

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 294-305.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 3. P. 294-305.

Научная статья
УДК 636.5:637.459
doi: 10.33284/2658-3135-109-3-294

Сравнительный анализ влияния различных видов клетчатки на зоотехнические показатели и химико-морфологические свойства яиц кур-несушек

Иван Дмитриевич Яловенко¹, Святослав Валерьевич Лебедев²

^{1,2}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹yalovenko-02@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-8812-2257>

²lsv74@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9485-7010>

Аннотация. Цель исследований установить влияние четырех источников клетчатки: нерастворимые пищевые волокна (микrokристаллическая целлюлоза, Арбоцел) и растворимые пищевые волокна (Фибраксин, Фитомуцил) в составе рациона на химико-морфологические, качественные характеристики яиц и зоотехнические показатели кур-несушек кросса Хайсекс-Браун в период 300-390 суток. Птица контрольной группы получала стандартный рацион (ВНИТИП, 2015), а в опытные включали изучаемые добавки за счет замены 3 % пшеничных отрубей. Эффективность препаратов Фитомуцил и Арбоцел проявлялась в снижении затрат корма на 1 кг яйцемассы на 9,3 % и 8,8 % и увеличении общей массы яиц на 9,3 % и 8,5 % соответственно относительно контроля. Все испытанные добавки оказали положительное действие на содержание жирорастворимых витаминов, особенно витамина Е и каротиноидов. Наибольшим содержанием витамина А на 24 % и 17,3 % характеризовались МКЦ и Фибраксин, витамина Е с наибольшим содержанием каротиноидов на 60 % во II группе (Арбоцел). Таким образом, включение препаратов Арбоцел и Фитомуцил характеризовались высокой яйценоскостью и конверсией корма в продукцию, наряду с увеличением массы яиц, положительными единицами Хау и оптимальными индексами желтка и белка на фоне отсутствия негативных изменений в толщине скорлупы или избыточном накоплении жира в яйце. В свою очередь, группа, получавшая добавку с Фибраксином, отличилась высокими качественными характеристиками, на фоне снижения яйценоскости.

Ключевые слова: куры-несушки, кормление, клетчатка, кормовая добавка, яичная продуктивность, качество яиц, конверсия корма

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 25-16-00259.

Для цитирования: Яловенко И.Д., Лебедев С.В. Сравнительный анализ влияния различных видов клетчатки на зоотехнические показатели и химико-морфологические свойства яиц кур-несушек // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 294-305. [Yalovenko ID, Lebedev SV. Comparative analysis of the effect of different types of fiber on zootechnical indicators and chemical and morphological properties of laying hen eggs. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):294-305. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-294>

Original article

Comparative analysis of the effect of different types of fiber on zootechnical indicators and chemical and morphological properties of laying hen eggs

Ivan D Yalovenko¹, Svyatoslav V Lebedev²

^{1,2}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹yalovenko-02@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-8812-2257>

²lsv74@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9485-7010>

Abstract. The aim of the research is to establish the effect of four fiber sources – insoluble dietary fibers (microcrystalline cellulose, Arbocel) and soluble dietary fibres (Fibraxin, Fitomucil) – included in

the diet on the chemical-morphological and quality characteristics of eggs and the zootechnical performance of laying hens of the Highsex Brown cross during the period of 300-390 days. The birds in the control group received a standard diet (ARRTPI, 2015), while the experimental groups were fed diets supplemented with the studied additives, replacing 3% of wheat bran. The effectiveness of Fitomucil and Arbocel was demonstrated by a 9.3% and 8.8% reduction in feed costs per 1 kg of egg mass and an increase in total egg weight by 9.3% and 8.5%, respectively, relative to the control. All tested additives had a positive effect on the content of fat-soluble vitamins, particularly vitamin E and carotenoids. Microcrystalline cellulose (MCC) and Fibraxin showed the highest vitamin A content, with increases of 24% and 17.3%, respectively. The highest carotenoid content (60% increase) was observed in Group II (fed Arbocel), along with elevated vitamin E levels. Thus, the inclusion of Arbocel and Fitomucil resulted in high egg production and feed-to-product conversion, along with increased egg weight, positive Haugh Units, and optimal yolk and albumen indices, with no negative changes in shell thickness or excess fat accumulation. The group supplemented with Fibraxin, on the other hand, demonstrated high egg quality despite decreased egg production.

Keywords: laying hens, feeding, fiber, feed additive, egg production, egg quality, feed conversion

Acknowledgments: the work was supported by the Russian Science Foundation, Project No. 25-16-00259.

For citation: Yalovenko ID, Lebedev SV. Comparative analysis of the effect of different types of fiber on zootechnical indicators and chemical and morphological properties of laying hen eggs. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2026;109(3):294-305. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-294>

Введение.

В условиях современного птицеводства, где рентабельность напрямую зависит от эффективности кормления и продления периода яичной продуктивности, поиск инновационных решений становится приоритетом. Увеличение себестоимости продукции в яичном производстве и растущей конкуренции на рынке пищевого яйца, стимулирует проведение исследований, направленных на аттестацию и внедрению альтернативных кормовых добавок. Эти добавки призваны не только оптимизировать конверсию корма, но и повысить качественные характеристики конечной продукции (Angelim AM et al., 2023; Hassanpour H et al., 2025).

