пивной дробины в комбикормах для цыплят-бройлеров / Н. А. Юрина, Н. Д. Лабутина, Б. В. Хорин [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2021. – Т. 10. – № 2. – С. 34–38.

5. Elbaz B. A. Feed withdrawal coupled with classical conditioning modifies the behavioral, physiological, and productive traits in Japanese quail (Coturnix coturnix japonica) / B. A. Elbaz, A. M. Ahmed, I. M. Fares [et al.] // Applied Animal Behaviour Science. – 2022. – Vol. 255. – P. 105728.

6. Kuzminova E. V. Current Approaches to Hormonal Therapy in Animals with Immuno-Mediated Arthritis / E. V. Kuzminova, M. P. Semenenko, V. A. Sobolev // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9. – No. 12. – P. 2346–2348.

7. Zhang W. Sustainable application of rice-waste for fuels and valuable chemicals – a mini review / W. Zhang, X. Xu, Y. Yuan [et al.] // Frontiers in Chemistry. – 2023. – Vol. 11. – P. 1–11.

DOI: 10.48612/sbornik-2026-1-91
УДК 636.5.034: 637.411

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯЙЦА КУР-НЕСУШЕК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ КОМПЛЕКСА ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН, ПРОБИОТИКОВ И НАНОЧАСТИЦ

**Яловенко Иван Дмитриевич**, аспирант
**Лебедев Святослав Валерьевич**, д-р биол. наук
*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, Российская Федерация.*

Была проведена оценка влияния комплексной кормовой добавки на качество яиц кур-несушек кросса Хайсекс Браун. Добавка включала пищевые волокна («Фитомуцил», «Арбоцел»), пробиотики (бифидо- и лактобактерии) и ультрадисперсные частицы меди в комплексе с хелатным кальцием. Исследования показали, что добавление этой смеси привело к существенному увеличению массы белка яиц во всех опытных группах (на 5,0–16,7 %), с максимальным эффектом при использовании лактобактерий. Особо отмечается, что применение «Арбоцела» в сочетании с комплексными пробиотиками повысило индекс белка (до 32,3 %), что свидетельствует о синергетическом эффекте клетчатки и полезной микрофлоры. Индекс формы яйца оставался в пределах физиологических норм, а бифидобактерии способствовали его улучшению. Полученные данные подтверждают целесообразность использования комбинации «Арбоцел» + бифидо- и лактобактерии с наночастицами меди для улучшения белковой составляющей и товарных характеристик яичной продукции.

**Ключевые слова:** птицеводство; кормление; клетчатка; пробиотики; наночастицы

## MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF LAYING HEN EGGS WHEN USING A COMPLEX OF NUTRIENTS, PROBIOTICS, AND NANOPARTICLES IN THE DIET

**Yalovenko Ivan Dmitrievich**, PhD student
**Lebedev Svyatoslav Valerievich**, Dr. Biol. Sci.
*Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation.*

The effect of a complex feed additive on the quality of eggs of laying hens of the Highsex Brown cross was evaluated. The additive included dietary fibers (Fitomucil, Arbocel), probiotics (bifidobacteria and lactobacteria) and ultra-dispersed copper particles in a complex with chelated calcium. The studies showed that the addition of this mixture led to a significant increase in the egg protein weight

in all experimental groups (by 5.0–16.7%), with the maximum effect when using lactobacteria. It is particularly noted that the use of Arbocel in combination with complex probiotics increased the protein index (up to 32.3%), which indicates a synergistic effect of fiber and beneficial microflora. The egg shape index remained within physiological limits, and bifidobacteria contributed to its improvement. These findings confirm the effectiveness of using a combination of Arbocel + bifidobacteria and lactobacteria with copper nanoparticles to enhance the protein content and quality of egg products.

