



Научная статья

УДК 636.52/.58:577.17

Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при скармливании ферментов в комбинации с цинком

Кристина Владимировна Рязанцева¹, Елена Анатольевна Сизова^{1,2}, Ксения Сергеевна Нечитайло^{1,2}, Ольга Вилориевна Кван^{1,2}

¹ФГБНУ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФНЦ БСТ РАН), г. Оренбург; ²Оренбургский государственный университет

Аннотация: Высокая производительность и улучшенная эффективность корма являются целями современного бройлерного производства, которые в значительной степени могут быть реализованы с использованием определенных микроэлементов, таких как цинк в ультрадисперсной форме, который показал некоторые перспективы в кормлении птицы. В нашем опыте цыплята-бройлеры (кросс «Арбор Айкрес», по 35 гол. в группе) контрольной группы получали основной рацион, а опытной группе в дополнение к нему скармливали ферментный комплекс (эндо-1,4-бета-ксилаза 4000 ед./г, альфа-амилаза 400 ед./г и субтилизин 8000 ед./г) в дозе 0,05% в композиции с ультрадисперсной формой Zn (гидродинамический радиус $164 \pm 31,2$ нм; дзета-потенциал $25,0 \pm 0,5$ мВ) в дозе 3 мг/кг корма. Установлено, что в период с 14 по 21 сутки недельный прирост живой массы бройлеров в контрольной группе был выше, чем в опытной, на 67,7 г или 22,4% ($p \leq 0,05$); с 22 по 28 сутки разница между группами сохранилась, но уменьшилась и составила 4,0% ($p \leq 0,05$). С 29 по 35 сутки опытная группа уже лидировала по приросту живой массы при разнице с контролем 6,8%; в последнюю неделю эксперимента (36-42 сутки) показатель опытной группы превышал контроль на 175,0 г или 65,5% ($p \leq 0,05$). Анатомическая разделка тушек бройлеров в 42 дня показала усиление роста мышечной ткани в опытной группе на 4,7% относительно контроля, а также достоверное повышение массы костной ткани на 11,8% ($p < 0,05$). Масса съедобных частей в опытной группе превысила контрольное значение на 15,6% ($p < 0,05$). Балансовый опыт показал, что степень использования углеводов и клетчатки кормов незначительно различалась между группами, однако в опытной группе отмечено статистически значимое превосходство по переваримости сырого протеина (на 5,8%, $p < 0,05$), а также сырого жира (на 1,2%). Таким образом, результаты опыта наглядно демонстрируют прямую зависимость интенсивности обменных процессов организма и продуктивности бройлеров от изученного кормового фактора.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, ультрадисперсная форма цинка, ферменты, живая масса, мясная продуктивность, переваримость компонентов корма.

Для цитирования: Рязанцева, К.В. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при скармливании ферментов в комбинации с цинком / К.В. Рязанцева, Е.А. Сизова, К.С. Нечитайло, О.В. Кван // Птицеводство. – 2023. – № 1. – С. 41-46.

doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-11-41-46

Введение. Важнейшее требование для достижения высокой продуктивности животных – полноценное питание, в т.ч. минеральное. Однако содержание минералов в рационах зачастую не соответствует потребностям высокопродуктивных кроссов птицы [1].

Одним из значимых микроэлементов, занимающим второе место по содержанию в организме, является цинк (Zn). Это связано со значением Zn в реализации различ-

ных физиологических функций, включая структурную и регуляторную поддержку, а также как неотъемлемого компонента многочисленных ферментных структур и металлоферментов. Zn участвует в активности ряда ферментов, задействованных в углеводном, белковом и липидном обмене, в системе антиоксидантной защиты и почти во всех метаболических путях организма. Кроме того, Zn играет жизненно важную

роль в производстве и секреции гормонов, которые способствуют росту, репродуктивной и иммунной функции, поддерживают нормальное оперение и формирование костей [2].

