ISSN 2311-9322 (Print), ISSN 2311-9330 (Online)

Biology in Agriculture

Биология в сельском хозяйстве

№1, 2024

Научно-практический и теоретический журнал

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахин»

Фундаментальные и прикладные исследования по селекции, генетике, биотехнологии, физиологии, этологии, микробиологии и многим другим отраслям современной науки

scientia, virtus, libertas

≡ Russian Federation ≡

Учредитель и издатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Главный редактор:

Шендаков А.И.,
доктор с.-х. наук, профессор,
член Союза писателей России

Редакционная коллегия:
Балакирев Н.А., академик РАН, д. с.-х. н., профессор
Березина Н.А., д.т.н., доцент (председатель редколлегии)
Буяров В.С., д. с.-х. н., профессор
Горькова И.В., д.т.н., доцент
Делян А.С., д. с.-х. н., профессор
Егоров И.А., академик РАН, д. б. н., профессор
Зотиков В.И., член-корреспондент РАН, д. с.-х. н., профессор
Кавтарашвили А.Ш., член-корреспондент РАН, д. с.-х. н., профессор
Князев С.Д., д. с.-х. н., профессор
Коровушкин А.А., д. б. н., доцент
Крюков В.И., д. б. н., профессор
Лещуков К.А., д. с.-х. н., доцент
Лобков В.Т., д. с.-х. н., профессор
Ляшук Р.Н., д. с.-х. н., профессор
Макаркина М.А., д. с.-х. н., гл. научный сотрудник
Мамаев А.В., д. б. н., профессор
Мельник А.Ф., д. с.-х. н., доцент
Петрова С.Н., д. с.-х. н., доцент
Резвякова С.В., д. с.-х. н., доцент
Родимцев С.А., д.т.н., доцент
Сазонова В.В., д. в. н., доцент
Сахно Н.В., д. в. н., доцент
Степанова Л.П., д. с.-х. н., профессор
Харитонов С.Н., д. с.-х. н., профессор
Яровая Н.И., д. б. н., профессор

Комоликова И.В.,
к с.-х. н, секретарь

Содержание

стр.

Актуальные вопросы зоотехнии и ветеринарии

Ляшук Р.Н., **Шендаков А.И., Ляшук А.Р.** Взаимосвязь продуктивности первотелок голштинской породы с последующей молочной продуктивностью (***Lyashuk R.N., Shendakov A.I., Lyashuk A.R.*** *Relationship of the productivity of first-heifers Holsten with subsequent milk productivity*)..... 3

Ройтер Я.С., **Дегтярева О.Н.** Оценка точности сексирования потомства цесарок по пигметации пуха (***Roiter Ya.S., Degtyareva O.N.*** *Evaluation of the accuracy of sexing guinea fowl offspring by down pigmentation*)..... 9

Сенченко М.А., **Чугреев М.К., Горнич Е.А., Мельникова Л.Э.** Разработка и использование функционального комбикорма в кролиководстве (***Senchenko M.A., Chugreev M.K., Gornich E.A., Melnikova L.E.*** *Development and use of functional compound food in rabbit breeding*)..... 13

Прытков Ю.А., Раджабов Н.А., Иолчиев Б.С. Изучение показателей роста и развития чистопородных и гибридных овец (***Prytkov Yu.A., Radzhabov N.A., Iolchiev B.S.*** *Study of growth and development indicators of purebred and hybrid sheep*)..... 18

Мурленков Н.В., Шендаков А.И. Оценка племенной ценности быков-производителей бурой швицкой породы методами множественной линейной регрессии (***Murlenkov N.V., Shendakov A.I.****Estimation of the breeding value of Brown Swiss bulls using multiple linear regression methods*)..... 21

Сахно Н.В., Шадская А.В. Комплексный антибактериальный порошок для наружного применения в ветеринарии (***Sakhno N.V., Sadskaya A.V.*** *Complex antibacterial powder for external use in veterinary medicine*)..... 26

Петряков В.В. Применение инсектоакарицидного препарата «Фитокреолин» при содержании сельскохозяйственных животных (***Petryakov V.V.*** *The use of the insecticidal drug "Phytocreolin" in the maintenance of farm animals*)..... 31

Яровая Н.И., Грибанова Н.Л., Маркина В.М. Фитоадаптогены – экологически чистый фактор оптимизации свободно-радикальных процессов, повышения молочной продуктивности и качества молока (***Yarovan N.I., Gribanova N.L., Markina V.M.*** *Phytoadaptogens - ecologically pure factor for optimizing free radical processes, increasing milk productivity and milk quality*)..... 34

Актуальные вопросы растениеводства

Евлаков П.М., Жужукин К.В., Гродецкая Т.А. Анализ генов стрессоустойчивости у растений березы после воздействия углеродных нанотрубок (***Evlakov P.M., Zhuzhukin K.V., Grodetskaya T.A.*** *Analysis of stress resistance genes in birch plants after exposure to carbon nanotubes*)..... 38

Митина Е.В., Резвякова С.В., Митин А.Р. Подбор травосмесей для культурных пастбищ в условиях Центрально-Черноземной зоны (***Mitina E.V., Rezvyakova S.V., Mitin A.R.*** *Selection of grass mixtures for cultivated pastures in the conditions of the central black earth zone*)..... 42

Актуальные вопросы производства и переработки с.-х. продукции

Евдокимов Н.С., Иванова Т.Н., Евдокимова О.В. Сравнительная характеристика антиоксидантных свойств лекарственного растительного сырья, используемого в технологиях функциональных пищевых продуктов (***Evdokimov N.S., Ivanova T.N., Evdokimova O.V.*** *Comparative characteristics of antioxidant properties of medicinal plant raw materials used in functional food products technologies*)..... 47

Адрес издателя и редакции: 302019, Орловская обл., г. Орёл, ул. Генерала Родина, д. 69
Свидетельство о регистрации СМИ выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), ПИ №ФС 77-70557 от 03.08.2017 г. (предыдущее свидетельство ПИ №ФС 77-54372 от 29.05.2013 г.)
Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. **Адрес издательства** (типографии): 302028, г. Орёл, бульвар Победы, 19, лицензия ЛРN№021325 от 23.02.1999 г. **Язык:** русский, английский
Телефон: гл. редактор – 8-953-816-78-84, **факс:** +7 (4862) 76-41-01
E-mail: bio413@ya.ru (для материалов), ai.shendakov@orelsau.ru (для переписки)
Сдано в набор: 11.03.2024 г. **Подписано в печать:** 18.03.2024 г. **Дата выхода:** 25.03.2024 г.
Периодичность выхода, объём: 4 раза в год, до 100 страниц. **Тираж:** 300 экземпляров. Цена свободная.
Формат: 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Фото на обложке: стадо голштинских коров в Орловской области
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. Перепечатка материалов с письменного разрешения главного редактора.
Адрес в сети Интернет: http://www.orelsau.ru/science/zhurnal-biologiya-v-selskom-khozyaystve/
(свободный доступ к архиву номеров журнала).
16+

© ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2024



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО РЕКТОРА ФГБОУ ВО ОРЛОВСКИЙ ГАУ, ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА В.Н. МАСАЛОВА

Уважаемые коллеги!

Данный номер рецензируемого ВАК журнала «Биология в сельском хозяйстве» подготовлен по результатам международной конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова: «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения». В номер вошли наиболее актуальные статьи по зоотехнии и ветеринарии.

Позвольте приветствовать всех Вас в Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина и выразить Вам признательность за Ваше согласие участвовать в работе нашей конференции.

В настоящее время большое внимание государства уделяется развитию сельского хозяйства, повышению его эффективности, поддержке пищевой и перерабатывающей промышленности. Разумеется, в этой связи возрастает значение науки и практики, а вместе с ним – ответственность каждого специалиста за общий результат, за сохранность и продуктивность животных.

Конференция – это своеобразная дискуссионная площадка, призванная обеспечить возможность обмена мнениями, практическим опытом. Сегодня в центре внимания конференции будут актуальные вопросы разведения, селекции, генетики и воспроизводства сельскохозяйственных животных; современные аспекты содержания, кормления, технологий приготовления кормов и производства продукции животноводства; вызовы, достижения и перспективы развития ветеринарной медицины в современных условиях ведения отраслей животноводства; современные аспекты переработки продукции животноводства в условиях обеспечения продовольственной безопасности. Плодотворная работа с участием ведущих российских ученых, несомненно, поможет найти ответы на многие актуальные вопросы. Именно изложение позиций, взглядов исследователей на пути развития отрасли животноводства, где инновационные процессы призваны обеспечить продовольственную безопасность страны, представляет значительный интерес для научной общественности.

От всей души желаю участникам конференции успешной работы, которая, несомненно, будет сопровождаться плодотворной и конструктивной дискуссией, и, конечно, крепкого здоровья! Также желаю, чтобы конференция поспособствовала укреплению сотрудничества участников и обмену прогрессивным опытом.

