

**КОРМА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ /
FODDERS, FODDER PRODUCTION, FODDER ADDITIVES**

Научная статья / *Original article*

УДК 636.92

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-31-41

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КРОЛИКОВ НА ОТКОРМЕ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS
OF PROBIOTIC SUPPLEMENTS IN THE DIETS OF FATTENING RABBITS**

Анастасия Г. Золотарева, соискатель

Иван Ф. Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

Александр А. Мосолов, доктор биологических наук

Ольга А. Княжеченко, младший научный сотрудник

Anastasia G. Zolotareva, Applicant

Ivan F. Gorlov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of RAS

Alexander A. Mosolov, Dr. Sci. (Biology)

Olga A. Knyazhechenko, PhD (Biology)

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

*Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

Контактное лицо: Золотарева Анастасия Геннадьевна, соискатель, отдел по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: genzol5@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3503-0811>.

Для цитирования: Золотарева А.Г., Горлов И.Ф., Мосолов А.А., Княжеченко О.А. Сравнительный анализ эффективности пребиотических добавок в рационах кроликов на откорме // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 31-41. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-31-41>.

Principal Contact: Anastasia G. Zolotareva, Applicant, Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: genzol5@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3503-0811>.

For citation: Zolotareva A.G., Gorlov I.F., Mosolov A.A., Knyazhechenko O.A. Comparative analysis of the effectiveness of probiotic supplements in the diets of fattening rabbits. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):31-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-31-41>.

Резюме.

Цель. Сравнительное изучение влияния пребиотических кормовых добавок «Хлорелакт» и «Лактувет-1» на показатели естественной резистентности и микрофлору кишечника кроликов.

Материалы и методы. Научно-практический опыт был проведен на крольчатах-самцах гибридной породы с использованием в рационе новых лактулозодержащих кормовых добавок. Исследования выполнены стандартизованными методами в аккредитованных лабораториях. Достоверность результатов подтверждается их обработкой статистическими методами.

Результаты. Рационы, дополненные различными уровнями кормовых добавок, оказали значительное влияние на некоторые изученные признаки, особенно иммунные реакции, а также антиоксидантные и гематобioхимические показатели. Так, при сравнении уровня бактерицидной активности сыворотки крови (БАС) выявлено превосходство животных опытных групп: I – на 3,0% ($P \leq 0,001$), II – на 2,07% ($P \leq 0,01$), над кроликами контрольной. Результаты определения количества микроорганизмов в слепых отростках кишечника животных показали, что количество микроорганизмов является наибольшим у II опытной группы, потреблявшей добавку «Хлорелакт», и преобладает над их содержанием в слепых отростках организма сверстников. При этом у кроликов, потреблявших изучаемые добавки, отмечено превосходство содержания нормальной микрофлоры над патогенной относительно контроля.

Заключение. По результатам проведенных исследований экспериментально подтверждена гипотеза о том, что использование хлореллы в качестве натуральной кормовой добавки в рационах кроликов может улучшить их здоровье и, как следствие, позволит в дальнейшем отказаться от использования антибиотиков или лекарств, стимулирующих рост, в период откорма.

Ключевые слова: кролиководство, кормовые добавки, хлорелла, антиоксидантный статус, абсолютный прирост

Abstract

Purpose. Comparative study of the effect of prebiotic feed additives "Chlorelact" and "Lactuvet-1" on indicators of natural resistance and microflora of rabbit intestines.

Materials and Methods. Scientific and practical experience was conducted on male rabbits of a hybrid breed using new lactulose-containing feed additives in the diet. The research was carried out using standardized methods in accredited laboratories. The reliability of the results is confirmed by their processing by statistical methods.

Results. Diets supplemented with various levels of feed additives had a significant impact on some of the studied signs, especially immune responses, as well as antioxidant and hematobiochemical parameters. Thus, when comparing the level of bactericidal activity of blood serum (ALS) the superiority of animals of the experimental groups was revealed: I – by 3.0% ($P \leq 0.001$), II – by 2.07% ($P \leq 0.01$), over control rabbits. The results of determining the number of microorganisms in the blind processes of the intestines of animals showed that the number of microorganisms is the largest in the II experimental group that consumed the Chlorelact supplement, and prevails over their content in the blind processes of their peers. At the same time, in rabbits that consumed the studied additives, the superiority of the content of normal microflora over pathogenic relative to control was noted.

