

DOI: 10.33284/2658-3135-102-1-22

УДК 636.084.1:577.17:631.1

**Экономическая эффективность использования рационов, содержащих высокодисперсные комплексы металлов, в кормлении бычков казахской белоголовой породы**

*М.Я. Курилкина<sup>1</sup>, Т.Н. Холодилина<sup>1,2</sup>, Д.М. Муслимова<sup>1</sup>, О.А. Завьялов<sup>1</sup>, К.Н. Атландерова<sup>1</sup>,  
О.В. Чекмарёва<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

**Аннотация.** Основной целью исследований являлось изучение влияния скармливания высокодисперсных комплексов металлов (Ca, Cu, Zn, Fe) на эффективность выращивания бычков казахской белоголовой породы. При кормлении подопытных животных использовались корма: сено суданки, силос кукурузный, комбикорм. В состав комбикорма всех опытных групп входил ячмень дроблённый (40 %), пшеница (10 %), жмых подсолнечный (20 %), отруби пшеничные (30 %). Отруби пшеничные (30 %) в I опытной группе заменяли на баротермически обработанные отруби, во II опытной – пшеничными отрубями с высокодисперсным комплексом металлов: Ca, Cu, Zn, Fe, подвергнутых баротермическому воздействию. Скармливание испытуемых кормов сопровождалось увеличением живой массы бычков II опытной группы на 2,7 и 1,5 % и уровня рентабельности на 2,3 и 0,7 % соответственно.

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, бычки, кормление, высокодисперсные металлы, баротермическая обработка, экономическая эффективность.

UDC 636.084.1:577.17:631.1

**The economic efficiency of using rations containing highly disperse metal complexes in the feeding of Kazakh white-headed bulls**

*M.Ya. Kurilkina<sup>1</sup>, T.N. Kholodilina<sup>1,2</sup>, D.M. Muslyumova<sup>1</sup>, O.A. Zavyalov<sup>1</sup>, K.N. Atlanderova<sup>1</sup>,  
O.V. Chekmareva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»

<sup>2</sup>FSBEI HE «Orenburg State University»

**Summary.** The main aim of research was to study the effect of feeding with highly dispersed metal complexes (Ca, Cu, Zn, Fe) on the efficiency of growing bulls of the Kazakh white-headed breed. When feeding experimental animals, the following feed was used: Sudanese hay, corn silage, mixed fodder. The composition of feed of all experimental groups included crushed barley (40 %), wheat (10 %), sunflower cake (20 %), wheat bran (30 %). Wheat bran (30 %) in the I experimental group was replaced by barothermally-processed bran, and in the II experimental group – wheat bran with a highly dispersed complex of metals: Ca, Cu, Zn, Fe, subjected to barothermal action. The feeding of the tested feeds was accompanied by an increase in live weight of bulls of experimental group II by 2.7 and 1.5 % and the level of profitability by 2.3 and 0.7 %, respectively.

**Key words:** cattle, bullheads, feeding, high-dispersed metals, barothermal treatment, economic efficiency.

**Введение.**

Вопрос оптимизации минерального питания сельскохозяйственных животных сегодня решается посредством широкого использования различных минеральных солей эссенциальных элементов. Однако по мере развития науки становится ясно, что применение этих соединений в животноводстве сопровождается и негативными последствиями воздействия на организм животных,

выражающимися расстройством желудочно-кишечного тракта, а также изменениями в составе микрофлоры [1-4]. Таким образом, большое внимание уделяется разработкам органических форм микроэлементов, которые характеризуются меньшей токсичностью и большей биодоступностью основного вещества [5-7]. Значительный интерес представляют работы по использованию высокодисперсных металлов, применяемых в кормлении крупного рогатого скота для минерального обогащения рационов, что определяется их уникальными свойствами [8, 9].

Высокодисперсные порошки металлов за счёт своих многосторонних особенностей дают возможность использовать их в качестве стимуляторов роста и обменных процессов в организме животных [10-13], что непосредственно будет сказываться на рентабельности их выращивания [14, 15].

