



Животноводство Animal breeding

DOI 10.22363/2312-797X-2021-16-3-275-283

УДК 636.084.11:579.62:636.42/.48

Научная статья / Research article

Влияние клетчатки и энергии в рационе на продуктивность и формирование микробиоценоза поросят

Н.В. Воробьева  , В.С. Попов 

ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск, Российская Федерация

 v.nelli.v@yandex.ru

Аннотация. Важная роль в развитии свиноводства на современном этапе отводится кормлению животных, прежде всего поросят в период перехода от молочных к растительным кормам. Этот ответственный период связан с физиологическими особенностями роста и развития поросят. Поэтому проблема разработки комбикормов, позволяющих получать высокие привесы у поросят, является актуальной для свиноводства. Исследования проводились в АО «Надежда» Курской области на поросятах в возрасте 15—42 суток. Цель исследований — повышение продуктивности и формирование микробиоценоза желудочно-кишечного тракта поросят. Применяли в исследуемый период ячменно-пшеничный комбикорм с дополнительными ингредиентами: кормовым жиром, травяной мукой люцерны и пробиотиком. Кормовые жиры обеспечивают оптимальный уровень энергии роста поросят. Активные вещества травяной муки участвуют во всех обменных процессах в организме, делая ее востребованной. Пробиотик повышает доступность, усвояемость питательных веществ корма. В исследованиях было доказано, что новый состав СК-3 повышает среднесуточный привес на 20,5 %, валовый прирост на одного поросенка увеличился до 21 %. При этом сохранность животных в период до 42 дней повысилась до 100 %. Установлено, что при скармливании опытным поросётам комбикорма с травяной мукой, кормовым жиром и пробиотиком отмечался наибольший рост полезной микрофлоры кишечника к 42 дню с 10^7 до 10^9 КОЕ/г фекалий. У опытных животных отмечено снижение *E. coli* в сравнении с контрольными — с 10^7 до 10^4 . Раскрыта важность использования в комбикормах для поросят 15—42-суточного возраста таких ингредиентов, как травяная мука, кормовой жир и пробиотик, в получении безопасных для здоровья людей продуктов питания. Обоснована актуальность разработок новых комбикормов.

Ключевые слова: поросята, пробиотик, травяная мука, кормовой жир, микроорганизмы, живая масса

Заявление о конфликте интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: Поступила в редакцию 4 марта 2021 г. Принята к публикации 26 июля 2021 г.

© Воробьева Н.В., Попов В.С., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Для цитирования:

Воробьева Н.В., Попов В.С. Влияние клетчатки и энергии в рационе на продуктивность и формирование микробиоценоза поросят // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2021. Т. 16. № 3. С.275—283. doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-3-275-283

Effect of fiber and energy in diet on productivity and formation of microbiocenosis in piglets

Nelly V. Vorobyova  , Viktor S. Popov 

Kursk Federal Agricultural Research Center, Kursk, Russian Federation

 v.nelli.v@yandex.ru

Abstract. Today, an important role in the development of pig breeding is given to feeding animals, especially piglets during the transition from milk to vegetable feeding. This crucial period is associated with physiological characteristics of piglet growth and development. Therefore, the problem of developing mixed fodder that gives rise to high weight gain in piglets is relevant for pig farming. The experiments were conducted on piglets aged 15—42 days in Nadezhda farm, Kursk region. The purpose of the research was to increase productivity and form the microbiocenosis in the intestines of piglets. During the study period, barley-wheat mixed fodder was used with additional ingredients: feed fat, alfalfa grass flour and probiotic. Feed fats provide an optimal level of energy for piglets' growth. The active substances of alfalfa flour are involved in all metabolic processes in the body, making it effective. Probiotic increases availability and digestibility of feed nutrients. The studies proved that the new composition of SK-3 increased the average daily weight gain by 20.5 %, the gross formation per piglet increased to 21 %. At the same time, survival of animals in the period 15—42 days increased to 100 %. The greatest growth of beneficial intestinal microflora from 10^7 to 10^9 CFU/g of feces was observed after feeding experimental piglets with mixed fodder containing grass flour, feed fats and probiotic by day 42. In comparison with the control animals, experimental animals showed a decrease in *E. coli* — from 10^7 to 10^4 . The importance of using such ingredients as alfalfa grass flour, feed fats and probiotic in mixed fodder for piglets of 15—42 days of age was revealed. The relevance of the development of new mixed fodder was justified.