Conclusion. According to the results of the conducted studies, the hypothesis has been experimentally confirmed that the use of chlorella as a natural feed additive in the diets of rabbits can improve their health, and, as a result, will allow in the future to abandon the use of antibiotics or growth-stimulating drugs during the fattening period.

Keywords: rabbit breeding, feed additives, chlorella, antioxidant status, absolute gain

Введение. В современном научном сообществе в последнее время активизированы поиск и разработка биологически активных соединений и кормовых добавок из натурального сырья как средств усиления устойчивости организма животного и источника повышения его продуктивности, которые обладают стимулирующими и антибактериальными свойствами (Волшенкова Е.С. и Фролов Д.И., 2018; Аyyat MS et al., 2018; Велькина Л.В., 2019).

Как отмечают российские и зарубежные исследователи, микроводоросли содержат в своем составе модифицированные метаболиты с функциональными преимуществами, препятствующие окислительным процессам и оптимизации обмена в клетках организма людей и животных. В связи с этим микроводоросли являются яркими представителями природных источников антиоксидантов (Abdelnour SA et al., 2019; Roques S et al., 2022). Механизмы действия вторичных метаболитов основаны на способности ингибирования каскадов биохимических процессов или же прямого удаления свободных радикалов или прооксидантов, приводящих к образованию прооксидантами продуктов окислительного стресса (Sikiru AB et al., 2019). Эти биологические ресурсы имеют широкое промышленное применение, например, в качестве лекарственных средств в нутрицевтической и фармацевтической промышленности, биомедицинских материалов в практике альтернативной медицины, кормовых добавок в животноводстве и рыбном хозяйстве, а также эмульгаторов и загустителей в пищевой промышленности (Abdel-Khalek AE et al., 2023).

Одним из перспективных направлений разработки новых кормовых добавок является суспензия хлореллы. Известен опыт применения микроводорослей хлореллы (*Chlorella vulgaris* – популярной микроводоросли, коммерчески культивируемой по всему миру) в качестве кормовой добавки для защиты от окислительного стресса и повышения продуктивности кроликов и других видов млекопитающих (Фролова В.Д. и др., 2019; Abdelnour SA et al., 2019; Abdel-Khalek AE et al., 2023). Эффективность ее применения объясняется в первую очередь большим содержанием в ней биологически активных соединений, таких как каротины, астаксантин, лютеин и фукоксантин и др. Сообщалось об использовании хлореллы в качестве иммуномодулирующего и противомикробного средства для укрепления иммунитета у бройлеров (Сложенкина М.И. и др., 2021; Kvartnikov MP and Kvartnikova EG, 2021). Более того авторы (Tsiplakou E et al., 2018; Abdel-Khalek AE et al., 2023) сообщили, что включение водорослей хлореллы в рацион коз усиливало иммунные реакции и антиоксидантные показатели. В связи с чем можно сделать вывод о том, что микроводоросли хлореллы являются перспективными объектами исследований, а изучение их эффективности в рационах кроликов имеет особое научно-практическое значение.

Целью нашей работы являлось сравнительное изучение влияния кормовых добавок «Хлореллакт» и «Лактувет-1» на показатели естественной резистентности и микрофлору кишечника кроликов.

Материалы и методы. В соответствии с выбранной целью исследований были поставлены следующие задачи:

- провести исследования роста и развития животных с учетом применения кормовых добавок «Лактувет-1» и «Хлореллакт» в рационах кроликов на откорме;
- исследовать антиоксидантный статус и показатели естественной резистентности животных;
- провести исследования микробиома кишечника кроликов.

Объектами исследований при этом являлись кормовые добавки:

1. Белково-пребиотическая кормовая добавка в виде жидкой суспензии «Хлореллакт» (лактозула, полученная из молочной сыворотки, и микроводоросли хлореллы *Chlorella vulgaris* (концентрация суспензии 60 млн клеток в 1 мл);

2. «Лактувет-1» (лактозула – не менее 14,3%, лактозы – не менее 25,2%, монозы – не менее 12,2%, кальций – 7,5%, фосфор – 6,4%, органические кислоты: молочная – 5,2% и лимонная – 2,3%).

Также объектом исследования служили гибридные крольчата-самцы калифорнийской породы, относящиеся к породе мясного направления продуктивности.

Формирование групп (n=15) основывалось на принципе аналогов с учетом живой массы, возраста, пола (самцы) и состояния здоровья подопытных кроликов в возрасте 45 дней.

При постановке и в течение всего периода опыта были обеспечены одинаковые условия клеточного содержания и обслуживания подопытных животных одним сотрудником из персонала. Длительность одного научно-хозяйственного опыта составила 75 дней. Контрольный убой животных осуществляли в возрасте 120 дней.

