

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА И УБОЙНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРОЛИКОВ

### DEVELOPMENT AND RESEARCH OF PROTEIN-MINERAL FEED SUPPLEMENT EFFECT ON PRODUCTIVE QUALITIES AND SLAUGHTER CHARACTERISTICS OF RABBITS

**Ключевые слова:** кормовые добавки, молодняк кроликов, концентрат соединительнотканых белков, дикальций фосфат, преципитат, хроматограмма.

Одной из наиболее актуальных проблем на сегодняшний день является создание экологически чистой сельскохозяйственной продукции, характеризующейся высокими количественными и качественными показателями, что, в свою очередь, является необходимым условием обеспечения здоровья человека. Микроэлементы, необходимые для жизни, выполняют свои функции в живых организмах. Поэтому среди мероприятий, которые должны решить эту проблему, наиболее актуальным является обеспечение организма сельскохозяйственной птицы и животных оптимальным количеством и соотношением микроэлементов и белков. Этого можно достичь созданием кормов нового поколения с использованием вторичных сырьевых ресурсов, имеющих белковую и минеральную ценность. Целью работы является разработка и изучение влияния на физиологическое развитие кроликов комбикорма с белково-минеральной кормовой добавкой на основе соединительных белков и преципитата. Представлены характеристика и свойства компонентов разрабатываемой кормовой добавки, анализ аминокислотного состава белкового компонента. Изучено влияние разработанной кормовой добавки на абсолютную и относительную скорости роста кроликов и их убойные показатели. В работе использовались общепринятые методы исследования и проведения научно-хозяйственного опыта. Выявлено, что более эффективным использованием в качестве кормовой добавки для молодняка кроликов является 12 г белково-минеральной добавки на 88 г зерносмеси (соотношение белок/дикальций фосфат – 2/1). В результате эксперимента выявлено, что эффективность прироста средней живой массы в III опытной группе повышается на 10,61%, среднесуточный прирост живой массы – на 31,69%. Благодаря используемой добавке обеспечен высокий уровень мясной продуктивности, по расчетному показателю убойной массы кроликов III опытная группа превосходила контрольную на 12,42%. Полученные данные свидетельствуют об эффективном влиянии разрабатываемой добавки на убойные показатели кроликов, данные

изменения связаны с более продуктивным развитием мышечной массы у подопытного поголовья кроликов.

**Keywords:** feed supplements, young rabbits, connective tissue protein concentrate, dicalcium phosphate, precipitated calcium superphosphate, chromatogram.

One of the most topical issues today is the development of environmentally friendly agricultural products characterized by high quantitative and qualitative indices, which, in turn, is a necessary condition for ensuring human health. Trace elements necessary for life perform their functions in living organisms. Therefore, among the measures that should solve this problem, the most urgent is to provide the body of poultry and animals with the optimal amount and ratio of trace elements and proteins. This may be achieved by development of a new generation of feeds using secondary raw materials with protein and mineral value. The research goal is to develop and study the effect of compound feeds with a protein-mineral feed supplement based on connective proteins and precipitated calcium superphosphate on the physiological development of rabbits. This paper discusses the characteristics and properties of the components of the feed supplement being developed and the analysis of the amino acid composition of the protein component. The influence of the developed feed supplement on the absolute and relative growth rates of rabbits and their slaughter indices was studied. The work used generally accepted methods of research and conducting scientific and economic experiment. It was revealed that 12 g of the protein-mineral supplement per 88 g of grain mixture (protein/dicalcium phosphate – 2/1 ratio) was more effective as a feed supplement for young rabbits. The experiment revealed that the efficiency of the average live weight gain in the 3rd trial group increases by 10.61%; the average daily live weight gain - by 31.69%. Due to the supplement used, a high level of meat productivity was ensured; according to the calculated slaughter weight of rabbits, the 3rd trial group exceeded the control group by 12.42%. The data obtained indicate obvious effect of the developed supplement on the slaughter performance of rabbits; these changes are associated with a more productive development of muscle mass in the trial population of rabbits.

**Гринюк Алексей Николаевич**, аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: jettastream@inbox.ru.

**Неверов Евгений Николаевич**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: neverov42@mail.ru.

**Ворошилин Роман Алексеевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: rom.vr.22@mail.ru.

**Grinyuk Aleksey Nikolaevich**, post-graduate student, Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: jettastream@inbox.ru.

**Neverov Evgeniy Nikolaevich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: neverov42@mail.ru.

**Voroshilin Roman Alekseevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: rom.vr.22@mail.ru.

### Введение

В современном сельскохозяйственном производстве появилась потребность в полном цикле производства и переработке продукции. Многие сельхозтоваропроизводители заинтересованы в организации бизнеса, который позволит производить продукцию, эффективно перерабатывать, сохранять и реализовывать. В отрасли АПК большое внимание уделяется безотходному производству, которое включает переработку отходов в ценные целевые продукты и компоненты для производства других видов продукции [1, 2].

