

Посвящается памяти Андрея Вячеславовича Варюхина,
Ученого, преподавателя, нашего коллеги,
прекрасного друга и Человека

doi.org/10.31043/2410-2733-2022-2-27-32
УДК 636.5.034:636.087.73

Д. Ю. Григорьев¹, О. Б. Новикова², Ж. А. Григорьева², А. Б. Осипов³, Р. М. Хоменко⁴,
Т. Ш. Кузнецова⁴

Влияние скармливания наноструктурированной формы β -каротина яйценосным перепелам в начале яйцекладки на показатели продуктивности

Аннотация.

Цель: проверка усвоения бета-каротина из наноструктурированной глобулы и влияние наноструктурированного бета-каротина 10% на продуктивность и органолептические качества продукции.

Материалы и методы. Опыт проводился на базе фермерского хозяйства «Русская пулярка» Ленинградской области. Сформировано 2 группы перепелок мясо - яичного направления породы «Эстонская» по 10 голов в возрасте 50 дней – начало яйценоскости. Все группы перепелов содержались в одинаковых условиях, все параметры микроклимата в помещениях, фронт кормления и поения соответствовали рекомендуемым нормам. Яичную продуктивность оценивали согласно ГОСТ 27583-88 в разрезе групп: массу и количество яиц определяли путём поштучного взвешивания; цветность желтка по шкале РОШ; содержание в желтке витамина А и бета-каротина. Опыт включал три этапа: 1-й день - осуществление посадки перепелок-несушек; 2-10 день - проведение адаптации птицы к новым условиям содержания; 11-20 день - непосредственно учетный период опыта. Кормление контрольной группы осуществляли стандартным комбикормом ПК 1-1 производства Гатчинского комбикормового завода. Для подопытной группы готовили смесь комбикорма ПК 1-1 с добавлением наноструктурированного бета-каротина 10%. 1 группа (контрольная) - корм ПК 1-1 из расчета 30 г/голова. 2 группа (подопытная) - корм ПК 1-1 из расчета 30 г/голова + 36 мг наноструктурированного бета-каротина 10% (из расчета 150 мг/кг массы птицы). Количество и вес яиц каждой группы ежедневно фиксировалось в журнале. Яйца подопытной и контрольной групп хранились отдельно.

Результаты. Предлагаемые на сегодняшний день кормовые формы бета-каротина экономически нецелесообразны, особенно при промышленном разведении птицы. В нашей работе мы изучили внедрение в производство полимерного комплекса наноструктурированной формы β -каротина, который является уникальным. Он образует с жирорастворимыми витаминами сложные эмульсии, которые можно рассматривать как наносистемы. Проведенные исследования показали, что интенсивность окраски желтка яиц подопытной группы была достоверно выше данного показателя контрольной группы, что показывает биоконверсию наноструктурированной формы β -каротина в желток яйца. При этом показатели массы яиц в подопытной группе были выше, однако это превышение было небольшим.

Ключевые слова: яйценосные перепела; показатели продуктивности птицы; наноструктурированный β -каротин; качество перепелиного яйца.

Авторы:

Григорьев Д. Ю., — кандидат биологических наук; e-mail: grygoriev.d@megamix.ru;

Новикова О. Б. — кандидат ветеринарных наук; e-mail: ksuvet@mail.ru;

Григорьева Ж. А. — младший научный сотрудник; e-mail: prakgan@yandex.ru;

Осипов А. Б. — e-mail: abosipov@mail.ru;

Хоменко Р. М. — кандидат ветеринарных наук; e-mail: Roman.khomenko@gmail.com;

Кузнецова Т. Ш. — кандидат ветеринарных наук; e-mail: kuznett@yandex.ru.

¹ ГК «МЕГАМИКС»; 191317, Россия, Санкт-Петербург, пл. Александра Невского, оф. 1108;

² ВНИВИП - филиал ФНЦ ВНИТИП; 198412, Россия, Санкт-Петербург, ул. Черникова, 48;

³ ООО «Экотех»; 188508, Россия, Ленинградская область, ЮЧПЗ Горелово, ул. Заречная, д. 2Г.

⁴ «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»; 196084, Россия, ул. Черниговская, д. 5.

Введение. Российский рынок перепеловодческой продукции находится в стадии активного роста, обусловленного относительно короткой историей развития, низким уровнем потребления на душу населения при высоком нереализованном потенциале, а также благоприятной рыночной и экономической конъюнктурой. Особая потребность в перепелиных яйцах в мире возникла на фоне информирования медиками об их полезности при реабилитации людей, пострадавших от воздействия радиационного облучения. В нашей стране в связи с нездоровой экологической обстановкой в ряде регионов потребление этого продукта также актуально.

