



УДК 591.4:636.5.064:547.992

## КОНСТИТУТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАССЫ ТЕЛА И ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Т.В. Олива, Г.И. Горшков**

*Белгородская государственная  
сельскохозяйственная академия  
им. В.Я. Горина,  
Россия, 308503, Белгородская  
область, Белгородский район,  
пос. Майский, ул. Вавилова, 1*

*E-mail: olivatv@mail.ru*

Приводятся результаты исследований по математическому моделированию наращивания массы цыпленка и его внутренних органов в зависимости от потребляемого корма, по дисперсному анализу данных и выделению линий тренда конститутивных процессов роста. Показано, что гуминовые препараты оказывают положительное влияние на интенсивность метаболических процессов и мобилизацию внутренних резервов организма.

Ключевые слова: цыпята-бройлеры, гуминовые препараты, внутренние органы, уравнения регрессии, коэффициенты массы органов.

### Введение

Математическое моделирование является эффективным методом анализа информации по самым разнообразным аспектам роста и развития организма и позволяет свести в единое представление функционирование целостного организма во взаимодействии с факторами внешней среды и, прежде всего, факторами кормления животных. Несмотря на то, что форма и структура внутренних органов определяются наследственной базой, их изменения в процессе реализации генетической программы зависят также от условий внешней среды. Причем изменения одного органа вызывают корректировку в других функционально с ним связанных органах. Эти изменения, как отмечал И.И. Шмальгаузен в книге «Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии» [1], идут в направлении, которое должно увеличивать жизненную стойкость растущего организма, то есть носят регуляторный характер, направленный на согласованное развитие всех частей организма. Морфологическая целостность формирующегося организма находится в прямой и обратной связи с морфогенетическими реакциями органов на факторы окружающей среды.

Одни исследователи считают, что теория роста обязательно должна быть экологической, объясняющей динамику роста с учетом влияния внешних факторов, включая стимуляторы роста; другие относят ее к эволюционной, учитывающей филогенетические изменения в скоростях роста. Согласно В.Е. Заика [2] нет единого мнения относительно сравнительной ценности метаболических, термодинамических и других подходов к построению теории роста. Поэтому постулат, что дефинитивные размеры и масса органов генетически обусловлены для определенного вида организма, верен с допущением некоторых отклонений в пределах нормы. Неоспоримым считается факт, что удельная скорость роста снижается в ходе роста организма. Если же рассматривать рост организма как количественный процесс, возникает неизбежная необходимость его математического описания, изучения корреляции, регрессии и моделирования. Однако в индивидуальных кривых роста обнаруживаются как закономерные его ускорения или замедления, так и совершенно случайные. Учитывая это, многие авторы [2, 3, 4] предлагают различать возрастное и размерное торможение роста организма. Предполагают, что рост тормозится развитием. Исходя из этого предположения, начало периода интенсификации можно считать сигналом замедления роста.

Цель наших исследований состояла в том, чтобы определить интенсивность роста внутренних органов цыплят в завершающую стадию развития их организма - к 42-суточному возрасту без применения стимуляторов роста и на фоне гуматов – природных безопасных стимуляторов роста растений и животных [5, 6]. Гуматы также считают технологическими элементами производства органической продукции [7].

### Объекты и методы исследования

В основу работы положены результаты исследований, проведенных в Учебно-физиологическом комплексе и Испытательной лаборатории (ИЛ) ФГБОУ ВПО БелГСХА