#### **Цель исследования.**

Изучение влияния скармливания высокодисперсных комплексов металлов на эффективность выращивания бычков казахской белоголовой породы.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Бычки казахской белоголовой породы в возрасте 13 месяцев массой 320-330 кг.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были приняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения испытываемых образцов.

**Схема эксперимента.** Опыты проводились в Бугурусланском районе Оренбургской области на бычках казахской белоголовой породы в возрасте 13 мес. живой массой 320-330 кг. Количество животных по группам составляло 15 голов, продолжительность подготовительного периода – 30 суток, основного – 152 суток. Исследования выполнялись по общепринятой методике ВНИИМС, ВИЖ [16]. При кормлении подопытных животных использовались корма: сено суданки (3,3 кг), силос кукурузный (13,7 кг), комбикорм (3,6 кг). В состав комбикорма входил ячмень дроблёный (40 %), пшеница (10 %), жмых подсолнечный (20 %), отруби пшеничные (30 %). В I и II опытных группах в составе рациона отруби пшеничные (30 %) заменяли на испытываемые кормовые добавки. В I опытной группе добавка состояла из пшеничных отрубей, подвергнутых баротермическому воздействию, во II опытной – пшеничные отруби с высокодисперсным комплексом металлов: Ca, Cu, Zn, Fe, подвергнутых баротермическому воздействию.

В работе применялись высокодисперсные порошки кальция – частицы менее 10 мкм; Cu, Zn, Fe, произведённые Alfa Aesar GmbH & Co KG (Германия), размер частиц – 9-10 мкм, чистота – 99,7 % (ЕЕС № 231-096-4).

Дозировка вводимых в опытные добавки высокодисперсных препаратов составлялась из расчёта на 1 кг экструдата: Ca – 200 г, Zn – 0,1 г, Fe – 2 г, Cu – 0,1 г. При выборе высокодисперсных порошков металлов и их дозировок руководствовались результатами исследований А.С. Кузнецовой [17].

При получении опытных кормовых добавок баротермическую обработку осуществляли на пресс-экструдере производительностью 45 кг/ч, с частотой вращения шнека  $n=160$  об/мин. Баротермический процесс создавался при давлении 10 мПа и температуре не выше +120 °С. Влажность готовой смеси составляла 30 %.

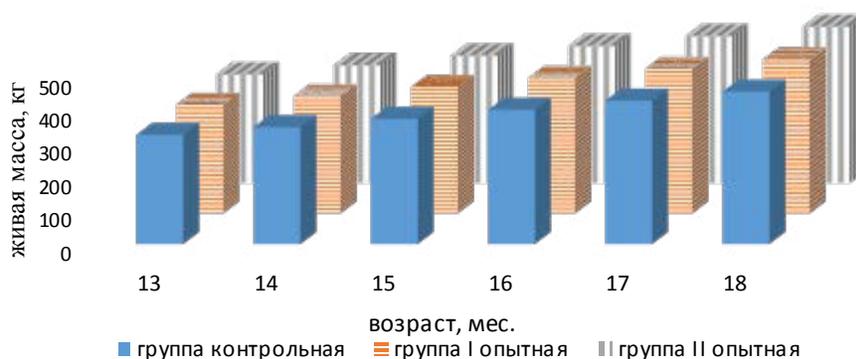
Контроль за ростом подопытных животных проводился путём индивидуального, ежемесячного взвешивания утром до кормления и поения на электронных весах.

**Оборудование и технические средства.** Электронные весы для взвешивания животных ЭЛЬТОН (Ск) (г. Волгоград, Россия), пресс-экструдер ПШ-30/1 (Россия).