Большим спросом пользуется продукция перепеловодческой отрасли, что вызвано высокими вкусовыми качествами яиц и мяса, быстрой воспроизводимостью продукции и окупаемостью в короткий срок. Скороспелость перепелки в два раза выше, чем у пекинской утки. Полный цикл, от закладки яиц в инкубатор до первого яйца от молодой перепелки, составляет всего 52–66 дней. Перепелиное мясо и яйцо являются диетическими продуктами питания. Около 10% столовых яиц в мире получают от перепелов, а их мясо составляет около 0,2 % мирового производства мяса птицы. Китай, Испания, Франция, Италия, Бразилия, США и Япония являются мировыми лидерами в области перепеловодства [1, 2, 3].

Ряд исследователей изучали такой важный вопрос, как исследование микрофлоры внутренних органов перепелов. В процессе изучения паренхиматозных органов были выделены микроорганизмы родов *Citrobacter spp.*, *Clostridium spp.*, *E.coli*, *Enterobacter spp.*, *Enterococcus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Salmonella spp.*, *Serratia spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* и др. [4–8]. Невосприимчивость перепелов ко многим болезням, которым подвержены другие виды птиц, ряд авторов связывает с одной особенностью — температура их тела на 2°C выше, чем у других видов сельскохозяйственной птицы [9].

Важным условием для решения этой задачи является создание для птицы оптимальных параметров микроклимата и сбалансированного кормления всех видов птиц, в том числе и перепелов. Одним из важных факторов питания птиц, имеет большое значение обогащение их рационов различными кормовыми добавками, содержащими необходимые витамины и микроэлементы. Необходимо учитывать не только эффективность таких добавок, но и их себестоимость, так как высокая цена приводит к удорожанию конечной продукции.

В последние годы в нашей стране постоянно ведется разработка и апробация экологически

чистых инновационных кормовых добавок. β -каротин является жизненно важным веществом и не может быть заменен витамином А. Согласно последним исследованиям, β -каротин выполняет специфическую роль в воспроизводстве. При дефиците в рационах бета-каротина у животных и птиц наблюдаются нарушения функций воспроизводства, что приводит к снижению поголовья полноценного потомства и, соответственно, к серьезным финансовым потерям в отраслях животноводства и птицеводства [4, 10].

На рынке кормовых добавок есть несколько порошкообразных форм β -каротина, которые отличаются высокой стоимостью. Способы снижения его стоимости в рационе за счет повышения усвояемости — перевод в водорастворимую или липосомальную форму приводят к значительному удорожанию препарата, что практически нивелирует их преимущества перед жирорастворимой формой [4, 10].

Последнее достижение в области защиты β -каротина от разрушения и повышение его биодоступности — наноструктурирование. Разработан и внедрен в производство полимерный комплекс, который является уникальным, его выраженная комплексобразующая способность определяет высокий пролонгирующий эффект и при этом полимер нетоксичен для человека и животных [11]. Он образует с жирорастворимыми витаминами сложные эмульсии, которые можно рассматривать как наносистемы. Данный способ позволяет получить β -каротин с высокими потребительскими свойствами (биодоступность, защита от разрушения во время хранения, высокую биоконверсию в желудочно-кишечном тракте) при цене, не превышающей жирорастворимые аналоги.

Проведя первые опыты, мы сделали предварительный вывод, что применение нано-структурированной формы β -каротина значительно снизит проблемы, возникающие при выращивании яйценосных перепелов, что наиболее актуально при увеличивающихся объемах производства.

Цель — проверка усвоения β -каротина из наноструктурированной глобулы и влияние наноструктурированного β -каротина 10% на продуктивность и органолептические качества продукции.

Материалы и методы. Опыт проводился на базе фермерского хозяйства «Русская пулярка» Ленинградской области. Сформировали 2 группы перепелок мясо-яичного направления породы «Эстонская» по 10 голов в возрасте 50 дней — начало яйценоскости. Все группы перепелов содержались в одинаковых условиях, все параметры микроклимата в помещениях, фронт кормле-

ния и поения соответствовали рекомендуемым нормам [11].

Яичную продуктивность оценивали согласно ГОСТ 27583-88 в разрезе групп:

1. массу и количество яиц определяли путём поштучного взвешивания;
2. цветность желтка по шкале РОШ;
3. содержание в желтке витамина А и β -каротина.

Опыт включал три этапа:

- 1) 1-й день - осуществление посадки перепелок-несушек;
- 2) 2-10 день - проведение адаптации птицы к новым условиям содержания;
- 3) 11-20 день - непосредственно учетный период опыта.