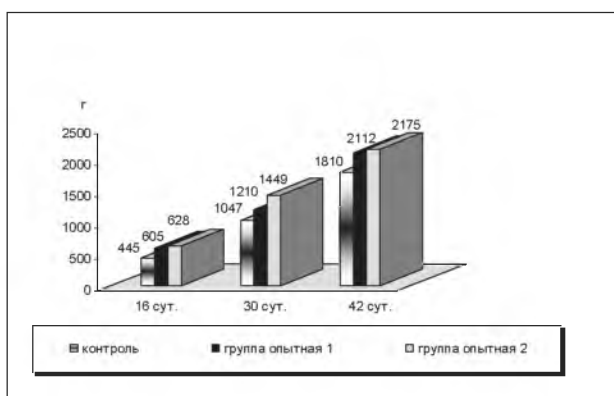
им. В.Я. Горина на цыплятах-бройлерах кросса Hubbard ISA с 7-ми до 42-суточного возраста. Из цыплят были сформированы три группы, по 60 голов в каждой. Фронт кормления, поения, санитарно-гигиенические условия содержания птицы соответствовали рекомендациям ВИЖ [8]. Контрольная группа получала только основной рацион. Первой опытной группе цыплят каждый день дополнительно к основному рациону вводили в корм препарат из биогумуса, второй – дополнительно выпаивали препарат кальцийсодержащей нитрогуминовой кислоты. Препараты были изготовлены нами в мини-вермилаборатории ИЛ. В возрасте 16, 30 и 42 суток проводили экспериментальный убой (по 5 голов из каждой группы) и полную морфологическую разделку тушек [9]. Учитывали массу сердца, печени, почек, надпочечников, селезенки и грудной мышцы [10, 11]. Функциональные связи между наращиванием массы и потребляемым кормом определяли по безразмерным критериям количественной характеристики развития животных [4]. В расчетах использовали коэффициент  $k$  (отношение массы органа и потребляемого корма) и относительный фактор массы органов  $r$  (отношение массы органа к массе тела). Математическое моделирование процесса наращивания массы цыпленка и его внутренних органов в зависимости от потребляемого корма, дисперсный анализ данных и выделение линий тренда выполняли согласно сценарию в Microsoft Excel. Регрессионный коэффициент детерминации  $R^2$  (R-square) при значении, стремящемся к 1, указывал на достоверно построенную регрессию.

Общепринятыми методами определяли количество белковых веществ, жира, минеральных веществ и воды в мясе, содержание витаминов – в печени [10]. Из содержимого толстого кишечника делали посевы на стандартные питательные среды, после его разбавления – посевы на среду Эндо, из которой изолировали культуры микроорганизмов для определения их видовой принадлежности. Учитывали сохранность поголовья, живую массу, затраты кормов на прирост. При статистическом анализе достоверность разницы между сравниваемыми величинами определяли по аргументу Стьюдента ( $t_a$ ). Разница считалась достоверной при  $p \leq 0.05$  (\*) с последующей градацией до  $p \leq 0.01$  (\*\*),  $p \leq 0.001$  (\*\*\*)

### Результаты и их обсуждение

За весь период наблюдения живая масса, как в контроле, так и в опытных группах цыплят-бройлеров, неравномерно повышалась (рис. 1). В первую неделю разница с контролем в пользу первой опытной группы составила 160 г, или 35.9%, второй группы – 183 г, или 41.1%. За период от 16 до 30 суток разница с контролем сохранялась, однако темпы роста цыплят опытных групп снижались. В контроле абсолютный прирост составил в среднем 602 г/гол., в первой группе – 605, или практически столько же, что и в контроле, во второй группе – 821 г, или на 36.4% больше ( $p < 0.01$ ). Скорость роста бройлеров во второй опытной группе была наибольшей по сравнению с контролем и составляла в среднем  $58.6 \pm 0.64$  г ( $p < 0.05$ ), а в период от 30 до 42 суток она стабилизировалась и составляла в среднем  $62.0 \pm 1.54$  г/сут. На рисунке 1 видно, что живая масса цыплят к 16-суточному возрасту была выше в первой опытной группе на 36.0%, второй – на 41.1%, чем в контрольной ( $p < 0.01$ ); в 30 суток – на 15.6 и 38.4% ( $p < 0.01$ ); к концу выращивания превысила данные контрольной группы на 16.7 и 20.2% ( $p < 0.01$ ). Более высокая скорость роста бройлеров, получавших гуминовые препараты, способствовала снижению затрат корма на 1 кг прироста в среднем на 14.3–16.8%. Затраты корма на 1 кг прироста составили в первой и во второй группах 1.87 и 1.82 против 2.18 кг в контрольной, а прибыль в расчете на 1 голову за период опыта – 8.26 и 9.03 руб. соответственно. Введение в рацион гуминовых препаратов повлияло также на жизнеспособность птицы: сохранность поголовья увеличилась в опытных группах в среднем на 6.75%.