УДК/ UDC: 636.082.2

Ляшук Р.Н.[1], д.с.-х.н., профессор
Шендаков А.И. [1], д.с.-х.н., профессор
Ляшук А.Р.[2], к. с.-х. н., магистрант, oceans777@yandex.ru
[1]ФГБОУ ВО "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
[2]ФГБОУ ВО "Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева".
Lyashuk R.N.[1], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Shendakov A.I. [1], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Lyashuk A.R.[2], master's student, oceans777@yandex.ru
[1]Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin
[2]Orel State University named after I.S. Turgenev

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРВОТЕЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

(Relationship of the productivity of first-heifers Holsten with subsequent milk productivity)

Реферат. Проведено исследование средних показателей молочной продуктивности коров голштинской породы по всем законченным лактациям. Изучена взаимосвязь селекционных признаков первотелок голштинской породы с последующей молочной продуктивностью. Средние показатели молочной продуктивности по первым двум, первым трем и первым четырем лактациям коров голштинской породы, включая показатель стоимости произведенного молока базисной жирности, превосходили показатели продуктивности первотелок. Показатель удоя по первой лактации имел высокий уровень взаимосвязи с такими средними показателями по первым двум лактациям, как удой (0,87), количество молочного жира (0,84) и количество молочного белка (0,87). При этом взаимосвязь удоя по первой лактации и средней жирномолочности по первым двум лактациям была слабой (0,25), а удоя и средней белковомолочности – слабой и отрицательной (-0,13). Коэффициент корреляции между удоем по первой лактации и средним удоем по первым трем лактациям составил 0,68. Взаимосвязь между удоем по первой лактации и средними показателями жирномолочности и белковомолочности практически отсутствовала (соответственно -0,07 и 0,04). Высокий отрицательный характер носила взаимосвязь между белковомолочностью по первой лактацией и средним показателем жирномолочности (-0,92) по первым трем лактациям. Установлена взаимосвязь между жирномолочностью за первую лактацию и средним количеством молочного жира, полученного за первые две (0,55), первые три (0,34) и первые четыре (0,32) лактации. Средние положительные значения коэффициентов позволяют включить показатель жирномолочности за первую лактацию в числе селекционируемых признаков при отборе по показателю количества произведенного молочного жира за последующие лактации.

Ключевые слова: селекция, голштинская порода, продуктивность первотелок, средняя продуктивность по нескольким лактациям, корреляция, признаки молочной продуктивности.

Abstract. A study was conducted on the average milk production of Holstein cows for all completed lactations. The relationship between selection traits of Holstein heifers and subsequent milk productivity was studied. The average milk productivity indicators for the first two, first three and first four lactations of Holstein cows, including the cost of milk produced at basic fat content, exceeded the productivity indicators of first calf heifers. The milk yield indicator for the first lactation had a high level of correlation with such average indicators for the first two lactations as: milk yield (0.87), amount of milk fat (0.84) and amount of milk protein (0.87). At the same time, the relationship between milk yield in the first lactation and average milk fat content in the first two lactations was weak (0.25), and the relationship between milk yield and average milk protein content was weak and negative (-0.13). The correlation coefficient between milk yield in the first lactation and average milk yield in the first three lactations was 0.68. There was practically no relationship between milk yield in the first lactation and average milk fat and protein content (-0.07 and 0.04, respectively). The relationship between milk protein content in the first lactation and average milk fat content (-0.92) in the first three lactations was strongly negative. A relationship was found between the milk fat content in the first lactation and the average milk fat content in the first two (0.55), first three (0.34) and first four (0.32) lactations. The positive average values of the coefficients make it possible to include the milk fat content indicator for the first lactation among the traits to be selected when selecting according to the milk fat content indicator for subsequent lactations.

Keywords: selection, Holstein breed, productivity of first-calf heifers, average productivity over several lactations, correlation, signs of milk productivity.

Введение. Вопросы обеспечения населения Российской Федерации молочными продуктами отнесены к приоритетным направлениям развития животноводческого комплекса страны.

Так, в ноябре 2023 года на стратегической сессии "Продовольственная безопасность" Председатель Правительства РФ М.В. Мишустин в качестве первоочередных определил задачу достижения

уровня самообеспеченности населения России молоком и молочными продуктами [1].

Выполнение поставленной задачи представляется трудновыполнимым без ведения полноценного селекционного процесса, который, в свою очередь, требует постоянного изучения взаимосвязи между наиболее важными с экономической точки зрения селекционными признаками.

К таким признакам относятся удой, жирномолочность и белковомолочность. Многочисленными исследователями приводятся результаты корреляционного анализа показателей молочной продуктивности [2, 3, 4, 5, 6, 7]. При этом в зависимости от различных генотипических и паратипических факторов, установленные закономерности могут иметь заметные отличия и различные трактовки [8, 9].

Не менее важным фактором эффективного отбора в молочном животноводстве является ранняя оценка продуктивных качеств животных [10, 11]. В этой связи, выявление закономерностей взаимосвязи продуктивных признаков у первотелок с их последующей молочной продуктивностью в каждом конкретном стаде во многом определяет результативность селекции.

Цель и задачи исследований. Целью данного исследования было установить взаимосвязь между селекционными признаками первотелок голштинской породы с их последующей молочной продуктивностью.

Задачи исследования:

1. Изучить средние показатели молочной продуктивности коров голштинской породы по всем законченным лактациям;

2. Изучить взаимосвязь селекционных признаков первотелок голштинской породы с последующей молочной продуктивностью.

Условия, материалы и методы. Исследования проведены в период 2018-2021 гг. в государственном племенном заводе по голштинской породе ЗАО "Славянское" Орловской области.

Схема исследований представлена на рис. 1.

Подопытные группы			
1 группа (1 лактация), контроль, n = 279	2 группа (1-2 лактации), n = 181	3 группа (1-3 лактации), n = 72	4 группа (1-4 лактации), n = 36

⇩

Средние показатели молочной продуктивности по всем законченным лактациям
Удой за 305 дней лактации, кг
Жирномолочность, %
Количество молочного жира, кг
Белковомолочность, %
Количество молочного белка, кг
Стоимость произведенного молока базисной жирности, тыс. руб.

⇩

Взаимосвязь селекционных признаков первотелок голштинской породы с последующей молочной продуктивностью

Рисунок 1 – Схема исследований

Материалом исследования послужили данные зоотехнического учета хозяйства, а также результаты собственных исследований. Исследования проводились по общепринятым зоотехническим методикам.

Биометрическая обработка результатов проводилась с использованием персонального компьютера в программе Microsoft Excel. Рассчитывали среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, корреляцию (r), критерии достоверности разницы между группами (t_d) по методике Г.Ф. Лакина [12].

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследования для реализации поставленных задач было проведено изучение средних показателей молочной продуктивности коров голштинской породы по всем законченным лактациям (таблица 1).

Как следует из данных, представленных в таблице 1, средние показатели молочной продуктивности по первым двум, первым трем и первым четырем лактациям коров голштинской породы превосходили показатели продуктивности коров-первотелок.

Таблица 1 – Средние показатели молочной продуктивности по всем законченным лактациям, M±m

Показатели	Группы			
	1 (контроль), n = 279	2, n = 181	3, n = 72	4, n = 36
Удой за 305 дней лактации, кг	8079±80	8857±96***	8729±141***	9173±234***
Жирномолочность, %	3,77±0,01	3,81±0,01**	3,76±0,02	3,87±0,03**
Количество молочного жира, кг	304,9±3,32	337,8±4,29***	327,7±5,57***	354,6±9,48***
Белковомолочность, %	3,28±0,01	3,28±0,01	3,29±0,01	3,27±0,01
Количество молочного белка, кг	265,4±2,64	290,5±3,11***	287,4±4,71***	300,0±7,77***
Стоимость произведенного молока базисной жирности [x], тыс. руб. [xx]	234,9±2,56	260,3±3,31***	252,5±4,30***	273,3±7,30***

* – P ≤ 0,05; ** – P ≤ 0,01; *** – P ≤ 0,001

[x] Базисная жирность молока в Орловской области – 3,4%.

[xx] Средняя закупочная цена 1 кг молока базисной жирности в период проведения опыта составляла 26,2 рублей.

Так, средний удой за первые две лактации у коров был выше, чем их удой за первую лактацию на 9,63% (P ≤ 0,001); средний удой за первые три лактации у коров был выше, чем их удой за первую лактацию на 8,05% (P ≤ 0,001) и средний удой за первые четыре лактации у коров был выше, чем удой за первую лактацию на 13,54% (P ≤ 0,001). Между показателями среднего удоя за 1-2, 1-3 и 1-4 лактации достоверной разницы не установлено.

По другим секционным признакам молочной продуктивности, таким как количество молочного жира и количество молочного белка, установлены сходные тенденции.

Средняя жирность молока за первые две и первые четыре лактации превышала этот показатель по первой лактации на 1,06% (P ≤ 0,01) и 2,65% (P ≤ 0,001). С другой стороны, средняя белковомолочность у коров с увеличением сроков продуктивного использования не продемонстрировала достоверных изменений.

В отношении показателя стоимости произведенного молока базисной жирности, который не относится к числу секционируемых признаков, но имеет определяющее значение с точки зрения рентабельности отрасли, также были установлены высокодостоверные различия. Средние значения по первым двум, первым трем и первым четырем лактациям превышали соответствующий показатель по первой лактации на 10,81%, 7,49% и 16,35%.

Общим выводом из представленного выше анализа данных можно считать установленное превосходство средних показателей молочной продуктивности по первым двум, первым трем и первым четырем лактациям над соответствующими показателями по первой лактации.

На следующем этапе нашего исследования были изучены закономерности взаимосвязи средних показателей секционируемых признаков молочной продуктивности по первым двум лактациям и показателей по первой лактации.

Таблица 2 – Взаимосвязь показателей молочной продуктивности по первой лактации со средними показателями по первым двум лактациям

Средние показатели по первым двум лактациям	Показатели по первой лактации				
	Удой, кг	Жирномолочность, %	Количество молочного жира, кг	Белковомолочность, %	Количество молочного белка, кг
Удой, кг	0,87	0,23	0,84	-0,07	0,87
Жирномолочность, %	0,25	0,99	0,52	-0,84	0,17
Количество молочного жира, кг	0,84	0,55	0,90	-0,35	0,81
Белковомолочность, %	-0,13	-0,87	-0,36	0,97	-0,03
Количество молочного белка, кг	0,87	0,13	0,80	0,05	0,87

Как следует из данных, представленных в таблице 2, селекционируемые признаки молочной продуктивности коров по первой лактации и их средние показатели по первым двум лактациям демонстрируют в основном высокий уровень взаимозависимости.