При проведении исследований руководствовались следующими принципами, согласно Европейской конвенции защиты животных, используемыми в научных целях: количество подопытных животных было минимально необходимым при сохранении выборки и обеспечении достоверности различий между группами; животные содержались под контролем специализированного персонала в надлежащих условиях согласно принципам «гуманности», без допущения жестокости и неподобающего обращения.

Для кормления в качестве базового рациона использовался полнорационный гранулированный комбикорм ПЗК-92, а кролики опытных групп дополнительно к базовому рациону (БР) получали испытуемые добавки: группа I – ХЛ – «Хлорелакт» в объеме 0,05 л / кг корма, группа II – ЛВ – «ЛактуВет-1» в количестве 0,5%.

Экспериментальные исследования по определению иммунного статуса животных в начале и конце опыта проведены на базе комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП при помощи стандартизованных методов исследований. Таксономический состав микробиома слепых отростков кишечника определяли посредством современного молекулярно-генетического метода – NGS-секвенирования в лаборатории молекулярной генетики и геномики птицы Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина.

Абсолютный прирост живой массы кроликов (в граммах) рассчитывали по разнице масс в начале и конце контрольного периода.

Результаты, полученные в ходе выполнения научных экспериментов, подвергали обработке методами вариационной статистики в программе «Excel» («Microsoft», США) с установлением уровней достоверности при: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.

Результаты и обсуждение. В своих работах авторы подтверждают, что применение пребиотиков и пробиотиков в рационах животных позволяет предотвращать заболевания желудочно-кишечного тракта, восстанавливать нормальную микрофлору кишечника, здоровье животного или прогрессирование заболевания с помощью модуляции микробиоты и повышения уровня естественной резистентности организма животного из-за направленного формирования в сыворотке крови фагоцитарной, бактерицидной, лизоцимной активности нейтрофилов и уровня гамма-глобулинов (Майоров А.И. и Скрябин С.О., 2011; Горлов И.Ф. и др., 2022; Курчаева Е.Е. и др., 2023).

На основании проведенных исследований, в том числе сторонними авторами, можно предположить, что применение кормовой добавки «Хлорелакт» в рационах кроликов на откорме позволит повысить продуктивность и естественную устойчивость организма молодняка животных к неблагоприятному воздействию внешних факторов.

Полученные показатели уровня естественной резистентности сыворотки крови испытуемых кроликов по итогам опыта приведены в таблице 1.

По результатам определения уровня естественной резистентности сыворотки крови кроликов трех групп выявлено, что полученные значения показателей полностью соответствовали нормативным.

Таблица 1. Уровень иммунного статуса испытуемых кроликов по итогам опыта, % ($M \pm m$), $n=5$

Table 1. The level of the immune status of the tested rabbits according to the results of the experiment, % ($M \pm m$), $n = 5$

Показатель <i>Indicator</i>	Норма, % <i>Standart, %</i>	Группа		
		Контроль <i>Control</i>	I – ХЛ <i>I – ChL</i>	II – ЛВ <i>II – LV</i>
В начале опыта (45-дневный возраст) / <i>At the beginning of the experiment (45 days old)</i>				
Бактерицидная активность, % <i>Bactericidal activity, %</i>	26-48	28,4±0,12	28,1±0,14	28,3±0,15
Лизоцимная активность, % <i>Lysozyme activity, %</i>	12-17	13,4±0,14	13,5±0,11	13,5±0,10
Фагоцитарная активность, % <i>Phagocytic activity, %</i>	32-48	33,52±0,11	33,48±0,12	33,56±0,13
у-глобулины, % <i>y-globulins, %</i>	14-18	15,43±0,17	15,44±0,21	15,41±0,23
При завершении опыта (120-дневный возраст) <i>At the end of the experiment (age 120 days)</i>				
Бактерицидная активность, % <i>Bactericidal activity, %</i>	26-48	43,4±0,11	44,8±0,12***	44,47±0,10**
Лизоцимная активность, % <i>Lysozyme activity, %</i>	12-17	15,1±0,09	16,9±0,10***	16,7±0,11***
Фагоцитарная активность, % <i>Phagocytic activity, %</i>	32-48	44,8±0,14	46,5±0,15***	46,1±0,13**
у-глобулины, % <i>y-globulins, %</i>	16-20	17,54±0,11	19,75±0,12***	19,27±0,14***

При этом, если в начале опыта все измеряемые показатели были близки между кроликами этих групп, то к концу опыта наметилось стойкое различие в уровне иммунной защиты животных в зависимости от группы. Так, к концу эксперимента кролики опытных групп по одному из интегральных показателей иммунологической резистентности – уровню бактерицидной активности сыворотки крови (БАС) – превосходили животных контрольной группы: I – ХЛ – на 1,4% ($P \leq 0,001$) и группы II – ЛВ – на 1,07%, ($P \leq 0,01$).

