

УДК 591.5:598.293.1:591.3(476.2)

Е.Г. ТЮЛКОВА

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ЯИЦ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ г. ГОМЕЛЯ)

Птичье яйцо является геометрической фигурой, все показатели которого эволюционно закреплены. Воздействие на яйцо загрязнителей различной химической природы приводит к их аномальному развитию. Как известно, наиболее значимыми для развития эмбрионов являются линейные размеры (длина и наибольший диаметр), а также объем яиц. В статье исследуются морфометрические параметры: длина, наибольший диаметр и объем яиц самок грачей, обитающих на территории различных промышленных зон г. Гомеля. В результате исследований установлена невысокая изменчивость показателя длины яиц самок грача на территории промышленных зон г. Гомеля и более выраженная изменчивость показателей наибольшего диаметра и объема яиц. Выявлена достоверность отличий параметров наибольшего диаметра и объема яиц, а также наиболее высокие биоиндикационные свойства показателя наибольшего диаметра яиц.

Птичье яйцо – геометрическая фигура, все показатели которой эволюционно закреплены. Описана связь параметров яиц птиц с пространственной и временной организацией их колоний [1] в следующих направлениях:

- в центре колонии выше показатели успешности выведения (на периферии жестче пресс хищничества), выше показатели величины и массы яиц в кладках;
- молодые особи откладывают более мелкие яйца, но с более высокой изменчивостью ооморфологических параметров;
- в сроках формирования кладок могут быть видовые различия: у одних видов (чайковые) молодые птицы в сезоне гнездятся позже опытных; у других (грач) – первые и последние в сезоне кладки принадлежат молодым особям, а средние по времени – старым;
- межгодовые различия параметров яиц в колонии – видоспецифичны: виды (даже систематически и экологически близкие) по-разному реагируют на годовые условия гнездования.

Воздействие на яйцо загрязнителей различной химической природы приводит к их аномальному развитию. По имеющимся сведениям загрязнение природной среды тяжелыми металлами достигло угрожающих масштабов во многих регионах и в мире в целом. Основными источниками загрязнения среды тяжелыми металлами являются выбросы продуктов горения теплоэлектроцентралей; отходы некоторых отраслей промышленности; различные виды транспорта; производство и применение радиоактивных веществ различного назначения; применение в сельском и лесном хозяйстве химических средств защиты растений и средств борьбы с сорной растительностью (пестицидов и гербицидов); использование химико-фармацевтических и косметических средств, химических добавок к пищевым продуктам (консервантов, отдушек, пищевых красителей, вкусовых добавок и др.); природные токсичные продукты.

Исследованиями Р. Мянды [2] было показано, что наиболее значимыми для развития эмбрионов являются линейные размеры (длина и наибольший диаметр), а также объем яиц. Формирование вышеуказанных показателей во многом объясняется трофической специализацией птиц. Это связано с тем, что корм

содержит набор как естественных, так и искусственных элементов, из которых и строится не только тело птицы, но и ее яйцо. Кроме того, линейные размеры и объем яиц имеют повышенный интерес потому, что они эволюционно обусловлены и во многом определяют развитие других параметров яиц птиц. Поэтому оценить влияние внешнего загрязнения на формирование птичьего яйца, а через него и на все орнитонаселение является важнейшей теоретической и практической задачей [3].

Методы исследований

Изучение морфометрических параметров яиц птиц проводилось по методике, предложенной Р. Мяндою [4]. В качестве объекта исследований были выбраны яйца самки грача как типичного представителя всеядных птиц. Описана морфологическая структура 510 яиц самки грача. На основании снятых с яиц замеров определялись:

1. Линейные размеры: а) длина (L , мм); б) наибольший диаметр (B , мм).
2. Объем (V , мл): $V = 0,51 \times L \times B^2$,
где L – длина;
 B – наибольший диаметр.

Место исследований

Сбор данных проводился на территории г. Гомеля, который является одним из крупных промышленных центров Республики Беларусь. Это самый компактный в республике город, который относится к важным транспортным и промышленным узлам. Загрязнение атмосферного воздуха территории города обусловлено влиянием выбросов промышленных предприятий, энергетики, транспорта, крупных производственных комплексов, трансграничным переносом. В городе условно выделяется три промышленные зоны – северная, южная и западная.