Динамика роста абсолютной массы внутренних органов цыплят представлена на

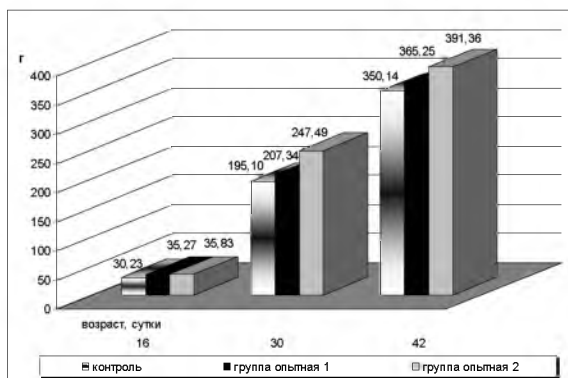


рисунке 2. Как видно на рисунке, наиболее интенсивный рост внутренних органов был в период с 16-ти до 30-суточного возраста. Анализ морфофизиологических индикаторов внутренних органов указывает на более интенсивный метаболизм и мобилизацию внутренних резервов при развитии организма у цыплят-бройлеров, получавших дополнительно к основному рациону гуминовые вещества.

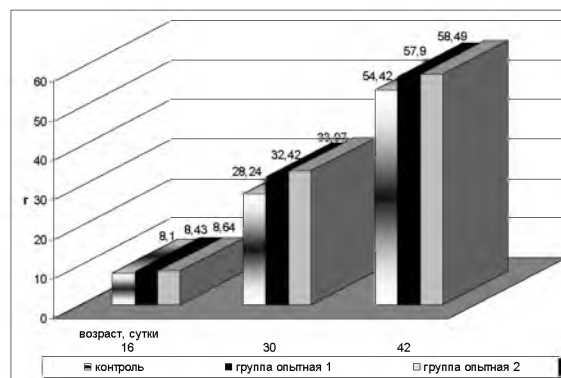
Рис.1. Возрастная динамика живой массы цыплят-бройлеров



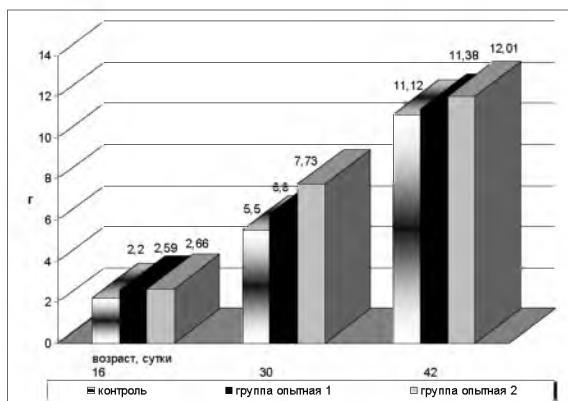
По данным источников литературы, индекс почек, например, является индикатором уровня обмена веществ; индекс печени связан с повышенными энергетическими затратами [12]. Расчеты показывают, что индексы массы сердца, почек, надпочечников и щитовидной железы имеют более высокое значение у цыплят из опытных групп. Так, к 42-суточному возрасту индекс  $\Gamma$  варьировал у цыплят из обеих опытных групп по сравнению с контрольной группой: для сердца – 5.9–6.7 против 5.4‰; для почек – 1.7–2.0 против 1.4‰; для надпочечников – 0.19–0.22 против 0.07‰; для щитовидной железы – 0.21–0.22 против 0.16‰. В то же время увеличение абсолютной массы печени в процессе выращивания цыплят находилось в обратной корреляции с индексом печени. Индекс печени бройлеров опытных групп снижался с  $40.1 \pm 0.82\%$  в 16-суточном возрасте до  $29.1 \pm 0.30\%$  в 30-суточном и до  $22.7 \pm 1.78\%$  в 42-суточном. У цыплят контрольной группы он был  $34.8 \pm 0.22$ ;  $33.3 \pm 0.30$  и  $23.1 \pm 1.05$  соответственно, что можно объяснить более низким энергоинформационным состоянием органа или большей нагрузкой по детоксикации вредных веществ как экзо-, так и эндогенного происхождения.