По мнению исследователей (Саруханов В.Я. и др., 2012; Овчарова А.Н., 2021), лизоцим является ферментом неспецифической защиты организма, ответственным за специфический иммунитет. Таким образом, активность лизоцима в крови является важным показателем состояния системы неспецифической защиты организма.

При изучении содержания лизоцима в крови отмечено достоверное его повышение к концу опыта ($P \leq 0,001$) у кроликов группы I – ХЛ, получавших с кормом суспензию кормовой добавки «Хлорелакт» в дозе 0,05 л/кг, а концентрация лизоцимной активности превысила контрольный уровень на 11,92%. У животных группы II – ЛВ, в рацион которых была включена кормовая добавка «Лактувет-1», уровень лизоцима в сыворотке крови превысил его уровень в сыворотке крови контрольной на 10,59% ($P \leq 0,001$).

Данное изменение происходило наряду с повышением фагоцитарной активности сыворотки крови. Этот показатель в крови кроликов обеих опытных групп достоверно превышал

аналогичный в контрольной группе: группе I – ХЛ – на 3,79% ($P \leq 0,001$), группе II – ЛВ – на 2,90% ($P \leq 0,01$) соответственно.

Некоторые исследователи выделяют положительное воздействие пребиотических препаратов на основе лактулозы на иммунную систему организма. Этот эффект обусловлен коррекцией состава кишечной микрофлоры и стимуляцией роста бифидобактерий (Темираев В.Х. и др., 2017; Горлов И.Ф. и др., 2022). Также существует мнение, что включение пребиотиков и пробиотиков в рационы животных способствует предотвращению заболеваний желудочно-кишечного тракта, восстановлению нормальной микрофлоры кишечника, а также поддержанию здоровья и укреплению естественной резистентности организма (Овчарова А.Н., 2021). Это достигается модуляцией микробиоты и увеличением уровня фагоцитарной, бактерицидной и лизоцимной активности нейтрофилов, а также повышением уровня гамма-глобулинов в сыворотке крови (Волшенкова Е.С. и Фролов Д.И., 2018; Курчаева Е.Е. и др., 2023).

Установлено, что у взрослых кроликов, которые потребляют стандартный рацион, в слепой кишке преобладают палочковидные формы бактерий, составляя 90,7% от общего числа видов. Общее количество микроорганизмов в содержимом слепой кишки кроликов колеблется в пределах от 1 до 10 миллиардов в 1 грамме содержимого. Показатели общего микробного числа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Общее микробное число содержимого слепых отростков кроликов по итогам опыта, ($M \pm m$), $n=3$

Table 2. The total microbial number of the contents of blind processes of rabbits according to the results of the experiment, ($M \pm m$), $n = 3$

Группа <i>Group</i>	Общее микробное число <i>Total microbial number</i>
Контроль <i>Control</i>	10,75 ($\pm 5,6$) $\times 10^5$
I – ХЛ <i>I – ChL</i>	12,23 ($\pm 4,8$) $\times 10^5$
II – ЛВ <i>II – LV</i>	11,58 ($\pm 5,4$) $\times 10^5$

Исходя из полученных данных, можно отметить, что количество микроорганизмов в слепых отростках опытной группы II – ЛВ и контрольной уступало на 5,61 и 13,76% пробам слепых отростков, полученных от опытной группы кроликов I – ХЛ, потреблявших добавку «Хлорелакт», и являлось наибольшим. Процентное соотношение некоторых таксонов в слепых отростках кроликов экспериментальных групп приведено на рисунке 1.

Среди доминирующих видов можно выделить *Bacteroides*, *Peptococcus* и *Bifidobacterium*. Бактерии кишечной группы, такие как *E. coli*, *Enterococcus faecalis* и *Lactobacillus*, представлены в меньших количествах. Также встречаются *Megasphaera elsdenii*, азотфиксирующие *Clostridium butiricum* и представители рода *Methanogenes*.

