

УДК 598.2:591.465.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПТИЧЬИХ ЯИЦ

И. С. Митяй

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

USE OF RELATIVE SPATIAL INDICES IN AVIAN EGGS ANALYSIS

I. S. Mytyai

National University of Biological Resources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Зоологическая наука с момента своего возникновения и до настоящего времени в качестве количественных критериев, в большинстве случаев, использует абсолютные значения линейных промеров. Количество извлекаемой при этом информации не велико. Более информативным является использование относительных показателей, так как они позволяют вскрыть глубинные аспекты исследуемого объекта. Здесь уместно вспомнить о том, что практически все орнитологи меряют яйца птиц. Однако в публикациях встречаются, главным образом, лишь средние значения длины и диаметра, реже индексы формы и совсем редко можно встретить анализ параметров и их роли в процессе воспроизводства птиц. На наш взгляд, это связано, прежде всего, с отсутствием таких методик, которые давали бы возможность проводить сравнения и обобщения. Одной из них посвящено настоящее сообщение. Общеизвестно, что объем и площадь поверхности птичьих яиц являются наиболее важными критериями пространственной организации условий для развития зародыша. Первый лимитирует количество веществ необходимых для нормального протекания эмбриогенеза, а второй связан с процессами теплообмена, газообмена и транспирации. Абсолютные значения пространственных показателей позволяют анализировать внутривидовые кладки, однако не позволяют адекватно сравнивать между собой яйца разных видов. Для этого необходимы относительные показатели. В этом плане лучше всего осуществлять сравнения яиц со сферой. Здесь возможны два варианта: объем и площадь реальных яиц относить к таким же показателям сферы с диаметром равным или диаметру, или длине яйца. Второй случай графически более наглядный, в связи с тем, что профиль яйца вписывается в окружность и отчетливо видно насколько овоид приближается к сфере. Это очень важно, так как сфера характеризуется определенными специфическими свойствами. Среди них можно отметить: максимальную прочность оболочки при минимальной ее толщине, максимальный объем при минимальной поверхности, равномерность распределения механических нагрузок, температуры и диффузионных процессов. Все эти свойства очень важны в процессе развития зародыша, а предлагаемое сравнение позволяет количественно их выразить и таким образом определить инкубационные качества яиц еще перед их насиживанием. В свою очередь это позволяет делать определенные прогнозы популяционного характера.

Учитывая вышеизложенное, мы предлагаем два индекса: $I_{rV} = V_{ov}/V_{sph}$ и $I_{rS} = S_{ov}/S_{sph}$, где I_{rV} и I_{rS} – индексы относительного объема и относительной площади поверхности, а V_{ov} , S_{ov} , V_{sph} , S_{sph} – объемы и площади реальных яиц и сфер с диаметром равным длине яйца. Указанные индексы предлагаются нами впервые. Исходные данные по объему могут быть получены любым из приводимых в литературе методом. Все их условно, можно разделить на три группы. Первая из них посвящена его вычислению на основании линейных измерений (Preston, 1953; Романов, Романова, 1956; Mc Nichol, 1973; Ноут, 1976, 1979; Narushin, 2005). Вторая базируется на измерении количества жидкости, вытесненной погруженным в нее яйцом (Ноут, 1976; Болотников, Тарасов, 1977; Loftin, Bowman, 1978; Комаров, 1993; Черничко, Чичкин, 1999). Третья группа сформировалась недавно, благодаря развитию цифровых технологий. Ее сущность сводится к компьютерному анализу цифровых фотографий яиц (Preston, 1953, 1969; Paganelli, 1974; Мянд, 1988; Monus, Barta, 2005; Bridge et al., 2007; Митяй, 2003, 2008).

В ходе анализа индекса относительного объема была обнаружена очень высокая корреляция его с индексом удлиненности (0,718–0,970, $n = 16500$). Причина этого вскрылась после того, как в вышеупомянутой формуле были осуществлены некоторые математические преобразования. Если в числителе поставить формулу Хойта (Ноут, 1979): $V_{ov} = kLD^2$, а в знаменателе формулу для определения объема сферы с диаметром, равным длине яйца $V_{sph} = 4/3\pi (L/2)^3 = \pi L^3/6$ и осуществить необходимые сокращения, то мы получим: $I_{rV} = 6k/\pi * (D/L)^2$. Не трудно заметить, что в состав формулы входит индекс удлиненности. Если последний использовать, как отношение длины к диаметру, то формула будет иметь вид $I_{rV} = 6k/\pi * Ie^2$. Что касается площади поверхности, то ее можно вычислить, используя интеграл:

$$S = 2\pi \int_{x_1}^{x_2} y(x) \sqrt{1 + y'^2(x)} dx$$

Наиболее удобно это осуществлять по фотографиям при помощи специально разработанных компьютерных программ (Митяй, 2008). Наряду с этим, площадь поверхности можно вычислять по известному объему. На этот счет в литературе существует несколько предложений: $S = 4,951 * V^{0,667}$ (Paganelli, Olszowka, Ar, 1974); $S = 4,857 * V^{0,667}$ (Ноут, 1976). Процедуру получения исходных данных мы упростили еще больше. По имеющимся компьютерным данным по объему и площади поверхности более 16500 яиц птиц Северо-Западной

Палеарктики, мы вычислили k_v , k_s (табл.). Среднее значение k_v оказалось немного больше ($k_v = 0,511$), чем $k = 0,509$, приводимое Хойтом (Хойт, 1979). Это еще раз свидетельствует о необходимости использования средних внутривидовых значений этого коэффициента.

При наличии значений упомянутых коэффициентов становится возможным использование формулы $S = k_s * V$ или $S = k_s * k_v * L * D^2$, где S – площадь поверхности, V – объем, k_s , k_v – поверхностный и объемный коэффициенты, L – длина, D – диаметр. Для относительной площади поверхности формула будет иметь следующий вид:

$$I_{PS} = S_{ov}/S_{sph} = (k_s * k_v * L * D^2) / (4\pi(L/2)^2) = (k_s * k_v * L) / \pi.$$

На наш взгляд, это очень удобный способ вычисления абсолютных и относительных значений объема и площади поверхности при значительной точности (ошибка не превышает 1 %, $p < 0,05$).

Таблица. Поверхностные и объемные коэффициенты яиц птиц Северо-Западной Палеарктики

Отряд	n	Объемный коэффициент, k_v			Поверхностный коэффициент, k_s		
		Min	Max	M±m	Min	Max	M±m
Sphenisciformes	39	0,482	0,523	0,512±0,0016	5,436	5,812	5,651±0,0156
Struthioniformes	40	0,505	0,531	0,516±0,0012	5,271	5,805	5,491±0,0227
Gaviiformes	145	0,496	0,530	0,512±0,0005	5,532	5,204	5,369±0,0052
Podicipediformes	378	0,488	0,531	0,506±0,0003	5,250	5,615	5,466±0,0031
Procellariiformes	55	0,505	0,534	0,519±0,0008	5,356	5,669	5,490±0,0091
Pelecaniformes	211	0,497	0,529	0,511±0,0003	5,155	5,524	5,375±0,0041
Ciconiiformes	503	0,49	0,528	0,509±0,0003	5,337	5,704	5,527±0,0029
Anseriformes	636	0,495	0,540	0,514±0,0002	5,221	5,633	5,482±0,0023
Falconiformes	1573	0,500	0,529	0,515±0,0001	5,395	5,865	5,640±0,0017
Galliformes	984	0,486	0,532	0,512±0,0003	5,350	5,825	5,610±0,0021
Gruiformes	645	0,491	0,527	0,510±0,0002	5,255	5,812	5,503±0,0031
Charadriiformes	2468	0,472	0,527	0,500±0,0002	5,294	5,774	5,567±0,0015
Columbiformes	224	0,505	0,538	0,519±0,0004	5,304	5,694	5,528±0,0053
Cuculiformes	150	0,504	0,553	0,519±0,0007	5,237	5,754	5,528±0,0073
Strigiformes	297	0,504	0,531	0,516±0,0003	5,473	5,878	5,680±0,0039
Caprimulgiformes	74	0,508	0,525	0,520±0,0007	5,352	5,627	5,478±0,0071
Apodiformes	49	0,512	0,534	0,518±0,0007	5,263	5,537	5,408±0,0097
Coraciiformes	261	0,506	0,530	0,518±0,0003	5,382	5,910	5,678±0,0048
Upupiformes	144	0,506	0,531	0,517±0,0005	5,345	5,608	5,460±0,0046
Piciformes	583	0,496	0,534	0,517±0,0002	5,403	5,464	5,584±0,0028
Passeriformes	7069	0,485	0,542	0,511±0,0001	5,185	5,834	5,571±0,0009

Предлагаемая методика удобна в использовании как с традиционными, так и со специально подготовленными компьютерными программами. Кроме этого, она позволяет «реанимировать» дневниковые записи орнитологов и открывает перспективы для будущих обобщений.