Многие вторичные сырьевые ресурсы животного происхождения ценны белком и кальцием. На примере желатинового производства можно отследить линию таких вторичных сырьевых продуктов, как концентрат соединительнотканых белков, получаемый в процессе обезжиривания коллагенсодержащего сырья, и преципитат, который является ценным носителем фосфата кальция, играющий большую роль в минеральном обмене живого организма [3, 4]. В промышленном производстве преципитат получают в процессе деминерализации костного сырья, в процессе, направленном на извлечение оссеина – ценного белкового компонента, необходимого для производства желатина и коллагена. Данные компоненты имеют большой потенциал для использования в кормлении сельскохозяйственных животных.

Текущие рекомендации по кормлению сельскохозяйственных животных включают общую концентрацию питательных элементов в рационе, поскольку концентрация в кормах растительного происхождения и их биодоступность могут широко варьироваться и часто недостаточно эффективны для удовлетворения потребностей животных [5, 6].

Современными учеными разрабатываются подходы в обогащении кормов белковыми ком-

понентами. В последние несколько лет кормовые добавки применялись в питании животных для улучшения использования питательных веществ, показателей здоровья и продуктивности животных.

Белки – основной материал для мускулатуры кроликов, молока, которым вскармливают приплод, волосяного покрова, половых функций и др. Мясо молодого кролика содержит в среднем 22,7% белков, молоко крольчихи – 13%, в волосяном покрове – около 90% белка. В мякоти кролика содержится менее 1% жира, поэтому она считается диетическим продуктом, а также богата витаминами группы В и РР, минеральными веществами и микроэлементами. По содержанию витамина РР (ниацина) кролик превосходит всех домашних животных. Содержание витамина С в кроличьем мясе в 15 раз больше, чем в говядине. Также в мясе кролика содержатся кобальт, медь, фосфор, кальций, селен, марганец, цинк, железо, йод [7-10].

При отсутствии других источников энергии для организма животный белок могут заменить жиры и углеводы, но последние не могут заменить белок в период развития организма. Они образуются в организме животного из растительного и животного белка. Наиболее богаты белками корма животного происхождения – мясокостная и рыбная мука, сухое обезжиренное молоко и др.; из кормов растительного происхождения – жмыхи и шроты. Но в этих кормах мало переваримых протеинов и витаминов. Для увеличения количества питательных веществ в рационе используют витаминные премиксы. В рационе должно быть достаточное количество кальция, калия, фосфора и других макро- и микроэлементов. Из макроэлементов наибольшее значение имеют кальций и фосфор. Кальций необходим для укрепления костей и зубов, а также для образования в организме костной ткани. Фосфор входит в состав костей, зубов и

нервной ткани, необходим для обмена веществ. На кальций и фосфор приходится около 2% массы животного и около 70% от всех других минеральных веществ. Растущему молодняку требуется больше протеина и меньше клетчатки, чем взрослым кроликам [11-13].

Из зеленых кормов белками богаты бобовые травы – люцерна, клевер, эспарцет, викоовсяные и горохоовсяные смеси и др. Белки некоторых растительных кормов не содержат всех необходимых составных частей, из-за чего они не могут быть полноценными. Путем комбинирования различных кормов обеспечиваются все составные части белков, что дает кролику полноценное белковое кормление [14].

При переваривании корма в желудке животных белковые вещества подвергаются распаду на аминокислоты. К кормам, имеющим полноценные белки, относятся: молоко, кровяная, мясная, мясокостная и рыбная мука, зеленая молодая трава, особенно трава бобовых растений и сено бобовых трав (люцерна, клевер). Правильным набором ингредиентов в составе гранулированного комбикорма достигается правильное соотношение протеина и клетчатки. Важность качества белка в кормлении кроликов общепризнана. Для быстрого роста кроликам необходимо достаточное количество незаменимых аминокислот в рационе. Зависимость от незаменимых аминокислот в рационе подразумевает, что небелковые источники азота неэффективны в кормлении кроликов [15-18].

**Цель и задачи работы:** разработка и изучение влияния на физиологическое развитие кроликов комбикорма с белково-минеральной кормовой добавкой на основе соединительных белков и преципитата.

#### **Объекты и методы исследования**

Для разработки кормовой добавки использовали концентрат соединительнотканых белков и преципитат (производитель ОАО «Можелит»). В качестве кормовой основы применяли зерносмесь, состоящую из пшеницы, овса, ячменя и жмыха подсолнечника.

#### **Экспериментальная часть**

Для проведения научно-хозяйственного опыта были использованы кролики калифорнийской породы в возрасте 60 дней в количестве 24 гол., были сформированы четыре группы кроликов:

I опытная группа (употреблявшие 4 г белково-минеральной добавки на 96 г зерносмеси (соотношение белок/дикальций фосфат – 2/1), II опытная группа (употреблявшие 8 г белково-минеральной добавки на 92 г зерносмеси (соотношение белок/дикальций фосфат – 2/1), III опытная (употреблявшие 12 г белково-минеральной добавки на 88 г зерносмеси (соотношение белок/дикальций фосфат – 2/1). С целью изучения показателей роста определяли живую массу молодняка кроликов каждой группы методом индивидуального взвешивания на электронных весах. Для изучения убойных качеств после научно-хозяйственного опыта проводили контрольный убой. Определяли массу парной тушки, рассчитывали убойный выход. Для выявления общего межгруппового различия эффективности применения разработанной кормовой добавки был произведен расчёт абсолютной и относительной скорости роста кроликов в период проведения исследований. Оценку упитанности проводили по ГОСТ 7686-88 «Кролики для убоя. Технические условия». Мясную продуктивность кроликов определяли взвешиванием на весах тушек после проведения контрольного убоя и разделки тушек. Убой кроликов осуществляли по общепринятой методике (Тинаев Н.И., 1988).