Нормирование Zn в рационах сельскохозяйственной птицы осуществляется путем его ввода в комбикорма в виде неорганических (оксиды и сульфаты) или органических (биоплексы и хелаты) источников [3]. Однако основным

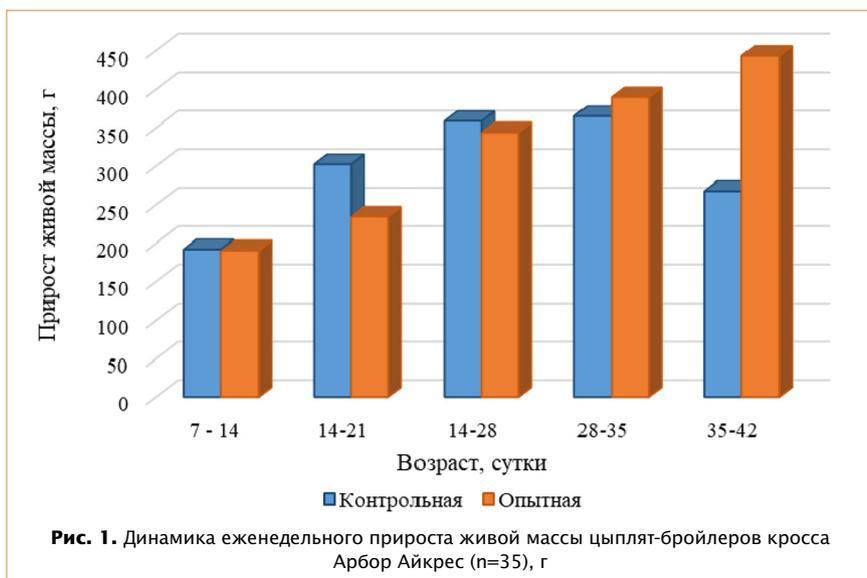


Рис. 1. Динамика еженедельного прироста живой массы цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес (n=35), г

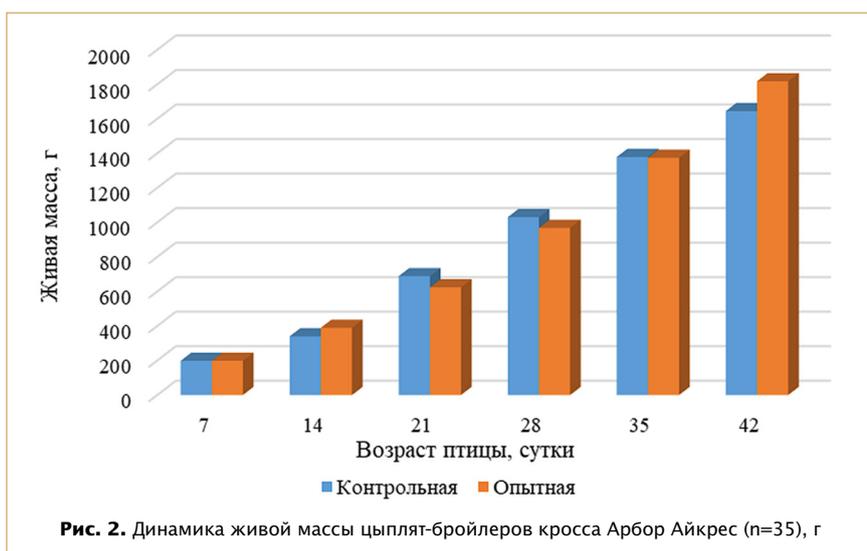


Рис. 2. Динамика живой массы цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес (n=35), г

недостатком использования этих источников Zn, особенно неорганических (сульфата), является его низкая биодоступность и удержание в силу слабых ионных связей, которые позволяют иону металла полностью диссоциировать от остатка сульфата при контакте с водой, что делает его недоступным для всасывания [2]. В связи с этим, широкое применение в животноводстве получили минералы в ультрадисперсной форме (наночастицы, НЧ), отличающиеся от обычных источников меньшим размером, большей площадью поверхности и более высоким био-

логическим потенциалом [4]. В ранее проведенных исследованиях ультрадисперсные формы Zn использовались для модулирования микрофлоры кишечника, в первую очередь, для уменьшения количества патогенных бактерий у цыплят-бройлеров. Кроме того, исследованиями подтверждена потенциальная антибактериальная активность НЧ Zn, что позволяет использовать его в качестве альтернативы обычным антибиотикам [2].