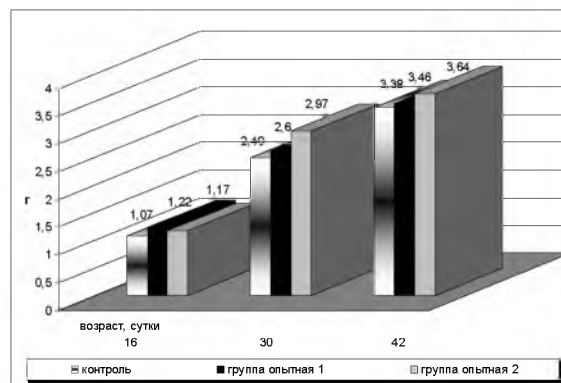
А



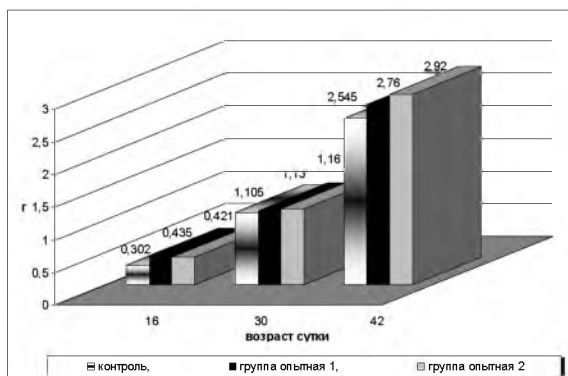
Б



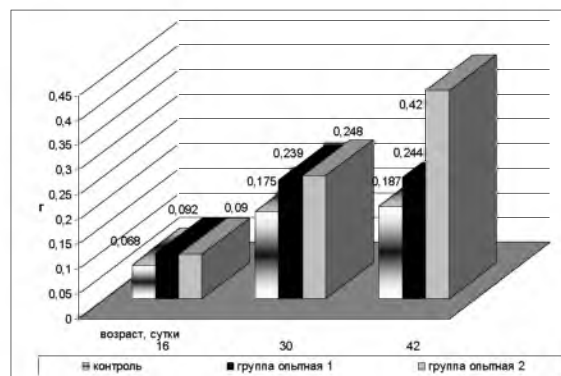
В



Г



Д



Е

Рис. 2. Динамика массы органов цыплят-бройлеров: А – грудная мышца; Б – печень; В – сердце; Г – почки; Д – селезенка; Е – надпочечники



Однако возрастной анализ динамики живой массы цыплят и роста абсолютной массы внутренних органов в принципе не имеет прогностического значения, так как не объясняет процесс усвоения кормового рациона и не дает понимания механизма регуляции морфогенеза. Поэтому нами был проведен дисперсный анализ данных, сделаны расчеты линий тренда и уравнения регрессии наращивания массы в зависимости от коэффициента потребления корма – *k*. В результате было установлено, что с 16-ти до 30-суточного возраста цыплят обнаруживается внутреннее торможение роста организма (рис. 3).