#### **Результаты и их обсуждение**

За основу разрабатываемой кормовой добавки взята зерносмесь, дополнительными компонентами являлись преципитат и концентрат соединительнотканых белков, полученный из говяжьего мягкого коллагенсодержащего сырья. В таблице 1 представлены основные компоненты разрабатываемой кормовой добавки и их свойства.

Преципитат (дикальций фосфат) является важным компонентом при развитии костного скелета молодняка животных. Исследуемый преципитат обладал характеристиками, представленными в таблице 2.

Исходя из результатов, представленных в таблице 2, можно заключить, что преципитат имеет в своем составе значительное количество фосфорного ангидрида (34,5%) и окиси кальция (37,4%), что свидетельствует о высоком содержании минеральных веществ в используемом компоненте.

Таблица 1

**Основные компоненты разрабатываемой кормовой добавки, их характеристики и свойства**

Компонент	Характеристика	Состав
Зерносмесь	Сбалансированная смесь по витаминному составу, влажность не более 14%	Пшеница, овес, ячмень, жмых подсолнечника
Преципитат	Сыпучий кристаллический порошок белого или сероватого цвета, без запаха. Кальциево-фосфорная добавка для животных (кроме крупного и мелкого рогатого скота) и птиц совместима со всеми кормами и кормовыми примесями	Дикальций фосфат представляет собой в основном двуводный двузамещенный фосфат кальция ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
Концентрат соединительнотканых белков	Сухой концентрат говяжий. Массовая доля белка 90%, массовая доля жира 5%, массовая доля влаги 5%. Срок хранения – 36 мес.	Изготовлен из говяжьего мягкого коллагенсодержащего сырья

Таблица 2

**Характеристика преципитата**

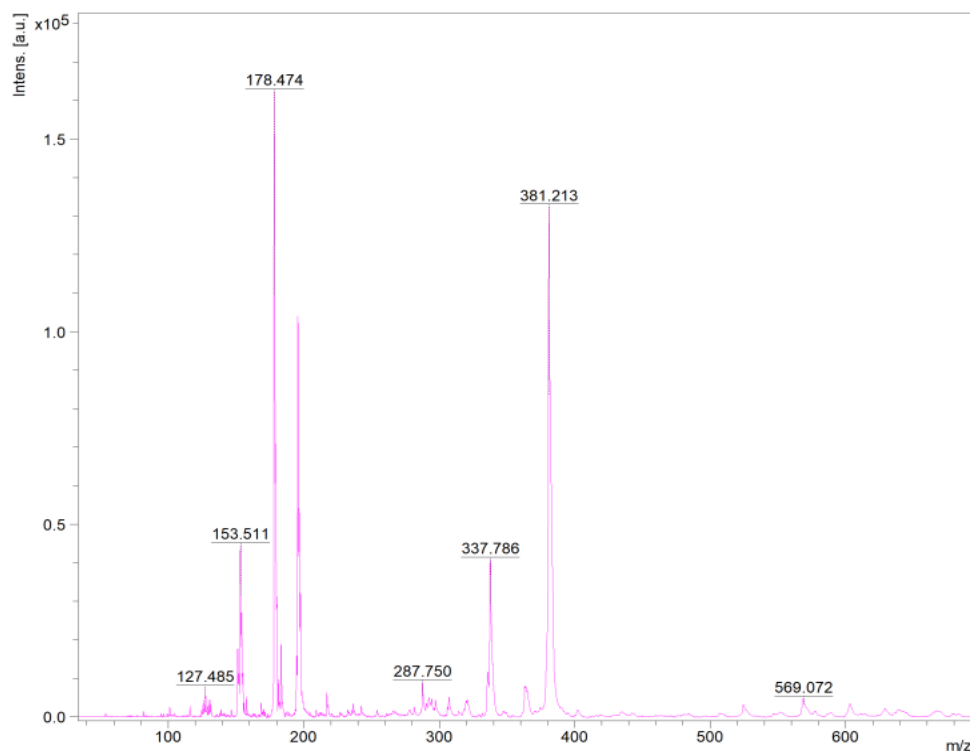
Элементы	Содержание
Фосфорный ангидрид, %	34,5
Азот, %	0,3%
Окись кальция, %	37,4
Соли тяжелых металлов	отсутствует
Мышьяк	отсутствует
Фтор, %	0,08
Массовая доля влаги, %	2,8
Патогенная микрофлора	отсутствует

Белки являются важным структурным элементом живого организма, являясь структурным пластическим элементом. Мономерами белков являются аминокислоты, выполняющие функцию строительных блоков. Для подтверждения эффективности использования концентрата соединительнотканых белков был проведен аминокислотный анализ данного компонента. На рисунке представлена хроматограмма аминокислотной последовательности исследуемого белкового компонента.