Современный подход к выращиванию цыплят-бройлеров немаловажен без использования ферментов. Применение экзогенных

кормовых ферментов в рационе птицы становится нормой для преодоления неблагоприятного воздействия антипитательных факторов, улучшения усвоения компонентов рациона и повышения продуктивности птицы [5].

Ранее проведенные исследования свидетельствуют об эффективности применения комбинаций отдельных веществ различной природы; однако важно отметить, что совместное применение таких веществ может сопровождаться антагонистическими эффектами, приводя к нарушению пищеварительного процесса [6,7].

Поэтому целью данного исследования было оценить влияние добавок комплексного ферментного препарата в комбинации с ультрадисперсной формой Zn на показатели роста и эффективности пищеварения у цыплят-бройлеров.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на цыплятах-бройлерах кросса «Арбор Айкрес» в период с 2022 по 2023 г. в условиях вивария ФНЦ БСТ РАН. Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН.

По методу пар-аналогов были сформированы контрольная и опытная группы (n=35). Условия содержания бройлеров обеих групп были одинаковыми и соответствовали зоотехническим нормам. Исследования были проведены на базе ЦКП БСТ РАН (<http://цкп-бст.рф>).

В период проведения исследований применялось дифференцированное двухфазное кормление: первая фаза (1-4 недели жизни) и вторая фаза (5-6 недели). В кормлении цыплят контрольной группы применяли ос-

новой рацион; опытной группе в дополнение к основному рациону скармливали ферментный комплекс в дозе 0,05% (эндо-1,4-бета-ксилаза 4000 ед./г, альфа-амилаза 400 ед./г и субтилизин 8000 ед./г) в композиции с ультрадисперсной формой Zn (гидродинамический радиус $164 \pm 31,2$ нм; дзета-потенциал $25 \pm 0,5$ мВ) в дозе 3 мг/кг корма. В период опыта птица обеспечивалась всеми питательными веществами в соответствии с существующими нормативами ВНИТИП [8].

Полученные результаты обработаны при помощи офисного программного приложения «Microsoft Office» с применением «Excel 2019» и «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США). Для оценки статистической значимости использовали параметрический t-критерий Стьюдента, достоверными считали значения при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. По итогам исследований еженедельного прироста живой массы бройлеров в период с 14 по 21 сутки прирост в контрольной группе был выше, чем в опытной, на 67,7 г или на 22,4% ($p \leq 0,05$). С 14 по 28 сутки разница между группами уменьшилась и составила 4,0% ($p \leq 0,05$). С 28 по 35 сутки опытная группа заняла лидирующее положение по недельному приросту при разнице с контролем 6,8%. На последнюю неделю эксперимента прирост в опытной группе превышал контроль на 175,0 г, разница составила 65,5% ($p \leq 0,05$) (рис. 1).

Анализируя динамику живой массы (рис. 2), видно, что на 14 суток опытная группа превосходила сверстников из контроля на 14,4%. На 21 сутки бройлеры контрольной группы росли интенсивнее,

Таблица 1. Результаты анатомической разделки цыплят-бройлеров в возрасте 42 суток ($M \pm m$; $n=35$)

Показатель, г	Контрольная группа	Опытная группа
Предубойная живая масса	$1654,00 \pm 125,1$	$1817,33 \pm 129,256$
Полупотрошенная тушка	$1469,00 \pm 11,000$	$1538,33 \pm 199,692$
Потрошенная тушка	$1136,76 \pm 35,060$	$1244,67 \pm 49,333$
Мышечная ткань	$703,75 \pm 73,750$	$737,00 \pm 64,594$
Костная ткань	$330,00 \pm 9,000$	$369,06 \pm 8,046^*$
Съедобные части	$1029,59 \pm 0,385$	$1190,75 \pm 12,951^*$
Несъедобные части	$586,30 \pm 19,710$	$563,76 \pm 89,557$
Съедобные / несъедобные части	$2,51 \pm 0,815$	$2,15 \pm 0,129$
Убойный выход, %	$65,54 \pm 1,048$	$68,03 \pm 1,969$

Примечание: различия с контролем достоверны при $*p < 0,05$.

разница с опытной группой составила 9,3%. Данная динамика сохранилась и на 28 сутки, так контроль превышал значения опытной группы на 6,0% ($p \leq 0,05$). К концу эксперимента живая масса в опытной группе была максимальной (1817,3 г), превышая показатель контроля на 10,5%.