Северная промзона характеризуется повышенным потенциалом объемного загрязнения (до 1600 км³ в год) и неблагоприятным расположением относительно районов города при воздействии летних северо-западных ветров. На северную промышленную зону приходится 2107,4 т/год загрязняющих веществ, выбрасываемых без очистки, что составляет 46,8% общего объема выбросов веществ без очистки по г. Гомелю.

Южная промзона – зона высокого загрязнения атмосферы. Компактно располагается на крайнем юге города в Новобелицком районе (ДОК ОАО “Гомельдрев” и ЧПУП “Фанерно-спичечный комбинат”, РУП “Гомельский завод химического мела”, завод сантехзаготовок, РУП “Гомельское ПО «Кристалл»”). Здесь высокий потенциал объемного загрязнения атмосферы (свыше 3000 км³ в год) формируется выбросами ДОК и ФСК. Неблагоприятным фактором является преобладание в выбросах предприятий большого количества летучих органических соединений. На южную промышленную зону приходится 1505,5 т/год загрязняющих веществ, выбрасываемых без очистки, что составляет 33,5% общего объема выбросов веществ без очистки по г. Гомелю.

Западная промышленная зона – зона высокого загрязнения атмосферы – занимает 13 км² площади города. Высокий потенциал объемного загрязнения атмосферы (свыше 5000 км³ в год) создают здесь ТЭЦ-2 и химический завод. Эта зона оказывает негативное влияние на состояние воздушного бассейна всего города при господствующих западных ветрах. Этот район отличается повышенной запыленностью. В целом на западную промышленную зону при-

ходится 885,6 т/год загрязняющих веществ, выбрасываемых без очистки, что составляет 19,7% общего объема выбросов веществ без очистки по г.Гомелю.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты определения длины яиц самок грачей показали, что этот параметр изменяется от $38,5 \pm 0,2$ мм в южной промышленной зоне до $40,5 \pm 0,2$ мм в западной промышленной зоне г. Гомеля (табл. 1), наибольшая длина яиц зафиксирована в западной промышленной зоне.

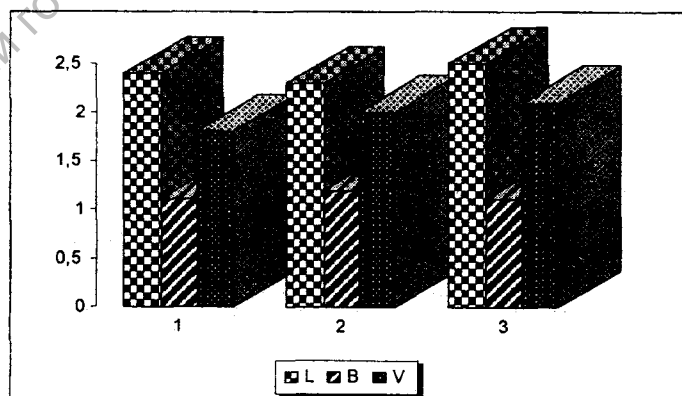
Таблица 1

Линейные размеры и объем яиц самки грача на территории промышленных зон г. Гомеля

Промышленные зоны г. Гомеля	Линейные размеры		V (мл)
	L (мм)	B (мм)	
Северная	$38,9 \pm 0,3$	$27,5 \pm 0,1$	$15,1 \pm 0,2$
Южная	$38,5 \pm 0,2$	$28,0 \pm 0,1$	$15,5 \pm 0,2$
Западная	$40,5 \pm 0,2$	$28,6 \pm 0,1$	$16,9 \pm 0,1$

Следует отметить, что такой разбег величины длины яиц самок грачей не обеспечил высокую изменчивость этого показателя. Так, в зависимости от промышленной зоны города длина изменяется всего лишь на 0,1 (рис.). В северной зоне г. Гомеля, где выбросы в атмосферу без очистки самые высокие, величина изменчивости занимает промежуточное положение ($\sigma=2,4$), а в южной промышленной зоне, которая занимает промежуточное положение по выбросам в атмосферу без очистки, он минимален ($\sigma=2,3$); в западной зоне, где выбросы в атмосферу без очистки самые низкие, показатель изменчивости максимален ($\sigma=2,5$).