В пептидной последовательности представлены 75 аминокислот, общей молекулярной массой 8153 г/моль. Анализируя аминокислотный состав концентрата соединительнотканых белков, отмечено, что в общем составе преобладают следующие аминокислоты: пролин (17,33%), валин (16,01%), цистеин (13,33%) и гистидин (13,33%). Известно, что пролин является важным компонентом коллагена и, следовательно, жизненно важен для правильного

функционирования суставов и сухожилий. Кроме того, эта аминокислота помогает поддерживать и укреплять сердечные мышцы. Аминокислота валин предотвращает разрушение мышц, снабжает мышцы дополнительной глюкозой, ответственной за выработку энергии во время физической активности. Цистеин отвечает за повышение активности лейкоцитов. Аминокислота гистидин способствует регулированию в организме железа, меди, молибдена, цинка и марганца. Необходима для образования металлосодержащих ферментов и соединений, таких как антиоксидант супероксиддисмутаза.

Для получения белково-минеральных кормовых добавок для кроликов концентрат соединительнотканых белков и преципитат смешиваются с вспомогательным сырьем согласно разработанным рецептурам (табл. 3). В разработанных рецептурах заменяли вносимые компоненты, корректируя в равной степени компоненты зерносмеси и жмыха подсолнечника.



Последовательность и состав аминокислот:

ILKHPSPVPSVPGHGSPPVSPAYGCGILTTPRGPWPVKHVRPVTHCHCVGVHKGKHKHRGRPTHVHVWPWPYGRGVT

**Рис. Хроматограмма аминокислотной последовательности в концентрате соединительнотканых белков**

**Таблица 3**

**Рецептуры основного корма и разработанных белково-минеральных добавок**

Группа	Компоненты кормовой добавки, фактическое содержание, г						Всего, г
	пшеница	овес	ячмень	жмых подсолнечника	концентрат соединительнотканых белков	преципитат (дифосфат кальция)	
Контрольная	28,0	23,0	33,0	16,0	-	-	100,0
Опытная I	27,0	22,0	32,0	15,0	3,0	1,0	100,0
Опытная II	26,0	21,0	31,0	14,0	5,5	2,5	100,0
Опытная III	25,0	20,0	30,0	13,0	8,0	4,0	100,0

Технологический процесс производства белково-минеральных кормовых добавок состоит в следующем.

Сопутствующие компоненты загружаются в бункер дополнительных компонентов, затем дозируются в бункер-дозатор дополнительных компонентов, где взвешиваются.

Далее все компоненты попадают в экструдер, где мгновенно экструдированы при температуре 180°C, к контрольным образцам дополнительно добавляются преципитат и концентрат соединительнотканых белков согласно рецептуре (табл. 3).

После экструдирования по транспортеру шнековому компоненты добавки с сопутствующими

веществами поступают в гранулятор на гранулирование при температуре 50-60°C. Размер гранул соответствовал характеристикам, представленным в таблице 4. Параметры гранул соответствовали характеристикам, необходимым для исследуемого вида сельскохозяйственных животных – молодняку кроликов.

Далее гранулы по транспортеру шнековому поступают в колонну охлаждения, где охлаждаются до температуры 30°C, затем гранулы поступают в охладитель, где охлаждаются до температуры 20-25°C. Далее гранулированные кормовые добавки поступают в сушилку, где сушатся до влажности 5-10%.

**Характеристики гранул для кроликов**

Размер гранул	Форма гранул	Описание гранул
до 50 мм	Овальная	Цвет, свойственный используемым компонентам, диаметр 3,6 мм, хорошо растворимы в воде, рН=5,0 – 6,0; плотность 1,2 кг/л

После сушки гранулированная кормовая добавка поступает в бункер-накопитель готовой продукции, из которого готовая добавка поступает на упаковку в полиэтиленовые мешки и транспортируются на склад готовой продукции.

После смешения и гранулирования готовые кормовые добавки подвергали лабораторному анализу на физико-химические, органолептические показатели.

В таблице 5 представлены основные физико-химические и органолептические показатели разработанных кормовых добавок.

Из представленных результатов можно заключить, что разработанные рецептуры кормовых белково-минеральных добавок по основным физико-химическим и органолептическим показателям соответствуют нормативным показателям, представленным в ГОСТ 32897-2014 «Комбикорма для пушных зверей, кроликов и нутрий. Общие технические условия». Можно отметить, что по отношению к контролю опытные образцы превосходят по следующим показателям: обменной энергии в 100 г корма от 9,17 до 13%25%, массовой доле сырого протеина – от

11,70 до 22,80%, также существенные отличия отмечены по показателям массовой доле кальция и фосфора. Выявлено, что у контрольного образца кормовой добавки массовая доля сырого протеина находится на нижней границе нормативного показателя ГОСТ 32897-2014 – 19,1% (значение, регламентируемое ГОСТ, – не менее 18%). По полученным данным можно предположить, что разработанная белково-минеральная кормовая добавка эффективно повлияет на рост мышечной массы и костного скелета молодняка кроликов в период интенсивного роста (от 2 до 3 мес.).