В частности, показатель удоя по первой лактации имел высокий уровень взаимосвязи с такими средними показателями по первым двум лактациям как: удой (0,87), количество молочного жира (0,84) и количество молочного белка (0,87). При этом, взаимосвязь удоя по первой лактации и средней жирномолочности по первым двум лактациям была слабой (0,25), а удоя и средней белковомолочности – слабой и отрицательной (-0,13).

Необходимо отметить, что взаимосвязь белковомолочности по первой лактации и средних показателей продуктивности по первым двум лак-

тациям носила различный по силе, но, в основном, отрицательный характер, в т.ч. с удоем (-0,07), с жирномолочностью (-0,84) и с показателем количества молочного жира (-0,35). Полученные данные могут свидетельствовать об одностороннем характере отбора по перечисленным селекционным признакам, проводимого без учета показателя белковомолочности. Также обращает на себя внимание высокая положительная взаимосвязь между одинаковыми показателями продуктивности по первой лактации и средними показателями по первым двум лактациям, которая колебалась в пределах (0,87-0,99).

Взаимосвязь показателей молочной продуктивности по первой лактации со средними показателями по первым трем лактациям представлена в таблице 3.

Закономерности, установленные в отношении взаимосвязи показателей молочной продуктивности по первой лактации и средних показателей по первым двум лактациям, нашли свое подтверждение и при анализе взаимосвязи показателей молочной продуктивности по первой лактации со средними показателями по первым трем лактациям.

Так, коэффициент корреляции между удоем по первой лактации и средним удоем по первым трем лактациям составил 0,68. С другой стороны, взаимосвязь между удоем по первой лактации и средними показателями жирномолочности и белковомолочности практически отсутствовала (соответственно -0,07 и 0,04).

Таблица 3 – Взаимосвязь показателей молочной продуктивности по первой лактации со средними показателями по первым трем лактациям

Средние показатели по первым трем лактациям	Показатели по первой лактации				
	Удой, кг	Жирномолочность, %	Количество молочного жира, кг	Белковомолочность, %	Количество молочного белка, кг
Удой, кг	0,68	-0,06	0,64	0,04	0,68
Жирномолочность, %	-0,07	0,99	0,27	-0,92	-0,16
Количество молочного жира, кг	0,62	0,34	0,72	-0,33	0,58
Белковомолочность, %	0,04	-0,92	-0,28	0,98	0,14
Количество молочного белка, кг	0,68	-0,16	0,59	0,16	0,68

Высокий отрицательный характер носила взаимосвязь между белковомолочностью по первой лактацией и средним показателем жирномолочности (-0,92) по первым трем лактациям. Взаимосвязь показателей молочной продуктивности по первой лактации со средними показателями по первым четырем лактациям, в целом, носила сходный характер с предыдущими результатами.

Таблица 4 – Взаимосвязь показателей молочной продуктивности по первой лактации со средними показателями по первым четырем лактациям

Средние показатели по первым четырем лактациям	Показатели по первой лактации				
	Удой, кг	Жирномолочность, %	Количество молочного жира, кг	Белковомолочность, %	Количество молочного белка, кг
Удой, кг	0,77	-0,01	0,73	0,01	0,78
Жирномолочность, %	0,11	0,99	0,34	-0,88	0,02
Количество молочного жира, кг	0,77	0,32	0,81	-0,28	0,74
Белковомолочность, %	-0,07	-0,95	-0,30	0,93	0,02
Количество молочного белка, кг	0,75	-0,13	0,68	0,13	0,77

Важной в селекционном аспекте представляется установленная взаимосвязь между жирномолочностью за первую лактацию и средним количеством молочного жира, полученного за первые две (0,55), первые три (0,34) и первые четыре (0,32) лактации. Средние положительные значения коэффициентов позволяют включить показатель жирномолочности за первую лактацию в числе селекционируемых признаков при отборе по показателю количества произведенного молочного жира за последующие лактации.

В свою очередь, был установлен слабый уровень корреляции между белковомолочностью по первой лактацией и средним показателем количества молочного белка по первым двум (0,05), трем (0,16) и четырем (0,13) лактациям. Данное обстоятельство свидетельствует об отсутствии возможности ведения эффективного отбора по уровню

белковомолочности в первую лактацию при селекции на увеличение среднего уровня производства молочного белка за последующие лактации.

В целом, проведенный корреляционный анализ свидетельствует о перспективности дальнейших исследований в данном направлении с целью повышения эффективности селекционного процесса.

Выводы. В результате проведенных исследований были сформулированы следующие выводы:

1. Средние показатели молочной продуктивности по первым двум, первым трем и первым четырем лактациям коров голштинской породы, включая показатель стоимости произведенного молока базисной жирности, превосходили показатели продуктивности первотелок;

2. Показатель удоя по первой лактации имел высокий уровень взаимосвязи с такими средними показателями по первым двум лактациям, как удой (0,87), количество молочного жира (0,84) и количество молочного белка (0,87). При этом взаимосвязь удоя по первой лактации и средней жирномолочности по первым двум лактациям была слабой (0,25), а удоя и средней белковомолочности – слабой и отрицательной (-0,13).

3. Коэффициент корреляции между удоем по первой лактации и средним удоем по первым трем лактациям составил 0,68. С другой стороны, взаимосвязь между удоем по первой лактации и средними показателями жирномолочности и белковомолочности практически отсутствовала (соответственно -0,07 и 0,04). Высокий отрицательный характер носила взаимосвязь между белковомолочностью по первой лактации и средним показателем жирномолочности (-0,92) по первым трем лактациям.

4. Установлена взаимосвязь между жирномолочностью за первую лактацию и средним количеством молочного жира, полученного за первые две (0,55), первые три (0,34) и первые четыре (0,32) лактации. Средние положительные значения коэффициентов позволяют включить показатель жирномолочности за первую лактацию в числе селекционируемых признаков при отборе по показателю количества произведенного молочного жира за последующие лактации.

5. Установлен слабый уровень корреляции между белковомолочностью по первой лактации и средним показателем количества молочного белка по первым двум (0,05), трем (0,16) и четырем (0,13) лактациям. Это свидетельствует об отсутствии возможности ведения эффективного отбора по уровню белковомолочности в первую лактацию при селекции на увеличение среднего уровня производства молочного белка за последующие лактации.

Литература

1. ***Аграрная наука: официальный сайт***. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: https://agrarnayanauka.ru/glava–kabmina–predstavil–predvaritelnye–dannye–realizaczii–za–etot–god–doktriny–prodovolstvennoj–bezopasnosti/ (дата обращения: 23.11.2023). – Текст: электронный;
2. ***Игнатьева, Н.Л.*** Корреляционный анализ хозяйственно–полезных признаков голштинизированных коров черно–пестрой породы/ Н.Л. Игнатьева/Материалы конференции "Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической наук", г. Чебоксары. – 2019. –С. 239-245;
3. ***Бойко, М.Д.*** Изменчивость признаков молочной продуктивности у коров ленинградской и немецкой селекции/ М.Д. Бойко, Г.В. Мкртчян, Ю.Н. Козлов// Символ науки: международный научный журнал. – 2021. – № 4. – С. 40-42;
4. ***Скворцов, С.М.*** Корреляционный анализ хозяйственно–полезных признаков коров черно–пестрой породы разной линейной принадлежности/ С.М. Скворцов, Т.В. Шишкина// Материалы конференции "Научно–образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России", г. Чебоксары. – 2021. – С. 306-308;
5. ***Ражина, Е.В.*** Корреляционный анализ показателей молочной продуктивности крупного рогатого скота уральского типа/ Е.В. Ражина, Е.С. Смирнова// Материалы конференции "Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства", г. Москва. – 2022. –С. 14–17;
6. ***Коготыжева, Л.Р.*** Взаимосвязь основных селекционных признаков у коров голштинской породы/ Л.Р. Коготыжева, М.Г. Тлейншева, А.А. Жуков, Т.Т. Тарчоков, З.М. Айсанов// Материалы конференции "Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность", г. Нальчик. – 2022. – С. 216-219;
7. ***Бойко, М.Д.*** Корреляционный анализ показателей молочной продуктивности стада голштинской породы АО ПХ «Наро–Осановский» в зависимости от линейной принадлежности/ М.Д. Бойко, Г.В. Мкртчян// Материалы конференции "Современное состояние и перспективы селекционно–племенной работы и генетики", г. Москва. – 2023. – С. 26-27;
8. ***Шендаков, А.И.*** Генотипические и паратипические факторы в стаде голштинского скота на примере племенного репродуктора//А.И. Шендаков, Т.А. Шендакова, Р.Н. Ляшук// Биология в сельском хозяйстве. – 2023. – № 3(40). – С. 9-12.
9. ***Ляшук, Р.Н.*** Взаимосвязь между показателями молочной продуктивности голштинских

первотелок различных линий и сезонов рождения / Р.Н. Ляшук, А.Р. Ляшук// Биология в сельском хозяйстве. – 2023. –№ 3(40). – С. 21-25.

10. ***Вильвер, М.С.*** Раннее прогнозирование молочной продуктивности коров черно–пестрой породы на основании взаимосвязи между продуктивными признаками/ М.С. Вильвер, А.С. Вильвер// Материалы конференции "Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарных наук: теория и практика", г. Троицк. – 2019. – С. 18-24;
11. ***Чучунов В.А.*** Прогнозирование молочной продуктивности коров/ В.А. Чучунов, В.А. Злепкин, В.П. Плотников, Е.Б. Радзиевский// Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, Волгоград. – 2021.– № 3(63). – С. 262-274;
12. ***Лакин, Г.Ф.*** Биометия / Г.Ф. Лакин //Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4–е изд., перераб. и доп.– М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Поступила в редакцию: 25.12.2023 г.
Принята к публикации: 16.01.2024 г.