Keywords: piglets, probiotic, grass flour, feed fat, microorganisms, live weight

Conflict of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Article history:

Received: 4 March 2021. Accepted: 26 July 2021.

For citation:

Vorobyova NV, Popov VS. Effect of fiber and energy in diet on productivity and formation of microbiocenosis in piglets. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2021; 16(3): 275—283. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-3-275-283

Введение

Успешное развитие свиноводства невозможно только за счет генетических задатков животных. Большая роль отводится сбалансированному кормлению поросят, которое должно поддерживать максимальную продуктивность животных и их здоровье.

Период отъема поросят — это переходный период от молочных к растительным кормам, наиболее ответственный период в формировании микрофлоры и ферментной активности желудочно-кишечного тракта, связанный с физиологическими особенностями роста и развития поросят. Первые 20 дней жизни поросят называют периодом возрастной неполноценности, с природной ахлоргидрией, желудочный сок имеет очень низкую переваривающую способность и лишен бактерицидных свойств. В этот период в толстом отделе кишечника поросят ферментативные процессы неактивны. Большая часть нерасщепленных питательных веществ не усваивается. Поэтому кормление в этот период отличается высоким уровнем и полноценностью. Современные подходы к физиологии питания поросят свидетельствуют о значительной роли клетчатки, влияющей на утолщение слизистой оболочки пищеварительного тракта, увеличивающей секрецию и переваривающую способность желудочного сока. Немаловажно включение в комбикорма поросят кормовых жиров как источника энергии, хорошо используемого поросятами для реализации генетического потенциала роста [1—5].

Все более широко используются в составе кормовых добавок в свиноводстве ферментативные пробиотики. Применение пробиотиков не только способно сократить период выращивания животных, повысить рост привесов и увеличить сохранность поросят, но и снижает расход кормов, что сегодня наиболее важно при современных эколого-экономических причинах [6—10].

Препараты, в основу которых входят живые микробы, представители нормофлоры, — пробиотики способствуют восстановлению эубиоза кишечника животных. Пробиотики физиологичны, при этом обладают выраженной антимикробной активностью по отношению к патогенным бактериям, а также иммуностимулирующим и противовоспалительным действием, осуществляя коррекцию экскреторной и моторной функций кишечника [11—15].

Разработка сбалансированных комбикормов, позволяющих получить высокие среднесуточные привесы, — актуальная проблема для свиноводства.

Цель исследования — изучение взаимодействия клетчатки и обменной энергии в сочетании с пробиотиком Профорт на продуктивные показатели и формирование микробиоценоза желудочно-кишечного тракта поросят.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на свинокомплексе АО «Надежда» Курской области на поросятах помесной породы крупная белая × ландрес. Возраст поросят 15—42 суток. Из животных были сформированы 2 группы (контрольная и опытная) по 30 голов с живой массой в начале опыта 1,9 кг. Динамику живой массы поросят определяли методом перевески в конце опыта. Исходным материалом для обработки данных служили поросята в период постановки на опыт.

Бактериологические исследования видового состава микрофлоры кишечника проводили по общепринятой методике в начале опыта, через 15 дней и в конце опыта. Идентификацию *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* проводили после окраски

мазков по Граму. *E.coli* идентифицировали по биохимическим и культурально-морфологическим свойствам. Потом проводили подсчет колоний и выражали в КОЕ/г (КОЕ — число колониеобразующих единиц).

