

growth performance, digestive ability and immunity of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) larvae / C. Zhang [et al.] // *Frontiers in Physiology*. – 2023. – Vol. 14. – 1159320. 4. Барулин, Н.В. Влияние фульвовой кислоты на эмбриотоксичность данио рерио в эксперименте *in vivo* / Н. В. Барулин, А. О. Жарикова, А. О. Воробьев, И. Н. Дубина // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. – 2021. – № 24-1. – С. 102-111. 5. Жарикова, А. О. Оценка влияния фульвовой кислоты на размножение данио рерио в эксперименте *in vivo* / А. О. Жарикова, Н. В. Барулин, А. О. Воробьев // *Сельское хозяйство - проблемы и перспективы* : сборник научных трудов. Том 52. – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16-23. 6. Жарикова, А. О. Оценка влияния фульвовой кислоты на размножение данио рерио / А. О. Жарикова, Н. В. Барулин // *Инжиниринг: теория и практика* : Материалы II международной научно-практической конференции, Пинск, 06 мая 2022 года / Редколлегия: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: Полесский государственный университет, 2022. – С. 61-65. 7. Chemical heterogeneity of humic substances: characterization of size fractions obtained by hollow-fibre ultrafiltration / I. Christl [et al.] // *European journal of soil science*. – 2000. – Vol. 51(4). – P. 617-625. 8. Molecular features of humic acids and fulvic acids from contrasting environments / J. Schellekens [et al.] // *Environmental Science & Technology*. – 2017. – Vol. 51(3). – P. 1330-1339. 9. Duarte, R.M., Santos, E. B., & Duarte, A. C. (2003). Spectroscopic characteristics of ultrafiltration fractions of fulvic and humic acids isolated from an eucalyptus bleached Kraft pulp mill effluent / R.M. Duarte, E. B. Santos, A. C. Duarte // *Water Research*. – 2003. – Vol. 37 (17). – P. 4073-4080. 10. Extraction of fulvic acid from lignite and characterization of its functional groups / G. Gong et al. // *ACS omega*. – 2020. – Vol. 5, # 43. – P. 27953-27961. 11. Extraction and characterization of fulvic acid from corn straw compost by alkali solution acid precipitation / M. Chi [et al.] // *Industrial Crops and Products*. 2023. – Vol. 198. – P. 116678. 12. Барулин, Н.В. Перспективы использования данио рерио (*Danio rerio* (Hamilton, 1822)) для медико-биологических исследований / Н. В. Барулин, А. О. Жарикова, А. О. Воробьев, В. В. Лесневская // *Зоологические чтения - 2021* : Материалы VI международной научно-практической конференции, посвящённой 130-летию доктора биологических наук, профессора Анатолия Владимировича Федюшина, Гродно, 24–25 марта 2021 года / Редколлегия: О.В. Янчуревич (гл. ред.), А.В. Рыжая, А.Е. Каревский. – Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2021. 13. Барулин, Н. В. Современные методы использования данио рерио (*zebrafish*) для оценки нейротоксичности химических веществ / Н. В. Барулин // *Актуальные проблемы и инновации в современной ветеринарной фармакологии и токсикологии* : Материалы VI Международного съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов, Витебск, 09–11 июня 2022 года / Редколлегия: Н.И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины", 2022. – С. 11-15.

УДК 619

## ЭНЗИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КАРОЛИНА

**Измайлович И.Б., Садомов Н.А.**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь

*В результате эксперимента было установлено, что при сочетанном применении витамина А и препарата «Каролин» в пропорциях 50:50МЕ по биологической активности, включая витамин К<sub>3</sub> в количестве равном общепринятой дозе его введения в рацион, цыплята-бройлеры лучше усваивали корм, при этом наблюдалось увеличение живой массы, снижение затрат кормов, повышение переваримости питательных веществ рациона. Зафиксирована тенденция увеличения антиоксидантов, происходила активизация гемопоеза и повышение сохранности поголовья. Установлено увеличение выхода потрошенной тушки, повысился уровень аминокислот в мясе птицы и интенсифицировалось отложение витамина А в печени. **Ключевые слова:** Каролин, витамин А, цыплята-бройлеры, кормление.*

