

schidigera extract enhances productive and reproductive performances, blood profile, immune function, and antioxidant status in laying Japanese quails exposed to lead in the diet. *Poultry Science*, 97(9), 3126–3137.

3. Alagbe, J. O. (2018). Effect of different levels of feed added coriander (*coriandrum sativum*) leaves meal on the performance, carcass quality, immune response and blood profile of quails (*coturnix cortunix japonica*). *Pacific International Journal*, 1(4), 142–150.

4. Kamel, E. R., Shafik, B. M., Mamdouh, M., Elrafaay, S., & Abdelfattah, F. A. I. (2021). Response of two strains of growing Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) to diet containing pomegranate peel powder. *Tropical Animal Health and Production*, 53(6), 1–11.

5. Khosravifar, O., Ebrahimnezhad, Y., Maheri-Sis, N., Nobar, R. S. D., & Ghiasi-Galekandi, J. (2014). Effect of some medicinal plants as feed additive on total coliform count of ileum in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 4(2), 211–220.

6. Reda, F. M., El-Saadony, M. T., El-Rayes, T. K., Farahat, M., Attia, G., & Alagawany, M. (2021). Dietary effect of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) on quail performance, carcass, blood metabolites and intestinal microbiota. *Poultry Science*, 100(8), 101266.

7. Tenório, K. I., Sgavioli, S., Roriz, B. C., Ayala, C. M., Santos, W. dos, Rodrigues, P. H. M., Almeida, V. R. de, & Garcia, R. G. (2017). Effect of chamomile extract on the welfare of laying Japanese quail. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 760–765.

УДК 598.617.1:591.4

АЛЛОМЕТРИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ МАССЫ ЖЕЛУДКА У ЯПОНСКИХ ПЕРЕПЕЛОВ

Драму Форомо, аспирант департамента ветеринарной медицины, Аграрно-Технологический Институт РУДН, foromdramou@gmail.com

Ветошкина Галина Аркадьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и гистологии животных МГАВМиБ-МВА имени К.И.Скрябина

Научный руководитель: *Селезнев Сергей Борисович*, доктор ветеринарных наук, профессор департамента ветеринарной медицины, Аграрно-Технологический Институт РУДН, seleznev1961@mail.ru

Аннотация: В настоящем исследовании, которое проводилось в ветеринарной лаборатории и виварии РУДН, определялась абсолютная масса желудка у японских перепелов на разных стадиях их постэмбрионального развития. Результаты показали, что абсолютная масса желудка перепелов изменялась на различных стадиях развития, она уменьшалась с 1-го по 30-й день, увеличивалась с 30-го по 60-й день, а затем снова уменьшалась до 240-го дня. С другой стороны, исследование показывает, что между массой тела

животного и массой его желудка может быть установлена аллометрическая зависимость.

Ключевые слова: *Желудка перепелов, абсолютная масса, относительная масса, аллометрическое уравнение, онтогенез.*

Введение. Птицеводство является одной из наиболее продуктивных отраслей, позволяющих опережающим темпом развиваться сельское хозяйство, где основой технологии птицеводства является организм птицы, которое используется очень интенсивно.

Гармоничное функционирование животного организма может быть нарушено, если не соблюдать основные биологические принципы и стандарты для получения продуктов питания [1,4].

Перепел является видом с большим потенциалом для производства яиц, богатых питательными веществами и минеральными веществами, а также вкусного мяса, ценимого потребителями, но этот вид еще не был предметом достаточных исследований его морфофункциональных особенностей. Поэтому необходимы дальнейшие исследования для выявления взаимосвязей, которые могут существовать между различными системами и органами перепелов, особенно пищеварительной системой, представляющей научный и практический интерес в птицеводстве. Решение этой задачи требует особого внимания к морфологии и возрасту, оказывающим большое влияние на онтогенетические процессы развития животного организма, для обнаружения и познания важнейших критических периодов в формировании систем организма, обеспечения повышенной яичной и мясной продуктивности перепелов, а также профилактики различных заболеваний птиц. [2,3].