**Статистическая обработка.** Результаты, полученные в исследовании, обработаны методом вариационной статистики с использованием критерия достоверности по Стьюденту (t-критерий) с помощью пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

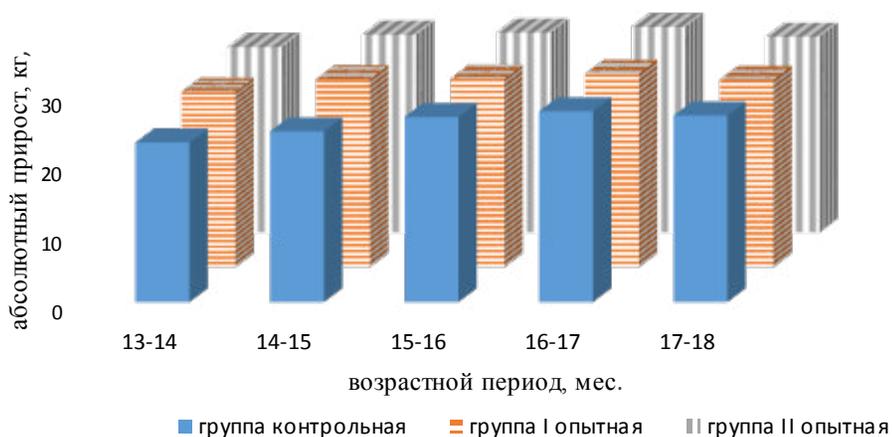
#### Результаты исследований.

Включение в рацион подопытных бычков высокодисперсных комплексов металлов оказало существенное влияние на динамику их живой массы. Так, по живой массе в 15-месячном возрасте бычки II опытной группы превосходили сверстников из контрольной и I опытной групп на 1,9 и 0,7 %, в 18 мес. – на 2,7 и 1,5 % соответственно (рис. 1).



**Рис. 1 – Динамика живой массы подопытного молодняка, кг**

Бычки II опытной группы, имея более высокие показатели живой массы, превосходили бычков из контрольной и I опытной групп по величине абсолютного прироста за период эксперимента на 4,8 и 4,4 % (рис. 2).



**Рис. 2 – Динамика прироста живой массы подопытного молодняка, кг/гол. в месяц**

Использование в рационах кормления подопытных бычков кормовых добавок с высокодисперсным комплексом металлов, подвергнутых баротермическому воздействию, является экономически выгодным. Так, применение рационов с опытными кормовыми добавками позволило снизить себестоимость 1 ц прироста на 4,0-5,6 % по отношению к контрольной группе и получить

дополнительную прибыль в размере 600 и 943 руб. в расчёте на одно животное. При этом уровень рентабельности выращивания бычков II опытной группы был выше на 2,3 и 0,7 % соответственно (рис. 3).

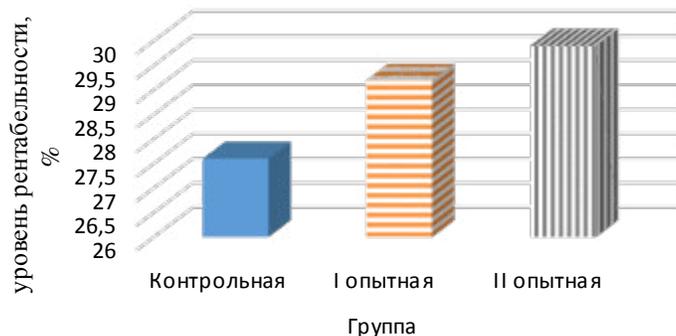


Рис. 3 – Показатели экономической эффективности

#### Обсуждение полученных результатов.

Создание кормовых добавок нового поколения и кормовых средств с использованием современных комплексов минеральных веществ и экологически чистых вторичных сырьевых ресурсов перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса для сельскохозяйственных животных и птицы является перспективным направлением исследований [18].

Эффективное использование питательных веществ кормов заключается в повышении их питательной и биологической ценности. В этом направлении наиболее перспективными являются технологии, основанные на высокотемпературных режимах обработки, в частности экструзия [19]. Так как при баротермической обработке под влиянием высоких температур и давления идёт сильное изменение строения и качеств ценных компонентов корма, всё это способствует созданию совершенно нового структурированного продукта, обладающего высокими питательными свойствами. Многими учёными проведены исследования по изменению химического состава зернового сырья в процессе экструзии, а также влиянию экструдированных кормовых продуктов на рубцовое пищеварение крупного рогатого скота. Исследователи отмечали увеличение доступности питательных веществ зерносмесей в процессе экструзионной обработки, повышение рубцового пищеварения и, как следствие, мясной продуктивности крупного рогатого скота [20-23].