На следующем этапе было определено влияние разработанной кормовой добавки на продуктивные и убойные показатели исследуемого поголовья кроликов.

Для выявления общего межгруппового различия эффективности применения разработанной кормовой добавки был произведен расчёт абсолютной и относительной скорости роста кроликов в период проведения хозяйственного опыта (табл. 6).

Таблица 5

**Основные физико-химические и органолептические показатели белково-минеральных кормовых добавок**

№ п/п	Показатель	Контрольная	Опытная I	Опытная II	Опытная III
Физико-химические показатели					
1	Массовая доля влаги, %	13,50	13,05	13,43	13,30
2	Обменная энергия в 100 г корма, ккал	240,50	262,03	265,65	271,80
3	Массовая доля сырого протеина, %	17,10	19,10	19,80	21,0
4	Массовая доля кальция, %	1,50	7,40	9,14	13,89
5	Массовая доля фосфора, %	1,30	2,80	3,75	5,02
Органолептические показатели					
6	Внешний вид	Гранулы овальной формы, диаметром 3,6 мм			
7	Цвет	Коричневого цвета		Светло-коричневого цвета	
8	Запах	Соответствует набору. Без посторонних запахов			

В возрасте от 60 до 90 дней расчётный относительный прирост кроликов опытных групп, употреблявших белково-минеральную кормовую добавку на основе концентрата соединительнотканых белков и преципитата, находился в пре-

делах от 46,95 до 51,07%. По окончании эксперимента было отмечено, что максимальный относительный прирост наблюдался в опытной группе III, по сравнению с контрольной группой он был выше на 19,13%.

Таблица 6

**Расчётная абсолютная и относительная скорости роста кроликов в период проведения хозяйственного опыта, г (n = 24)**

Прирост в группах	
Контрольная группа	
Абсолютный прирост, г	920±5,60
Относительный прирост, %	41,3±0,35
Опытная группа I	
Абсолютный прирост, г	1088±11,20
Относительный прирост, %	46,95±0,58
Опытная группа II	
Абсолютный прирост, г	1137±14,05
Относительный прирост, %	48,68±0,82
Опытная группа III	
Абсолютный прирост, г	1208±14,80
Относительный прирост, %	51,07±0,72

Таблица 7

**Результаты контрольного убоя подопытных кроликов, г (n = 24)**

№ животного	Предубойная масса, г	Убойная масса, г	Убойный выход, %
Контрольная группа			
1	2530±1	1373,7	54,3
2	2680±2	1476,6	55,1
3	2594±1	1395,5	53,8
4	2830±2	1564,9	55,3
5	2798±1	1516,5	54,2
6	2672±1	1429,5	53,5
μ	2684±1,4	1459,5±0,58	54,36±0,57
Опытная группа I			
7	2848±2	1572,1	55,2
8	2810±1	1570,7	55,9
9	2945±2	1613,8	54,8
10	2882±2	1622,5	56,3
11	2829±2	1524,8	53,9
12	2852±1	1585,7	55,6
μ	2861±1,5	1581,6±0,75	55,28±0,79
Опытная группа II			
13	2839±1	1595,5	56,2
14	2915±2	1600,3	54,9
15	2832±2	1577,4	55,7
16	2874±1	1569,2	54,6
17	3022±2	1716,5	56,8
18	2945±2	1652,1	56,1
μ	2904±1,9	1618,5±0,80	55,71±0,86
Опытная группа III			
19	2985±2	1650,7	55,3
20	3082±2	1753,6	56,9
21	2865±1	1598,6	55,8
22	2940±2	1646,4	56,0
23	3064±2	1749,5	57,1
24	2880±1	1604,1	55,7
μ	2969±1,8	1666,5±0,63	56,13±0,65

Полученные данные подтверждают данные динамики развития живой массы в период эксперимента. Далее проводили визуальный осмотр кроликов контрольной и опытных групп. Внешний осмотр показал, что у всех групп шерсть была без аллопеции, опрятного блестящего вида, зубы без нарушения структуры с отмеченным постоянным ростом.

В практическом кролиководстве большое внимание уделяется повышению мясной продуктивности, следовательно, экономической эффективности отрасли. В соответствии с нормативными документами тушки кроликов подразделяют на две категории упитанности. Целью дальнейших исследований было провести расчеты убойного выхода исследуемых животных по показателям предубойной и убойной массы. Результаты контрольного убоя подопытных кроликов представлены в таблице 7.