Центральный орган пищеварительной системы перепела - желудок обеспечивает превращение пищи в питательные вещества, необходимые не только для гармоничного функционирования организма, но и для реализации различных продуктов яичного и мясного производства и непосредственно влияет на рост и продуктивность всего организма [3,5]. Возникает вопрос «какие аллометрические отношения могут существовать между желудком и телом животного в зависимости от возраста и веса?» Настоящее исследование предлагает выяснить, какие аллометрические отношения могут существовать между желудком и всем телом животного в постэмбриональном онтогенезе.

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование проводилось в экспериментально-исследовательской лаборатории и виварии департамента ветеринарной медицины АТИ РУДН с 2020 по 2022 год. Материал, используемый в данном исследовании, был отобран у японских перепелов на определенных стадиях постэмбрионального онтогенеза: неонатальный (1-суточный), ювенильный (30-суточный), ювенальный (30-дневные), полового созревания (60-дневные), морфофункциональной зрелости (90-, 240-дневные).

Каждый этап развития у перепелов имеет свои особенности и разную продолжительность. Для повышения объективности результатов исследования было сформировано пять групп, каждая из которых соответствовала определенному этапу постэмбрионального онтогенеза и включала в себя пять элементов. Японских перепелов, использованных в этом исследовании, кормили и содержали в условиях, соответствующих зоотехническим стандартам, необходимым для выращивания в виварии института. Экспериментальный материал, использованный в исследовании, состоял из клинически здоровых японских перепелов.

В ходе исследования применяли макро- и микропрепарирование, морфометрию и биометрический анализ. Каждое животное в эксперименте взвешивали живым для определения его массы тела и после уоя взвешивали желудки перепелов на электронных весах для определения абсолютной массы в граммах.

Относительную массу желудка рассчитывали в процентах от общей массы птицы по следующей формуле:

$$\text{Относительная масса желудка, \%} = \frac{\text{Абсолютная масса желудка (г)} \times 100}{\text{масса тела (г)}}$$

Аллометрическое уравнение (allometric equation) – это уравнение связи между скоростями роста двух органов или частей тела [1,3,5]. Установлено, что при использовании аллометрических зависимостей можно теоретически рассчитывать морфологические константы представителей животных одного класса, выявлять межвидовые различия показателей и определять, какие именно биологические параметры не подчиняются аллометрическим соотношениям.

Следовательно, аллометрические уравнения позволяют, с одной стороны, обнаружить и описать некую общую модель строения и функционирования организма животного, а с другой – создают основу для оценки количественных отклонений отдельных видов животных от этой модели.

При сравнении размеров двух частей организма или двух измерений размеров какого-то растущего органа, как правило, проявляется постоянство отношения скоростей их роста несмотря на то, что абсолютные величины скоростей могут существенно различаться. Постоянство относительного роста называется аллометрическим законом роста и описывается аллометрическим уравнением:

$Y = a \cdot X^b$, где Y – величина одной переменной;

X – величина другой переменной;

a – величина Y при значении X , равном 1;

b – отношение скоростей роста переменных Y и X .

В вопросах влияния масштаба, где структуры и функции связаны с

размером тела животного, обычно принято рассматривать размеры тела как независимую переменную (X). Пусть M_t обозначает массу тела в аллометрическом уравнении

$$Y = a M_t^b$$

В этом уравнении показатель степени b называется показателем степени при величине массы тела. Это то же самое, что наклон прямой линии, выражающей аллометрическое уравнение на графике в логарифмических координатах. Коэффициент пропорциональности a идентичен пересечению линии регресс при массе тела, равной единице, или $M_t = 1$. Объясняется это тем, что число 1 , возведенное в любую степень, равно 1 , что дает $Y = a$.

Компьютер обрабатывает полученные данные и строит графики из расчета статистических параметров и линий регрессии. Хотя аллометрические уравнения выражают оригинальные и ценные обобщения, существуют определенные пределы их использования:

1) аллометрические уравнения описательны – это не биологические законы;

2) аллометрические уравнения служат для того, чтобы показать, как при прочих равных условиях разнообразные количественные признаки связаны с размерами тела;

3) аллометрические уравнения – весьма ценный инструмент, позволяющий обнаружить принципы и связи, которые в противном случае остались бы скрытыми;

4) аллометрические уравнения служат основой для сравнений, и с их помощью можно обнаружить отклонения от определенной общей модели;

5) аллометрические уравнения полезны для оценки рассчитываемой величины при некоторых вариациях органа или функции для данного размера тела.