**Keywords:** poultry farming; feeding; fiber; probiotics; nanoparticles

Морфологический состав яйца курицы-несушки, включающий соотношение массы скорлупы, белка и желтка, а также их физико-химические характеристики, является ключевым фактором, определяющим его пищевую ценность, товарные качества и технологические свойства [1]. В условиях современного промышленного птицеводства для оптимизации продуктивности и улучшения качества яиц широко применяются кормовые добавки. Среди них особое значение придается пищевым волокнам, пробиотикам и наночастицам [3, 5]. Пищевые волокна способствуют нормализации пассажа корма и кишечного микробиоценоза, что ведет к повышению эффективности нутриентного усвоения [5]. Пробиотические микроорганизмы оказывают ингибирующее действие на условно-патогенную флору и стимулируют иммунную реактивность [6]. Наночастицы микроэлементов (например, селена, цинка, меди) характеризуются высокой биодоступностью и выраженными антиоксидантными свойствами, что имеет существенное значение при интенсивном метаболизме несушек [2].

На сегодняшний день научная литература преимущественно освещает изолированное применение перечисленных компонентов. Комплексное их введение в рационы кур-несушек и сопутствующее влияние на морфологические параметры яйца изучены в недостаточной степени. В частности, не установлены возможные синергические эффекты пищевых волокон, пробиотиков и наночастиц, способные привести к улучшению массы яйца, толщины и прочности скорлупы, а также индексов белка и желтка. Исходя из этого, целью данного исследования стало изучение влияния комбинации пищевых волокон, пробиотиков и наночастиц в рационе кур-несушек на морфологические характеристики яйца. Результаты исследования позволят обосновать целесообразность применения данного комплекса для оптимизации качества яичной продукции.

**Методика исследований.** Объектом исследования выступали куры-несушки породы Хайсекс Браун в возрасте до 300 суток.

Комплексные исследования были проведены на базе отдела кормления сельскохозяйственных животных имени профессора С. Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

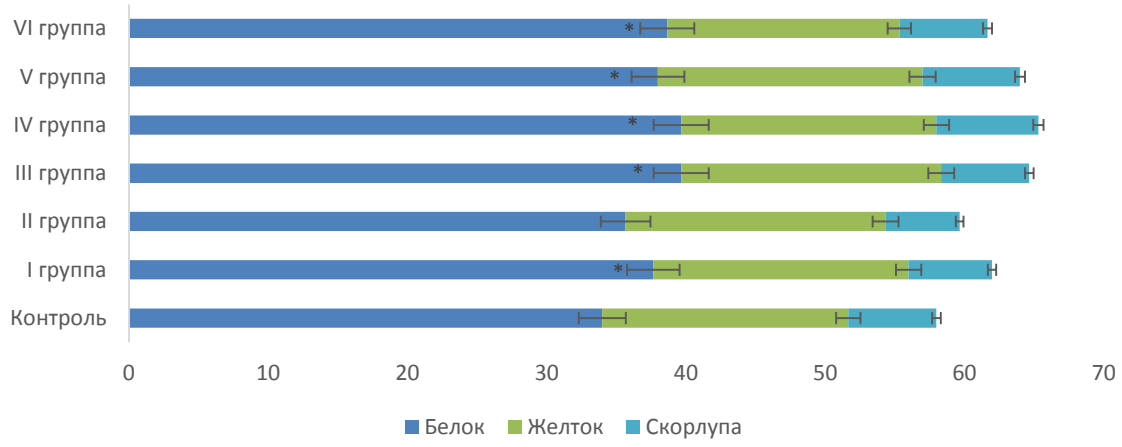
Для приготовления комбикорма использовался метод ступенчатого смешивания.

*Схема эксперимента.* Подготовительный период имел продолжительность в 30 дней, после чего птица была разделена методом групп-аналогов на 7 групп по 35 голов в каждой. Контрольная птица содержалась на основном рационе, в рацион I группы за счет зерновой части вводили препарат «Фитомуцил» в дозировке 2,5 г/кг и бифидобактерии в дозировке 0,1 мг/кг, во II группе использовался препарат «Арбоцел» в дозировке 5 г/кг и бифидобактерии в дозировке 0,1 мг/кг, в III опытной группе «Фитомуцил» – 2,5 г/кг и лактобактерии – 0,1 мг/кг, в четвертую группу «Арбоцел» – 5 г/кг и лактобактерии – 0,1 мг/кг, в пятую группу добавляли «Фитомуцил» – 2,5 г/кг, также бифидобактерии и лактобактерии по 0,1 мг/кг и в шестую опытную группу препарат «Арбоцел» в дозе 5 г/кг, бифидо- и лактобактерии по 0,1 мг/кг. В состав опытных рационов к тому же вводили ультрадисперсные частицы меди в дозировке 0,625 мг/кг и хелатную форму кальция – 15 г/кг корма.