Ляшук Р.Н.[1], д.с.-х.н., профессор, **Шендаков А.И.** [1], д.с.-х.н., профессор, **Ляшук А.Р.**[2], к. с.-х. н., магистрант, oceans777@yandex.ru, [1]ФГБОУ ВО "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина [2]ФГБОУ ВО "Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева".

УДК 636.593:636.082.23

Ройтер Я.С., доктор с.-х. наук, профессор, e-mail: roiter@vnitip.ru
(**Roiter Ya.S.** Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the scientific field of genetics and breeding)
Дегтярева О.Н., кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, e-mail: fncvnitip@mail.ru
(**Degtyareva O.N.,** Candidate of Agricultural Sciences, Researcher)
ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»), г. Сергиев Посад, Россия
(Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" (FSC ARRTPI), Sergiev Posad, Russia)

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СЕКСИРОВАНИЯ ПОТОМСТВА ЦЕСАРОК ПО ПИГМЕТАЦИИ ПУХА

(Evaluation of the accuracy of sexing guinea fowl offspring by down pigmentation**)**

Аннотация. Целью работы являлось изучение влияния подбора производителей с контрастной пигментацией пуха на точность сексирования потомства цесарок. Исследования выполнены в ООО «Генофонд» Московской области.

Основой для создания аутосексной материнской формы были кремовые и серебристые цесарки, носители генов серебристости «S» и золотистости «s», в предварительныхопытах показавших возможность сексирования их по степени пигментации оперения.

Для проведения исследования в 20-недельном возрасте было укомплектовано две группы цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения. В каждой группе было по 6 селекционных гнезд, самца в гнездо брали со слабой, самок с сильной пигментацией оперения. Соотношение самцов к самкам в гнезде составило 1:6.

Опыты показали отсутствие достоверных различий между кремовыми и серебристыми популяциями цесарок в количественных и качественных показателях спермопродукции, оплодотворенности и выводимости яиц. Подбор производителей при комплектовании племенного стада с контрастным цветом оперения (самцы со слабой, самки с сильной пигментацией оперения), обеспечивали повышение точности сексирования кремовых цесарок на 5,1%, серебристых на 1,8%, при этом число гнезд с точностью сексирования более 95%, по кремовым цесаркам составило 50%, по серебристым цесаркам 66,7% соответственно.

Ключевые слова: цесарки, пигментация пуха, сексирование, спермопродукция, оплодотворенность, выводимость.

Annotation. The aim of the work was to study the influence of the selection of producers with contrasting pigmentation of down on the accuracy of sexing guinea fowl offspring. The research was carried out in LLC "Genofond" of the Moscow region.

The basis for the creation of an autosex maternal form were cream and silver guinea fowl, carriers of the genes of silvery "S" and golden "s", which in preliminary experiments showed the possibility of sexing them according to the degree of pigmentation of the plumage.

To conduct the study, two groups of guinea fowls with cream and silver plumage were completed at 20 weeks of age. There were 6 breeding nests in each group, the male was taken from a weak nest, the females with strong pigmentation of plumage. The ratio of males to females in the nest was 1:6.

Experiments have shown the absence of significant differences between cream and silver guinea fowl populations in quantitative and qualitative indicators of sperm production, fertilization and egg hatchability. The selection of producers when completing a breeding herd with contrasting plumage color (males with weak, females with strong pigmentation of plumage) provided an increase in the accuracy of sexing cream guinea fowl by 5.1%, silver guinea fowl by 1.8%, while the number of nests with sexing accuracy of more than 95%, for cream guinea fowl was 50%, for silver guinea fowl 66.7% accordingly.

Keywords: guinea fowl, down pigmentation, sexing, sperm production, fertilization, hatchability.

Введение. Как известно, с ростом производства птицеводческой продукции возникают проблемы, связанные с улучшением её качества и расширением ассортимента.

Решением выше названной проблемы является углубленная переработка мяса и яйца традиционных видов (кур, индеек, уток), а также разведение нетрадиционных видов птицы. Одним из таких видов являются цесарки. Из-за оригинального вкуса и биологических свойств мяса и яйца, этот вид птиц приобретает промышленные масштабы, как за рубежом, так и в нашей стране [1, 2, 3].

У цесарок хорошо развиты грудные и ножные мышцы, мясо цесарок по вкусовым и органолептическим показателям не уступает боровой дичи, значительно превосходит по этим показателям кур и индеек [4, 5].

В грудной мышце цесарят, выращенных на мясо, содержится больше, чем у цыплят-бройлеров, гистидина, треонина, фенилаланина, а из заменимых аминокислот несколько больше аспаргина, серина, глицина, аланина, тиразина, цистина и глютаминовой кислоты [6, 7].

У цесарок, как и у других видов сельскохозяйственной птицы, каждая порода, линия обладает своеобразным генотипом, сложившимся в результате се-

лекции и скрещиваний, применявшихся при их создании, поэтому фенотипическое проявление одних и тех же признаков отличается у разных пород, линий. Кроме того, фенотип признака может быть сознательно изменен путем направленного отбора специальных генов-модификаторов. Гены-модификаторы могут влиять на фенотип признака, частоту его проявления [8, 9].

Совершенствование пород, линий птицы также как и других сельскохозяйственных животных, идет путем концентрации желательных генов и удаление тех генов, которые оказывают нежелательное влияние [10, 11].

Одна из проблем при разведении цесарок – это сложность разделения их по полу до начала полового созревания, что приводит к существенному удорожанию разведения этого вида птицы, за счет необходимости выращивания «лишних» самцов до столь позднего возраста [12, 13].

В наших предыдущих исследованиях была показана возможность определения пола у кремовых и серебристых цесарок по наличию в окраске оперения генов золотистости «s» и серебристости «S», а также влияние гена Ig (Inhibitor), блокирующего отложение феомеланина [14, 15].

На основании вышесказанного задачей данной работы являлось изучение влияния подбора производителей по степени пигментации оперения на точность сексирования потомства цесарок в суточном возрасте.

Материалы и методы исследований

Работу проводили в ООО «Генофонд» на кремовых и серебристых цесарках. Цесарок с серебристой окраской оперения выделили в стаде кремовых цесарок на начальном этапе работы.

В предварительных исследованиях было установлено, что данная группа цесарок характеризуются наличием в оперении генов золотистости «s» и серебристости «S». Известно, что ген золотистости «s» участвует в образовании как кремового, так и серебристого окраса оперения. Его доминантный аллеломорф ген серебристости «S» обуславливает появление особей с более светлым, практически белым оперением, без видимых жемчужин. Различие в степени пигментации пера также объясняется действием гена Ig (Inhibitor), блокирующего отложения пигмента феомеланина в оперении.

Опыт по изучению влияния подбора производителей на точность сексирования провели на цесарках с кремовой и серебристой окраской оперения. В возрасте птицы 20 недель по каждой популяции цесарок (кремовой и серебристой) было укомплектовано по 6 селекционных гнезд, самцов в гнезда брали со слабой, самок с сильной пигментацией оперения. Соотношение самцов к самкам в гнезде составило 1:6. В каждом гнезде дополнительно содержали запасного самца, аналогичного по окраске оперения и происхождению основному. Цесарок содержали в индивидуальной клеточной батарее Голландского производства. Воспроизводство птицы осуществляли при помощи искусственного осеменения. Цесарок осеменяли разбавленной спермой в соотношении 1:2 (сперма: разбавитель). Использовали разбавитель, разработанный сотрудниками ФНЦ «ВНИТИПтицеводства».

Для проведения опыта было проинкубировано с каждой группы по 200 яиц, закольцовано и оценено по 140 цесарят. Контролем служили родители (F_0), птицы опытных групп (F_1).

Выведенный молодняк в суточном возрасте был индивидуально закольцован. Окраску оперения в суточном возрасте изучали, по аналогии, с предыдущей генерацией, визуально по степени пигментации пуха на голове, животе, спине, крыльях, хвосте. Точность сексирования проверяли, используя клоачный метод, сомнительную птицу вскрывали.

Условия кормления и содержания цесарок изучаемого поколения и родителей (F_0) были схожи и соответствовали принятым в хозяйстве нормам.

Результаты исследований и их обсуждение

Выбор для создания аутосексной материнской формы цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения объясняется наличием в их оперении гена серебристости «S» и золотистости «s». Как уже отмечено, ген золотистости «s» участвует в образовании кремового и серебристого окраса оперения. Его доминантный аллеломорф ген серебристости «S» обуславливает появление особей с более светлым практически белым оперением, без видимых жемчужин. Различия в степени пигментации пуха и пера объясняется действием гена Ig (Inhibitor), блокирующего отложение пигмента феомеланина в оперении. У самцов в хромосоме (ZZ) наличие гена-ингибитора двойное, в то время как у самок в хромосоме (Z) одинарное. Поэтому слабую пигментацию оперения имеют самцы, более темную – самки. При анализе птицы F_0 была отмечена группа с промежуточным окрасом оперения. У цесарок с промежуточным окрасом, так называемая подгруппа среднепигментированная, отличалась от других подгрупп большим числом особей с ошибкой при определении пола (50-55%).

Для увеличения точности сексирования при отводе следующего поколения отбирали птицу с контрастным оперением, самцов – со светлым, практически белым оперением, самок – темных.

Результаты оценки спермопродукции и инкубационных качеств яиц подопытной птицы приведены в таблице 1.

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, при оценке воспроизводительных показателей изучаемых популяций цесарок отсутствуют достоверные различия в количественных и качественных показателях спермопродукции, оплодотворенности, выводимости яиц и выводу молодняка. Различия между группами статистически не достоверны.