Ранее клетчатка рассматривалась как балластное вещество с антинутриентными свойствами. Это обусловлено неспособностью ферментных систем моногастричных животных к гидролизу структурных полисахаридов клеточных стенок растений (Яловенко И.Д. и Лебедев С.В., 2026). Установлена корреляция между высоким уровнем сырой клетчатки в рационе и снижением переваримости за счет утилизации основных питательных компонентов – протеинов, липидов и углеводов, что приводит к уменьшению энергетической ценности корма и снижению продуктивности птицы (Яловенко И.Д. и Лебедев С.В., 2026; Habibi MF et al., 2024; Холодилина Т.Н. и др., 2020). Однако современная наука о кормлении пересматривает эту парадигму.

Исследования последних десятилетий подтвердили: клетчатка – это не просто низкопитательный нутриент, а физиологически важный компонент, необходимый для нормальной работы ЖКТ (Morgan NK et al., 2022; Гречкина В.В. и др., 2021). Ключевое значение имеют физико-химические характеристики волокон, которые подразделяются на две основные фракции: растворимые (пектины, β-глюканы, некоторые гемицеллюлозы) и нерастворимые (целлюлоза, лигнин) (Jha R and Mishra P, 2021; Röhe I and Zentek J, 2021).

Неперевариваемые растительные компоненты, накапливаясь в мышечном отделе желудка, пролонгируют транзит пищевого кома, что в свою очередь активизирует обратную перистальтику, усиливает секрецию ферментов и способствует более эффективному гидролизу крахмалов и белков (Röhe I et al., 2020; Patt A et al., 2022). Кроме того, они играют важную роль в профилактике расклева и улучшении состояния подстилки (Patt A et al., 2022). В отличие от нерастворимых компонентов, растворимые фракции способны увеличивать плотность химуса, что в свою очередь при-

водит к замедлению продвижения пищевой массы по кишечнику и снижению скорости диффузии пищеварительных ферментов. Вследствие этого часто возникает необходимость в дополнительном применении ферментов, расщепляющих углеводы. Параллельно растворимые пищевые волокна выступают в роли питательной среды для микроорганизмов, обитающих в слепых отростках кишечника. Этот процесс ферментации стимулирует развитие полезной микрофлоры и приводит к образованию короткоцепочечных жирных кислот, которые, в свою очередь, обеспечивают энергией клетки эпителия кишечника (Yadav S and Jha R, 2019).

Действие клетчатки на организм птицы имеет сложную, двойственную природу. Окончательный результат определяется не только общим количеством, но и соотношением растворимых и нерастворимых компонентов, а также размером частиц (Ahmad AA et al., 2026). Данный аспект приобретает особую значимость применительно к репродуктивному периоду взрослых кур-несушек (возраст 300 суток и более). Этот период характеризуется завершением ростовых процессов и возрастными изменениями метаболизма, и поддержание высокой интенсивности яйцекладки требует адресного подхода к оптимизации функционирования пищеварительного тракта.

Хотя общие представления о значении клетчатки в рационе птиц существуют, сравнительная оценка эффективности различных источников клетчатки на финальных этапах яйцекладки требует дальнейших исследований. Особое внимание уделяется комплексному анализу воздействия этих добавок не только на показатели продуктивности, но и на химический состав и морфологические характеристики яиц.

Цель исследования.

Проведение сравнительного анализа влияния различных типов и источников клетчатки на химико-морфологические свойства яиц и зоотехнические показатели кур-несушек в период второй фазы яйцекладки.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Куры-несушки породы Хайсекс-Браун в возрасте от 300 до 390 суток.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009), Руководство по работе с лабораторными животными (http://fncbst.ru/?page_id=3553). При проведении исследований были приняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов. Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН (протокол № 4 от 30.09.2024 г.).

Схема эксперимента. Для проведения исследований на базе ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН методом групп-аналогов из 175 голов кур-несушек были сформированы 5 групп. Контрольная группа содержалась на основном рационе в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2015). В основной рацион I опытной группы за счет замены 3 % пшеничных отрубей вводили препарат Целлюлоза микрокристаллическая (МКЦ) в дозе 1 г/кг корма, во II опытную – препарат Арбоцел в дозе 5 г/кг, III опытную группу – препарат Фибраксин в дозе 1,5 г/кг, IV опытную группу – препарат Фито-муцил в дозе 2,5 г/кг.

Препарат МКЦ является источником нерастворимых пищевых волокон, основным действующим веществом считается целлюлоза, представляет собой белый сыпучий порошок без запаха и вкуса, средний размер частиц – 100 мкм (СТОИНГ, Россия).

Арбоцел – концентрат нерастворимых волокон, состоящий из целлюлозы и лигнина, представлен в виде гранул желтого цвета, средний размер частиц – 200-300 мкм (JRS Pharma, Германия).

Фибраксин является источником растворимых пищевых волокон, основным действующим веществом выступает арабиногалактан, представляет собой мелкодисперсный порошок светло-коричневого цвета (Pharmaceutical Works AMARA, Польша).

Фитомуцил состоит преимущественно из растворимой клетчатки, действующее вещество – псиллиум, представлен в виде мелкодисперсного порошка светло-коричневого цвета, средний размер частиц – около 300 мкм («Probiotics International Ltd», Великобритания).

Приготовление комбикорма проводилось с использованием метода ступенчатого смешивания. Условия кормления и содержания соответствовало рекомендациям по работе с кроссом Хайсекс Браун (Хмельницкая Т.А. и др., 2007). Поедаемость, расход корма и яичная продуктивность фиксировались ежедневно по методикам (Кавтарашвили А.Ш., 2014).

Для определения морфологических параметров яиц применялись стандартные методики (Фисинин В.И. и др., 2003; Мойсевич В.И. и др., 2023). Каждое яйцо было взвешено индивидуально с точностью до 0,01 грамма на лабораторных весах модели «Масса-К ВК-3000.1».