Кормление контрольной группы осуществляли стандартным комбикормом ПК 1-1 производства Гатчинского комбикормового завода.

Для подопытной группы готовили смесь комбикорма ПК 1-1 с добавлением наноструктурированного β -каротина 10%.

1 группа (контрольная) - корм ПК 1-1 из расчета 30 г/голова.

2 группа (подопытная) - корм ПК 1-1 из расчета 30 г/голова + 36 мг наноструктурированного β -каротина 10% (из расчета 150 мг/кг массы птицы).

Количество и вес яиц каждой группы ежедневно фиксировалось в журнале. Яйца подопытной и контрольной групп хранились отдельно.

Результаты исследований.

Содержание каротиноидов и витамина А в желтке яиц в контрольной и подопытной группах.

По окончании учетного периода был осуществлен забор яиц, полученных в подопытной и контрольной группах.

Определение уровня каротиноидов желтка производили в Ленинградской Межобластной ветеринарной лаборатории. Из каждой группы отобраны и исследованы по 20 проб (яиц). Результаты приведены в таблице 1.

Как видно из результатов теста, уровень общих каротиноидов яиц в подопытной группе составлял 26 мкг/г, что значительно выше — на 9,7 мкг/г (59,5 %) уровня каротиноидов контрольной группы (16,3 мкг/г). На фото 1-3 представлено, что при увеличении ретинолового эквивалента повышается и цветность желтка. Проведены исследования желтка яиц подопытной и контрольной групп на ретиноловый эквивалент.

Ретиноловый эквивалент — эталон, принятый для удобства измерения дозы витамина А, жирорастворимый комплекс ретинола (витамина А) и β -каротина (провитамина А). Учитывает сумму ретинола в продукте питания и ретинола, образующегося в организме из β -каротина (1мкг ретинола равен 6 мкг β -каротина).

Производили отбор по 2-3 яйца один раз в день в течение семи дней, всего по 20 шт. Исследования проводились в лаборатории биохимического анализа ФНЦ ВНИТИП РАН. Результаты исследований представлены в таблицах 2-3.

Исходя из данных пробы №2 в подопытной группе содержание каротина в желтке яйца снизилось на 0,07 мкг/г, но в то же время содержание ретинола выросло на 0,98 мкг/г, что указывает на достоверный рост ретинолового эквивалента.



Фото 1. Цветность желтка.
Контрольная группа



Фото 2. Цветность желтка.
Подопытная группа.



Фото 3. Цветность желтка.
Подопытная группа.

Таблица 1. Содержание каротиноидов в желтке яйца подопытной и контрольной групп

Показатель	Контрольная группа	Подопытная группа
Цветность желтка (определялась по шкале РОШ)	4	6
Содержание каротиноидов	16,3 мкг/г	26 мкг/г

Показатели и динамика массы яиц в опытной и контрольной группе.

Динамика массы яиц (г) в контрольной и опытной группах мы наблюдали по результатам ежедневных взвешиваний яиц в течение 22 дней. Ежедневно взвешивали от 4 до 9 яиц от каждой из групп [11], были рассчитаны средние значения массы (г), которые затем вычисляли в программе Excel. По результатам расчетов было выявлено, что в подопытной группе коэффициент однородности C_v при массе от 7,44 (мелкие яйца) г до 12,7 (средние яйца) г был равен 8,56 %, в то время как в контрольной группе при колебаниях массы яиц от 5,8 г до 13,3 г - 11,35 %.

В результате эксперимента получили в подопытной группе более однородные, более плотно распределенные величины масс, несмотря на то, что средний вес яйца был почти такой же, как в контрольной группе.

Интенсивность окраски желтка яиц подопытной группы $6,00 \pm 0,25$ балла достоверно выше

данного показателя контрольной группы $3,83 \pm 0,24$ балла ($P \leq 0,001$), что объясняется биоконверсией наноструктурированной формы β -каротина в желток яйца (табл. 4).

Заключение. Проведенные исследования показали, что интенсивность окраски желтка яиц подопытной группы была достоверно выше ($P \leq 0,001$) данного показателя контрольной группы, что показывает биоконверсию наноструктурированной формы β -каротина в желток яйца. При этом показатели массы яиц в подопытной группе были выше, однако это превышение было небольшим. Коэффициент вариации данных массы яиц в подопытной группе был 8,56 %, что на 2,8 % меньше в сравнении с контрольной группой 11,36 %, что говорит о более выровненных показателях и меньших колебаниях массы яиц в подопытной группе. Данные опыта можно считать предварительными, для окончательных выводов необходимо провести повторный опыт на большем поголовье несушек.