При анатомической разделке тушек бройлеров нами было зафиксировано повышение выхода мышечной ткани в опытной группе на 4,7% относительно контроля (табл. 1). В опытной группе также отмечается достоверное повышение массы костной ткани на 11,8% ($p < 0,05$). Выход съедобных частей тушки в опытной группе превысил контрольное значение на 15,6% ($p < 0,05$).

Одним из главных критериев оценки эффективности применения кормовых добавок является исследование переваримости питательных компонентов корма (табл. 2).

Степень использования углеводов и клетчатки кормов незначительно различалась между группами, однако в опытной группе отмечено статистически значимое превосходство по переваримости сырого протеина (на 5,8%, $p < 0,05$), а также сырого жира (на 1,2%).

Zn в рационах способствует расщеплению белков, липидов,

углеводов и нуклеиновых кислот на компоненты, легко всасывающиеся в кишечнике, за счет стимуляции активности ферментов. Проведенные ранее исследования свидетельствуют о том, что ультрадисперсные формы Zn улучшают показатели роста и эффективность кормления птицы [9]. Однако в более раннем исследовании сообщалось о снижении показателей роста бройлеров, получавших рацион с добавками ультрадисперсного Zn, что может быть связано с его высокой абсорбцией из-за меньшего размера частиц и более высокой биологической доступностью [10].

Наблюдаемые увеличения живой массы могут быть связаны со способностью Zn стимулировать секрецию поджелудочной железой пищеварительных ферментов, тем самым, повышая усвояемость корма и использование питательных веществ [11].

Показатели анатомической разделки тушек являются важным критерием мясной продуктивности бройлеров. Данные о влиянии добавок Zn на убойный выход и выход частей тушек бройлеров, опубликованные разными авторами, зачастую противоречивы. Некоторые из причин, объясняющих такую некогерентность, могут быть





Таблица 2. Коэффициенты переваримости питательных веществ корма (M±m), %

Группа	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Углеводы, в среднем
Контрольная	75,18±1,61	80,25±1,28	74,89±1,63	19,55±5,22	79,66±1,32
Опытная	76,68±0,97	81,49±0,77	80,69±0,80*	19,87±3,34	79,45±0,86

Примечание: различия с контролем достоверны при *p<0,05.

связаны с типом, формой, временем воздействия, дозой ультрадисперсных форм Zn и т.д. [12]. В связи с этим, показатели роста сами по себе не могут рассматриваться как единственный фактор для оценки эффективности применения ультрадисперсных форм Zn в кормлении цыплят.

Zn положительно влияет на усвояемость корма, участвуя в метаболизме углеводов, липидов и белков [13]. Повышение переваримости кормов наглядно демонстрирует положительный эффект скармливания ферментного комплекса в композиции с ультради-

сперсной формой Zn. Это может быть обусловлено повышением активности пищеварительных ферментов (гидролаз) под действием данного комплекса, что подтверждается и другими исследованиями [14,15].

Заключение. Таким образом, скармливание ферментного комплекса в композиции с ультрадисперсной формой Zn способствовало повышению показателей продуктивности бройлеров, что выразилось в увеличении живой массы цыплят опытной группы на 10,5% относительно контроля на фоне улучшения переваримости пита-

тельных веществ, в особенности белка. Данные анатомической разделки наглядно демонстрируют прямую зависимость интенсивности обменных процессов организма от кормового фактора. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии изученной комплексной добавки на здоровье и реализацию продуктивного потенциала цыплят-бройлеров.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-26-00253, <https://rscf/project/22-26-00253/>.