Определение плотности яиц основывалось на результатах двукратного взвешивания – в воздушной среде и в воде – с последующим расчетом по установленной формуле:

$$P = m/(m-m_1),$$

где P – плотность яйца;

m – масса яйца в воздухе;

m₁ – масса яйца в воде.

Для расчета соответствующих индексов формы по стандартным методикам (Фисинин В.И. и др., 2003) определялись малый и большой диаметры яйца, а также высота и диаметр белка и желтка.

Оборудование и технические средства. Комплексные исследования выполнены с использованием приборной базы ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>). Лабораторные весы «Масса-К ВК-3000.1» (АО «Масса-К», г. Санкт-Петербург, Россия), штангенциркуль «ШЦЦ-1-150 0,01» (Россия). Определение толщины скорлупы проводилось с применением точечного микрометра МКЦ-ТП-25, обладающего разрешающей способностью 0.001 мм. Химический состав яиц кур-несушек определялся по стандартизированным методикам ГОСТ 31469-2012 (Методы физико-химического анализа яиц): жир – на автоматическом экстракторе SER 148/6 (Velp, Италия), белка – с применением автоматической системы дистилляции UDK 139 (Velp, Италия). Витаминный состав куриных яиц определялся по методике измерений массовой доли витаминов А, D, Е М-04-88-2017 (Витамины и кормовые витаминные препараты), а также с использованием ГОСТ Р 54058-2010 (Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов), технологией высокоэффективной жидкостной хроматографии с фотометрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа "Люмахром" (ООО «Люмэкс», г. Санкт-Петербург, Россия).

Статистическая обработка. Обработку полученных данных проводили методами вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США). Статистическая обработка включала расчет среднего значения (M) и стандартные ошибки среднего ($\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

В ходе анализа зоотехнических показателей (табл. 1), было установлено что птица, получавшая добавку Фитомуцил (растворимая клетчатка) и препарат Арбоцел (нерастворимая клетчатка), продемонстрировала наибольшую эффективность конверсии корма в расчете на 10 яиц, разница составила 3,8 % и 3 %, а на 1 кг произведенной яйцемассы – на 9,3 % и 8,8 % соответственно при сравнении с контрольными значениями.

Таблица 1. Зоотехнические показатели кур-несушек
Table 1. Zootechnical indicators of laying hens

Показатели / <i>Indicators</i>	Группа / <i>Group</i>				
	контроль / <i>Control</i>	I группа / <i>I experi- mental</i>	II группа / <i>II experime- ntal</i>	III группа / <i>III experi- mental</i>	IV группа / <i>IV experi- mental</i>
Поедаемость, г/гол./сут / <i>Feed intake, g/head/day</i>	119,24±1,03	113,20±1,25*	110,92±1,05*	114,49±1,21	109,67±1,16*
Интенсивность яйце- носкости, % / <i>Intensity of egg production, %</i>	95,12±3,04	97,26±2,23	98,38±1,17	91,53±1,89	98,42±1,54
Конверсия, кг корма на 10 яиц / <i>Conversion, kg of feed per 10 eggs</i>	1,33	1,3	1,29	1,33	1,28
Конверсия, кг корма на 1 кг яйцемассы / <i>Conversion, kg of feed per 1 kg of egg mass</i>	2,26	2,21	2,06	2,11	2,05

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении опытной группы с контрольной

Note: * – $P \leq 0.05$ comparing the experimental groups with the control

При определении яйценоскости установлено снижение на 4,2 % в III группе (растворимая клетчатка) при сохранении превосходства по массе яиц и качеству скорлупы (табл. 2). Наиболее выраженное положительное влияние на массу яиц оказали препараты Фитомуцил (IV группа) и Фибраксин (III группа), их разница с контролем составила 9,3 % и 9 % ($P \leq 0,05$). Разница I и II групп по сравнению с контрольными значениями составила 8,2 % и 8,5 % соответственно. Показатели массы белка в I и IV экспериментальных группах превосходили значения контрольной группы на 10 %.

Таблица 2. Масса морфологических частей яиц кур-несушек, г
Table 2. Weight of morphological parts of laying hen eggs, g

Показатели / <i>Indicators</i>	Группа / <i>Group</i>				
	контроль / <i>Control</i>	I группа / <i>I experi- mental</i>	II группа / <i>II experi- mental</i>	III группа / <i>III experi- mental</i>	IV группа / <i>IV experi- mental</i>
Белок / <i>Protein</i> , г	33,60±0,81	35,40±1,17	36,00±1,73	36,40±1,81	36,20±1,20
Желток / <i>The yolk</i> , г	16,40±0,87	18,00±0,84	17,00±0,84	16,40±0,60	18,00±1,14
Скорлупа / <i>The shell</i> , г	8,20±0,58	9,60±0,60	10,20±0,66	10,60±0,24	9,40±0,24
Яйцо / <i>Egg</i> , г	58,20±1,28	63,00±1,33	63,20±2,99	63,40±1,44	63,60±1,29*

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении опытной группы с контрольной

Note: * – $P \leq 0.05$ comparing the experimental groups with the control

Плотность и свежесть белка, оцениваемые по единицам Хау, были выше в группе с Фибраксином на 15 % ($P \leq 0,05$). Во всех опытных группах наблюдалась тенденция к утолщению скорлупы с наибольшим показателем на 9,3 % в III группе (табл. 3).