Анализируя данные рисунка 1, можно сделать вывод, что количество патогенных и нежелательных бактерий как в опытных, так и в контрольной группах находилось в пределах нормы и не имело достоверных различий, кроме снижения количества бактерий рода *Selenomonadales* в 1,4 раза.

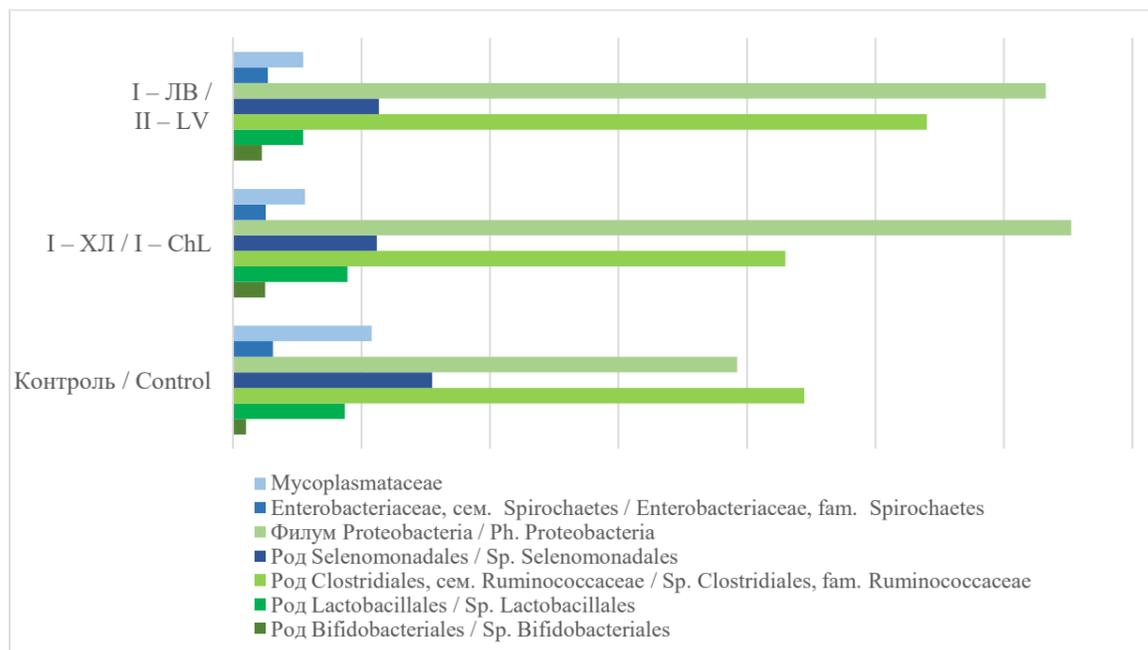


Рисунок 1. Процентное соотношение некоторых таксонов в слепых отростках кишечника кроликов

Figure 1. Percentage ratio of some taxa in the blind processes of rabbit intestines.

Выявлено, что у кроликов обеих опытных групп по сравнению с животными контрольной достоверно возросло в 2-2,5 раза количество бифидо- и лактобактерий, которые отвечают за подавление нежелательной микрофлоры (Захарова Ю.В. и Леванова Л.А., 2018).

Наибольший абсолютный прирост живой массы наблюдался у кроликов группы I – ХЛ, потреблявших с кормом изучаемую кормовую добавку «Хлорелакт» в виде суспензии в дозе 0,05 л/кг в течение всего периода опыта, по сравнению с абсолютным приростом живой массы контрольной группы. В период 45-60-дневного возраста у кроликов как контрольной, так и обеих опытных групп абсолютный прирост живой массы был наименьшим, а по окончании опыта по абсолютному приросту сверстники контрольной группы с высокой достоверностью уступали обеим опытным на 8,83 ($P \leq 0,001$) и 7,08% ($P \leq 0,01$) соответственно. Результаты систематизированы на рисунке 2.