## THE ENZYMATIC POTENTIAL OF CAROLIN

**Izmailovich I.B., Sodomov N.A.**

EI «Belarusian State Agricultural Academy» Gorki, Republic of Belarus

*As a result of the experiment, it was found that with the combined use of vitamin A and the Carolin preparation in proportions of 50:50 IU in terms of biological activity, including vitamin K<sub>3</sub>*

*in an amount equal to the generally accepted dose of its introduction into the diet, broiler chickens absorbed feed better, at the same time, there was an increase in live weight, a decrease in feed costs, an increase in the digestibility of nutrients in the diet. The tendency to increase in antioxidants was fixed, hematopoiesis was activated and the safety of the livestock was increased. An increase in the yield of gutted carcasses was established, the level of amino acids in poultry meat increased, and the deposition of vitamin A in the liver intensified. **Keywords:** Carolin, vitamin A, broiler chickens, feeding.*

**Введение.** Каротиноиды, как известно, входят в состав клеток микробов, растений, животных и человека. Они могут находиться в как в свободном (в пластидах растений, мышечной ткани рыб и других морских животных, в яйцах птиц, в молоке и молозиве), так и в структурном состоянии (эферы жирных кислот, каротин-протеины) [1, 2, 4, 7].

Их основная функция – это участие в процессе фотосинтеза, находясь в пластидах растений происходит поглощение светового излучения. Ни животные, ни человек не способны синтезировать каротиноиды, поэтому их поступление в организм происходит только за счет потребления животными растительного корма. В такой растительной пище содержится  $\beta$ -каротин, составляющий до 30 % каротиноидов [6].

Среди огромного количества каротиноидов (около 600) немногие могут заменить витамин А. Провитаминами, или предшественниками, этого витамина могут быть каротин, афонин, криптоксантин, микоксантин и некоторые другие и это связано с структурной формулой, так как половина молекулы  $\beta$ -каротина представляет собой витамин А [1, 3, 5].

Проблема А-витаминного питания животных и птицы актуальна, а обеспеченность этим витамином отраслей животноводства и птицеводства невысока (до 60 %). Решить этот вопрос способен микробиологический каротин [4, 7]. Одним из препаратов микробиологического каротина является «Каролин», полученный путем культивирования гриба *Blakeslea trispora* в некотором малоценном побочном промежуточном сырье мукомольного, молочного, масляного производства. При микробиологическом синтезе Каролина созданы экологически чистые условия его получения, что придает уникальность данному продукту, который способен моделировать и корректировать биологические процессы, протекающие в организме [4, 6, 7].

Целью наших исследований явилось изучение влияния различных сочетаний Каролина и витамина А, включая полную замену витамина А Каролином, с сочетанием витамина К<sub>3</sub> и без него, на организм цыплят-бройлеров.

В связи с этим решались следующие задачи:

- определить оптимальные дозы ввода Каролина в комбикорма цыплят-бройлеров;
- изучить сочетаемость различных доз препарата «Каролин» с витаминами А и К<sub>3</sub>;
- проанализировать энзиматические свойства Каролина;
- выявить влияние витамина А и Каролина на рост цыплят и затраты кормов на прирост живой массы;
- рассчитать экономический эффект от применяемых препаратов при выращивании цыплят-бройлеров.

**Материал и методы исследований.** В наших исследованиях материалом являлись цыплята-бройлеры кросса «Смена» и препарат бета-каротина «Каролин». Метод проведения эксперимента был традиционным для таковых в данной производственной отрасли – метод сбалансированных групп. Мы сформировали семь групп цыплят в суточном возрасте. Живая массы бройлеров составляла от 41 до 42 граммов.

Опыт проводили по схеме, представленной в таблице 1.

Всю подопытную птицу размещали в клеточных батареях БГО-140 по 54 головы в каждой клеточке, таким образом, одна группа занимала две клетки. Технологические и зоогигиенические параметры в течение проведения эксперимента были идентичными.