Анализ убойных качеств кроликов всех подопытных групп свидетельствует о высоком уровне мясной продуктивности. В то же время, судя по полученным данным, установлены некоторые межгрупповые различия, I, II и III опытные группы превосходили контрольную по показателю убойной массы на 7,72; 9,82 и 12,42% соответственно. В среднем опытные группы по рассчитываемому показателю превосходили контрольную на 9,98%. Полученные данные свидетельствуют об эффективном влиянием разраба-

тываемой добавки на убойные показатели кроликов, данные изменения связаны с более продуктивным развитием мышечной массы у подопытного поголовья кроликов.

Можно отметить, что тушки всех исследуемых кроликов относятся к первой категории упитанности, так как при визуальном осмотре тушек было зафиксировано, что мышцы тушек хорошо развиты, отростки спинных позвонков не выступают, наблюдались жировые отложения на холке и почках.

Далее проводили изучение морфологического состава тушек исследуемых животных (табл. 8).

По результатам определения морфологического состава тушек можно заключить, что основные отличия между группами приходятся на показатель массы и выхода жировых тканей. Отмечено, что в опытных группах выход жировых тканей в среднем меньше на 18%, при этом минимальное значение по данному показателю имеет опытная группа III, по сравнению с контрольной группой снижение жировых тканей в тушках кроликов происходит на 22,98%. Полученные данные свидетельствуют об изменении обменных процессов опытных групп кроликов, что повлияло на снижение жировых тканей в период интенсивного роста, при этом мышечные ткани имели тенденцию роста.

Таблица 8

**Морфологический состав тушек**

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная I	опытная II	опытная III
Масса тушки, г	1459,5±0,58	1581,6±0,75	1618,5±0,80	1666,5±,63
Костная масса, г	205,78±1,90	229,35±1,75	229,81±2,15	244,92±2,25
Костный выход, %	14,10±0,150	14,50±0,11	14,20±0,14	14,70±0,21
Масса мякоти, г	1126,73±1,80	1235,24±1,45	1270,52±1,87	1309,84±2,15
Выход мякоти, %	77,20±1,33	78,1±1,24	78,5±1,75	78,6±1,62
Масса жировых тканей, г	126,97±1,43	117,04±1,24	118,15±1,09	111,61±1,65
Выход жировых тканей, %	8,70±0,84	7,40±0,43	7,30±0,85	6,70±0,81

По результатам научно-хозяйственного опыта была выявлена эффективная рецептура кормовой добавки. В результате расчета эффективного состава кормовой добавки определено, что корм, приготовленный по рецептуре 3, обладал высоким показателем обменной энергии, который составлял 271,80 Ккал/100 г, также отмечено высокое содержание показателей кальция и фосфора. По массовой доле содержания белка и клетчатки корм также превосхо-

дил минимально допустимые пределы при кормлении молодняка кроликов, показатели составляли 21,00 и 14,05% соответственно, при минимальной норме 17 и 12%. Данные компоненты необходимы для нормального физиологического развития и роста молодняка кроликов.

**Выводы**

Более эффективным использованием в качестве кормовой добавки для молодняка кроликов



является 12 г белково-минеральной добавки на 88 г зерносмеси (соотношение белок/дикальций фосфат – 2/1). В результате эксперимента выявлено, что эффективность прироста средней живой массы в III опытной группе повышается на 10,61%, среднесуточный прирост живой массы – на 31,69%. Благодаря используемой добавке обеспечен высокий уровень мясной продуктивности. По расчетному показателю убойной массы кроликов III опытная группа превосходила контрольную на 12,42%. Полученные данные свидетельствуют об эффективном влиянии разрабатываемой добавки на убойные показатели кроликов. Данные изменения связаны с более продуктивным развитием мышечной массы у подопытного поголовья кроликов.