Аллометрия предоставляет исследователю и еще одну уникальную возможность — выяснить, чем и насколько в разных показателях количественно отличается человек от животных в филогенетическом ряду [5].

Результаты и их обсуждение. Изучение абсолютной и относительной массы желудков перепелов в отдельные специфические периоды развития в постэмбриональном онтогенезе в ходе данного исследования позволило получить результаты, зафиксированные в таблице ниже:

Таблица 1

Морфометрическая характеристика желудка перепелов в изучаемые периоды постэмбрионального онтогенеза

Возраст птицы, сут	Абсолютная масса тела, г	Абсолютная масса желудка, г	Относительная масса желудка, %
1	8,03 ±0,06	0,36±0,08	4,48±0,02
30	171,41±1,18	5,42±0,022	3,16±0,05
60	186,68±1,81	8,94±0,24	4,79±0,01
90	211,25±1,49	9,88±0,18	4,68±0,10
240	255,25±5,56	10,49±0,11	4,11±0,06

Анализируя данные табл. 1 видно, что отчетливо наблюдается значительное увеличение абсолютной массы желудка перепелов с первого по 30-й день. Она увеличивается с $0,36 \pm 0,08$ г до $5,42 \pm 0,02$ г, т.е. в 15 раз. Эта тенденция также продолжается между 30-м и 60-м днем, но менее выражена. Абсолютная масса желудка перепелов увеличивается с $5,42 \pm 0,02$ г до $8,94 \pm 0,24$ г, т.е. в 1,64 раза. Между 60-м и 90-м днем изменение роста было очень низким и составило всего $0,94 \pm 0,06$ г или 1,1 раза. А на 240-й день такая же тенденция в динамике абсолютной массы желудка перепелов продолжилась, увеличившись с $9,88 \pm 0,18$ г до $10,49 \pm 0,11$ г, т. е. в 1,06 раза. В целом за исследуемый период произошло суммарное увеличение абсолютной массы желудка перепелов на $10,94 \pm 0,03$ г, т. е. среднесуточный прирост составил $0,04$ г в сутки.

Что касается относительной массы желудка перепелов, выраженной в процентах от общей массы тела, то ее рост был более неравномерным. Она снизилась с $4,48 \pm 0,02\%$ до $3,16 \pm 0,05\%$, т. е. уменьшилась на 1,3% с первого по 30-й день. В дальнейшем относительная масса желудка перепелов увеличилась с 30-го по 60-й день в 1,5 раза и возросла с $3,16 \pm 0,05\%$ до $4,79 \pm 0,01\%$. Потом наблюдалось ее постепенное снижение в 0,7 раза с 90-го по 240-й день. В целом относительная масса желудка перепелов в этот период уменьшилась с $4,79 \pm 0,01\%$ до $4,11 \pm 0,06\%$. (см. рис. 1).