Условия кормления и содержания соответствовало рекомендациям по работе с кроссом Хайсекс Браун [4].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Количественный анализ фракций яичной массы (рисунок) показал, что масса белка в опытных группах была выше контрольных значений, так в I опытной группе она превышала на 10,8 %, во II группе на 5 %, в III и IV группах на 16,7 %, в V и VI группах соответственно на 11,8 % и 13,8 %. Показатель массы желтка в контрольной группе уступал значениям всех опытных групп в

диапазоне от 4 до 7,5 %, за исключением шестой опытной группы, где показатель был выше на 5,5 %.




Примечание: *p≤ 0,05 при сравнении опытной группы с контрольной

Рисунок – Масса составных частей яиц кур-несушек, г

Результаты, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о существенном повышении содержания белка в яйцах всех опытных групп (на 5,0–16,7 % относительно контроля). Это подтверждает, что кормовые комплексы стимулируют белково-секреторную функцию яйцевода. Особо следует отметить группы III и IV, где зафиксирован максимальный прирост белка (+16,7 %). Это указывает на ключевую роль лактобактерий в оптимизации усвоения аминокислот и усилении синтеза яичного белка. Увеличение массы желтка было умеренным (4–7,5 %), поскольку его формирование в первую очередь определяется энергетической и липидной обеспеченностью рациона, а не исследуемыми добавками.

Наилучший баланс между ростом белка (+13,8 %) и желтка (+5,5 %) был достигнут в VI группе, что делает данный рацион наиболее перспективным для повышения товарных качеств яиц. Таким образом, комплексное применение волокон, пробиотиков и наночастиц эффективно способствует увеличению белковой составляющей яйца, не ухудшая при этом качество желтка.

Анализ морфологических показателей яиц, представленных в таблице, выявил заметные различия между контрольной и опытными группами по таким критериям, как индекс формы, индекс белка и индекс желтка.

Таблица – Морфологические показатели

| Группа | Показатели | | |
|---|---|---|---|
| | Индекс формы, % | Индекс белка, % | Индекс желтка, % |
| Контроль | 77,86±1,07 | 10,43±1,07 | 40,03±1,19 |
| I группа | 80,12±0,12 | 11,07±3,17 | 37,30±1,96 |
| II группа | 80,63±1,41 | 8,74±1,39 | 39,35±1,26 |
| III группа | 74,73±0,85 | 10,75±0,75 | 38,27±2,50 |
| IV группа | 79,32±2,49 | 13,59±1,59 | 36,29±1,40 |
| V группа | 78,40±1,18 | 10,83±0,81 | 38,73±1,67 |
| VI группа | 79,18±1,00 | 13,80±1,24 | 31,38±2,00* |

Примечание: *p≤ 0,05 при сравнении опытной группы с контрольной

Исследование показало, что индекс формы яиц, характеризующий их пропорции и косвенно влияющий на прочность скорлупы и товарный вид, в большинстве опытных групп находился в пределах физиологической нормы (74–80 %). Наиболее выраженное увеличение этого показателя наблюдалось в I и II группах. Примечательно, что в группе, полу-

чавшей «Фитомуцил + лактобактерии», индекс формы оказался заметно ниже контрольного. Это может свидетельствовать о специфической реакции несушек на комбинацию растворимой клетчатки с лактобактериями при отсутствии бифидофлоры. Наблюдаемое улучшение индекса формы в группах с бифидобактериями (I, II, IV, VI) позволяет предположить, что бифидобактерии в сочетании с пищевыми волокнами играют ключевую роль в оптимизации процесса формирования яиц, возможно, за счет улучшения минерального обмена и уменьшения воспалительных процессов в репродуктивных органах.