### Библиографический список

1. Нафиков, М. М. Особенности производства продукции и переработки сырья агропромышленного комплекса по безотходной технологии / М. М. Нафиков, А. Р. Нигматзянов. – Текст: непосредственный // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 55-61.
2. Особенности применения ресурсосберегающих технологий сельского хозяйства / У. Ч. Юсубова [и др.]. – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 7. – С. 56-58.
3. Патшина, М. В. Анализ мирового рынка биоматериалов с целью определения потенциальных возможностей сырья животного происхождения / М. В. Патшина, Р. А. Ворошилин, А. М. Осинцев. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-270-289. – Текст: непосредственный // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 2. – С. 270-289.
4. Просеков, А. Ю. Производство желатина – состояние и перспективы рынка, альтернативные источники, технологии производства / А. Ю. Просеков, Р. А. Ворошилин. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-265-268. – Текст: непосредственный // Все о мясе. – 2020. – № 5S. – С. 265-268.
5. Востроилов, А. В. Пробиотические препараты как фактор повышения мясной продуктивности и качества мяса кроликов / А. В. Востроилов, Е. Е. Курчаева, В. Л. Пащенко. – Текст: непосредственный // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (г. Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Воронеж, 2018. – Часть II. – С. 320-327.
6. Mabrouki, S., Chalghoumi, R., Abdouli, H. (2017). Effects of pre-germinated fenugreek seeds inclusion in low-fiber diets on post-weaned rabbits' health status, growth performances, carcass characteristics, and meat chemical composition. *Tropical Animal Health and Production*, 49 (3), 459–465. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1214-3>.
7. Курчаева, Е. Е. Повышение мясной продуктивности и физиологического статуса кроликов на фоне применения пробиотических добавок / Е. Е. Курчаева, А. В. Востроилов, Е. С. Артемов. – Текст: непосредственный // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2018. – № 2 (11). – С. 112-121.
8. Пономарев, В. Я. Влияние кормовых минеральных добавок на качественные и технологические показатели мяса кроликов / В. Я. Пономарев, Э. Ш. Юнусов, Г. О. Ежкова. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 20. – С. 213-216.
9. Abdel-Wareth, A.A.A., Raslan, M.A.H., Ismail, Z.S.H., Salem, W., Lohakare, J. (2023). Effects of Zinc Oxide Nanoparticle Supplementation on Performance, Digestibility, and Blood Biochemistry of Californian Male Rabbits Under Hot Climatic Conditions. *Biological Trace Element Research*, 201 (7), 3418–3427. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03432-y>.
10. Abdel-Wareth, A.A.A., Amer, S.A., Moba-shar, M., El-Sayed, H.G.M. (2022). Use of zinc oxide nanoparticles in the growing rabbit diets to mitigate hot environmental conditions for sustainable production and improved meat quality. *BMC Veterinary Research*, 18 (1), 354. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03451-w>.
11. Гаркушин, Е. В. Влияние витаминов и минералов на состояние здоровья и продуктивность крупного рогатого скота / Е. В. Гаркушин, Т. П. Шубина. – Текст: непосредственный // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1-1. – С. 38-41.
12. Simonová, M. P., Chrastinová, L., Chrenková, M., Formelová, Z., Kandričáková, A., Bino, E., Lauková, A. (2020). Benefits of Enterocin M and Sage Combination on the Physico-chemical Traits,

Fatty Acid, Amino Acid, and Mineral Content of Rabbit Meat. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12 (3), 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09627-5>.

13. Кичеева, А. Г. Перспективы использования природных глинистых минералов в животноводстве (обзор) / А. Г. Кичеева, В. А. Терещенко. – Текст: непосредственный // *Аграрный научный журнал*. – 2021. – № 12. – С. 88-93

14. Экологические аспекты получения кормов из отходов полеводства / В. В. Киреева [и др.]. – Текст: непосредственный // *Труды Ростовского государственного университета путей сообщения*. – 2019. – № 1. – С. 43-45.

15. Исмацова, Ш. Н. Изменение химического состава комбикормов при хранении / Ш. Н. Исмацова, Ш. Ж. Юлдашева. – Текст: непосредственный // *Universum: технические науки*. – 2019. – № 5 (62). – С. 49-52.

16. Квартникова, Е. Г. Мясная продуктивность кроликов при сухом типе кормления без витаминно-минерального премикса / Е. Г. Квартникова, Г. Ю. Косовский, М. П. Квартников. – Текст: непосредственный // *Кролиководство и звероводство*. – 2020. – № 4. – С. 34-39.

17. Исследование процесса охлаждения диоксидом углерода тушек кролика в процессе транспортировки / Е. Н. Неверов, П. С. Коротких, А. Н. Гринюк, М. Ю. Мокрушин. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-211-5-111-121 – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 5 (211). – С. 111-121.

18. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для охлаждения тушек кролика / Е. Н. Неверов, А. Н. Гринюк, Н. Г. Третьякова. – Текст: непосредственный // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2-2. – С. 102.

### References

1. Nafikov M.M., Nigmatzianov A.R. Osobnosti proizvodstva produktsii i pererabotki syria agropromyshlennogo kompleksa po bezotkhodnoi tekhnologii // *Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza*. – 2019. – Т. 15. – No. 3. – С. 55-61.

2. Isubova U.Ch. i dr. Osobnosti primeniia resursosbergaiushchikh tekhnologii selskogo khoziaistva // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. – 2022. – No. 7. – С. 56-58.

3. Patshina, M.V. Analiz mirovogo rynka biomaterialov s tseliu opredeleniia potentsialnykh vozmozhnostei syria zhivotnogo proiskhozhdeniia /

M.V. Patshina, R.A. Voroshilin, A.M. Osintsev // *Tekhnika i tekhnologiiia pishchevykh proizvodstv*. – 2021. – Т. 51, No. 2. – С. 270-289. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-270-289.

4. Prosekov, A.Iu. Proizvodstvo zhelatina – sostoianie i perspektivy rynka, alternativnye istochniki, tekhnologii proizvodstva / A.Iu. Prosekov, R.A. Voroshilin // *Vse o miase*. – 2020. – No. 5S. – С. 265-268. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-265-268.

5. Vostroilov, A.V. Probioticheskie preparaty kak faktor povysheniia miasnoi produktivnosti i kachestva miasa krolikov / A.V. Vostroilov, E.E. Kurchaeva, V.L. Pashchenko // *Proizvodstvo i pererabotka selskokhoziaistvennoi produktsii: menedzhment kachestva i bezopasnosti: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 25-letiiu fakulteta tekhnologii i tovarovedeniia Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I, Voronezh, 07–09 noiabria 2018 goda. Tom Chast II*. – Voronezh: Voronezhskii GAU, 2018. – С. 320-327.