Известно, что высокодисперсные порошки ряда металлов и оксидов металлов (медь, магний, железо, цинк, серебро и др.) обладают выраженной биологической активностью, они менее токсичны, а их биодоступность превышает существующие аналоги солей металлов [24-26].

Мы в своих исследованиях использовали комплекс высокодисперсных порошков Ca, Cu, Zn, Fe, которые в дальнейшем смешивали с пшеничными отрубями и подвергали баротермической обработке, опираясь на ранее полученные результаты [27-29]. При изучении высокодисперсных порошков металлов установлено, что их использование более эффективно влияет на рост и развитие организма. Кроме того, баротермическая обработка кормовой композиции способствует улучшению химического состава корма за счёт преобразования сложных молекулярных компонентов клеток корма в более простые, при этом способствует стерилизации зерна и инактивации находящихся в нём токсичных веществ, что делает его легкоусвояемым для животных [30]. Как следует из полученных нами результатов, динамика живой массы подопытных бычков опытных групп, получавших в составе рационов исследуемые кормовые добавки, находилась на более высоком уровне относительно контроля. Так, разница в живой массе между животными контрольной и опытными группами в конце эксперимента составила 1,5 % и 2,7 %. В наших исследованиях установлено, что более высокий прирост живой массы увеличил и дополнительную прибыль, которая составляла в I опытной группе до 600,0 руб., во II опытной – 943,2 руб. в расчёте на одно живот-

ное, несмотря на то, что производственные затраты в опытных группах были выше, однако они окупались дополнительной продукцией. Также выявлено, что уровень рентабельности в опытных группах увеличился на 1,6 и 2,3 % относительно контроля соответственно.

#### Выводы.

Таким образом, выращивание молодняка крупного рогатого скота на рационах, содержащих высокодисперсные комплексы металлов (Ca, Cu, Zn, Fe), подвергнутых баротермической обработке, обеспечивает повышение продуктивности бычков и повышает уровень рентабельности их выращивания на 2,7 % и 2,3 % по отношению к контролю.

#### Литература

1. Мирошников С.А., Сизова Е.А. Наноматериалы в животноводстве (обзор) // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 7-22.
2. Кван О.В., Лебедев С.В., Русакова Е.А. Моделирование дефицита химических элементов в организме животных // Известия Оренбургского государственного университета. 2011. № 4(32). С. 312-315.
3. Экономическая эффективность применения рационов с содержанием bypass жиров в кормлении бычков красной степной породы / В.А. Рязанов, Ю.И. Левахин, Е.Б. Джуламанов, Б.С. Нуржанов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 147-151.
4. Проект Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года / Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников, Р.В. Костюк, И.М. Дунин, Г.П. Легошин // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 7-12.
5. К разработке критериев безопасности наночастиц металлов при введении их в организм животных / Е.А. Сизова, Т.Н. Холодилина, С.А. Мирошников, В.С. Полякова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 1. С. 40-42.
6. Влияние пробиотических препаратов на обмен химических элементов в организме животных / С.А. Мирошников, О.В. Кван, Д.Г. Дерябин и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 12-2(62). С. 151-154.
7. Chung H.Y., Davis M.E., Hines H.C. Genetic variants detected by PCR-RFLP in intron 6 of the bovine calpastatin gene // Animal Genetics. 2001. № 32(1). P. 53-63.
8. Харламов А.В., Ирсултанов А.Г., Завьялов О.А. Эффективность производства говядины при различной технологии выращивания подсосных телят на пастбище и дальнейшего их откорма на площадке // Вестник мясного скотоводства. 2006. Вып. 59. Т. I. С. 323-328.
9. Нестеров Д.В., Сипайлова О.Ю., Лебедев С.В. Влияние сульфата и микрочастиц цинка на обмен токсических элементов в костной ткани цыплят бройлеров // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 142. С. 176-179.
10. Влияние пробиотических препаратов на обмен химических элементов в организме животных / С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, О.В. Кван, Д.Г. Дерябин, О.Ю. Сипайлова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 12. С. 151-154.
11. Нестеров Д.В., Лебедев С.В., Сипайлова О.Ю. Возрастная динамика накопления микро- и макроэлементов в большеберцовой кости кур // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 2. С. 39-44.
12. Zhang A.L., Zhang L. Effects of ghrelin gene genotypes on the growth traits in Chinese cattle // Molecular Biology Reports. 2012. Vol. 39. No. 6. P. 6981-6986.
13. Курилкина М.Я., Гарипова Н.В. Влияние экстрактсодержащих кормосмесей с высокодисперсными комплексами металлов на состав продукции цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6(50). С. 171-172.
14. Bhupinder Singh Sekhon. Nanotechnology in agri-food production: an overview // Nanotechnol Sci Appl. 2014. No. 7. P. 31-53.