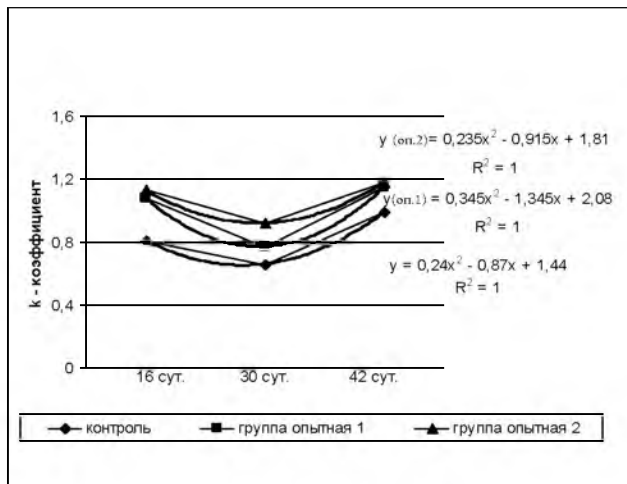


Рис.3. Взаимосвязь между наращиванием живой массы цыпленка и потребляемым кормом

ванием массы тела и потребляемым кормом были выше по сравнению с контролем и в первой, и во второй опытных группах.

Взаимосвязи между наращиванием массы грудной мышцы, печени, сердца, почек, надпочечников и потребляемым кормом носят как линейный, так и полиномиальный характер. Рост и развитие грудной мышцы и печени с 7-суточного возраста к 42-суточному описывается прямой линией тренда, где справедливы уравнения, представленные на рисунках 4 и 5.

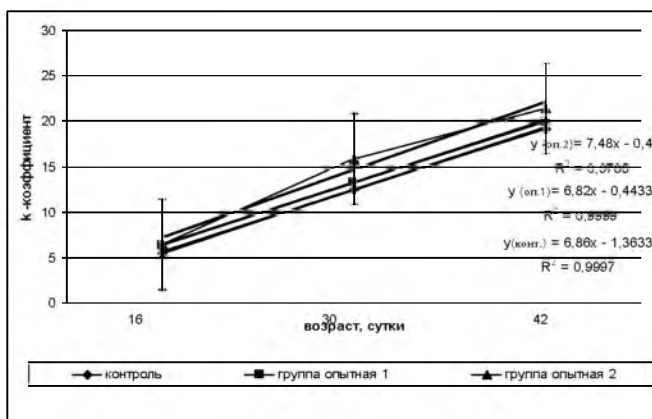


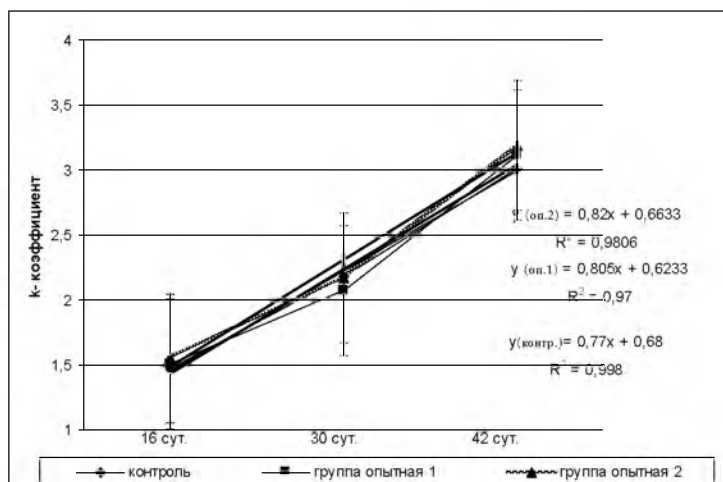
Рис. 4. Взаимосвязь между наращиванием массы грудной мышцы и потребляемым кормом

перелетами. Индекс органа для всех цыплят-бройлеров разных групп был в среднем  $170.0 \pm 3.98\%$ . Хотя применение препаратов существенно не влияло на абсолютную массу грудной мышцы, оно способствовало нормализации белкового обмена. Об этом свидетельствует качественный белковый показатель грудной мышцы. У опытных цыплят он колебался в пределах 3.8–4.11, тогда как в контрольной группе был 3.66. Содержание триптофана в мышечной ткани достигало 1.14–1.15% у опытных по сравнению с 0.97–0.98% контрольных птиц ( $p < 0.05$ ). Известно, что триптофан поступает в свободном виде или в составе белков пищи в кишечник, а его синтез осуществляется в кишечнике бактериями. Затем в клетках тканей он служит предшественником NAD, нейромедиатора серотонина и гормона эпифиза мелатонина, влияя в целом на развитие всего организма [15].