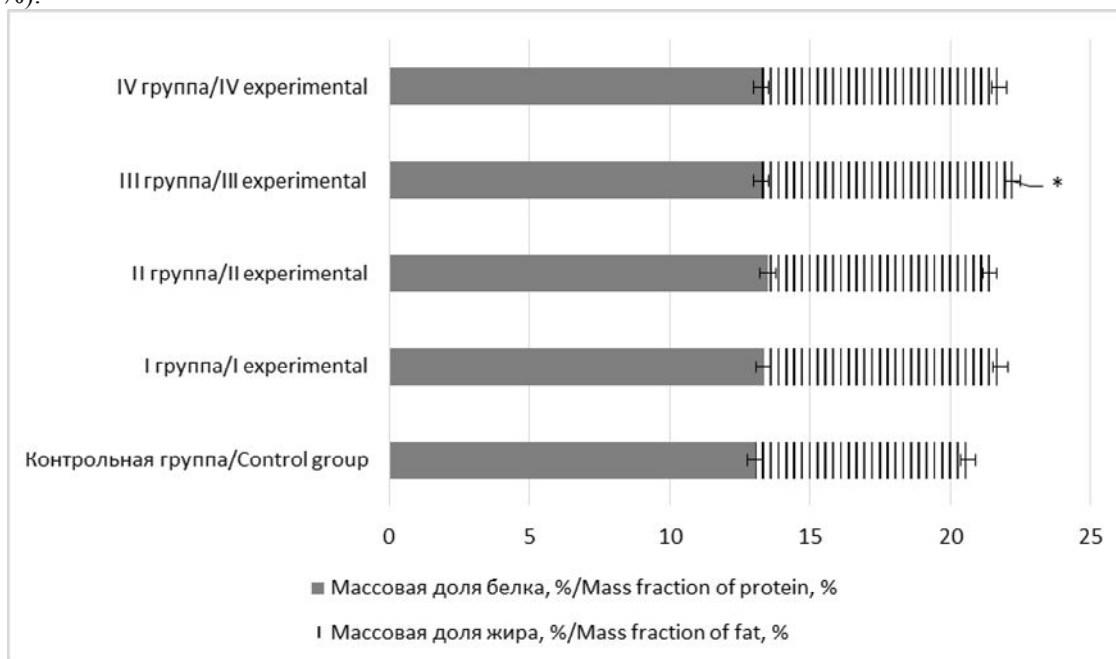
На фоне идентичности индексов, характеризующих форму яйца и белка в опытных группах, индекс желтка в II, III и IV группах превосходил контрольные значения от 16 до 21,5 %.

Таблица 3. Морфологические показатели яиц
 Table 3. Morphological characteristics of eggs

Показатели / Indicators	Группа / Group				
	контрольная / Control	I опытная / I experimental	II опытная / II experimental	III опытная / III experimental	IV опытная / IV experimental
Единицы Хау / Haugh Units	77,00±4,89	85,4±2,40	86,60±2,42	89,0±2,00*	84,0±3,62
Толщина скорлупы, мм / Shell thickness, mm	0,43±0,01	0,44±0,02	0,45±0,01	0,47±0,02	0,43±0,02
Индекс формы, % / Form index, %	74,8±3,16	77,7±0,84	75,8±0,87	77,1±0,51	77,9±0,69
Индекс белка, % / Protein index, %	0,08±0,01	0,08±0,01	0,10±0,01	0,09±0,01	0,08±0,01
Индекс желтка, % / Yolk index, %	0,37±0,03	0,38±0,05	0,43±0,02	0,43±0,02	0,45±0,01

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении опытной группы с контрольной
 Note: * – $P \leq 0,05$ comparing the experimental groups with the control

Согласно анализу химического состава яиц (рис. 1), применение Фибраксина в III опытной группе привело к достоверному увеличению массовой доли жира по сравнению с контрольной группой на 18 % ($P \leq 0,05$) с сохранением тенденции к накоплению жира и белка (разница от 1,7 до 3,5 %).



Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении опытной группы с контрольной
 Note: * – $P \leq 0,05$ comparing the experimental groups with the control

Рисунок 1. Содержание белка и жира в яйцах, %
 Figure 1. The protein and fat content in eggs, %

Результаты исследования выявили положительную динамику в накоплении биологически активных веществ (табл. 4).

Таблица 4. Витаминный состав яиц кур-несушек

Table 4. Vitamin content of laying hen eggs

Показатели / <i>Indicators</i>	Группа / <i>Group</i>				
	контрольная / <i>Control</i>	I опытная / <i>I experimental</i>	II опытная / <i>II experi- mental</i>	III опытная / <i>III experi- mental</i>	IV опытная / <i>IV experi- mental</i>
Витамин А, мг/кг / <i>Vitamin A, mg/kg</i>	1,73±0,16	2,15±0,14	1,79±0,08	2,03±0,21	1,90±0,05
Витамин Е, мг/кг / <i>Vitamin E, mg/kg</i>	74,5±4,66	77,7±6,61	80,6±6,52	82,4±14,12	85,6±11,49
Каротиноиды, мг/кг / <i>Carotenoids, mg/kg</i>	2,57±0,72	3,05±0,39	4,12±0,57	2,72±0,15	2,84±0,67

Наибольшим содержанием витамина А отличились I и III группы на 24 % и 17,3 %. Также разница была по витамину Е на 4,3, 8,1, 10,5 и 14,8 % во всех опытных группах соответственно, наибольшим содержанием каротиноидов на 60 % проявила себя II группа.