6. Mabrouki, S., Chalghoumi, R., Abdouli, H. (2017). Effects of pre-germinated fenugreek seeds inclusion in low-fiber diets on post-weaned rabbits' health status, growth performances, carcass characteristics, and meat chemical composition. *Tropical Animal Health and Production*, 49 (3), 459–465. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1214-3>.

7. Kurchaeva, E.E. Povyshenie miasnoi produktivnosti i fiziologicheskogo statusa krolikov na fone primeniia probioticheskikh dobavok / E.E. Kurchaeva, A.V. Vostroilov, E.S. Artemov // *Tekhnologii i tovarovedenie selskokhoziaistvennoi produktsii*. – 2018. – No. 2 (11). – С. 112-121.

8. Ponomarev, V.Ia. Vliianie kormovykh mineralnykh dobavok na kachestvennye i tekhnologicheskie pokazateli miasa krolikov / V.Ia. Ponomarev, E.Sh. Iunusov, G.O. Ezhkova // *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2014. – Т. 17, No. 20. – С. 213-216.

9. Abdel-Wareth, A.A.A., Raslan, M.A.H., Ismail, Z.S.H., Salem, W., Lohakare, J. (2023). Effects of Zinc Oxide Nanoparticle Supplementation on Performance, Digestibility, and Blood Biochemistry of Californian Male Rabbits Under Hot Climatic Conditions. *Biological Trace Element Research*, 201 (7), 3418–3427. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03432-y>.

10. Abdel-Wareth, A.A.A., Amer, S.A., Mobarshar, M., El-Sayed, H.G.M. (2022). Use of zinc ox-

ide nanoparticles in the growing rabbit diets to mitigate hot environmental conditions for sustainable production and improved meat quality. *BMC Veterinary Research*, 18 (1), 354. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03451-w>.

11. Garkushin E.V., Shubina T.P. Vliianie vitaminov i mineralov na sostoianie zdorovia i produktivnost' krupnogo rogatogo skota // *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – No. 1-1. – S. 38-41.

12. Simonová, M. P., Chrastinová, L., Chrenková, M., Formelová, Z., Kandričáková, A., Bino, E., Lauková, A. (2020). Benefits of Enterocin M and Sage Combination on the Physico-chemical Traits, Fatty Acid, Amino Acid, and Mineral Content of Rabbit Meat. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12 (3), 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09627-5>.

13. Kicheeva A.G., Tereshchenko V.A. Perspektivy ispolzovaniia prirodnykh glinistykh mineralov v zhivotnovodstve (obzor) // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. – 2021. – No. 12. – S. 88-93

14. Kireeva V.V. i dr. Ekologicheskie aspekty polucheniia kormov iz otkhodov polevodstva // *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniia*. – 2019. – No. 1. – S. 43-45.

15. Ismatova Sh.N., Iuldasheva Sh.Zh. Izmenenie khimicheskogo sostava kombikormov pri khraneniі // *Universum: tekhnicheskie nauki*. – 2019. – No. 5 (62). – S. 8-8.

16. Kvartnikova E.G., Kosovskii G.Iu., Kvartnikov M.P. Miasnaia produktivnost' krolikov pri sukhom tipe kormleniia bez vitaminno-mineralnogo premiksa // *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. – 2020. – No. 4. – S. 34-39.

17. Neverov E.N., Korotkikh P.S., Griniuk A.N., Mokrushin M.Iu. Issledovanie protsessa okhlazhdeniia dioksidom ugleroda tushek krolika v protsesse transportirovki // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2022. – No. 5 (211). – S. 111-121.

18. Neverov E.N., Griniuk A.N., Tretiakova N.G. Primenenie dioksida ugleroda dlia okhlazhdeniia tushek krolika // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*. – 2015. – No. 2-2. – S. 102.

*Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации по государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-4035.2022.4).*



УДК 619:578.74;578.831.1БН

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-227-9-73-80

Ю.Н. Козлова, В.С. Черепушкина, А.С. Кильп,  
В.Н. Афонюшкин, К.В. Ан, Н.А. Донченко  
Yu.N. Kozlova, V.S. Cherepushkina, A.S. Kilp,  
V.N. Afonyushkin, K.V. An, N.A. Donchenko

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИОФАГА M13 В КАЧЕСТВЕ ВЕКТОРНОЙ ВАКЦИНЫ ПРОТИВ БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА

### PROSPECTS OF USING BACTERIOPHAGE M13 AS A VECTOR VACCINE AGAINST NEWCASTLE DISEASE

**Ключевые слова:** векторная вакцина, болезнь Ньюкасла, бактериофаг M13, клонирование, плазмида pET32b, рекомбинантный антиген, пероральная вакцинация.

**Keywords:** vector vaccine, Newcastle disease, M13 bacteriophage, cloning, plasmid pET32b, recombinant antigen, oral vaccination.