Можно предположить, что в этот критический период роста должны снижаться потребности в белке корма, а лимитирующими становятся энергетические компоненты рациона. О подобных критических периодах и адаптационно-трофических возможностях постнатального онтогенеза внутренних органов, связи интенсивности построения тканей с концентрацией энергии в оптимизируемом потоке нутриентов на пути трансформации их в ткани тела указывает ряд авторов [13, 14]. Построенные нами уравнения регрессии подтверждают тот факт, что применение гуминовых препаратов сказывается положительно на усвоении питательных веществ корма и стимуляции метаболизма: на одном и том же рационе коэффициенты в уравнениях регрессии между наращиванием массы тела и потребляемым кормом были выше по сравнению с контролем и в первой, и во второй опытных группах.

Коэффициент детерминации  $R^2$  находится в пределах 0.9785–0.9999, что соответствует достоверному (с постоянной скоростью) росту данных органов. В то же время значение коэффициентов (*k*) выше в уравнениях регрессии, описывающих рост грудной мышцы у птиц второй опытной группы, печени из первой и второй опытных групп, что вновь свидетельствует о влиянии гуминовых препаратов на интенсивность метаболических процессов.

Современная селекция кроссов цыплят-бройлеров привела к еще большему развитию грудной мышцы, что в целом свойственно представителям класса птиц с длительными



Анализ микробного пейзажа содержимого толстого кишечника в наших наблюдениях показал стабилизацию нормофлоры у опытной птицы по сравнению с контрольной. Количество лакто- и бифидо-бактерий у бройлеров, выращиваемых на рационах с гуминовыми препаратами, было больше в 10–12 и 16–28 раз, а эшерихий со сниженной ферментативной активностью в 6 раз меньше.

Рис. 5. Взаимосвязь между наращиванием массы печени и потребляемым кормом

Калорийность грудной мышцы в первой группе составила 598,8; во второй – 568,6, в контрольной – 572,0 кДж/100 г; массовая доля жира – 1,63; 1,06 и 1,49% соответственно; массовая доля протеина – 24,32; 23,82 и 23,56%; массовая доля влаги – 72,33; 73,57 и 73,63%. Показатели качества мяса изменялись в отношении влаги и калорийности, что в принципе неплохо для оценки функциональной мясной продукции в питании человека.

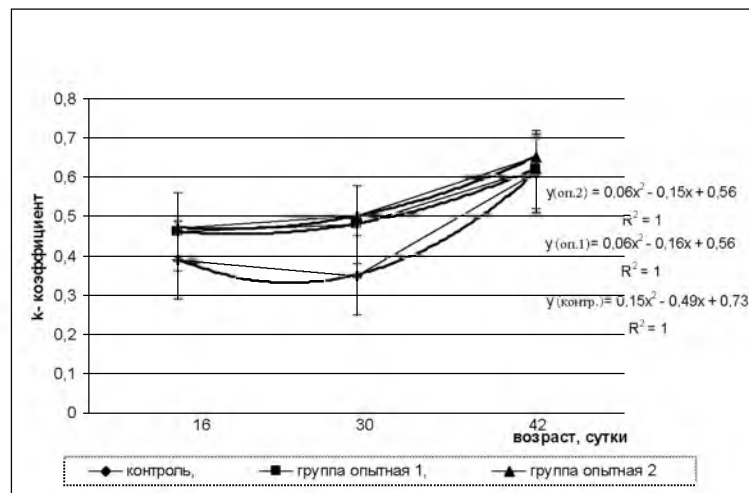
Как показано на рисунке 5, рост печени, которая, по данным литературы, является самым пластичным органом, соответствует прямой линии тренда с высоким коэффициентом нарастания во всех трех группах. Но применение гуминовых препаратов способствовало накоплению витаминов в печени уже в первые 9 дней опыта. Причем оно было в той или иной степени статистически достоверным по всем трем витаминам (особенно по витамину А) и удерживалось до конца наблюдения (табл.).