Таким образом, комплексное исследование позволяет сделать вывод, что группы, получавшие препараты Арбоцел и Фитомуцил, продемонстрировали наилучшие зоотехнические, морфологические и биохимические результаты по сравнению с контрольной группой. Их преимущество заключается в сочетании высокой яйценоскости и эффективной конверсии корма, наряду с увеличенной массой яиц, лучшими единицами Хау и оптимальными индексами желтка и белка. При этом не выявлено негативных изменений в толщине скорлупы или избыточном накоплении жира. В свою очередь, включение Фибраксина характеризовалось высокими качественными показателями, но также замечено снижение яйценоскости по сравнению с контролем. Во всех опытных группах отмечалось положительное влияние на накопление жирорастворимых витаминов, это свидетельствует о улучшении липидного метаболизма и повышении питательной ценности куриных яиц.

Обсуждение полученных результатов.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют в пользу современной концепции о физиологической значимости клетчатки как функционального компонента рациона кур-несушек, а не как балластного вещества. Наблюдаемое во всех опытных группах увеличение общей массы яиц и содержания белка согласуется с имеющимися научными данными о стимулирующем действии нерастворимых пищевых волокон на секреторную функцию желудочно-кишечного тракта (Celi P et al., 2017; Röhe I et al., 2019). Введение в рацион микрокристаллической целлюлозы (группа I), а также препаратов Арбоцел (группа II) и Фибраксин (группа III) замедляет скорость продвижения химуса и активизирует обратные сокращения мышечного желудка (Лебедев С.В. и др., 2026). Данный механизм обеспечивает более эффективную экстракцию аминокислот из кормового субстрата (Farran MT et al., 2017), что оказывает прямое влияние на синтез белковой фракции яйца (Nguyen XH et al., 2021), обуславливая прирост массы белка на 5-8 % относительно контрольной группы.

Аналогичные исследования других ученых подтверждают, положительное влияние растворимых и нерастворимых пищевых волокон на продуктивность птицы. В частности, отмечалось снижение потребления корма и улучшение его усвояемости, что сопровождалось ростом массы и числа снесенных яиц (Kiarie EG et al., 2021).

Наблюдаемое увеличение толщины скорлупы и повышение единиц Хау в группе, получавшей препарат Фибраксин, может быть объяснено улучшением морфофункционального состояния эпителия кишечника, опосредованное короткоцепочечными жирными кислотами (Li C et al., 2022). Вторым значимым фактором является стабилизация pH в кишечнике за счет буферных свойств волокон, которые создают благоприятные условия для усвоения макроэлементов, критически важных для формирования скорлупы у несушек на пике и спаде яйцекладки.

Исследование химического состава показало любопытную тенденцию: несмотря на стабильность содержания белка в яйце, в опытных группах было зафиксировано существенное повышение доли жира и жирорастворимых витаминов (таких как А, Е и каротиноиды). Предполагается, что данное явление обусловлено улучшением липидного метаболизма в печени птиц. Существующие данные свидетельствуют о том, что добавление определенных видов клетчатки может снижать вероятность развития жировой дистрофии печени у несушек и оптимизировать процесс переноса липидов в желток (Desbruslais A et al., 2021; Mugeniwayesu C et al., 2026).

Заключение.

Для достижения наилучших результатов в кормлении кур-несушек во второй фазе продуктивности рекомендуется следующее: препарат Фибраксин следует использовать для улучшения товарных качеств и прочности скорлупы яиц. В то же время для увеличения выхода яичной массы и оптимизации расходов корма более предпочтительным является применение Фитомуцила или нерастворимых волокон Арбоцел. Введение этих кормовых добавок в рацион кур является экономически выгодным и биологически целесообразным решением, способствующим повышению эффективности производства и улучшению питательной ценности яиц.

Список источников

1. Влияние пищевых волокон различной природы на рост, переваримость и обмен химических элементов в организме цыплят-бройлеров / В.В. Гречкина, С.В. Лебедев, А.С. Ушаков, Ю.К. Петруша // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 136-147. [Grechkina VV, Lebedev SV, Ushakov AS, Petrusha YuK. The effect of various fiber types on the growth, digestibility and chemical elements exchange in broiler body. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):136-147. (*In Russ.*)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-136>
2. ГОСТ 31469-2012. Пищевые продукты переработки яиц сельскохозяйственной птицы. Методы физико-химического анализа. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартиформ, 2014. 39 с. [GOST 31469-2012. Foodstuffs of processed domestic poultry eggs. Methods of physicochemical analysis. Implementation date 01.07.2013. Moscow: Standartinform, 2014:39 p. (*In Russ.*)].
3. ГОСТ Р 54058-2010. Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов. Введ. 01.01.2012. М.: Стандартиформ, 2011. 7 с. [GOST R 54058-2010. Functional food stuffs. Method for determination of carotenoids. Implementation date 01.01.2012. Moscow: Standartinform, 2011:7 p. (*In Russ.*)].
4. Кавтарашвили А.Ш. Усовершенствованные методики ускоренного определения эффективности производства птицеводческой продукции // Вестник ОрёлГАУ. 2014. № 5(50). С. 182-186. [Kavtarashvily ASH. Improved methods of accelerated efficiency determination of poultry product manufacturing. *Vestnik OrelGAU*. 2014;5(50):182-186. (*In Russ.*)].
5. Критерии оценки качества яиц / В.И. Мойсевич, В.В. Матюхина, Е.С. Васильева, Т.П. Гущина, В.А. Семейкина, А.А. Каминская // Молодые ученые - науке и практике АПК: материалы науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых (г. Витебск, 27-28 апр. 2023 г.). Витебск: Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины", 2023. С. 304-307. [Moisevich VI, Matyukhina VV, Vasilyeva ES, Gushchina TP, Semeykina VA, Kaminskaya AA. Egg quality criteria. (Conference proceedings) *Molodye uchenye - nauke i praktike APK: materialy nauch.-prakt. konf. aspirantov i molodyh uchenykh* (g. Vitebsk, 27-28 apr.