Таблица 1 – Оценка спермопродукции и инкубационных качеств яиц кремовых и серебристых цесарок

Показатель	Кремовые		Серебристые	
	F_0	F_1	F_0	F_1
Объем эякулята, $см^3$	0,101±0,02	0,105±0,03	0,103±0,04	0,107±0,02
Концентрация спермиев млрд/$см^3$	4,30±0,03	4,31±0,04	4,21±0,03	4,25±0,04
Активность спермиев, балл	9,3±0,2	9,4±0,4	9,2±0,3	9,5±0,5
Оплодотворенность яиц, %	88,0±2,3	90,0±2,1	88,5±2,3	89,5±2,2
Выводимость яиц, %	84,7±2,5	83,9±2,6	81,4±2,8	82,7±2,7
Вывод цесарят, %	74,5±3,1	75,5±3,0	72,0±3,2	74,0±3,1

Результаты распределения цесарок по степени пигментации пуха и данные точности сексирования изучаемой птицы представлены в таблице 2. Из данных этой таблицы следует, что влияние подбора производителей с контрастным окрасом оперения положительно сказалось на точности сексирования цесарок. Скрещивания слабо пигментированных цесарей (практически с белым окрасом оперения) с сильно пигментированными самками, в потомстве была увеличена точность сексирования суточного молодняка: по кремовой популяции на 5,1%, серебристой – 1,8 %.

Таблица 2 – Распределение цесарок по степени пигментации пуха

Показатель	Кремовые		Серебристые	
	F_0	F_1	F_0	F_1
Оценено цесарят, гол	140	140	140	140
Степень пигментации, гол				
Сильная	57	63	62	65
Средняя	23	18	14	12
Слабая	60	59	64	63
Точность сексирования, %	86,4	91,5	92,9	94,7

Анализ показал, что увеличение точности сексирования цесарят в суточном возрасте объясняется уменьшением числа особей, относимых к подгруппе с нечетко выраженной пигментацией пуха (среднепигментированной).

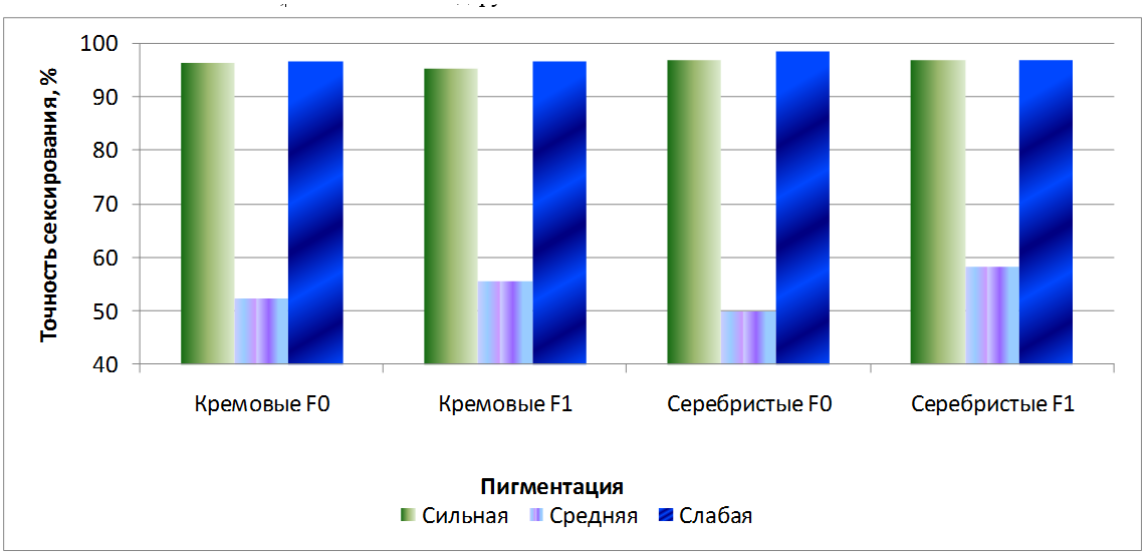


Рис. 1 – Точность сексирования суточных цесарят по степени пигментации пуха

Из данных рисунка 1 следует, что в подгруппах среднепигментированных цесарят отмечено основное количество ошибок в определении пола. В сравнении с исходным поколением число особей, отнесенных к средней группе по степени пигментации оперения, достоверно уменьшилось: по кремовым цесаркам на 7,8 %, серебристым – на 8,6 % соответственно.

Индивидуальный анализ показал, что в стаде кремовых цесарок число гнезд с точностью сексирования более 95% было 50%, по серебристым цесаркам 66,7 % соответственно.

Заключение. Установлено отсутствие достоверных различий между кремовыми и серебристыми популяциями цесарок по количественным, качественным показателями спермопродукции, оплодотворенности и выводимости яиц.

Подбор производителей при комплектовании племенного стада с контрастной пигментацией оперения (самцы слабой, самки сильной) обеспечил повышение точности сексирования кремовых цесарок на 5,1%, серебристых на 1,8%, при этом число гнезд с точностью сексирования более 95%, по кремовым

цесаркам составило 50% по серебристым цесаркам 66,7% соответственно.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00007, https://rscf.ru/project// 23-26-00007/

Литература

1. ***Буяров А.В.*** Функционирование и развитие рынка яиц и мяса птицы в контексте обеспечения продовольственной безопасности // Вестник аграрной науки. - 2021. - №6. - С. 95-108.
2. ***Хорошевская Л.В.*** Состояние промышленного птицеводства России в условиях экономических санкций // Эффективное животноводство. - 2023. - №4. - С. 95-97.
3. ***Guinea fowl production in the world***/ I. Araujo [et. al.]//World's Poultry Science Journal. 2023. 79(2). P.1-12.
4. ***Грибкова О.М.*** Мясо цесарки - качество, традиция, вкус // Наука и образование в современном обществе: вектор развития: по материалам Международной научно-практической конференции. 2014. С. 33-34.
5. ***Баженов, Н.А.*** Диетические свойства мяса цесарок // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции. 2016. С. 70-73.
6. ***Ли, Э.*** Качество мяса цесарят бройлеров разных популяций в зависимости от возраста убоя при клеточном содержании: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Загорск, 1989. 15 с.
7. ***Патиева А.М., Патиева С.В., Прокопенко В.В.*** Пищевая и биологическая ценность мяса цесарки, В сборнике: Здоровье сберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции. Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием. Краснодар, 2021. С.246-248.
8. ***Effect Of Genotype, Sex And Age On Plumage Maturity, And Body Weight Of Guinea Fowl*** (Numidameleagr) E. Mróz [et. al.] //Ann. Anim. Sci. 2016. Vol. 16.No. 1.P. 245–257.
9. ***Ebegbulem V., Asuquo V.N., Okon B.*** Genotype influ ence on Production, Fertility and Hatchability of Eggs of Guinea fowl (Numida meleagris) in a Tro pical Rain Forest Zone of Nigeria//Journal of Scientific and Engineering Research. - 2017. - 4(5). P.94-97.
10. ***A.V. Makarova, O.V. Mitrofanova, A.B. Vakhrameev, N.V.*** Dementeva Molecular-genetic bases of plumage coloring in chicken, Vavilov Journal of Genetics and Breeding. - T. 23. № 3. - С. 343-354(2019).
11. ***Бычаев А.Г.*** Методы селекции в племенном разведении птицы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2022. - №2(67). - С. 125-133.
12. ***Sexing in guinea fowls (Numida meleagris)/ Iddriss I. Abdul-Rahman*** [et. al.]// Poultry Science. 2015. 94. P.311–318.
13. ***Comparison of vent sexing and polymerase chain reaction for reliable sex determination in guinea fowls*** Ghana/ K. M. J. Ahiagbe [et. al.]//Jnl agric. Sci.2018. 52. P. 17-23.
14. ***Y. Roiter, O.*** Degtyareva Evaluation of guinea fowls by genetic markers of plumage color, В сборнике: II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023). Les Ulis Cedex A, France.2023.P. 1068.
15. ***Ройтер Я.С., Дегтярева О.Н.*** Сексирование цесарок по окраске оперения // Птицеводство. - 2024. - № 1. - С.14-18.

Поступила в редакцию: 25.01.2024 г.
Принята к публикации: 07.02.2024 г.

Ройтер Я.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления генетики и селекции, roiter@vnitip.ru, **Дегтярева О.Н.,** кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, fncvnitip@mail.ru, ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»)

УДК 636.085.55:636.92

Сенченко М.А., к.с.-х.н., доцент, e-mail: senchenko@yarcx.ru
Чугреев М.К., д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой, e-mail: chugreev_mk@mail.ru
Горнич Е.А., к.с.-х.н., доцент, e-mail: gornich@yarcx.ru
Мельникова Л.Э., доцент, e-mail: l.melnikova@yarcx.ru
ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия
Senchenko M.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor
Chugreev M.K., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Gornich E.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Melnikova L.E., Associate Professor
Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМБИКОРМА В КРОЛИКОВОДСТВЕ

(Development and use of functional compound food in rabbit breeding)

Реферат. Полноценные экологически безопасные комбикорма с биологически активными ингредиентами могут улучшать физиологическое состояние кроликов, повышать их продуктивность и качество крольчатины. Цель работы – создание и апробация функционального комбикорма с пребиотическим, антиоксидантным, иммуностимулирующим свойствами и его влияние на количество лимфоидной ткани и pH химуса в кишечнике кроликов. Для эксперимента были сформированы две группы (опытная и контрольная) молодняка кроликов породы советская шиншилла методом подбора пар-аналогов по 12 голов (самцов) в каждой. Продолжительность эксперимента 120 суток. Применялся сухой тип кормления. Для приготовления комбикорма в качестве натурального природного сырья использовалась кора осины *(Populus tremula L.),* лактулоза в виде сиропа, янтарная кислота, лизоцим. В состав основной фракции входили: пшеница, ячмень, овёс, кукуруза, сушёные луговые травы. Предложен состав и технология приготовления комбикорма для кроликов «ЯрГАУ-002-КР» с бифидогенным, антиоксидантным, иммуностимулирующим свойствами. В качестве биологически активных ингредиентов использованы: углеводный комплекс, содержащий пребиотик лактулозу, янтарная кислота, лизоцим и натуральное природное сырьё. Изучено влияние использования комбикорма на количество и площадь лимфоидных образований в тонком кишечнике кроликов, на реакцию среды химуса (pH).