15. Ле Вьет Фьонг. Использование высокодисперсных порошков железа, меди, марганца, цинка в премиксах цыплят-бройлеров: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2006. С. 37-45.
16. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с.
17. Кузнецова А.С. Влияние клинкерсодержащих экструдатов на эффективность использования питательных веществ, обмен химических элементов и продуктивность цыплят-бройлеров: дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2008. 142 с.
18. Мартынова Д.В. Оптимизация процесса экструдирования белково-клетчатко-крахмалосодержащего сырья // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 3. С. 151-156.
19. Биодоступность опытных кормовых смесей *in vitro* / Г.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, И.С. Мирошников, В.А. Рязанов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 303-305.
20. Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Рязанов В.А. Особенности липидного обмена в рубце при использовании жиросодержащих нутриентов с различной распадаемостью // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 74-78.
21. Влияние комбикормов-концентратов с экструдированным зерном на рубцовое пищеварение дойных коров / Н.Н. Швецов, Н.П. Зуев, М.М. Наумов и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 9(119). С. 72-77.
22. Исследование преобразования структурно-механических свойств и химического состава белково-крахмало-клетчаткосодержащего сырья в канале одношнекового пресс-экструдера / Д.В. Тимофеева, С.В. Кишкилев, В.П. Попов, Н.Н. Мартынов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием). Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. С. 1007-1014.
23. Влияние наночастиц меди и оксида меди на организм цыплят-бройлеров / Е.П. Мирошникова, В.А. Сердаева, М.С. Мирошникова, И.А. Руденков // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 204-212.
24. О возможностях использования наночастиц металлов совместно с веществами «anti-quorum» / К.Н. Атландерова, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина, Д.М. Муслимова // Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-корр. РАН В.И. Левахина / под ред. проф. Ф.Г. Каюмова. Оренбург, 2016. Ч. I. С. 154-156.
25. Нестеров Д.В. Влияние высокодисперсных порошков металлов на обмен веществ и продуктивность животных на фоне энзимсодержащих рационов: дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 115 с.
26. Харламов А.В., Харламов В.А., Завьялов О.А. Сравнительная оценка продуктивности молодняка казахской белоголовой породы при откорме и нагуле // Ветеринария и кормление. 2009. № 6. С. 24-26.
27. Influence of  $cu_{10x}$  copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / E.A. Sizova, S.A. Miroshnikov, A.V. Skalny, N.N. Glushchenko // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. T. 25. No. 1. P. 84-89.
28. Nanoparticle and Protein Corona / M. Rahman, S. Laurent, N. Tawil, L'.H. Yahia, M. Mahmoudi // Protein-Nanoparticles Interactions. The Bio-Nano Interface. Part of the Springer Series in Biophysics book series (Biophysics, volume 15). Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. P. 21-44.
29. Ferroportin mediates the intestinal absorption of iron from a nanoparticulate ferritin core mimetic in mice / Mohamad F. Aslam, David M. Frazer, NunoFaria, Sylvaine F. A. Bruggraber, Sarah J. Wilkins, Cornel Mirciov, Jonathan J. Powell, Greg J. Anderson, and Dora I. A. Pereira. // FASEB J. 2014. No. 28(8). P. 3671-3678.

30. Разработка метода выявления элементозов крупного рогатого скота / С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 73-78.