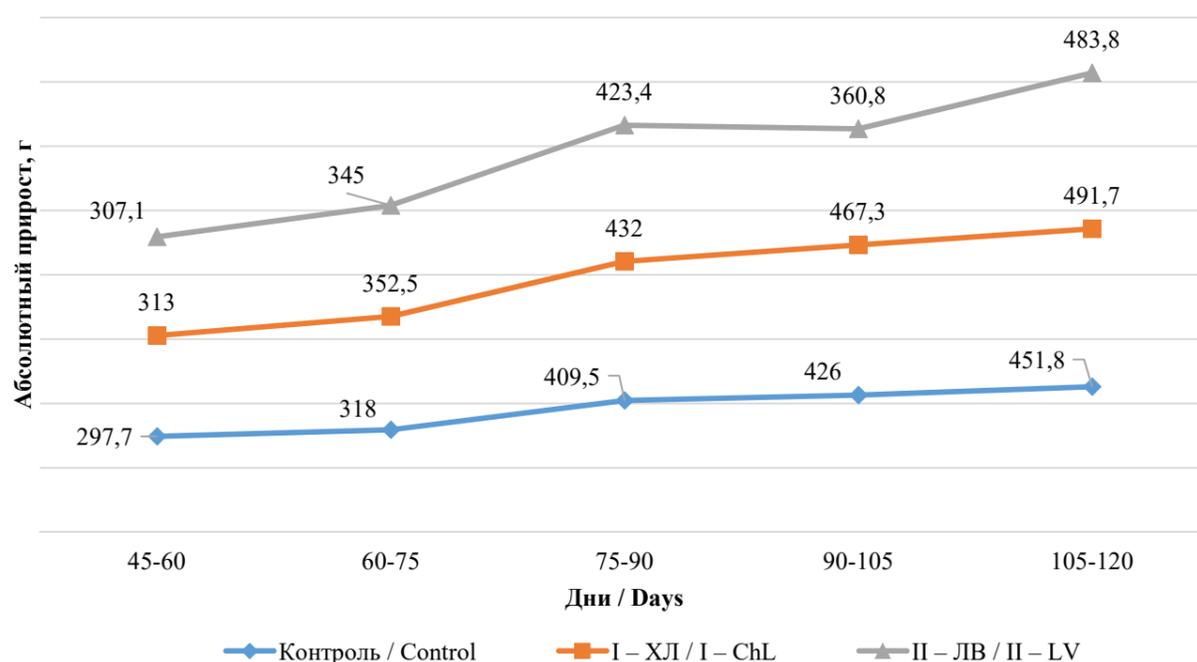


Рисунок 2. Абсолютный прирост живой массы испытуемых кроликов за период опыта, г

Figure 2. The absolute increase in the live weight of the tested rabbits over the period of the experiment, g

За период откорма в контрольной и опытной I – ХЛ группах показатель абсолютного прироста по периодам взвешивания увеличивался практически равномерно, при этом в группе кроликов II – ЛВ, потреблявших с кормом добавку «Лактувет-1» в возрастной период 90-105 дней было отмечено некоторое снижение интенсивности роста животных по сравнению со значением этого показателя для других кроликов-сверстников, а затем на окончательном этапе откорма наблюдалось увеличение скорости их роста, что можно объяснить или погрешностью измерения при взвешивании, или свойствами испытуемой добавки.

Заключение. Таким образом, по результатам научно-практического опыта и проведенных лабораторных исследований можно сделать вывод, что использование при выращивании кроликов на откорме комбикорма, изготовленного с вводом перед гранулированием новой белково-пребиотической добавки «Хлорелакт» в виде суспензии в дозе 0,05 л/кг, способствует повышению естественной резистентности организма, а также развитию колоний полезной микрофлоры и поддержанию оптимального рН в ЖКТ кроликов, что позволяет повысить конверсию корма и увеличить среднесуточный прирост на 8,12%.

Благодарность: Работа выполнена в рамках государственного задания и гранта РФФИ 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The work was carried out within the framework of the state assignment and the grant of RSF 22-16-00041, VRIMMP.

Список источников

1. Велькина Л.В. Мировые тенденции развития кролиководства // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 93-98. <https://doi.org/10.32651/193-93>.
2. Влияние кормовой добавки «Лактувет-1» на яичную продуктивность перепелов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.А. Мосолов, О.П. Шахбазова, Р.Г. Раджабов // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (45). С. 84-92.
3. Влияние биологически активных препаратов на процессы пищеварительного метаболизма / В.Х. Темираев, М.М. Шахмурзов, О.О. Гетоков, А.А. Баева, М.З. Фарниева, Д.О. Сенцова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54, № 3. С. 66-71.
4. Волшенкова Е.С., Фролов Д.И. Возможность применения суспензии хлореллы как альтернатива антибиотикам в животноводстве // Инновационная техника и технология. 2018. Т. 5, № 2. С. 19-22.
5. Выращиваем бройлеров без антибиотиков / М.И. Сложенкина, М. Фролова, С.С. Курмашева, А.В. Рудковская // Животноводство России. 2021. № 7. С. 9-11. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
6. Захарова Ю.В., Леванова Л.А. Современные представления о таксономии, морфологических и функциональных свойствах бифидобактерий // Фундаментальная и клиническая медицина. 2018. № 3 (1). С. 90-101. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2018-3-1-90-101>.
7. Майоров А.И., Скрябин С.О. Влияние пробиотиков оралин 35G и Ветом 2 на показатели неспецифической резистентности организма кроликов // Кролиководство и звероводство. 2011. № 6. С. 28-32.