2023 г.). Vitebsk: Uchrezhdenie obrazovaniya "Vitebskaja ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaja akademiya veterinarnoj mediciny"; 2023:304-307. (*In Russ.*).

6. Лебедев С.В., Вершинина И.А., Силин Д.А. Влияние различных источников клетчатки на продуктивность кур-несушек // Птицеводство. 2026. № 2. С. 17-21. [Lebedev SV, Vershinina IA, Silin DA. Effects of different dietary fiber sources on the productivity in laying hens. Pticevodstvo. 2026;2:17-21. (*In Russ.*)]. doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-2-17-21

7. ОСТ 10 321-2003. Яйца куриные инкубационные. Технические условия: стандарт отрасли; разработан Всероссийским научно-исследовательским и технологическим институтом птицеводства (ВНИТИП); утв. Первым Заместителем Министра сел. хоз-ва РФ С.А. Данквертом 18.03.2003 и введ. в действие 01.04.2003 / В.И. Фисинин, Л.Ф. Дядичкина, Р.В. Данилов, Н.С. Позднякова. М.: Минсельхоз России, 2003. 15 с. [Fisinin VI, Dyadichkina LF, Danilov RV et al. OST 10 321-2003. Yajcza kurinye inkubacionnye. Texnicheskie usloviya: standart otrasli; razrabotan Vserossijskim nauchno-issledovatel'skim i texnologicheskim institutom pticevodstva (VNITIP); utverzhden Pervym Zamestitелем Ministra sel. xoz-va RF Dankvertom SA 18.03.2003 i vveden v dejstvie 01.04.2003. Moscow: Minsel'hoz Rossii; 2003:15 p. (*In Russ.*)].

8. Ответ кишечной микрофлоры цыплят-бройлеров на введение пищевых волокон в рационы с разным уровнем кальция / Т.Н. Холодилина, Т.А. Климова, К.С. Кондрашова, В.В. Ваншин, В.Л. Королёв // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 2. С. 133-146. [Kholodilina TN, Klimova TA, Kondrashova KS, Vanshin VV, Korolyov VL. The response of the intestinal microflora of broiler chickens to the introduction of dietary fiber in diets with different levels of calcium. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(2):133-146. (*In Russ.*)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-2-133>

9. 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. [Xmelniczkaya TA, Sappinen SV, Troshkova OA, et al. Rukovodstvo po rabote s pticej krossa Hajseks braun. Kashino: ОАО PPZ Sverdlovskij; 2007:78 p. (*In Russ.*)].

10. Яловенко И.Д., Лебедев С.В. Формы клетчатки и их воздействие на организм кур-несушек // Ветеринария и кормление. 2026. № 1. С. 142-150. [Yalovenko ID, Lebedev SV. Forms of fiber and their effects on the body of laying hens. Veterinariya i kormlenie. 2026;1:142-150. (*In Russ.*)]. doi: 10.30917/A1814-9588-2026-1-32

11. Ahmad AA, Watson K, Khattak F, Kurian D, Kline R, Guizard S, Glendinning L. Integrative multi-omics analysis of dietary fibre-induced modulations in the composition and function of chicken caecal microbiota. NPJ Biofilms Microbiomes. 2026;12(1):73. doi: 10.1038/s41522-026-00943-7

12. Angelim AM, Leite SCB, de Farias MRS, Lourenço CLCM, Evangelista AB, Cordeiro CN, de Abreu CG, Freitas ER, Silveira RMF. Alternative additives associated in the feeding of laying hens: performance, biometrics, bone traits, and economic evaluation-an unsupervised machine learning approach. Trop Anim Health Prod. 2023;55(2):74. doi: 10.1007/s11250-023-03495-6

13. Celi P, Cowieson AJ, Fru-Nji F, Steinert RE, Kluenter AM, Verlhac V. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. Anim Feed Sci Technol. 2017; 234:88-100. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012

14. Desbruslais A, Wealleans A, Gonzalez-Sanchez D, Di Benedetto M. Dietary fibre in laying hens: a review of effects on performance, gut health and feather pecking. Worlds Poult Sci J. 2021;77(4):797-823. doi: 10.1080/00439339.2021.1960236

15. Farran MT, Akilian HA, Hamoud AM, Barbour GW, Saoud IP. Lignocellulose improves protein and amino acid digestibility in roosters and egg hatchability in broiler breeders. J Poult Sci. 2017;54(3):197-204. doi: 10.2141/jpsa.0160095

16. Habibi MF, Kwakkel RP, de Vries S. Gastrointestinal tract morphology, nutrient digestibility, and digesta mean retention time in laying hens of two different breeds fed with fine or coarse oat hulls. Poult Sci. 2024;103(12):104333. doi: 10.1016/j.psj.2024.104333