Литература / References

1. Рязанцева, К.В. Нормирование минерального питания цыплят-бройлеров (обзор) / К.В. Рязанцева, К.С. Нечитайло, Е.А. Сизова // Животноводство и кормопроизводство. - 2021. - Т. 104. - №1. - С. 119-137. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-119
2. Yusof, H.M. Influence of dietary biosynthesized zinc oxide nanoparticles on broiler zinc uptake, bone quality, and antioxidative status / H.M. Yusof, N.A.A. Rahman, R. Mohamad, U.H. Zaidan, A.A. Samsudin // Animals. - 2023. - V. 13. - No 1. - P. 115. doi: 10.3390/ani13010115
3. Kumar, A. Nano-sized zinc in broiler chickens: effects on growth performance, zinc concentration in organs, and intestinal morphology / A. Kumar, A. Hosseindoust, M. Kim, K. Kim, Y. Choi, S. Lee, S. Lee, J. Lee, H. Cho, W.S. Kang, B. Chae // J. Poult. Sci. - 2021. - V. 58. - No 1. - P. 21-29. doi: 10.2141/jpsa.0190115
4. El-Deep, M.H. Effects of dietary nano-selenium supplementation on growth performance, antioxidative status, and immunity in broiler chickens under thermoneutral and high ambient temperature conditions / M.H. El-Deep, D. Ijiri, T.A. Ebeid, A. Ohtsuka // J. Poult. Sci. - 2016. - V. 53. - No 4. - P. 274-283. doi: 10.2141/jpsa.0150133
5. Bedford, M.R. The role of feed enzymes in maintaining poultry intestinal health / M.R. Bedford, J.H. Apajalhti // J. Sci. Food Agric. - 2022. - V. 102. - No 5. - P. 1759-1770. doi: 10.1002/jsfa.11670
6. Buryakov, N.P. The role of supplementing a complex phytobiotic feed additive containing (*Castanea sativa* mill) extract in combination with calcium butyrate, zinc-methionine and essential oils on growth indicators, blood profile and carcass quality of broiler chickens / N.P. Buryakov, A.Y. Zagarin, M.M. Fathala, D.E. Aleshin // Vet. Sci. - 2023. - V. 10. - No 3. - P. 212. doi: 10.3390/vetsci10030212
7. Нечитайло, К.С. Оценка влияния ультрадисперсных частиц меди и комплексной ферментной добавки на продуктивные показатели цыплят-бройлеров / К.С. Нечитайло, Е.А. Сизова // Животноводство и кормопроизводство. - 2022. - Т. 105. - №4. - С. 8-20. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-8
8. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы: метод. пособие / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова [и др.]; под общ. ред. академиков РАН В.И. Фисинина, И.А. Егорова. - М.: Лика, 2019. - 215 с.
9. Swain, P.S. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: a review / P.S. Swain, S.B.N. Rao, D. Rajendran, G. Dominic, S. Selvaraju // Anim. Nutr. - 2016. - V. 2. - No 3. - P. 134-141. doi: 10.1016/j.aninu.2016.06.003

10. Liu, Z.H. Effects of supplemental zinc source and level on growth performance, carcass traits, and meat quality of broilers / Z.H. Liu, L. Lu, S.F. Li, L.Y. Zhang, L. Xi, K.Y. Zhang, X.G. Luo // *Poult. Sci.* - 2011. - V. 90. - No 8. - P. 1782-1790. doi: 10.3382/ps.2010-01215
11. Ogbuewu, I.P. Potentials of dietary zinc supplementation in improving growth performance, health status, and meat quality of broiler chickens / I.P. Ogbuewu, C.A. Mbajiorgu // *Biol. Trace Elem. Res.* - 2023. - V. 201. - No 3. - P. 1418-1431. doi: 10.1007/s12011-022-03223-5
12. Khah, M.M. Influence of dietary different levels of zinc oxide nano particles on the yield and quality carcass of broiler chickens during starter stage / M.M. Khah, F. Ahmadi, H. Amanlou // *Indian J. Anim. Sci.* - 2015. - V. 85. - No 3. - P. 287-290. doi: 10.56093/ijans.v85i3.47326
13. MacDonald, R.S. The role of zinc in growth and cell proliferation / R.S. MacDonald // *J. Nutr.* - 2000. - V. 130. - Suppl. 5S. - P. 1500S-1508S. doi: 10.1093/jn/130.5.1500S
14. Sahin, K. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: a review / K. Sahin, N. Sahin, O. Kucuk, A. Hayirli, A.S. Prasad // *Poult. Sci.* - 2009. - V. 88. - No 10. - P. 2176-2183. doi: 10.3382/ps.2008-00560
15. Hussan, F. Dietary supplementation of nano zinc oxide on performance, carcass, serum and meat quality parameters of commercial broilers / F. Hussan, D. Krishna, V.C. Preetam, P.B. Reddy, S. Gurram // *Biol. Trace Elem. Res.* - 2022. - V. 200. - No 1. - P. 348-353. doi: 10.1007/s12011-021-02635-z