В контрольной группе животным применяли хозяйственный комбикорм СК-3, состав которого следующий: ячмень лущеный поджаренный — 23 %, пшеница — 30 %, кукуруза — 14 %, шрот соевый — 6 %, рыбная мука — 3 %, сухое обезжиренное молоко — 6 %, масло соевое — 2,6 %, соль — 0,4 %, дикальций фосфора — 0,8 %, БВМД — остальное. В опытной СК-3+ по нашей рецептуре следующего состава: ячмень лущеный поджаренный — 50 %, отруби пшеничные — 6,5 %, травяная мука люцерны — 2 %, шрот соевый — 13 %, рыбная мука — 4 %, дрожжи кормовые — 2,5 %, сухое обезжиренное молоко — 10 %, сахароза — 5 %, кормовой жир — 4 %, мел — 0,6 %, соль — 0,4 %, дикальций фосфора — 1 %, премикс — 1 % и добавочно ферментативный пробиотик Профорт — 0,3 % от состава комбикорма.

Комбикорм СК-3+ разработан на основе кормов физиологически более адекватных для поросят раннего периода отъема с включением травяной муки, кормового жира и ферментативного пробиотика.

На повышение продуктивности свиней большое влияние оказывает полное удовлетворение организма в энергии и всех элементах питания. Обеспечить рацион поросят оптимальным уровнем обменной энергии без жировых добавок невозможно. Их повышенные дозы в рационе обусловлены необходимостью обеспечения поросят незаменимыми жирными кислотами, их азот сберегающим эффектом (уменьшается выделение азота из организма до 15 %), ингибирующим действием скармливаемых жиров на липогенез из глюкозы. Под влиянием жировых добавок в цитоплазму клеток из ядра поступает повышенное количество информационной РНК и увеличивается уровень фосфолипидов. При этом увеличивается уровень белка в тканях и наращивается масса тела поросят. Увеличение концентрации обменной энергии в рационе повышает использование азота, фосфора, кальция. С увеличением количества жира в рационе возрастает и переваримость основных жирных кислот. Применение кормового животного жира в составе комбикорма сокращает сроки откорма, увеличивает эффективность производства свинины.

Несмотря на то, что клетчатка плохо переваривается в организме свиней, она им необходима как балластное вещество, способствующее активации моторики желудочно-кишечного тракта и профилактики желудочно-кишечных заболеваний при использовании комбикормов тонкого помола. Она обладает адсорбирующим эффектом, впитывает в себя слизь, забивающую микроворсинки в тонком отделе кишечника, очищая их поверхность до полного соприкосновения с пищевыми массами. Клетчатка травяной муки люцерны лучше переваривается и усваивается свиньями, чем клетчатка других кормов. Содержащиеся в люцерне вещества активно участвуют во всех обменных и восстановительных процессах в организме. Минерально-витаминный состав травяной муки люцерны делает ее уникальной.

В связи с трудностями в переваривании клетчатки у свиней из-за простоты строения желудочно-кишечного тракта актуально применение пробиотиков.

В составе Профорт (производится фирмой «Биотроф») — мультифункциональной кормовой добавки, живые культуры бактерий: *Bacillus megaterium* В-4801

и *Enterococcus faecium* 1—35. Ферментные комплексы бактерий воздействуют на структурную клетчатку корма, повышая высвобождение питательных веществ. Комбикорм с этим пробиотиком характеризуется повышенной усвояемостью, что дает улучшенные показатели роста во все последующие периоды развития поросят.

Результаты исследований и обсуждение

Нормы потребления белка для поросят данного возраста составляют не менее 19 %, обменной энергии — не ниже 13,3 МДж/кг. Предлагаемый комбикорм полностью отвечает требованиям ГОСТ 34109—2017, введенного в действие с 01.01.19.

Вместе с тем, в настоящее время не установлено окончательных рекомендаций по нормированию сырого жира у поросят раннего отъема.

При этом исследуемые комбикорма скармливали с 15 до 42 суточного возраста согласно нормативным показателям выращивания (табл. 1).