**Таблица 1 – Схема опыта**

Группы	Количество голов	Возраст цыплят-бройлеров, недель							
		1–4				5–7			
		добавлено на 1 т комбикорма							
		ПК-5Б	витамин А, млн. МЕ	«Каролин», г	витамин К <sub>3</sub> , г	ПК-6Б	витамин А, млн. МЕ	«Каролин», г	витамин К <sub>3</sub> , г
Контрольная	108	ОР	10	–	–	ОР	7	–	–
1-я опытная	108	ОР	10	1,89	–	ОР	7	1,32	–
2-я опытная	108	ОР	10	1,89	2	ОР	7	1,32	1
3-я опытная	108	ОР	5	5,0	–	ОР	3,5	3,5	–
4-я опытная	108	ОР	5	5,0	2	ОР	3,5	3,5	1
5-я опытная	108	ОР	–	10,0	–	ОР	–	7,0	–
6-я опытная	108	ОР	–	10,0	2	ОР	–	7,0	1

Примечание: в пересчете на чистое вещество β-каротин.

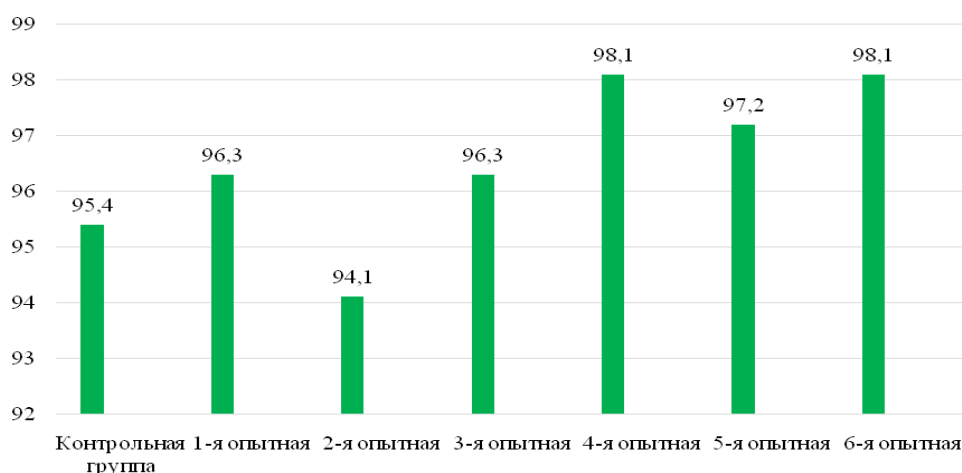
**Результаты исследований.** Кормление цыплят-бройлеров осуществляли комбикормами, сбалансированными по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ, с учетом фаз выращивания. С 1-й по 4-ю неделю выращивания птице скармливали стартовый комбикорм, который содержал 1278 кДж обменной энергии и 21,5 % сырого протеина, а с 5-й по 7-ю неделю – финишный комбикорм с содержанием 1299 кДж обменной энергии и 19 % сырого протеина.

По своему составу комбикорма включали в себя кукурузу, пшеницу, травяную муку, шрот соевый, рыбную муку, жир кормовой, люпин, дрожжи кормовые, муку мясокостную и премикс собственного производства. Количественные значения этих компонентов комбикорма зависели от фаз выращивания.

В ходе эксперимента было установлено, что содержание эритроцитов в крови бройлеров всех опытных групп превышало этот показатель цыплят контрольной группы более чем на 40 %, лейкоцитов – более чем на 14 %, уровень гемоглобина был выше более чем на 13 %. Обратим внимание, что увеличение количества лейкоцитов в нашем опыте не было связано с какими-либо патологическими проявлениями, а явилось свидетельством активизации биосинтетических процессов в организме птицы и усиления иммунитета под действием изучаемых препаратов.

Содержание общего белка в сыворотке крови цыплят опытных групп было выше, чем в контрольной группе на 9,4 %, в том числе альбуминов – на 5,4 % и γ-глобулинов – на 11,0 %.

Показатели сохранности цыплят-бройлеров были на уровне стандартов по кроссу (см. рисунок 1).



**Рисунок 1 – Сохранность цыплят-бройлеров, %**

С целью изучения ответной реакции органов иммунной системы бройлеров на изучаемые препараты мы рассчитали индекс фабрицевой сумки и тимуса. Было зафиксировано их

увеличение на 36,5 % и 20,8 % соответственно. Также наблюдалась тенденция усиления лизоцимной активности сыворотки крови на 15,7 п. п., бактерицидной активности – на 13,2 п.п. и фагоцитарной активности лейкоцитов – на 7,5 п.п.