Таблица 2. Показатели витамина А и каротина в желтке яиц

Показатели	Контрольная группа	Подопытная группа
Содержание витамина А в желтке, мкг/г	6,03	7,01
Содержание каротина в желтке, мкг/г	9,47	9,06

Таблица 3. Ретиноловый эквивалент желтка яиц опытной и контрольной группы

Показатель	Витамин А (мкг/г)	β -каротин (мкг/г)	Ретиноловый эквивалент (мкг/г)	Соотношение
Подопытная группа	7,01	1,58	7,27	115,8 %
Контрольная группа	6,03	1,51	6,28	100,0 %

Таблица 4. Интенсивность окраски желтка яиц

Дата	Опыт	Контроль
05 июля	6	3
07 июля	6	3
	6	2
	6	3
	6	4
21 июля	6	4
	7	5
	8	5
27 июля	5	3
	5	4
	5	4
	6	4

Литература

1. Афанасьев Г. Мясные качества перепелов бройлерного типа в различные сроки выращивания / Г. Афанасьев, Л. Попова, Н. Арестова, А. Комарчев // Птицеводство. — 2013. — №4. — С.30–32
2. Голубов И. И. Развивать отечественное перепеловодство! / И. И. Голубов, Г.В. Красноярцев // Птица и птицепродукты. — 2012. — №5. — С. 27–29.
3. Харчук Ю. Разведение и содержание перепелов / Ю. Харчук. — Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2014. — 96 с.
4. Кормление сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. М. Околелова, Ш. А. Имангулов. — Сергиев Посад: ВНИТИП, 2000. — 375 с.
5. Новикова О. Б. Микрофлора, выделяемая от перепелов и контроль бактериальных болезней в перепеловодческих хозяйствах // Эффективное животноводство. — 2020. — № 9 (166). — С. 66–69.
6. Татаренко Я. С. Аспекты ветеринарно-санитарного благополучия в промышленном перепеловодстве / Я. С. Татаренко, Н. В. Пименов // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2017. — № 3 (23). — С. 60–62.
7. Татаренко Я. С. Выявление бактерионосительства перепелов частного сектора в Московской, Тульской и Рязанской областях / Я. С. Татаренко, Н. В. Пименов, А. И. Лаишевцев // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. — 2016. — № 9. — С. 48–52.
8. Татаренко Я. С. Микробоносительство у перепелов и эффективность комплексного препарата бактериофагов для профилактики инфекций в перепеловодстве: диссертация ... кандидата ветеринарных наук: 06.02.02 / Татаренко Яна Станиславовна; [Место защиты: Моск. гос. акад. ветеринар. медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина]. — Москва, 2019. — 161 с.
9. Ковальчук С. Н. Характеристика продуктов убоя перепелов / С.Н. Ковальчук // Материалы VI Международного конгресса по птицеводству. — Москва, 2010. — С. 32-37.
10. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова [и др.]. — Сергиев Посад: ВНИТИП, 2018. 225 с.
11. Григорьева Ж. А. Оценка влияния иммобилизации в полимерную матрицу пробиотика и ксиланазы на эффективность кормления птицы / Ж. А. Григорьева, О. Б. Новикова, А. Б. Осипов, Р. М. Хоменко // Птицеводство. — 2020. — № 12. — С. 21–25.

Grygoriev D.¹, Novikova O.², Grygorieva G.², Osipov A.³, Khomenko R.⁴, Kuznetsova T.⁴

Influence of feeding the nano-structured form of b-carotene to egg-laying quails at the beginning of laying on productivity indicators

Abstract.

Purpose: checking the assimilation of beta-carotene from a nanostructured globe and the influence of nanostructured beta-carotene 10% on productivity and organoleptic qualities of products.

Materials and methods. Experience was conducted on the basis of the Russian Pularka farm "Russian Pularia" of the Leningrad Region. 2 groups of the quail of meat - the egg direction of the Estonian breed were formed for 10 goals at the age of 50 days - the beginning of egg production. All groups of quails were contained in the same conditions, all the parameters of the microclimate in the premises, the front of feeding and post corresponded to the recommended standards. Egg productivity was evaluated in accordance with GOST 27583-88 in the context of groups: the mass and number of eggs were determined by loafer; Color of the yolk on the Rosh scale; The content of vitamin A and beta-carotene in the yolk. The experience included three stages: 1st day-the implementation of landing quail quails; 2-10 days - the adaptation of the bird to new conditions of content; 11-20 days - directly the accounting period of experience. Feeding the control group was carried out by standard compound feed PC 1-1 of the production of the Gatchinsk compound factory. For an experimental group, a mixture of feed PC 1-1 was prepared with the addition of nanostructured beta-carotene 10%. 1 group (control) - PC 1-1 food at the rate of 30 g/head. Group 2 (experimental)-PC 1-1 food at the rate of 30 g/head + 36 mg of nanostructured beta-carotene 10% (at the rate of 150 mg/kg of poultry mass). The number and weight of the eggs of each group was fixed daily in the journal. Eggs of the experimental and control groups were stored separately.