Ключевые слова: функциональный комбикорм, кролики, лактулоза, янтарная кислота, лизоцим, лимфоидная ткань, пейеровы бляшки, иммунитет, химус.

Abstract. Complete, environmentally friendly feed with biologically active ingredients can improve the physiological condition of rabbits, increase their productivity and the quality of rabbit meat. The purpose of the work is to create and test a functional feed with prebiotic, antioxidant, immunostimulating properties and its effect on the amount of lymphoid tissue and the pH of chyme in the intestines of rabbits. For the experiment, two groups (experimental and control) of young rabbits of the Soviet chinchilla breed were formed by selecting analogue pairs of 12 heads (males) each. The duration of the experiment was 120 days. Dry feeding was used. To prepare the feed, aspen bark (Populus tremula L.), lactulose in the form of syrup, succinic acid, and lysozyme were used as natural raw materials. The main fraction includes: wheat, barley, oats, corn, dried meadow grass. The composition and technology for preparing mixed feed for rabbits “YarGAU-002-KR” with bifidogenic, antioxidant, and immunostimulating properties is proposed. The following biologically active ingredients were used: a carbohydrate complex containing the prebiotic lactulose, succinic acid, lysozyme and natural raw materials. The influence of the use of mixed feed on the number and area of lymphoid formations in the small intestine of rabbits and on the reaction of the chyme medium (pH) was studied.

Key words: functional feed, rabbits, lactulose, succinic acid, lysozyme, lymphoid tissue, Peyer's patches, immunity, chyme.

Введение. В желудочно-кишечном тракте животных нарушается баланс микрофлоры от применения антибиотиков. При этом угнетается полезная микрофлора, что негативно отражается на работе иммунной системы макроорганизма. Возникают заболевания, которые снова лечат антибиотиками. Исследования в направлении разработки и применения функциональных кормов в кролиководстве представляются актуальными. Полноценные экологически безопасные комбикорма с биологически активными ингредиентами могут улучшать физиологическое состояние кроликов, повышать их продуктивность и качество крольчатины.

Предлагается состав и технология приготовления комбикорма с бифидогенным, антиоксидантным, иммуностимулирующим свойствами на

основе пребиотика лактулозы, янтарной кислоты, лизоцима и натурального природного сырья.

У млекопитающих пищеварительная система, в частности кишечник работает как иммунный орган. В составе ммунологически активной ткани ЖКТ присутствуют структурные лимфоидные образования - пейеровы бляшки [1]. Для их развития в кишечнике должен присутствовать нормальный микробиоценоз [2]. Кроме того, кишечный микробиоценоз оказывает влияние на состав других микробиоценозов макроорганизма и на физиологическое состояние животного. Поэтому особенно важно упредить возникновение кишечного дисбактериоза [3]. Пейеровы бляшки непосредственно участвуют в развитии местного иммунитета [4]. Их формирование у новорожденных идёт одновременно с формированием микробиоценоза в тонком кишечнике [2]. Поэтому при разработке состава комбикорма внимание уделялось компонентам, которые могли бы оказать положительное влияние на состояние микрофлоры кишечника кроликов. В качестве натурального природного сырья использовалась кора осины *(Populus tremula L.),* содержащая: ароматические и жирные кислоты, дубильные вещества, рафинозу, фруктозу, фенолгликозиды (салицин и его производные) и обладающая противомикробным, противовоспалительным, гепатозащитным, желчегонным, антигельминтным свойствами [5].

Янтарная кислота - источник энергии. Обеспечивает синтез АТФ, нормализует метаболизм в организме, участвует в цикле трикарбоновых кислот Кребса и способствует усилению иммунитета [6]. Безвредность и способность янтарной кислоты оказывать положительное действие даже при низких дозировках, делают её ценным компонентом при создании новых лекарственных средств, пищевых и кормовых добавок [7]. Кроме того, янтарная кислота является антиоксидантом направленного митохондриального действия [8].

Лизоцим - универсальный фермент белковой природы, присутствует у всех живых форм. Он регулирует иммунные и метаболические процессы, защищает организм от патогенных бактерий, грибов, вирусов. Обуславливает иммунный гомеостаз, обладает противовоспалительным эффектом, в том числе и введенный в организм извне [9]. Под воздействием лизоцима происходит гидролиз клеточной стенки бактерий и грибов, при котором образуется мурамилпептид – мощный природный стимулятор иммунитета [10].

Лактулоза – изомер молочного сахара, пребиотик, стимулирующий развитие бифидо- и лактобактерий [11]. Микробиоценоз кишечника играет главную роль в поддержании работы иммунной системы, а галактоолигосахариды стимулируют развитие в нём бифидобактерий. Лактулоза снижает *pH* в кишечнике, повышает резистентность микробиоценоза, способствует ионизации аммиака и его выведению в виде ионов аммония. При этом нормализуется моторика тонкой кишки [12].

Таким образом, перечисленные активные вещества в составе комбикорма могут оказать положительное действие на физиологическое состояние кроликов.

Увеличение объёмов использования древесной коры в производстве комбикормов поможет решить экологическую проблему утилизации отходов, возникающих в ходе лесозаготовок [13].

Цель исследований. Цель работы - создание и апробация функционального комбикорма с пребиотическим, антиоксидантным, иммуностимулирующим свойствами и его влияние на количество лимфоидной ткани и pH химуса в кишечнике кроликов.

Условия, материалы и методы

Для приготовления комбикорма в качестве натурального природного сырья использовалась кора осины *(Populus tremula L.)* по ТУ 9700-004-0088418944-12. Лактулоза в виде сиропа (RU.77.99.88.003.E. 008433.09.14). Янтарная кислота по ТУ 9197-010-20885466-15. Лизоцим по ТУ 1089.19-030-90692556-2019. В состав основной фракции входили: пшеница, ячмень, овёс, кукуруза, сушёные луговые травы.

Для эксперимента были сформированы две группы (опытная и контрольная) молодняка кроликов породы советская шиншилла методом подбора пар-аналогов по 12 голов (самцов) в каждой. Продолжительность эксперимента 120 суток. Применялся сухой тип кормления.

Площадь пейеровых бляшек рассчитывалась по формуле овала: $S = \pi ab$, где S – площадь эллипса, π – число пи (3.1415), a – длина большой полуоси, b – длина малой полуоси [14].

Средняя проба химуса отбиралась в разных отделах ЖКТ. Кислотность химуса определялась посредством pH-метра АМТ 28F. За окончательный результат принималось среднее арифметическое значение трёх измерений.

Изучаемые показатели: количество и размеры пейеровых бляшек в тонком кишечнике, pH химуса в разных отделах кишечника. Статистическая обработка результатов была проведена по методике Плохинского Н.А. [15].

Результаты исследований и их обсуждения

По особенностям пищеварения кролики относятся к псевдоруминантам. У кроликов развитая слепая кишка предназначена для микробиального пищеварения, что позволяет им использовать много грубых кормов [16].

Для процесса ферментации в слепой кишке должен поддерживаться нормальный баланс микрофлоры. Это имеет важное значение для пищеварения. Есть основания полагать, что некоторые компоненты предлагаемого комбикорма будут этому способствовать, в частности лактулоза и лизоцим.

В ходе исследований изучено влияние комбикорма на количество и размер пейеровых бляшек в тонком кишечнике кроликов. Пейеровы бляшки служат косвенным показателем состояния иммунной системы (таб. 1,2)

Таблица 1 - Число пейеровых бляшек в кишечнике кроликов, *(n=12)*

Показатели	Опытная группа	Контрольная Группа	Разность, %
Число пейеровых бляшек у одного кролика *(lim), шт.*	3-8	3-7	
Число пейеровых бляшек в группе, *шт.*	60	57	+5,26
Число пейеровых бляшек на одного кролика (среднее), *шт.*	5,0	4,75	+5,26

Таблица 2 - Площадь пейеровых бляшек в кишечнике кроликов, *(n=12)*

Показатели	Опытная группа	Контрольная Группа	Разность, %
Общая площадь пейеровых бляшек в группе, *мм²*	5256,6	4229,4	+24,29
Средняя площадь пейеровых бляшек на одного кролика, *мм²*	438,05	352,45	+24,29
Средняя площадь одной пейеровой бляшки в группе, *мм²*	87,61	74,20	+18,07

Из данных таблиц 1 и 2 видно, что среднее количество пейеровых бляшек на одного кролика в контрольной группе составило 4,75 шт., в опытной группе – 5,0 шт. Общее количество пейеровых бляшек в опытной группе оказалось больше, чем в контроле лишь на 3 шт. (на 5,26%) и составило 60 шт.

Общая площадь пейеровых бляшек в контрольной группе составила 4229,4 *мм²*, в опытной группе - 5256,6 *мм²*, что на 1260,6 *мм²* (на 24,29%) больше. Средняя площадь пейеровых бляшек на одного кролика в контрольной группе составила 352,45 *мм²*, в опытной группе – 438,05 *мм²*, что на 85,6 *мм²* (на 24,29%) больше. Средняя площадь одной пейеровой бляшки в контрольной группе составила 74,20 *мм²*, в опытной группе – 87,61 *мм²*, что на 13,41 *мм²* (на 18,07%) больше.