17. Hassanpour H, Nasiri L, Fallah AA, Karimi-Shayan T. Effects of dietary *Thymus vulgaris* on laying hens: a systematic review and meta-analysis of productive performance and egg quality. *Vet Med Sci.* 2025;11(5):e70614. doi: 10.1002/vms3.70614
18. Jha R, Mishra P. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. *J Anim Sci Biotechnol.* 2021;12(1):51. doi: 10.1186/s40104-021-00576-0
19. Kiarie EG, Steelman S, Martinez M, Livingston K. Significance of single β -mannanase supplementation on performance and energy utilization in broiler chickens, laying hens, turkeys, sows, and nursery-finish pigs: a meta-analysis and systematic review. *Transl Anim Sci.* 2021;5(4):txab160. doi: 10.1093/tas/txab160
20. Li C, Li X, Li P, Wei B, Zhang C, Zhu X, Zhang J. Sodium humate alters the intestinal microbiome, short-chain fatty acids, eggshell ultrastructure, and egg performance of old laying hens. *Front Vet Sci.* 2022;9: 986562. doi: 10.3389/fvets.2022.986562
21. Morgan NK, Wallace A, Bedford MR, González-Ortiz G. Impact of fermentable fiber, xylo-oligosaccharides and xylanase on laying hen productive performance and nutrient utilization. *Poult Sci.* 2022;101(12):102210. doi: 10.1016/j.psj.2022.102210
22. Mugeniwayesu C, Kim JH, Kim KH, Lee EC, Kil DY. Effect of β -mannanase supplementation in low-energy diets containing palm kernel meal on productive performance, egg quality, intestinal morphology, and liver characteristics in laying hens raised under heat stress conditions. *Anim Biosci.* 2026;39(3):250561. doi: 10.5713/ab.25.0561
23. Nguyen XH, Nguyen HT, Morgan NK. Dietary soluble non-starch polysaccharide level and xylanase supplementation influence performance, egg quality and nutrient utilization in laying hens fed wheat-based diets. *Anim Nutr.* 2021;7(2):512-520. doi: 10.1016/j.aninu.2020.05.012
24. Patt A et al. Influence of different dietary fibre contents in the diet on feather pecking, locomotor activity and performance of laying hens. *Br Poult Sci.* 2022;63(5):571-580. doi: 10.1080/00071668.2022.2076212
25. Röhe I, Urban J, Dijkslag A, te Paske J, Zentek J. Impact of an energy-and nutrient-reduced diet containing 10% lignocellulose on animal performance, body composition and egg quality of dual purpose laying hens. *Arch. Anim. Nutr.* 2019;73(1):1-17. doi: 10.1080/1745039X.2018.1551950
26. Röhe I, Vahjen W, Metzger F, Zentek J. Effect of a "diluted" diet containing 10% lignocellulose on the gastrointestinal tract, intestinal microbiota, and excreta characteristics of dual purpose laying hens. *Poult Sci.* 2020;99(1):310-319. doi: 10.3382/ps/pez492
27. Röhe I, Zentek J. Lignocellulose as an insoluble fiber source in poultry nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol.* 2021;12(1):82. doi: 10.1186/s40104-021-00594-y. Erratum in: *J Anim Sci Biotechnol.* 2021;12(1):99. doi: 10.1186/s40104-021-00623-w
28. Yadav S, Jha R. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *J Anim Sci Biotechnol.* 2019;10:2. doi: 10.1186/s40104-018-0310-9

References

1. Grechkina VV, Lebedev SV, Ushakov AS, Petrusha YuK. The effect of various fiber types on the growth, digestibility and chemical elements exchange in broiler body. *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2021;104(4):136-147. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-136>
2. State Standart 31469-2012. Foodstuffs of processed domestic poultry eggs. Methods of physicochemical analysis. Implementation date 01.07.2013. Moscow: Standartinform, 2014:39 p.
3. State Standart R 54058-2010. Functional food stuffs. Method for determination of carotenoids. Implementation date 01.01.2012. Moscow: Standartinform, 2011:7 p.
4. Kavtarashvily ASH. Improved methods for accelerated determination of the efficiency of poultry production. *Bulletin of OrelSAU.* 2014;5(50):182-186.

5. Moisevich VI, Matyukhina VV, Vasilyeva ES, Gushchina TP, Semeykina VA, Kamin-skaya AA. Egg quality criteria. (Conference proceedings) Young scientists - for science and practice of the agro-industrial complex: materials of the scientific and practical. conf. of postgraduate students and young scientists (Vitebsk, April 27-28, 2023 g.). Vitebsk: Educational Institution "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine"; 2023:304-307.
6. Lebedev SV, Vershinina IA, Silin DA. Effects of different dietary fiber sources on the productivity in laying hens. *Poultry Farming*. 2026;2:17-21. doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-2-17-21
7. Fisinin VI, Dyadichkina LF, Danilov RV et al. OST 10 321-2003. Chicken eggs for hatch-ing. Specifications: industry standard; developed by the All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming (VNITIP); approved First Deputy Minister of the village. Households of the Russian Federation S.A. Dankvert 03/18/2003 and introduced. Effective 04/01/2003. Moscow: Ministry of Agri-culture of Russia; 2003:15 p.
8. Kholodilina TN, Klimova TA, Kondrashova KS, Vanshin VV, Korolyov VL. The re-sponse of the intestinal microflora of broiler chickens to the introduction of dietary fiber in diets with different levels of calcium. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(2):133-146. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-2-133>
9. T.A. Khmel'nitskaya, S.V. Sappinen, O.A. Troshkova, et al. Guide to working with Hisex Brown poultry. Kashino: Sverdlovsky Poultry Plant; 2007:78.
10. Yalovenko ID, Lebedev SV. Forms of fiber and their effects on the body of laying hens. *Veterinary science and feeding*. 2026;1:142-150. doi: 10.30917/A1814-9588-2026-1-32
11. Ahmad AA, Watson K, Khattak F, Kurian D, Kline R, Guizard S, Glendinning L. Integra-tive multi-omics analysis of dietary fibre-induced modulations in the composition and function of chicken caecal microbiota. *NPJ Biofilms Microbiomes*. 2026;12(1):73. doi: 10.1038/s41522-026-00943-7
12. Angelim AM, Leite SCB, de Farias MRS, Lourenço CLCM, Evangelista AB, Cordeiro CN, de Abreu CG, Freitas ER, Silveira RMF. Alternative additives associated in the feeding of laying hens: performance, biometrics, bone traits, and economic evaluation-an unsupervised machine learning approach. *Trop Anim Health Prod*. 2023;55(2):74. doi: 10.1007/s11250-023-03495-6
13. Celi P, Cowieson AJ, Fru-Nji F, Steinert RE, Kluenter AM, Verlhac V. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. *Anim Feed Sci Technol*. 2017; 234:88-100. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012
14. Desbruslais A, Wealleans A, Gonzalez-Sanchez D, Di Benedetto M. Dietary fibre in lay-ing hens: a review of effects on performance, gut health and feather pecking. *Worlds Poult Sci J*. 2021;77(4):797-823. doi: 10.1080/00439339.2021.1960236
15. Farran MT, Akilian HA, Hamoud AM, Barbour GW, Saoud IP. Lignocellulose improves protein and amino acid digestibility in roosters and egg hatchability in broiler breeders. *J Poult Sci*. 2017;54(3):197-204. doi: 10.2141/jpsa.0160095
16. Habibi MF, Kwakkel RP, de Vries S. Gastrointestinal tract morphology, nutrient digesti-bility, and digesta mean retention time in laying hens of two different breeds fed with fine or coarse oat hulls. *Poult Sci*. 2024;103(12):104333. doi: 10.1016/j.psj.2024.104333
17. Hassanpour H, Nasiri L, Fallah AA, Karimi-Shayan T. Effects of dietary *Thymus vulgaris* on laying hens: a systematic review and meta-analysis of productive performance and egg quality. *Vet Med Sci*. 2025;11(5):e70614. doi: 10.1002/vms3.70614
18. Jha R, Mishra P. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utiliza-tion, performance, gut health, and on the environment: a review. *J Anim Sci Biotechnol*. 2021;12(1):51. doi: 10.1186/s40104-021-00576-0
19. Kiarie EG, Steelman S, Martinez M, Livingston K. Significance of single β -mannanase supplementation on performance and energy utilization in broiler chickens, laying hens, turkeys, sows, and nursery-finish pigs: a meta-analysis and systematic review. *Transl Anim Sci*. 2021;5(4):txab160. doi: 10.1093/tas/txab160