#### References

1. Miroshnikov S.A., Sizova E.A. Nanomaterials in animal husbandry (review) // Herald of beef cattle breeding. 2017. No. 3(99). P. 7-22.
2. Kvan O.V., Lebedev S.V., Rusakova E.A. Modeling the deficiency of chemical elements in animals // Bulletin of the Orenburg State University. 2011. No. 4(32). P. 312-315.
3. The economic efficiency of rations containing bypass fat in feeding bulls of the Red Steppe breed / V.A. Ryazanov, Yu.I. Levakhin, E. B. Dzhulamanov, B.S. Nurzhanov // Herald of beef cattle breeding. 2017. No. 3(99). P. 147-151.
4. Draft Concept for the Sustainable Development of Beef Cattle Breeding in the Russian Federation for the Period up to 2030 / Kh.A. Amerkhanov, S.A. Miroshnikov, R.V. Kostyuk, I.M. Dunin, G.P. Logoshin // Herald of beef cattle breeding. 2017. No. 1(97). P. 7-12.
5. On the development of criteria for the safety of metal nanoparticles when they are introduced into the organism of animals / E.A. Sizova, T.N. Kholodilina, S.A. Miroshnikov, V.S. Polyakova // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2011. No. 1. P. 40-42.
6. The effect of probiotic preparations on the exchange of chemical elements in the organism of animals / S.A. Miroshnikov, O.V. Kwan, D.G. Deryabin and others // Bulletin of the Orenburg State University. 2006. No. 12-2(62). P. 151-154.
7. Chung H.Y., Davis M.E., Hines H.C. Genetic variants detected by PCR-RFLP in intron 6 of the bovine calpastatin gene // Animal Genetics. 2001. No. 32(1). P. 53-63.
8. Kharlamov A.V., Irsultanov A.G., Zavyalov O.A. Efficiency of beef production with different technology of cultivation of suckling calves on pasture and their further fattening at the site // Herald of beef cattle breeding. 2006. Issue 59. Vol. I. P. 323-328.
9. Nesterov D.V., Sipailova O.Yu., Lebedev S.V. Influence of sulphate and zinc microparticles on the exchange of toxic elements in the bone tissue of chickens broilers // Bulletin of the Orenburg State University. 2012. No. 142. P. 176-179.
10. The effect of probiotic preparations on the exchange of chemical elements in the organism of animals / S.A. Miroshnikov, S.V. Lebedev, O.V. Kwan, D.G. Deryabin, O. Yu. Sipaylova // Bulletin of Orenburg State University. 2006. No. 12. P. 151-154.
11. Nesterov D.V., Lebedev S.V., Sipailova O.Yu. The age dynamics of accumulation of micro- and macronutrients in the tibia of chickens // Problems of the biology of productive animals. 2011. No. 2. P. 39-44.
12. Zhang A.L., Zhang L. Effects of ghrelin gene genotypes on the growth traits in Chinese cattle // Molecular Biology Reports. 2012. Vol. 39. No. 6. P. 6981-6986.
13. Kurilkina M.Ya., Garipova N.V. Influence of extrudate-containing feed mixtures with highly dispersed metal complexes on the composition of production of broiler chickens // Herald of Orenburg State Agrarian University. 2014. No. 6(50). P. 171-172.
14. Bhupinder Singh Sekhon. Nanotechnology in agri-food production: an overview // Nanotechnol Sci Appl. 2014. No. 7. P. 31-53.
15. Le Viet Phuong. The use of highly dispersed powders of iron, copper, manganese, zinc in premixes of broiler chickens: dis. ... cand. agr. sciences. M., 2006. P. 37-45.
16. Rules and rations for feeding farm animals: reference manual / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Scheglov, N.I. Kleimenov. 3rd ed., pererab. and add. M.: Agropromizdat, 2003. 456 p.
17. Kuznetsova A.S. The influence of clinker-containing extrudates on the efficiency of nutrient use, the exchange of chemical elements and the productivity of broiler chickens: dis. ... cand. biol. sciences. Orenburg, 2008. 142 p.