Таблица

Динамика накопления витаминов в печени (натуральной влажности)

Группы	Витамин А, мкг/г		Витамин Е, мг%		Витамин С, мг%	
	16-сут. возраст	30-сут. возраст	16-сут. возраст	30-сут. возраст	16-сут. возраст	30-сут. возраст
Контрольная	61.50±0.44	75.2±0.65	3.70±0.12	3.71±0.22	8.45±0.11	8.59±0.12
Опытная-1	96.41±0.87***	106.7±1.02***	4.30±0.23	4.47±0.25*	9.15±0.14**	9.86±0.23**
Опытная-2	90.94±0.66***	95.7±0.53***	3.80±0.45	4.83±0.33*	9.29±0.34	9.72±0.23*

В отличие от прямолинейных особенностей роста грудной мышцы и печени, отдельные внутренние органы нарастали в зависимости от потребляемых питательных веществ корма по полиномиальной линии тренда второй степени (рис. 6–8). На приведенных рисунках видно, что в уравнениях регрессии величина достоверности аппроксимации равна 1, а это свидетельствует о хорошем совпадении расчетной линии с экспериментальными данными. Обнаружено, что по мере развития особи с 16- до 30-суточного возраста скорости роста сердца,



почек (у всех птиц) и селезенки (только у птиц опытной группы), а также средняя скорость роста всего организма снижаются и выключаются из фазы активного роста. С 30-суточного возраста торможение скорости роста организма прекращалось и вновь отмечалось его ускорение, коррелирующее с количеством потребляемого корма.