20. Li C, Li X, Li P, Wei B, Zhang C, Zhu X, Zhang J. Sodium humate alters the intestinal microbiome, short-chain fatty acids, eggshell ultrastructure, and egg performance of old laying hens. *Front Vet Sci.* 2022;9: 986562. doi: 10.3389/fvets.2022.986562
21. Morgan NK, Wallace A, Bedford MR, González-Ortiz G. Impact of fermentable fiber, xyloligosaccharides and xylanase on laying hen productive performance and nutrient utilization. *Poult Sci.* 2022;101(12):102210. doi: 10.1016/j.psj.2022.102210
22. Mugeniwayesu C, Kim JH, Kim KH, Lee EC, Kil DY. Effect of β -mannanase supplementation in low-energy diets containing palm kernel meal on productive performance, egg quality, intestinal morphology, and liver characteristics in laying hens raised under heat stress conditions. *Anim Biosci.* 2026;39(3):250561. doi: 10.5713/ab.25.0561
23. Nguyen XH, Nguyen HT, Morgan NK. Dietary soluble non-starch polysaccharide level and xylanase supplementation influence performance, egg quality and nutrient utilization in laying hens fed wheat-based diets. *Anim Nutr.* 2021;7(2):512-520. doi: 10.1016/j.aninu.2020.05.012
24. Patt A et al. Influence of different dietary fibre contents in the diet on feather pecking, locomotor activity and performance of laying hens. *Br Poult Sci.* 2022;63(5):571-580. doi: 10.1080/00071668.2022.2076212
25. Röhe I, Urban J, Dijkslag A, te Paske J, Zentek J. Impact of an energy-and nutrient-reduced diet containing 10% lignocellulose on animal performance, body composition and egg quality of dual purpose laying hens. *Arch. Anim. Nutr.* 2019;73(1):1-17. doi: 10.1080/1745039X.2018.1551950
26. Röhe I, Vahjen W, Metzger F, Zentek J. Effect of a "diluted" diet containing 10% lignocellulose on the gastrointestinal tract, intestinal microbiota, and excreta characteristics of dual purpose laying hens. *Poult Sci.* 2020;99(1):310-319. doi: 10.3382/ps/pez492
27. Röhe I, Zentek J. Lignocellulose as an insoluble fiber source in poultry nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol.* 2021;12(1):82. doi: 10.1186/s40104-021-00594-y. Erratum in: *J Anim Sci Biotechnol.* 2021;12(1):99. doi: 10.1186/s40104-021-00623-w
28. Yadav S, Jha R. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *J Anim Sci Biotechnol.* 2019;10:2. doi: 10.1186/s40104-018-0310-9

Информация об авторах:

Иван Дмитриевич Яловенко, младший научный сотрудник лаборатории прецизионных технологий в сельском хозяйстве, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, Россия, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 89033992127.

Святослав Валерьевич Лебедев, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, Россия, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 89123458738.

Information about the authors:

Ivan D Yalovenko, Junior Researcher of the Laboratory of Precision Technologies in Agriculture, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, Orenburg region, Russia, 460000, tel.: 89033992127.

Svyatoslav V Lebedev, Dr Sci. (Biology), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Biological Tests and Examinations, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, Orenburg region, Russia, 460000, tel.: 89123458738.

Статья поступила в редакцию 10.06.2026; одобрена после рецензирования 28.07.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 10.06.2026; approved after reviewing 28.07.2026; accepted for publication 14.09.2026.