18. Martynova D.V. Optimization of the process of extrusion of protein-cellulose-starch-containing raw materials // *Intellect. Innovation. Investments*. 2016. No. 3. P. 151-156.
19. Bioavailability of experimental feed mixtures in vitro / G.I. Levakhin, B.S. Nurzhanov, I.S. Miroshnikov, V.A. Ryazanov // *Regulatory issues in veterinary medicine*. 2015. No. 2. P. 303-305.
20. Levakhin Yu.I., Nurzhanov B.S., Ryazanov V.A. Features of lipid metabolism in the rumen when using fat-containing nutrients with different disintegration // *Herald of beef cattle breeding*. 2015. No. 1(89). P. 74-78.
21. The effect of mixed fodders with extruded grain on the cicatricial digestion of dairy cows / N.N. Shvetsov, N.P. Zuev, M.M. Naumov et al. // *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2014. No. 9(119). P. 72-77.
22. Study of transformation of structural-mechanical properties and chemical composition of protein-starch-cellulose-containing raw materials in the channel of a single-screw press extruder / D.V. Timofeeva, S.V. Kishkilev, V.P. Popov, N.N. Martynov // *University complex as a regional center of education, science and culture: Mothers Ales. scientific-method. conf. (with international participation)*. Orenburg: IPK «Universitet», 2015. P. 1007-1014.
23. Effect of copper nanoparticles and copper oxide on the body of broiler chickens / E.P. Miroshnikova, V.A. Serdaeva, M.S. Miroshnikova, I.A. Rudenkov // *Herald of beef cattle breeding*. 2017. No. 4(100). P. 204-212.
24. About the possibilities of using metal nanoparticles together with «anti-quorum» substances / K.N. Atlanderova, G.K. Duskayev, M.Ya. Kurilkina, D.M. Muslyumova // *Innovation directions and developments for effective agricultural production: materials of the Intern. scientific-practical conf., dedicated. Memory Corr. RAS V.I. Levakhin / ed. prof. F.G. Kayumov*. Orenburg, 2016. Part I. P. 154-156.
25. Nesterov D.V. The effect of highly dispersed metal powders on the metabolism and productivity of animals on the background of enzyme-containing diets: dis. ... cand. biol. sciences. Orenburg, 2009. 115 p.
26. Kharlamov A.V., Kharlamov V.A., Zavyalov O.A. Comparative evaluation of the productivity of young Kazakh white-headed breed during fattening and fattening // *Veterinary medicine and feeding*. 2009. No. 6. P. 24-26.
27. Influence of cu10x copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / E.A. Sizovaa, S.A. Miroshnikov, A.V. Skalny, N.N. Glushchenko // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2011. Vol. 25. No. 1. P. 84-89.
28. Nanoparticle and Protein Corona / M. Rahman, S. Laurent, N. Tawil, L'.H. Yahia, M. Mahmoudi // *Protein-Nanoparticles Interactions. The Bio-Nano Interface. Part of the Springer Series in Biophysics book series (Biophysics, volume 15)*. Berlin, Heidelberg: Springer. 2013. P. 21-44.
29. Ferroportin mediates the intestinal absorption of iron from a nanoparticulate ferritin core mimetic in mice / Mohamad F. Aslam, David M. Frazer, NunoFaria, Sylvaine F. A. Bruggraber, Sarah J. Wilkins, Cornel Mirciov, Jonathan J. Powell, Greg J. Anderson, and Dora I. A. Pereira. // *FASEB J*. 2014. No. 28(8). P. 3671-3678.
30. Development of a method for identifying elements of cattle / S.A. Miroshnikov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, A.V. Kharlamov, G.K. Duskayev, M.Ya. Kurilkina // *Herald of beef cattle breeding*. 2016. No. 4(96). P. 73-78.

**Курилкина Марина Яковлевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

**Холодилина Татьяна Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Испытательным центром ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru; доцент кафедры «Экологии и природопользования» ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, e-mail: post@mail.osu.ru

**Муслимова Дина Марсельевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

**Завьялов Олег Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78, e-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru

**Атландерова Ксения Николаевна**, аспирант, специалист Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

**Чекмарёва Ольга Викторовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Экологии и природопользования» ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, e-mail: post@mail.osu.ru

Поступила в редакцию 6 марта 2019 года