Сведения об авторах:

Рязанцева К.В.: младший научный сотрудник; reger94@bk.ru. **Сизова Е.А.:** доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве»; sizova.178@yandex.ru. **Нечитайло К.С.:** кандидат биологических наук, научный сотрудник; k.nechit@mail.ru. **Кван О.В.:** кандидат биологических наук, научный сотрудник; kwan111@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 25.09.2023; одобрена после рецензирования 14.10.2023; принята к публикации 25.10.2023.



Research article

Meat Productivity in Broilers Fed a Combination of Enzymes and Zinc Nanoparticles

Kristina V. Ryazantseva¹, Elena A. Sizova^{1,2}, Ksenia S. Nechitaylo^{1,2}, Olga V. Kvan^{1,2}

¹Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of Russian Academy of Sciences, Orenburg;

²Orenburg State University

Abstract. High performance and improved feed efficiency are the goals of modern broiler production which can be realized with the use of certain micronutrients, e.g. zinc in ultrafine form (nanoparticles) previously found promising in poultry nutrition. In our experiment control treatment of Arbor Acres broilers (35 birds per treatment) was fed standard diets for broiler according to growth phases 1-4 and 5-6 weeks of age; similar diets for an experimental treatment were additionally supplemented with 500 ppm of an enzyme complex (containing endo-1,4-beta-xylanase 4,000 U/g, alpha-amylase 400 U/g, subtilisin 8,000 U/g) in a combination with 3 ppm of an ultrafine form of Zn (hydrodynamic radius 164 ± 31.2 nm; zeta potential 25.0 ± 0.5 mV). It was found that average weekly weight gains (AWWG) at 14-21 days was significantly higher in control treatment in compare to the experimental treatment by 67.7 g/bird or 22.4% ($p < 0.05$); at 22-28 days this trend persisted though the difference (4.0%) was insignificant. At 29-35 days AWWG was higher in the experimental treatment (by 6.8% in compare to control), and at 36-42 days this difference became significant (by 175.0 g or 65.5%, $p < 0.05$). Anatomic dissection of the carcasses at 42 days evidenced that absolute weight of muscles in the experimental treatment was higher by 4.7%, and though the weight of bones was also significantly higher by 11.8% ($p < 0.05$) the total weight of edible parts was higher by 15.6% ($p < 0.05$) due to higher live bodyweight at slaughter and eviscerated carcass weight. The balance trial evidenced that digestibility of dietary carbohydrates and crude fiber was similar in both treatments while digestibility of crude protein was significantly higher in the experimental treatment by 5.8%, ($p < 0.05$) and digestibility of crude fat was insignificantly higher by 1.2%. The conclusion was made that the studied combination of dietary enzymes and Zn activated the metabolism and improved productivity in broilers.

Keywords: broiler chicks, zinc nanoparticles, enzymes, live bodyweight, meat productivity, digestibility of dietary nutrients.

For Citation: Ryazantseva K.V., Sizova E.A., Nechitaylo K.S., Kvan O.V. (2023) Meat productivity in broilers fed a combination of enzymes and zinc nanoparticles. *Ptitsevodstvo*, 72(11): 41-46. (in Russ.)
doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-11-41-46

(For references see above)

Authors:

Ryazantseva K.V.: Junior Research Officer; reger94@bk.ru. **Sizova E.A.:** Dr. of Agric. Sci., Lead Research Officer, Head of the Center “Nanotechnologies in Agriculture”; sizova.178@yandex.ru. **Nechitaylo K.S.:** Cand. of Biol. Sci., Research Officer; k.nechit@mail.ru. **Kvan O.V.:** Cand. of Biol. Sci., Research Officer, kwan111@yandex.ru.

Submitted 25.09.2023; revised 14.10.2023; accepted 25.10.2023.

© Рязанцева К.В., Сизова Е.А., Нечитайло К.С., Кван О.В., 2023