Такие результаты не позволяют говорить о том, что в конкретной промышленной зоне г. Гомеля сложилось экологическое напряжение, обеспечивающее рост стабилизирующего отбора по показателю длины яиц и снижение величины изменчивости длины.



промышленные зоны: 1 – северная, 2 – южная, 3 – западная;
линейные размеры яиц: L – длина, B – наибольший диаметр, V – объем

Рис. Изменчивость (σ) основных линейных размеров и объема яиц грача на территории г. Гомеля

Кроме того, как свидетельствуют данные таблицы 2, достоверные отличия выявлены между северной промышленной зоной и южной ($t=6,50$, при $P<0,05$), а также между южной промышленной зоной и западной ($t=6,18$, при $P<0,05$).

Между самой загрязненной зоной (северная) и самой чистой зоной (западная) достоверных отличий не выявлено ($t=1,79$, при $P>0,05$).

Таким образом, проведенный выше анализ по длине яйца самки грача говорит о том, что сложившийся комплекс факторов обеспечивает разнообразие рассматриваемого показателя, а через него и успешное обитание грача в условиях повышенного техногенного воздействия городской среды. Однако в данных условиях длина яиц не может выступать биоиндикационным параметром для оценки состояния среды.

Критерий Стьюдента по длине яиц самки грача между промышленными зонами г. Гомеля

Таблица 2

Промышленные зоны г. Гомеля	Северная	Южная	Западная
Северная	1	6,50*	1,79
Южная		1	6,18*
Западная			1

* Примечание – достоверные отличия.

Тенденция изменения величины *наибольшего диаметра* яиц самки грача практически сходна с тенденцией изменения длины. Минимальная величина наибольшего диаметра ($27,5 \pm 0,1$ мм) характерна для северной промышленной зоны, где выбросы в атмосферу без очистки самые высокие. Далее, по мере уменьшения выбросов в атмосферу без очистки, наблюдается увеличение наибольшего диаметра яиц самки грача. Так, если в южной зоне, занимающей промежуточное положение по выбросам в атмосферу без очистки, наибольший диаметр яйца равен $28,0 \pm 0,1$ мм, то в западной зоне, где выбросы минимальны, наибольший диаметр максимален и равен $28,6 \pm 0,1$ мм.

Примерно также наследуется формирование изменчивости наибольшего диаметра яйца самки грача на территории промышленных зон г. Гомеля. Из рисунка видно, что минимальная изменчивость наибольшего диаметра яиц установлена для северной и западной промышленных зон ($\sigma = 1,1$). В южной промышленной зоне наблюдается некоторое увеличение изменчивости наибольшего диаметра ($\sigma = 1,2$).

Описанная выше картина позволяет утверждать, что с увеличением загрязнения атмосферы выбросами без очистки наблюдается ужесточение стабилизирующего отбора по этому показателю, особенно на территории северной промышленной зоны города.

Это подтверждается данными табл. 3. Наибольший диаметр яиц самки грача, обитающей на территории северной промышленной зоны, достоверно отличается от этого показателя в западной и южной зонах (соответственно, $t=3,69$ при $P<0,05$ и $t=4,34$ при $P<0,05$).

Кроме того, достоверные отличия также выявлены между южной и западной промышленными зонами г. Гомеля ($t=9,85$ при $P<0,05$), что указывает на высокие индикаторные свойства показателя наибольшего диаметра яиц самки грача и возможность его использования в качестве биоиндикатора состояния городской среды.

Таблица 3

Критерий Стьюдента между промышленными зонами г. Гомеля
по наибольшему диаметру яиц самки грача

Промышленные зоны г. Гомеля	Северная	Южная	Западная
Северная	1	4,34*	3,69*
Южная		1	9,85*
Западная			1

* Примечание – достоверные отличия.

