 60,5% пташенят гине до 4-денного віку, близько 80% — до 10-го дня життя. Новий пік смертності має місце у момент переходу пташенят до самостійного життя. На водосховищі Литовської ГРЕС за 3 роки успішність вилуплення складала 81,8%, в середньому 2,19 пташеняти на кладку. У Білорусії на Мінському морі за два роки відхід яєць склав 12,1%, постембріональна смертність - 57,5%, вирости в середньому 1,12 молодих на пару дорослих. На Байкалі в дельті Селенги і на півночі цього озера в нормальних умовах відхід яєць складав відповідно 20,0—32,5% і до 16% кладок, при повенях можуть загинути понад 90% кладок.

Підсумовуючи вище викладені матеріали, можна відмітити наступне. Значна правильність

форми, дає можливість використовувати в якості еталонів для порівняння площинні проекції яйця, які по своїй суті наближаються до симетричних та асиметричних еліпсів і овалів. Ці фігури знаходяться в єдиній геометричній системі, мають свої закономірності будови та кількісне вираження. Порівнюючи еталони з реальними яйцями (в даному випадку яйця мартина звичайного), ми отримуємо сукупність критеріїв, які описують різні сторони їх структурно-функціональної організації. З однієї сторони, вони виступають в ролі своєрідних популяційних маркерів, якими розрізняються яйця на внутрішньовидовому рівнях і дають можливість характеризувати всі типи мінливості яєць (географічну, сезонну, екологічну та ін.). З другої сторони, ці ж самі критерії дають можливість

пов'язати їх кількісні значення з біологічним змістом, що стоїть за ними.

Мінімальний об'єм публікації не дає можливості більш детально заглибитись в суть питання, проте, ми цілком впевнені в конструктивності такого підходу і вважаємо, що в нього є всі перспективи для майбутнього.

Подяки

Автор висловлює щирі подяки всім співробітникам музеїв, які допомогли у зборі матеріалу: Головушкіну М., Розорій Ж., Смогоржевській Л., Бокотей А., Дзюбенко Н., Шидловському І., Затушевському А., Горбаню І., Пісулінській Н., Писанцю Є., Пекло О., Томковичу П., Редькіну Я., Лунячку Р., Девятко Т., Чернікову В., Селіверстову М., Волк В., Муховій В., Гасиці С., Кошелеву О., Покусі Р.

1. Гузій А. І., Бокотей А. А. Звичайний мартин (*Larus ridibundus* L.) у верхів'ї р. Верещиця // Наукові записки ДПМ НАН України, 1994. - Т. 11. - С. 16-20.
2. Луговой А. Е., Потіш Л. А., Кузьма В. Ю., Геревич А. В. Изменения в фауне птиц долины р. Уж (Закарпатье) во второй половине XX столетия // Беркут. – 2001. – Т. 10, вып. 1. – С. 26-30.
3. Митяй І.С. Системний підхід в дослідженнях форми яєць птахів // Наук. вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2008. – Випуск 23. – С.87 – 92.
4. Митяй І.С. Использование современных технологий в исследованиях птичьих яиц – Вісник ЗНУ: Зб. наук. ст. Біол. науки. – Запоріжжя: ЗНУ, вип. 1, 2008. – С. 191 – 200.
5. Мянд Р.А. Влияние естественной элиминации на размеры и форм-яиц сизой чайки // Экология и охрана птиц: Тез. докл. VIII Всесоюз. орнитол. конф. - Кишинев, 1981. - С. 160.
6. Покритюк Л. К., Потіш Л.А. Мартин звичайний (*Larus ridibundus* L.) – новий вид гніздової орнітофауни Закарпатської області // Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія, Випуск 23, 2008: 110-113.
7. Птицы СССР. Чайковые. М.: Наука, 1988. - 416 с.
8. Скрылева Л.Ф. Морфологическая разнокачественность яиц сизой чайки // Гнездовая жизнь птиц. Пермь: ПГПИ, 1977. - С.41-45.
9. Baker D.E. A geometric method for determining shape of bird eggs. - Auk, 119: 2002. – p. 1179-1186.
10. Bridge E.S., Boughton R.K., Aldredge R.A., Harrison T. E., Bowman R., Schoech S.J. Measuring egg size using digital photography: testing Hoyt's method using Florida Scrub-Jay eggs. - Journal of Field Ornithology 78:2007. – p. 109 – 116.
11. Gotman J., Jablonski B. Gniazda naszych ptakow. – Warszawa: Panstwowe zaklady wydawnictw szkolnych, 1972. – 282 s.
12. Hutchinson J.M.C. Three into two doesn't go: two-dimensional models of bird eggs, snail shells and plant roots // Biological Journal of the Linnean Society. - 2000, 70: 161–187.
13. Makatsch W. Die Eier der Vogel Europas. – Neumann Verlag, 1976. – Band 1 – 468 p.; – Band 2. – 460 p.
14. Mónus F., Barta Z. Repeatability analysis of egg shape in a wild tree sparrow (*Passer montanus*) population: a sensitive method for egg shape description. – Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae. 51(2), 2005 – p. 151-162.
15. Narushin V.G. Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth. – Poultry Science, 2005 Vol 84. p. 482-484.
16. Paganelli C.V., Olszowka A., Ar. A. The avian egg: surface area, volume, and density. – The Condor 76: 1974 – p. 319 - 325.
17. Schonwetter M. Handbuch der Oologie. Lieferung 1. – Berlin, 1960, – С. 7–8.
18. Todd P.H., Smart I.H.M. The Shape of Birds' Eggs // J. Theoretical Biology, (1984) vol 106, pp 239 – 243.

Отримано: 3 вересня 2008 р.

Прийнято до друку: 17 квітня 2009 р.