Таблица 1

Потребление комбикорма поросятами с 15 до 42 суток

Возраст, суток	Суточное потребление комбикорма, г	Период кормления, сутки	Возраст, сутки	Суточное потребление комбикорма, г	Период кормления, сутки
15–16	25±1,11	2	31–34	150±2,01	4
17–20	50±1,91	4	35–36	200±1,75	2
21–25	100±1,25	5	37–42	450±2,31	6
26–30	125±1,31	5	43–61	660±2,33	18

Table 1

Feed intake by piglets from 15 to 42 days

Age, days	Daily consumption of mixed fodder, g	The feeding period, days	Age, days	Daily consumption of mixed fodder, g	The feeding period, days
15–16	25	2	31–34	150±2.01	4
17–20	50	4	35–36	200±1.75	2
21–25	100	5	37–42	450±2.31	6
26–30	125	5	43–61	660±2.33	18

Изучение проводили на поросятах помесной породы (крупная белая×ландрас) в период раннего отъема (15—42 суток), сформированных в две группы по 30 голов. Содержание и кормление было групповое. Животные получали в первой группе комбикорм СК-3 хозяйства, в опытной группе — предлагаемый состав.

Эффективность применения нового состава комбикорма для повышения продуктивности и сохранности молодняка в ранний период отъема, оцениваемая по весовым показателям и сохранности, отражена в табл. 2.

Таблица 2

Продуктивность и сохранность поросят с 15 до 42 суток

Показатели	Контроль	Опыт
В 15 суток, голов В 42 суток, голов	25 23	25 25
Живая масса, кг: В 15 суток В 42 суток % к контролю Валовый привес, кг % к контролю	1,9±0,75 10,2±1,32 100 8,3±1,52 100	1,9±0,87 11,9±1,47 116,7 10±1,73* 120,5
Среднесуточный привес за опыт, г	307±1,33	370±1,97*
Сохранность за опыт, %	92	100

Примечание. *Достоверно при $P \leq 0,05$.

Table 2

Productivity and survival of piglets from 15 to 42 days

Indicators	Control	Experimental
in 15 days, heads in 42 days, heads	25 23	25 25
Live weight, kg: in 15 days in 42 days % to control Gross weight gain, kg % to control	1.9±0.75 10.2±1.32 100 8.3±1.52 100	1.9±0.87 11.9±1.47 116.7 10±1.73* 120.5
Average daily gain per experiment, g	307±1.33	370±1.97*
Survival,%	92	100

Note: * reliable at $P \leq 0.05$.

По результатам поросята опытной группы — с более высокой массой тела и среднесуточным привесом за исследуемый период.

В контроле вес поросенка на 42 сутки составил 8,3 кг, в опыте — 10,0 кг, что в 1,2 раза больше. Скармливание комбикорма с травяной мукой люцерны, кормовым жиром и пробиотиком увеличило среднесуточный привес на 20,5 %, при этом сохранность поросят к 42 суткам достигла 100 %.

При отъеме поросята испытывают стресс от разлучения со свиноматкой и смесью питания. При этом меняется и микробный фон желудочно-кишечного тракта.

Изменения микробиоценоза кишечника поросят-сосунов при скармливании различных составов СК-3 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Микробный фон кишечника поросят с 15 до 42 суток

Вид микроорганизмов (КОЕ/г фекалий)	Возраст поросят, сутки		
	15	30	42
Контрольная группа			
<i>Bifidobacterium</i>	106	107	108
<i>Lactobacillus</i>	106	107	107
<i>E.coli</i>	107	108	109
Опытная группа			
<i>Bifidobacterium</i>	107	108	109*
<i>Lactobacillus</i>	107	108	109*
<i>E.coli</i>	107	106	104*

Примечание. *Достоверно при $P \leq 0,05$.

Table 3

Microbial composition of piglets' intestines from 15 to 42 days

Type of microorganisms (CFU / g of feces)	Age of animals, day		
	15	30	42
Control group			
<i>Bifidobacterium</i>	106	107	108
<i>Lactobacillus</i>	106	107	107
<i>E.coli</i>	107	108	109
Experimental group			
<i>Bifidobacterium</i>	107	108	109*
<i>Lactobacillus</i>	107	108	109*
<i>E.coli</i>	107	106	104*

Note: * reliable at $P \leq 0.05$.

Анализ показателей свидетельствует, что комбикорм, применяемый в хозяйстве, способствует равномерному заселению желудочно-кишечного тракта *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. При этом количество *E.coli* к 42 суткам увеличилось до 109 КОЕ/г содержимого кишечника.