Таблица 3 - **Площадь пейеровых бляшек в кишечнике на одного кролика,** *(n=12)*

Группы	*lim (мм²)*	*M±m (мм²)*	*Cv,%*	*σ, (мм²)*
Контрольная	216,0-489,0	352,45±18,74	30,42	101,68
Опытная	236,0-640,0	438,05±22,37*	21,17	86,12

$P \leq 0,01$

В таблице 3 приведены значения показателей разнообразия изучаемого признака - площади пейеровых бляшек в тонком кишечнике на одного кролика. Лимиты в контрольной группе - в пределах 216,0-489,0 *мм²*, в опытной группе - в пределах 236,0-640,0 *мм²*. Среднеквадратичное отклонение *(σ)* составило в контрольной группе 101,68 *мм²*, в опытной группе - 86,12 *мм²*. Коэффициент вариации в контрольной группе составил 30,42%, в опытной группе - 21,17%. Значение коэффициента вариации этого признака уменьшилось в опытной группе на 9,25%. Можно предположить, что значения данного показателя в опытной группе оказались более выровненными в результате введения в рацион функционального комбикорма.

В ходе исследований определялось значение pH химуса в разных участках пищеварительного тракта (таб. 4)

Таблица 4. - **Среднее значение *pH* химуса в ЖКТ кроликов**, *(n=12)*

Отдел ЖКТ	Контрольная группа	Опытная группа	Разность, %
Тонкий кишечник	7,7	7,3	5,2
Слепая кишка	6,4	5,7	10,9*
Червеобразный отросток	8,6	7,5	12,8*
Ободочная кишка	7,5	7,1	5,3
Прямая кишка	6,9	6,4	7,2
Желудок	6,1	5,7	6,6

* - разница достоверна $p \leq 0,01$

Данные таблицы 4 показывают, что при использовании предложенного функционального комбикорма в кормлении кроликов породы советская шиншилла в указанных нормах, отмечается по группам животных смещение средних значений *pH* во всех изучаемых отделах ЖКТ в кислую сторону. В желудке среднее значение pH сместилось от 6,1 до 5,7 (на 6,6%), в тонком кишечнике – от 7,7 до 7,3 (на 5,2%), в слепой кишке – от 6,4 до 5,7 (на 10,9%), в червеобразном отростке – от 8,6 до 7,5

(на 12,8%), в ободочной кишке – от 7,5 до 7,1 (на 5,3%), в прямой кишке – от 6,9 до 6,4 (на 7,2%).

Коэффициент вариации *(Cv)* значений этого показателя по опытной группе составил: в желудке 6,18% (в контроле 5,35%), в тонком отделе кишечника 7,21% (в контроле 3,94%), в слепой кишке 11,72% (в контроле 8,65%), в червеобразном отростке 12,86% (в контроле 10,24%), в ободочной кишке 7,29% (в контроле 6,48%), в прямой кишке 8,53% (в контроле 7,11%).

Выводы. У кроликов породы советская шиншилла в двенадцатиперстной и в толстом кишечнике пейеровы бляшки не обнаружены. Присутствуют они в тощей и подвздошной кишках.

Использование предложенного комбикорма обусловило у кроликов породы советская шиншилла увеличение общей площади пейеровых бляшек в тонком кишечнике, являющимися косвенными показателями состояния иммунной системы. Она оказалась больше у кроликов опытной группы, чем в контроле в среднем на 24,29% и составила 5256,6 *мм.*^{2} Принципиально значимого увеличения числа пейеровых бляшек не установлено.

В ходе исследований также установлены значения водородного показателя *pH* химуса в разных отделах ЖКТ кроликов. Применение комбикорма «ЯрГАУ-002-КР» в кормлении кроликов этой породы подкисляет содержимое пищеварительной системы во всех изученных её отделах: в желудке, в тонком кишечнике, в слепой кишке, в червеобразном отростке, в ободочной кишке, в прямой кишке.

Есть основания полагать, что при гидролизе лактулозы микрофлорой толстой кишки образуются молочная, муравьиная и уксусная кислоты. С повышением кислотности усиливается перистальтика, происходит увеличение осмотического давления, что приводит к переходу аммиака из крови в кишечник и переводу его в ионизированную форму. Снижается образование и абсорбция азотсодержащих токсинов в толстом кишечнике.

Таким образом, использование функционального комбикорма оказывает положительное влияние на состояние кишечного микробиоценоза, от которого, в свою очередь, в значительной степени зависит работа иммунной системы. Показатель *pH* в данном случае можно использовать в качестве сигнального при контроле состояния среды кишечника, в которой находится микробиоценоз.

Расширение масштабов применения отходов лесной промышленности в производстве кормов для животных может значительно снизить их себестоимость и оказать реальное содействие в решении весьма актуальной экологической проблемы по рациональному использованию значительных объёмов порубочных остатков, возникающих при лесозаготовках.

Литература

1. ***Jung C., Hugot J. P., Barreau F.*** Peyer's Patches: The Immune Sensors of the Intestine // Int. J. Inflam. 2010. Vol. 10. P. 1-12.
2. ***Brandtzaeg P.*** The mucosal immune system and its integration with the mammary glands // JPediatr. 2010. Feb. 156 (2 Suppl): P. 8-15.
3. ***Данилевская Н.В., Субботин В.В.*** Дисбактериозы у мелких домашних животных / Москва: Зоомедлит, 2013. 64 с. (Серия «Мастер-класс»).
4. ***Singh N., Gallagher H.C., Song R., Dhinsa J.K., Ostroff G.R., De Jesus M.*** RNA isolation from Peyer's patch lymphocytes and mononuclear phagocytes to determine gene expression profiles using nanostring technology // J Biol Methods. 2018. 5(3). P. 95. doi: 10.14440/jbm.8.
5. ***Гаврилина М.В.*** Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции // сб. науч. тр. Вып. 65. Пятигорск: Пятигорская ГФА. 2010. 838 с.
6. ***Кондрашова М.Н.*** Регуляция янтарной кислотой энергетического обеспечения и функционального состояния ткани: автореферат дис. на соискание ученой степени доктора биологических наук. АН СССР. Ин-т биол. физики. Пущино, 1971. 59 с.
7. ***Евглевский А.А., Щвец О.М., Евглевская Е.П., Арутюнова И.П.*** Новые иммунометаболические препараты для применения в ветеринарии // Материали за 7 Международна практична конференция. Найновити постижения на Европейската наука. София «Бял ГРАД-БГ». 2011. С. 3-6
8. ***Белоусов Ю. Б.,*** ред. Современный подход к цитопротекторной терапии/ Методическое пособие для врачей. М., 2010. 30 с.
9. ***Калюжин О.В.*** Антибактериальные, противогрибковые, противовирусные и иммуномодулирующие эффекты лизоцима: от механизмов к фармакологическому применению // Эффективная фармакотерапия / Педиатрия. 2018. № 1 (14). С.69-72.
10. ***Moutsopoulos N.M., Moutsopoulos H.M.*** The oral mucosa: A barrier site participating in tissue-specific and systemic immunity // Oral Dis. 2018. 24(1–2). P. 22–25. doi: 10.1111/odi.12729.
11. ***Афанасьев Ю.И. Юрина Н.А., Котовский Е.Ф.*** Гистология, цитология и эмбриология / М. - 2002. – 325-347 с.
12. ***Наместников Е.В., Лопаткина Т.Н.*** Печеночная энцефалопатия при хронических заболеваниях печени: лечение и профилактика. М. 2004
13. ***Mokhirev A., Rukomojnikov K., Gtrasimova M., Medvedev S.*** Dynamically Changing Environment1 // J. Korean Wood Sci. Technol. 2021. 49(3). P. 254-266.
14. ***Mokhirev A., Rukomojnikov K., Gtrasimova M.,***

Medvedev S. Dynamically Changing Environment1 // J. Korean Wood Sci. Technol. 2021. 49(3). P. 254-266.

15. ***Плохинский Н.А.*** Биометрия / Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 367 с.

16. ***Hamid, P. H. Prastowo S., Kristianingrum Y. P.*** Intestinal and hepatic coccidiosis among rabbits in Yogyakarta, Indonesia // Veterinary World. 2019 №12(8). - P. 1256–1260.

Поступила в редакцию: 25.11.2023 г.
Принята к публикации: 07.02.2024 г.

Сенченко М.А., к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», senchenko@yarcx.ru, **Чугреев М.К.,** д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», chugreev_mk@mail.ru, **Горнич Е.А.,** к.с.-х.н., доцент кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», gornich@yarcx.ru, **Мельникова Л.Э.**, доцент кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», l.melnikova@yarcx.ru. ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия

УДК 636.3:636.06

Прытков Ю.А.[1], к.б.н., научный сотрудник
Раджабов Н.А.[2], д.с.-х.н., зам. директора по науке
Иолчиев Б.С.[1], д.б.н, ведущий научный сотрудник
Prytkov Yu.A.[1], Researcher
Radzhabov N.A.[2], Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Directors for Science
Iolchiev B.S. [1], Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher
1Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», г. Подольск, Россия
[2]Институт животноводства и пастбищ Таджикской академии сельскохозяйственных наук
[1]Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Podolsk, Russia
[2]Livestock and Pasture Institute of the Tajik Academy of Agricultural Sciences
e-mail: Prytkov_y@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЧИСТОПОРОДНЫХ И ГИБРИДНЫХ ОВЕЦ

(Study of growth and development indicators of purebred and hybrid sheep)

Гибридизация имеет важное значение для установления закономерностей наследования фенотипических и генетических признаков, для уточнения существующей зоологической классификации животных и филогенетического происхождения. Также она рассматривается с позиции выведения новых пород сельскохозяйственных животных, характеризующихся высокими адаптационными качествами, устойчивостью к заболеваниям, хорошей продуктивностью, меньшей требовательностью к качеству кормов. Замечено, что у помесей первого поколения наблюдается эффект гетерозиса, такие животные зачастую превосходят родительские формы по показателям роста и развития, а также имеют более высокую интенсивность роста. Целью наших исследований явилось сравнение показателей роста и развития чистопородных овец и гибридных особей, полученных с использованием семени архара. Эксперимент проводился на ягнятах таджикской мясо-сально-шерстной, гиссарской пород, а также гибридах – таджикской мясо-сально-шерстной породы с гибридом романовской овцы и архара и гиссарской породы с гибридом романовской овцы и архара. Сравнение групп ТМСШ и ТМСШ х (Р х А) показало различия по признаку живой массы, так, чистопородные овцы уступали гибридам на 1.06 кг (P≤0.001), по глубине груди на 1.3 см (P≤0.05), по обхвату пясти на 0.69 см (P≤0.001). Чистопородные особи таджикской мясо-сально-шерстной породы уступали гибридным Г х (Р х А) по признаку живой массы на 1.06 кг (P≤0.05), по высоте в холке на 1.73 см (P≤0.001) и по глубине груди на 1.54 см (P≤0.05). Результаты проведенных исследований показали, что гибридные животные превышают чистопородных особей по живой массе, глубине груди, ширине груди и обхвату пясти.