Индекс белка – важнейший показатель свежести и технологической ценности яйца – варьировал в широких пределах. Максимальные значения отмечены в VI и IV группах. Наблюдаемое достоверное повышение содержания белка в исследуемых группах свидетельствует о повышении плотности как наружного, так и внутреннего слоев белковой структуры. Этот эффект, по всей видимости, обусловлен комплексным, синергическим воздействием целлюлозного волокна, пробиотических культур и наночастиц меди.

Результаты исследования указывают на то, что комбинированное обогащение рациона кур-несушек пищевыми волокнами, пробиотическими культурами, а также наночастицами меди и хелатной формой кальция оказывает избирательное воздействие на морфологические свойства яиц. Наиболее положительные изменения в массе белка и его индексе были отмечены в группах, где «Арбоцел» применялся в сочетании с двумя типами пробиотиков (VI группа) или с лактобактериями (IV группа). Однако бифидобактерии в большей степени способствовали улучшению индекса формы яйца, что может иметь значение для снижения процента боя при транспортировке.

**Выводы.** Введение в рацион кур-несушек комплекса пищевых волокон («Фитомуцил», «Арбоцел»), пробиотических культур (бифидо- и лактобактерий) и ультрадисперсных частиц меди в хелатной форме с кальцием привело к достоверному увеличению содержания белка в яйцах опытных групп на 5,0–16,7 % по сравнению с контролем. Это свидетельствует о повышении пищевой ценности яичной продукции. Максимальное увеличение индекса белка (до 32,3 %) было зафиксировано в группах, получавших «Арбоцел» в сочетании с лактобактериями или их комбинацией с бифидобактериями, что подтверждает синергетический эффект целлюлозных волокон и пробиотической микрофлоры на белковый состав. Индекс формы яйца оставался в пределах физиологической нормы, с наилучшими показателями в вариантах с применением бифидобактерий, что положительно влияет на прочность скорлупы и сохранность яиц. Полученные результаты обосновывают целесообразность применения комбинации «Арбоцел» + бифидо- и лактобактериями на фоне добавок наночастиц меди и хелатного кальция для повышения товарных и технологических свойств яиц кур-несушек.

## Список литературы

1. Малахова Н. В. Влияние препарата ДЕФ на качество пищевого куриного яйца / Н. В. Малахова, М. Н. Аргунов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2019. – № 2. – С. 113–116.

2. Петруша Ю. К. Факторы и модуляторы иммунной системы птиц (обзор) / Ю. К. Петруша, Д. А. Силин, С. В. Лебедев // Животноводство и кормопроизводство. – 2025. – Т. 108. – № 1. – С. 33–49. – DOI: 10.33284/2658-3135-108-1-33.

3. Петруша Ю. К. Применение пробиотических препаратов в кормлении кур-несушек и цыплят-бройлеров (обзор) / Ю. К. Петруша, Д. А. Силин, С. В. Лебедев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 12. – С. 116–121. – DOI: 10.28983/asj.y2023i12pp116-121.

4. Руководство по работе с птицей кросса Хайсекс браун / Т.А. Хмельницкая, С.В. Саппинен, О.А. Трошкова [и др.]. – Кашино : ОАО ППЗ «Свердловский», 2007. – 78 с.

5. Яловенко И. Д. Формы клетчатки и их воздействие на организм кур-несушек / И. Д. Яловенко, С. В. Лебедев // Ветеринария и кормление. – 2026. – № 1. – С. 142–150. – DOI: 10.30917/A1814-9588-2026-1-32.

6. Agustono B. Influence of microbiota inoculum as a substitute for antibiotic growth promoter during the initial laying phase on productivity performance, egg quality, and the morphology of reproductive organs in laying hens / B. Agustono, S.H. Warsito, M.N. Yunita [et al.] // Veterinary World. – 2023. – Vol. 16. – No. 7. – P. 1461–1467. – DOI: 10.14202/vetworld.2023.1461-1467.