Скармливание нового состава комбикорма увеличило содержание лакто- и бифидобактерий к 42 суткам до 109 микробных тел. Это свидетельствует о повышенном заселении желудочно-кишечного тракта поросят лакто- и бифидофлорой. Напротив, содержание эшерихий снилось до 104 КОЕ/г фекалий к 42 суткам.

Заключение

Формирование микробиоценоза связано с кормлением поросят комбикормом с травяной мукой люцерны при дополнительном введении пробиотической добавки Профорт, позволяющей корректировать состояние кишечной микрофлоры. При этом увеличение обменной энергии до 14 МДж/кг за счет добавления кормового жира способствует повышению живой массы поросят и увеличению среднесуточных привесов. При этом повышается сохранность поросят раннего отъема до 100 %.

Библиографический список

1. Попов В.С., Самбуров Н.В., Воробьева Н.В. Коррекция метаболизма у свиней с применением иммунометаболических препаратов и кормовых средств. Курск, 2014. 200 с.
2. Hansen Ch. Focusing on early life piglet performance is critical for success // *International Pig Topics*. 2018. Vol. 33. № 2. P. 6—7.
3. Zijlstra R.T., Jha R., Woodward A.D., Fouhse J., van Kempen T.A.T.G. Starch and fiber properties affect their kinetics of digestion and thereby digestive physiology in pigs // *J. Anim. Sci.* 2012. 90: 49—58. doi:10.2527/jas.53718
4. Кононенко С.И. Инновации в организации кормления // *Проблемы развития АПК региона*. 2016. № 1—1 (25). С. 125—129.
5. Roselli M., Pieper R., Rogel-Gaillard C., de Vries H., Bailey M., Smidt H., Lauridsen C. Immunomodulating effects of probiotics for microbiota modulation, gut health and disease resistance in pigs // *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Т. 233. P. 104—119. doi:10.1016/j.anifeeds.2017.07.011
6. Лаврентьев А.Ю. Продуктивные и мясные качества свиней при использовании в комбикормах смеси ферментных препаратов // *Вестник Сумского национального аграрного университета*. 2014. № 2/1. С. 152—156.
7. Некрасов Р., Чабаев М., Зеленченкова А. Использование ферментов — эффективный инструмент в кормлении свиней // *Свиноводство*. 2019. № 6. С. 39—40.
8. Гамко Л.Н., Сидоров И.И., Талызина Т.Л., Черненко Ю.Н. Пробиотики на смену антибиотикам. Брянск, 2015. 136 с.
9. Овчинников А.А. Продуктивность свиноматок при использовании в рационе пробиотиков // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 1 (97). С. 119—123.
10. Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Солдатов В.В., Большаков В.Н., Селиванов Д.Г. Профорт в кормлении свиней // *Сельскохозяйственные вести*. 2019. № 4. С. 48—49.
11. Самбуров Н.В., Трубников Д.В., Попов В.С., Бабаскин Р.Н. Пробиотические кормовые добавки в технологии выращивания поросят-отъемышей // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 2. С. 29—34.
12. Подобед Л.И., Сафонов А.П. Научно-практическое руководство по оптимизации кормления свиней. Одесса: Акватория, 2020. 552 с.
13. Шулаев Г.М., Милушев Р.К., Энговатов В.Ф. и др. Обогащительная добавка для комбикормов поросатам раннего отъема // Патент РФ № 2734437С1 от 19.02.2020.
14. Бурлаков В.С., Вольвак С.Ф., Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Швецова М.Р., Татьяначева О.Е., Ястребова О.Н., Подчалимов М.И., Концевенко В.В., Зуев С.Н. Исследование биотехнических систем в животноводстве // *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии*. 2019. № 4(14). С. 94—103.
15. Белоусов Н. Комбикорма и генетика — ключевые факторы повышения продуктивности // *Свиноводство*. 2018. № 2. С. 82—85.