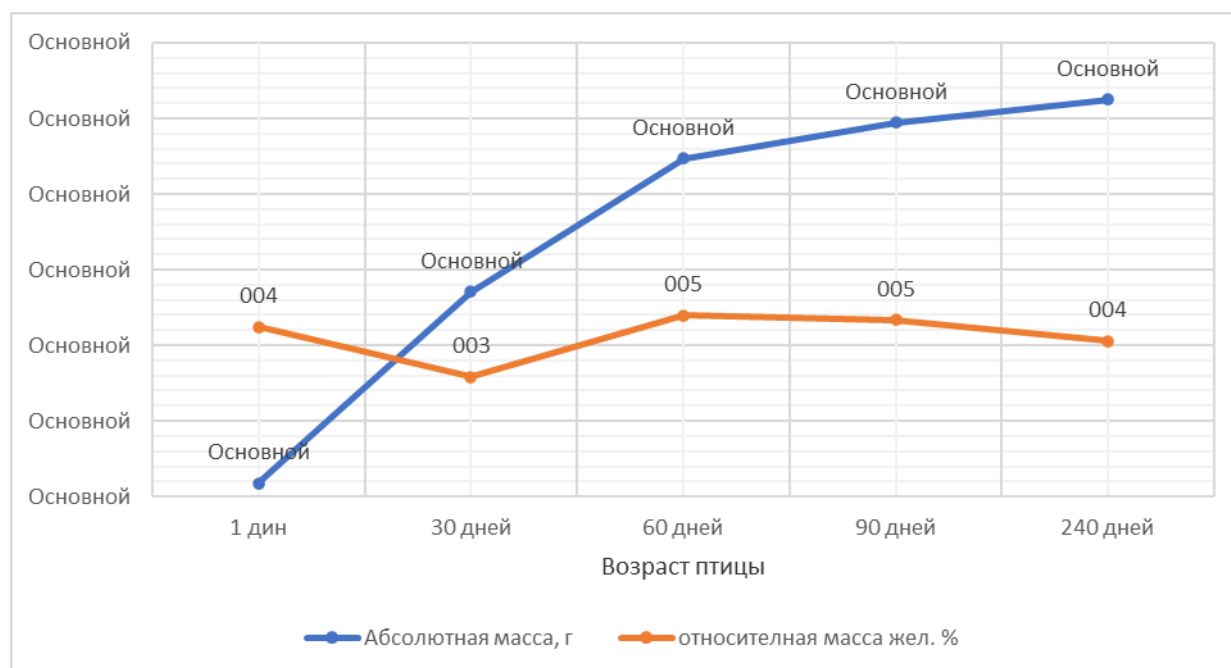


Рис. Динамика абсолютной и относительной массы желудка перепелов

Кроме понятия «относительной массы», абсолютную массу желудка и массу тела могут связывать аллометрические уравнения. Для решения поставленной задачи, используя данные массы тела (Мт, кг) и абсолютной массы желудка (Мж, г) японских перепелов от момента вылупления и до 8-месячного возраста нами при помощи персонального компьютера и набора прикладных программ эмпирическим путем было рассчитано новое

оригинальное аллометрическое уравнение, которое в отличие от предложенных ранее, учитывает возрастной фактор (В, мес) и имеет следующий вид для желудка японских перепелов:

$$M_{\text{ж}} = (2,18 - 0,62^{\text{В}}) \times M_{\text{т}}^{0,63}$$

В данном случае переменная Y соответствует абсолютной массе желудка ($M_{\text{ж}}$), которая вычисляется в граммах. Переменная X соответствует абсолютной массе тела ($M_{\text{т}}$) и вычисляется в килограммах. Что же касается b , которая показывает отношение скоростей роста переменных Y и X , то в данном конкретном случае она указывает на различную скорость роста (у перепелов 0,63). Величина a имеет более сложный вид, но учитывает возрастной фактор (B), который исчисляется в месяцах для определенного вида животного.

При вычислении величины a вводится понятие константы, которая характеризует данный вид животного у перепелов - 2,18. Данный параметр, который непосредственно связан с размерами животного, как и величина b , имеет тенденцию к уменьшению. Как показал статистический анализ, предложенное аллометрическое уравнение имеет средний процент отклонения от реально существующих данных 10-15%, что является допустимым для разработок медико-биологического профиля.

Основной вывод. Аллометрические уравнения, позволяющие установить взаимосвязь между размерами тела животных и составляющими его структурами, открывают новые перспективы в математическом моделировании различных систем организма.

Библиографический список

1. Ветошкина Г.А., Гусев Д.А., Селезнев С.Б. Аллометрическое уравнение для построения оригинальной модели сердца у японских перепелов // Научно-теоретический журнал «Морфология», том 157, № 2-3, Санкт-Петербург, «Эскулап», 2020 - С. 49.
2. Селезнев С.Б., Гусев Д.А., Ветошкина Г.А. Использование аллометрии для вычисления абсолютной массы сердца у перепелок / Теоритические и прикладные проблемы агромышленного комплекса, 2021. - №3. - С. 57-59.
3. Слесаренко Н. А., Ветошкина Г.А., Селезнев С.Б. Анатомия и гистология птицы. – Москва: ООО «АртСервис ЛТД», 2015. – 138 с.
4. Фисинин В.И. Новые научные и практические подходы в развитии мирового и отечественного птицеводства // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве. - Спб.: МГК, 2004. - С.6-11.
5. Шмитд-Ниельсен К. Размеры животных почему они так важны? -: М.: Мир, 1987. – 259 с.