Рис. 6. Взаимосвязь между наращиванием массы сердца и потребляемым кормом

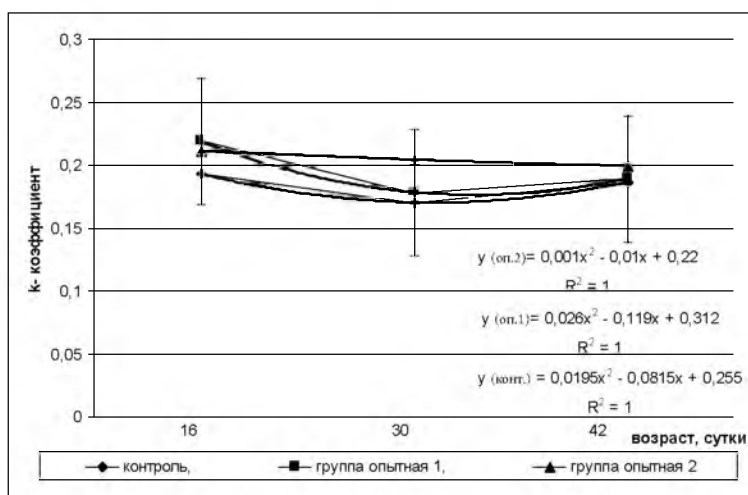


Рис. 7. Взаимосвязь между наращиванием массы почек и потребляемым кормом

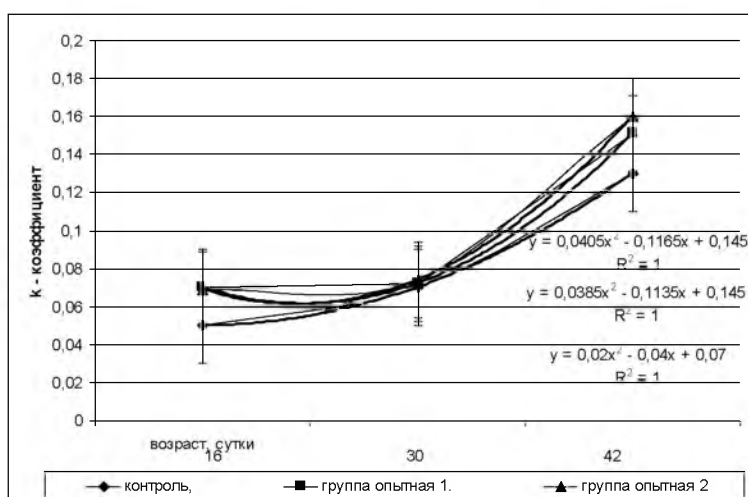


Рис. 8. Взаимосвязь между наращиванием массы селезенки и потребляемым кормом

Исходя из полученных данных следует, что морфофункциональные адаптации организма цыплят-бройлеров к ускоренному росту носят сложный и неоднозначный характер. Формирование внутренних органов не является синхронным и однотипным процессом. Оно сопровождается чередованием количественных и качественных преобразований. Среди этих преобразований можно выделить критический период развития, начинающийся со второй и продолжающийся до четвертой недели жизни. Стимуляторы роста, как средовые факторы регуляции, не влияя на специфику реализации наследственной базы, производят количественный эффект усиления роста в пределах заданной генотипом нормы реакции.

### Заключение

При добавлении в рационы гуминовых препаратов отмечены более высокие значения параметров живой массы и абсолютной массы внутренних органов цыплят-бройлеров. При этом снижаются затраты корма на прирост. В динамике прироста массы тела и внутренних органов наблюдается неравномерность, обусловленная генетическими и алиментарными факторами.

### Список литературы

1. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном развитии // Избранные труды. – М.: Наука, 1982. – 383 с.
2. Заика В.Е. Современное состояние теории роста // Математическая биология развития. – М.: Наука, 1982. – С. 40–49.
3. Детлаф Т.А., Детлаф А.А. Безразмерные критерии как метод количественной характеристики развития животных // Математическая биология развития. – М.: Наука, 1982. – С. 25–39.
4. Куль К.Л. Модели регуляции конечных размеров организма // Математическая биология развития. – М.: Наука, 1982. – С. 204–210.



5. Бузлама С.В., Сафонов А.В. Эффективность перорального гуминового препарата в яичном птицеводстве // Ветеринария и кормление. – 2007. – №1. – С.31–32.
6. Бузлама С.В., Лазарева Н.Ю., Сапронов О.П. Перспектива замены кормовых антибиотиков // Пром. и плем. свиноводство. – 2007. – №2. – С. 36–43.
7. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.2354-08. Дополнения и изменения № 8 к «Гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности продуктов» // Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2008.
8. Фисинин В.И., Околелова Т.М., Имангулов Ш.А. Кормление сельскохозяйственной птицы. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. – 375 с.
9. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценке качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / В.С. Лукашенко, М.А. Лысенко, Т.А. Столяр и др. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. – 26 с.
10. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / В.В. Меньшиков, Л.Н. Делекторская, Р.П. Золотницкая и др. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
11. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 277 с.
12. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск: изд. ИЭРиЖ, 1968. – 387с.
13. Мирошников С.А. К пониманию биологического смысла работы организма по построению тканей тела // Вестн. ОГУ. – 2006. – №5. – С. 205–207.
14. Арешидзе Д.А., Тименко Л.Д. Изменчивость адаптационно-приспособительных возможностей печени млекопитающих в течение онтогенеза // Вест. Ставроп. гос. ун-та. –2006. – №5. – С. 205–207.
15. Шендеров Б.А. Микрофлора человека и животных и ее функции // Медицинская микробная экология и функциональное питание. – М.: Изд. Грантъ, 1998. – Т. 1. – 288 с.

## INDEXES OF BODY MASS AND THE INTESTINAL IN THE GROWTH PROCESSES OF BROILER CHICKEN

**T.V. Oliva, G.I. Gorshkov**

*Belgorod State Agricultural Academy  
named after V. Gorin, Vavilova St., 1,  
Mayskiy Settl., Belgorod Dist., 308503,  
Russia,*

*E-mail: olivatv@mail.ru*

There are results of researches on mathematical modeling of escalating of chicken mass and its internal organs depending on a consumed feed, under the disperse analysis of the data and allocation of lines of a trend growth processes. It is shown that humic drugs have a positive impact on intensity of metabolic processes and mobilization of organism reserves.

Key words: broiler chicken, humic drugs, an internal, the regression equations, mass indexes of internal organs.