References

1. Popov VS, Samburov NV, Vorobyova NV. *Korreksiya metabolizma u svinei s primeneniem immunometabolicheskikh preparatov i kormovykh sredstv* [Correction of metabolism in pigs with the use of immunometabolic drugs and feed products]. Kursk; 2014. (In Russ.).
2. Hansen Ch. Focusing on early life piglet performance is critical for success. *International Pig Topics*. 2018; 33(2):6–7.
3. Zijlstra RT, Jha R, Woodward AD, Fohse J, van Kempen TATG. Starch and fiber properties affect their kinetics of digestion and thereby digestive physiology in pigs. *Journal of Animal Science*. 2012; 90(suppl_4):49–58. doi: 10.2527/jas.53718
4. Kononenko SI. Innovations in feeding. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2016; (1–1):126–130. (In Russ.).
5. Roselli M, Pieper R, Rogel-Gaillard C, de Vries H, Bailey M, Smidt H, et al. Immunomodulating effects of probiotics for microbiota modulation, gut health and disease resistance in pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2017; 233:104–119. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.07.011
6. Lavrentiev AY. Productive and meat qualities of pigs when using a mixture of enzyme preparations in mixed feeds. *Bulletin of Sumy NAU*. 2014; (2):152–156. (In Russ.).
7. Nekrasov R, Chabaev M, Zelenchenkova A. The use of enzymes is an effective tool in feeding pigs. *Pigbreeding*. 2019; (6):39–40. (In Russ.).
8. Gamko LN, Sidorov II, Talyzina TL, Chernenok YN. *Probiotiki na smenu antibiotikam* [Probiotics to replace antibiotics]. Bryansk.; 2015. (In Russ.).
9. Ovchinnikov AA. Productivity of sows at the use of probiotics in the ration. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017; (1):119–123. (In Russ.).
10. Laptev GY, Novikova NI, Soldatov VV, Bolshakov VN, Selivanov DG. Profort in pig feeding. *Agricultural news*. 2019; (4):48–49. (In Russ.).
11. Samburov NV, Trubnikov DV, Popov VS, Babaskin RN. Probiotic feed additives in technology of cultivation weaned piglets. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2017; (2):29–34. (In Russ.).
12. Podobed LI, Safonov AP. *Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo po optimizatsii kormleniya svinei* [Scientific and practical guide to optimizing pig feeding]. Odessa: Akvatoriya publ.; 2020. (In Russ.).
13. Shulaev GM, Milushev RK, Engovatov VF, et al. *Obogatitel'naya dobavka dlya kombikormov porosyatam rannego ot'ema* [Enriching additive for compound feeds for early weaned piglets]. Patent RUS, no. 2734437C1, 2020. (In Russ.).
14. Burlakov VS, Volvak SF, Naumkin VN, Naumkina LA, Shvetsova MR, Tatyanchikova OE et al. Research of biotechnical systems in animal husbandry. *Actual issues in agricultural biology*. 2019; (4):94–103. (In Russ.).
15. Belousov N. Compound feed and genetics — key factors for increasing productivity. *Pigbreeding*. 2018; (2):82–85. (In Russ.).

Об авторах:

Воробьева Нелли Васильевна — кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории агробиотехнологии, ФГБНУ «Курский ФАНЦ», Российская Федерация, 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70б; e-mail: v.nelli.v@yandex.ru
ORCID 0000–0002–4246–5725

Попов Виктор Сергеевич — доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории агробиотехнологии, ФГБНУ «Курский ФАНЦ», Российская Федерация, 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70б; e-mail: viktor.stugen@yandex.ru
ORCID 0000–0003–3404–1591

About authors:

Vorobyova Nelly Vasilyevna — Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Agrobiotechnology, Kursk Federal Agricultural Research Center, 70b Karla Marksa st, Kursk, 305021, Kursk Region, Russian Federation; e-mail: v.nelli.v@yandex.ru
ORCID 0000–0002–4246–5725

Popov Viktor Sergeevich — Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher, Laboratory of Agrobiotechnology, Kursk Federal Agricultural Research Center, 70b Karla Marksa st, Kursk, 305021, Kursk Region, Russian Federation; e-mail: viktor.stugen@yandex.ru
ORCID 0000–0003–3404–1591