Results. *Results. The fodder forms of beta-carotene are not economically impractical, especially with industrial breeding of a bird. In our work, we studied the introduction of a polymer complex of a nanostructured form of B-carotene into the production of a polymer complex, which is unique. It forms complex emulsions with fat-soluble vitamins, which can be considered as a nano. The studies have shown that the intensity of the color of the yolks of the eggs of the experimental group was significantly higher than this indicator of the control group, which shows the bio-converters of the β -carotene in the yolk of the egg. At the same time, the masses of eggs in the experimental group were higher, but this excess was small.*

Keywords: ovarine quail, bird productivity indicators, nano-structured β -carotene, quail egg quality..

Authors:

Grigoryev D. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: grygriev.d@megamix.ru;

Novikova O. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: ksuvet@mail.ru;

Grigoryeva J. — junior researcher; e-mail: prakgan@yandex.ru;

Osipov A. — e-mail: abosipov@mail.ru;

Khomenko R. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: roman.khomenko@gmail.com;

Kuznetsova T. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: kuznett@yandex.ru

¹ GC Megamix; 191317, Russia, St. Petersburg, pl. Alexander Nevsky, of. 1108;

² Uzvip - a branch of the Federal Tax Service of the Netip; 198412, Russia, St. Petersburg, st. Chernikova, 48;

³ LLC Ecotech; 188508, Russia, Leningrad Region, YFPZ Gorelovo, ul. Zarechny, d. 2g.

⁴ "St. Petersburg State University of Veterinary Medicine"; 196084, Russia, st. Chernigovskaya, 5.

References

1. Afanasyev G. The meat qualities of broiler quails at different periods of cultivation / G. Afanasyev, L. Popov, N. Arrestov, A. Komarchev // Poultry farming. — 2013. — № 4. — P. 30–32
2. Golubov I. I. Develop domestic relief! / I. I. Golubov, G. V. Krasnoyarsstev // Poultry and poultry products. — 2012. — № 5. — P. 27–29.
3. Kharchuk Yu. Breeding and content of quails / Yu. Kharchuk. Rostov-on-Don: Publishing House "Phoenix", 2014. 96 p.
4. Feeding of agricultural bird / V.I. Fisnin, I. A. Egorov, T. M. Zhelelov, Sh. A. Imangulov. - Sergiev Posad: Netip, 2000. 375 p.
5. Novikova O. B. Microflora, secreted from quail and control of bacterial diseases in relief farms // Effective livestock. — 2020. — №9 (166). — P. 66–69.
6. Tatarenko Y. Aspects of veterinary and sanitary well-being in industrial relief / Ya. Tatarenko, N. Pimenov // Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. — 2017. — №3 (23). — P. 60–62.
7. Tatarenko Y. S. Identification of the bacterial carriage of the quail of the private sector in the Moscow, Tula and Ryazan regions / Y. S. Tatarenko, N. V. Pimenov, A. I. Laishevtsev // Veterinary medicine, Zootechnia and biotechnology. — 2016. — № 9. — P. 48–52.
8. Tatarenko Ya. S. Microbopodies in quails and the effectiveness of a complex drug of bacteriophages for the prevention of infections in surveying: dissertation ... candidate of veterinary sciences: 06.02.02 / Tatarenko Yana Stanislavovna; [Place of protection: Mosk. state. Acad. veterinarian. Medicine and biotechnology. K.I. Scriabin]. - Moscow, 2019. 161 p.
9. Kovalchuk S. N. Description of the products of slaughter of quails / S.N. Kovalchuk // Materials of the VI International Congress on Poultry Medical Academy. -Moscow, 2010.-S. 32-37.
10. The management of agricultural birds / I. A. Egorov, V. A. Manukyan, T. M. Zhelelov [et al.]. — Sergiev Posad: Netip, 2018. 225 p.
11. Grigoryeva Zh. A. Assessment of the influence of immobilization in the polymer matrix of probiotics and Xilanase on the effectiveness of bird feeding / J. A. Grigoriev, O. B. Novikova, A. B. Osipov, R. M. Khomenko // Poultry farming. — 2020. — № 12. — P. 21–25.