Позитивная динамика к снижению уровня прооксидантов (на 5,1-31,1 %), обнадеживающе подчеркивает возможности организма подавлять негативное действие свободных радикалов на клеточном уровне и подтверждает это увеличением показателей общего антиоксидантного статуса: каталазы – на 23,6 %, пероксидазы – на 53,5 % и супероксиддисмутазы – на 11,8 %.

Тем не менее, в ходе эксперимента было установлено, что наиболее оптимальным было сочетание витамина А и препарата «Каролин» в пропорциях 50:50 МЕ по биологической активности, включая витамин К<sub>3</sub> в количестве равном общепринятой дозе его введения в рацион (в зависимости от возраста птицы). Именно в этой группе птица наиболее эффективно использовала корм и показала наилучшую сохранность поголовья (выше на 2,7 %), увеличение живой массы (на 7,6 %) при снижении затрат кормов (на 9,1 %), повышение переваримости сырого протеина (на 6,2 %), сырой клетчатки (на 4,6 %), сырого жира (на 12,7 %), безазотистых экстрактивных веществ (на 4,9 %). Выход потрошенной тушки бройлеров в указанной группе увеличился на 11,4 %, а уровень аминокислот в мясе птицы был выше на 4,5–5,6 %. Отложение витамина А в печени цыплят-бройлеров повысилось на 16,0 %.

Расчет экономического эффекта подтвердил целесообразность изучаемого приема и составил 78,1 долларов в расчете на 1000 голов выращиваемых бройлеров.

**Заключение.** Проведенными исследованиями было установлено, что наилучший результат был достигнут в группе, где сочетание витамина А и препарата «Каролин» было в пропорциях 50:50 МЕ по биологической активности, включая витамин К<sub>3</sub> в количестве равном общепринятой дозе его введения в рацион (в зависимости от возраста птицы).

Цыплята-бройлеры этой группы лучше усваивали корм, увеличивая при этом живую массу при более низких затратах кормов, за счет повышения переваримости питательных веществ рациона. Наблюдалась тенденция увеличения антиоксидантов, активизация гемопоза и повышение сохранности поголовья. Установлено увеличение выхода потрошенной тушки, возрос уровень аминокислот в мясе птицы и интенсифицировалось отложение витамина А в печени. Получен экономический эффект от применяемых препаратов при выращивании цыплят-бройлеров.

Необходимо отметить, что такой прием, как полная замена витамина А препаратом β-каротина «Каролин» обеспечивает потребность цыплят в витамине А, однако экономически не эффективен.

*Литература.* 1. Душкин, В. В. Микробиологический каротин как экологически перспективный источник витамина А / В. В. Душкин // Экологические проблемы Среднего Поволжья. – Ульяновск. – 1999. – С. 65–67. 2. Измайлович, И. Б. «Каролин» – препарат, стимулирующий рост, повышает мясные качества и иммуномоделирует естественную резистентность цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки: БГСХА, 2008. – Ч. 1. – С. 14–21. 3. Измайлович, И. Б. Физиолого-биохимическая оценка воздействия «Каролина» на организм цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки: БГСХА, 2011. – Ч. 1. – С. 188–193. 4. Измайлович, И. Б. Продукт биотехнологии «Каролин» в рационах птицы / И. Б. Измайлович // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения. – Белгород, 2011. – С. 116. 5. Измайлович, И. Б. Влияние «Каролина» на физиологический статус цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Экологические и селекционные проблемы племенного животноводства. – Брянск ФГБОУ «Брянская ГСГА», 2012. – С. 74–76. 6. Измайлович, И. Б. Энзиматический метаболизм Каролина в витамин А в организме кур-несушек / И. Б. Измайлович, М. Лис // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки: БГСХА, 2014. – С. 214–222. 7. Eugster, C. Carotenoid Structures, old and new problems / C. Eugster // Pure and appl. chem. – 2005. – Vol. 57. – № 5. – P. 639–647. 8. Izmailovich, I. B. Immunological reactivity of hens and its correction by Carolin / I. B. Izmailovich // Molecular research in animal science: international scientific conference. – Krakow, 2014. – P. 60.