8. Овчарова А.Н. Влияние пробиотической кормовой добавки на физиологические и зоотехнические показатели кроликов калифорнийской породы // Сборник научных трудов КНЦЗВ. 2021. Т. 10, № 1. С. 174-178. <https://doi.org/10.48612/gme2-6pm7-d846>.
9. Подходы к повышению продуктивности и качества продукции на основе применения биодобавок в отрасли промышленного кролиководства / Е.Е. Курчаева, А.В. Вострилов, А.Н. Звягин, А.С. Шперов, А.А. Мосолов, О.А. Княжеченко // Известия НВ АУК. 2023. № 3 (71). С. 275-289. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-28>.
10. Саруханов В.Я., Исамов Н.Н., Колганов И.М. Метод определения лизоцимной активности крови у сельскохозяйственных животных // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 2. С. 119-122.
11. Эффективность введения суспензии хлореллы в рацион кроликов / В.Д. Фролова, В.В. Зайцев, Л.М. Зайцева, М.С. Сеитов // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. № 6 (80). С. 292-296.
12. Abdel-Khalek AE et al. Mitigation of endogenous oxidative stress and improving growth, hemato-biochemical parameters, and reproductive performance of Zaraibi goat bucks by dietary supplementation with *Chlorella vulgaris* or/and vitamin C // Trop Anim Health Prod. 2023. Vol. 13, 55(4). Article number 267. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03657-6>.
13. Abdelnour SA et al. Impacts of enriching growing rabbit diets with *Chlorella vulgaris* microalgae on growth, blood variables, carcass traits, immunological and antioxidant indices // Animals. 2019. Vol. 9(10). Article number 788. <https://doi.org/10.3390/ani9100788>.
14. Ayyat MS, Al-Sagheer AA, Abd El-Latif KM, Khalil BA. Organic selenium, probiotics, and prebiotics effects on growth, blood biochemistry, and carcass traits of growing rabbits during summer and winter seasons // Biological trace element research. 2018. Vol. 186. P. 162-173. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1293-2>.
15. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 848. Article number: 01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
16. Roques S, Koopmans SJ, Mens A, van Harn J, van Krimpen M, Kar SK. Effect of Feeding 0.8% Dried Powdered *Chlorella vulgaris* Biomass on Growth Performance, Immune Response, and Intestinal Morphology during Grower Phase in Broiler Chickens // Animals (Basel). 2022. Vol. 12 (9). Article number: 1114. <https://doi.org/10.3390/ani12091114>.
17. Sikiru AB, Arangasamy A, Alemede IC, Guvvala PR, Egena SSA, Ippala JR, Bhatta R. *Chlorella vulgaris* supplementation effects on performances, oxidative stress and antioxidant genes expression in liver and ovaries of New Zealand White rabbits // Heliyon. 2019. Vol. 14. N 5(9). Article number: 02470. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02470>.
18. Tsiplakou E et al. The effect of dietary *Chlorella vulgaris* inclusion on goat's milk chemical composition, fatty acids profile and enzymes activities related to oxidation // J Anim Physiol Anim Nutr. 2018. Vol. 102(1). P. 142-151. <https://doi.org/doi.org/10.1111/jpn.12671>.

References

1. Velkina LV. Global trends in development of rabbit breeding. *Ekonomika sel'skogo hozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2019;(3):93-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.32651/193-93>.

2. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Shakhbazova OP, Radzhabov RG. The effect of the feed additive "Laktuvet-1" on the egg productivity of quails. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Don State Agrarian University*. 2022;45(3):84-92. (In Russ.).
3. Temiraev VKh, Shakhmurzov MM, Getokov OO, Baeva AA, Farnieva MZ, Sentsova DO. Influence of biologically active preparations on the processes of quails' digestive metabolism. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(3):66-71. (In Russ.).
4. Volshenkova ES, Frolov DI. The possibility of application of a suspension of chlorella as an alternative to antibiotics in livestock. *Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya = Innovative machinery and technology*. 2018;5(2):19-22. (In Russ.).
5. Slozhenkina MI, Frolova M, Kurmasheva SS, Rudkovskaya AV. Growing broilers without antibiotics. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry of Russia*. 2021;(7):9-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
6. Zakharova YuV, Levanova LA. Current opinion on taxonomy, morphological, and functional properties of bifidobacteria. *Fundamental'naya i klinicheskaya medicina. = Fundamental and Clinical Medicine*. 2018;3(1):90-101. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2018-3-1-90-101>.
7. Majorov AI, Skryabin SO. Effect of probiotics Oralin 35G and Vetom 2 on indicators of nonspecific resistance of an organism of rabbits. *Krolikovodstvo i zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2011;(6):28-32. (In Russ.).
8. Ovcharova AN. Effect of probiotic feed additive on physiological and zootechnical parameters of California rabbits. *Sbornik nauchnyh trudov KNCZV = Collection of scientific papers of KRCAHVM*. 2021;10(1):174-178. (In Russ.). <https://doi.org/10.48612/gme2-6pm7-d846>.
9. Kurchaeva EE, Vostroilov AV, Zvyagin AN, Shperov AS, Mosolov AA, Knyazhechenko OA. Approaches to improving productivity and products quality of based on the use of dietary supplements in the industrial rabbit breeding industry. *Izvestiya NV AUK = Proc. of the Lower Volga AgroUniversity Comp*. 2023;71(3):275-289. (In Russ.). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-28>.
10. Sarukhanov VYa, Isamov NN, Kolganov IM. Method for detection of blood lysozyme activity in agricultural animals. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology*. 2012;(2):119-122. (In Russ.).
11. Frolova VD, Zaitsev VV, Zaitseva LM, Seitov MS. The effectiveness of imposing suspensions chlorella in diet of rabbits. *Izvestiya Orenburgskogo GAU = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019;80(6):292-296. (In Russ.).
12. Abdel-Khalek AE et al. Mitigation of endogenous oxidative stress and improving growth, hemato-biochemical parameters, and reproductive performance of Zaraibi goat bucks by dietary supplementation with *Chlorella vulgaris* or/and vitamin C. *Trop Anim Health Prod*. 2023;(55):267. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03657-6>.
13. Abdelnour SA et al. Impacts of enriching growing rabbit diets with *Chlorella vulgaris* microalgae on growth, blood variables, carcass traits, immunological and antioxidant indices. *Animals*. 2019;10(9):788. <https://doi.org/10.3390/ani9100788>.
14. Ayyat MS, Al-Sagheer AA, Abd El-Latif KM, Khalil BA. Organic selenium, probiotics, and prebiotics effects on growth, blood biochemistry, and carcass traits of growing rabbits during summer and winter seasons. *Biological trace element research*. 2018;(186):162-173. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1293-2>.

15. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(848):01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
16. Roques S, Koopmans SJ, Mens A, van Harn J, van Krimpen M, Kar SK. Effect of Feeding 0.8% Dried Powdered *Chlorella vulgaris* Biomass on Growth Performance, Immune Response, and Intestinal Morphology during Grower Phase in Broiler Chickens. *Animals (Basel)*. 2022;12(9):1114. <https://doi.org/10.3390/ani12091114>.
17. Sikiru AB, Arangasamy A, Alemede IC, Guvvala PR, Egena SSA, Ippala JR, Bhatta R. *Chlorella vulgaris* supplementation effects on performances, oxidative stress and antioxidant genes expression in liver and ovaries of New Zealand White rabbits. *Heliyon*. 2019;9(5):02470. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02470>.
18. Tsiplakou E et al. The effect of dietary *Chlorella vulgaris* inclusion on goat's milk chemical composition, fatty acids profile and enzymes activities related to oxidation. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2018;102(1):142-151. <https://doi.org/doi.org/10.1111/jpn.12671>.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за некорректное цитирование, самоцитирование и возможное недобросовестное цитирование.

Contribution of the author's: All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for incorrect citation, self-citation and possible plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Горлов Иван Федорович – главный научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>;

Мосолов Александр Анатольевич – главный научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-7065>;

Княжеченко Ольга Андреевна – младший научный сотрудник отдела по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Ivan F. Gorlov – Chief Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>;

Alexandr A. Mosolov – Chief Researcher, Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-7065>;

Olga A. Knyazhechenko – Junior Researcher, Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 29.11.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 20.12.2023;
принята к публикации / *accepted for publication:* 22.12.2023