Для объема яиц самки грача на территории г. Гомеля характерно увеличение рассматриваемого показателя от северной промышленной зоны с самыми высокими выбросами в атмосферу без очистки до западной промышленной зоны, где эти выбросы минимальны, соответственно, с $15,1 \pm 0,2$ мл до $16,9 \pm 0,1$ мл.

Наследование изменчивости объема несколько отличается. В отличие от наибольшего диаметра, где одинаковая изменчивость наблюдалась в зонах с самыми высокими и низкими уровнями загрязнителей в атмосфере без очистки, для показателя объема характерно увеличение изменчивости от зоны самой грязной к самой чистой, соответственно, $\sigma = 1,8$ и $\sigma = 2,68$ (рис.).

Описанная картина наследования изменчивости объема яиц самки грача на территории г. Гомеля позволяет говорить о том, что в конкретной промышленной зоне г. Гомеля сложилось экологическое напряжение, обеспечивающее рост стабилизирующего отбора по этому показателю. Данные табл. 4 показывают, что достоверные отличия выявлены между северной промышленной зоной и южной ($t=6,12$ при $P<0,05$), а также между южной промышленной зоной и западной ($t=9,98$ при $P<0,05$).

Таблица 4

Критерий Стьюдента между промышленными зонами г. Гомеля
по объему яиц самки грача

Промышленные зоны г. Гомеля	Северная	Южная	Западная
Северная	1	6,12*	1,9
Южная		1	9,98*
Западная			1

* Примечание – достоверные отличия.

Однако между самой загрязненной северной промышленной зоной и самой чистой западной промышленной зоной достоверных отличий не выявлено ($t=1,9$ при $P>0,05$).

Проведенный выше анализ объема яйца самки грача говорит о том, что комплекс факторов, которые оказывают влияние на формирование и развитие яиц, обеспечивает разнообразие рассматриваемого показателя, а через него и успешное обитание грача в условиях повышенного техногенного воздействия городской среды. Однако в данных условиях объем яиц не может в полной мере выступать биоиндикационным параметром для оценки состояния среды.

Таким образом, из всех исследованных морфометрических параметров яиц наиболее выраженными биоиндикационными свойствами обладает показатель наибольшего диаметра яиц. Полученные данные указывают на то, что наиболь-

ший диаметр яиц можно использовать для оценки состояния среды, что позволит вскрыть механизмы протекающих изменений на территории сильно трансформированных экосистем.

Выводы

1. Установлена невысокая изменчивость длины яиц самки грача на территории промышленных зон г. Гомеля и выраженная изменчивость наибольшего диаметра и объема яиц в следующем направлении: она минимальна на территории северной промышленной зоны, а максимальна на территории южной и западной зоны соответственно.
2. Наибольший диаметр и объем яиц самки грача, обитающей на территории северной промышленной зоны г. Гомеля, достоверно отличается от других рассматриваемых зон.
3. Наиболее высокие биоиндикационные свойства характерны для показателя наибольшего диаметра яиц, поэтому его использование для оценки состояния среды позволит более глубоко познать механизмы изменений, протекающих вследствие техногенного воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кусенков, А.Н.** Морфометрическая характеристика яиц крачки в районах, подверженных радиоактивному загрязнению / А.Н. Кусенков, П.Н. Пинчук // Вопросы естествознания: сб. научных трудов молодых ученых – Липецк, 1995. – С. 31-32.
2. **Мянд, Р.** О влиянии естественной элиминации на размеры и форму яиц сизой чайки / Р. Мянд // Изв. АН Эст. ССР. Биология. – 1986. – Т. 29. – № 1. – С. 11-19.
3. **Brehmer, P.M.** Effects of urban pesticide applications on nesting success of songbirds / P.M. Brehmer, R.R. Anderson // Bull. Environ. Contain. and Toxicol. – 1992. – N 3. – С. 352-359.
4. **Мянд, Р.** Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц / Р. Мянд. – Таллин: Валгус, 1988. – 193 с.