Ключевые слова: овцы, рост и развитие овец, гибридизация

Hybridization is important for establishing patterns of inheritance of phenotypic and genetic characteristics, for clarifying the existing zoological classification of animals and phylogenetic origin. It is also considered from the perspective of breeding new breeds of farm animals, characterized by high adaptive qualities, resistance to diseases, good productivity, and less demands on the quality of feed. It has been noted that in first-generation crossbreeds the effect of heterosis is observed; such animals often surpass the parental forms in terms of growth and development, and also have a higher growth rate. The aim of our research was to compare the growth and development indicators of purebred sheep and hybrid individuals obtained using argali sperm. The experiment was carried out on lambs of the Tajik meat-greasy-wool, Gissar breeds, as well as hybrids - the Tajik meat-greasy-wool breed with a hybrid of the Romanov sheep and argali and the Gissar breed with a hybrid of the Romanov sheep and argali. A comparison of the TMSSH and TMSSH x (R x A) groups showed differences in terms of live weight, so purebred sheep were inferior to hybrids by 1.06 kg (P≤0.001), in chest depth by 1.3 cm (P≤0.05), and in pastern girth by 0.69 cm (P≤0.001). Purebred individuals of the Tajik meat-grease-wool breed were inferior to hybrids G x (R x A) in terms of live weight by 1.06 kg (P≤0.05), in height at the withers by 1.73 cm (P≤0.001) and in chest depth by 1.54 cm (P≤0.05). The results of the studies showed that hybrid animals exceed purebred animals in live weight, chest depth, chest width and pastern girth.

Key words: sheep, growth and development of sheep, hybridization

Введение. Гибридизация между представителями различных видов и подвидов играет важную роль в эволюционных процессах, она является ценным источником генетической изменчивости. Гибридизацию используют для установления закономерностей наследования фенотипических и генетических признаков, для уточнения существующей зоологической классификации животных и филогенетического происхождения [1, 2].

В сельском хозяйстве гибридизация с дикими видами представляет интерес в аспекте выведения новых пород сельскохозяйственных животных,

характеризующихся высокими адаптационными качествами, устойчивостью к заболеваниям, хорошей продуктивностью, меньшей требовательностью к качеству кормов. Гибридизация – это один из эффективных методов обогащения генофонда сельскохозяйственных животных посредством заимствования ценных признаков, характерных для диких форм [3]. У помесей первого поколения наблюдается эффект гетерозиса, такие животные зачастую превосходят родительские формы по показателям роста и развития, а также имеют более высокую интенсивность роста [3, 4].

Оценка эффективности межвидового скрещивания, поиск методов и подходов, позволяющих обогатить генофонд сельскохозяйственных животных генетическим материалом диких форм, и разработка способов рационального использования диких особей в аспекте сохранения ценных генетических ресурсов [5, 6, 7] представляет особый научный и практический интерес.

Цель работы заключалась в сравнительном исследовании показателей роста и развития чистопородных овец и гибридных особей, полученных с использованием семени архара.

Условия, материалы и методы

Исследования проведены в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста совместно с институтом животноводства и пастбищ Таджикской академии сельскохозяйственных наук. В качестве объектов исследований использовались чистопородные овцы таджикской мясо-сально-шерстной (n=15), гиссарской (Г, n=15) пород, а также сложные гибриды - таджикская мясо-сально-шерстная порода х (романовская порода х архар) (ТМСШ х (Р х А), n=15) и гиссарская порода х (романовская порода х архар) (Г х (Р х А), n=16) при рождении. Выполняли взвешивание и измерение промеров животных опытных групп: живая масса (кг), высота в холке (см), длина туловища (см), обхват груди (см), глубина груди (см), ширина груди (см), обхват пясти (см). Статистическую обработку полученных данных проводили традиционным способом.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки показателей роста и жив ой массы животных представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Живая масса и промеры овец различного происхождения.

Показатели	ТМСШ (n=15)	Г (n=15)	ТМСШ х (Р х А) (n=15)	Г х (Р х А) (n=16)
Живая масса, кг	4.01±0.07	4.82±0.13	5.07±0.21	4.96±0.13
Высота в холке, см	33.41±0.27	37.75±0.86	35.00±1.76	37.78±1.16
Длина туловища, см	17.13±0.47	23.21±2.16	18.80±0.77	18.86±0.96
Обхват груди, см	34.94±1.41	37.21±1.48	35.44±1.02	36.45±1.34
Глубина груди, см	9.21±0.43	10.23±0.12	10.51±0.30	10.75±0.37
Ширина груди, см	5.60±0.07	6.90±0.18	6.42±0.36	5.92±0.55
Обхват пясти, см	4.85±0.09	5.75±0.16	5.54±0.11	5.20±0.39

Как показано в таблице 1, гибридные особи характеризовались более высокой массой, чем чистопородные овцы, различия составили 0,14-1,06 кг. Так наименьшая масса головы отмечена для овец таджикской мясо-сально-шерстной породы – 4,01 кг, наибольшая у помесей этой же породы с архаро-романовским гибридом. По высоте в холке чистопородные гиссарские овцы и их гибридные формы превышали показатели таджикской мясо-сально-шерстной породы, в то же время гибридные формы отличались несколько большей высотой в холке чем чистопородные особи. Большей длиной туловища отличались чистопородные овцы гиссарской породы, они превышали показатели чистопородных овец таджикской мясо-сально-шерстной породы - разница составила 6,08 см, и показатели гибридов на 4,35-4,41 см. Такая же тенденция прослеживалась и для признака обхват груди, наибольший обхват был зафиксирован у представителей гиссарской породы овец, наименьший – у представителей таджикской мясо-сально-шерстной породы. Гибридные формы занимали промежуточное положение по данному признаку. Однако по глубине груди наибольшие значения были зафиксированы у гибридов Г х (Р х А) – 10.75. см, чуть меньшая глубина груди отмечена у гибридов ТМСШ х (Р х А) – 10,51 см, самой меньшей глубиной груди обладали чистопородные ягнята таджикской мясо-сально-шерстной породы. По признаку ширина груди наибольшими значениями характеризовались овцы гиссарской породы – 6,90 см, наименьшими ягнята таджикской мясо-сально-шерстной породы – 5,60 см. Подобная тенденция отмечалась для показателя обхват пясти: самое большое значение 5.75 см отмечено у представителей гиссарской породы, самое маленькое у таджикской мясо-сально-шерстной породы – 4.85 см. Гибридные животные занимали по данному признаку промежуточное положение со значениями 5.54 см для ТМСШ х (Р х А) и 5,20 см для Г х (Р х А).

В таблице 2 представлены результаты анализа статистической значимости полученных результатов при сравнении групп животных в зависимости от породной принадлежности между собой.

Таблица 2. - Статистическая значимость различий между группами сравнения

Показатели / группы сравнения	Живая масса, кг	Высота в холке, см	Длина туловища, см	Обхват груди, см	Глубина груди, см	Ширина груди, см	Обхват пясти, см
ТМСШ-Г	-5.486***	-4.815***	-2.750*	-1.110	-2.285*	-6.731***	-4.903***
ТМСШ-ТМСШ х (Р х А)	-4.789***	-0.893	-1.851	-0.287	-2.479*	-2.236*	-4.855***
ТМСШ-Г х (Р х А)	-6.434***	-3.669***	-1.619	-0.776	-2.715*	-0.577	-0.874
Г-ТМСШ х (Р х А)	-1.012	1.404	1.923	0.985	-0.867	1.193	1.082
Г-Г х (Р х А)	-0.761	-0.021	1.840	0.381	-1.337	1.693	1.305
ТМСШ х (Р х А)-Г х (Р х А)	0.445	-1.319	-0.049	-0.600	-0.504	0.761	0.839

Примечание: *- P≤0.05, ***- P≤0.001

Как показано в таблице 2, при сравнении чистопородных животных из групп ТМСШ и Г овцы гиссарской породы по живой массе превышали овец таджикской мясо-сально-шерстной породы на 0.81 кг (P≤0.001), были выше на 4.34 см (P≤0.001), длиннее на 6.08 см (P≤0.05), характеризовались большей глубиной груди на 1.02 см (P≤0.05), большей шириной груди на 1.3 см (P≤0.001) и большим обхватом пясти на 0.9 см (P≤0.001). Такие различия можно объяснить породными различиями, гиссарская порода в целом характеризуется большими среди овец различных пород размерами. Сравнение групп ТМСШ и ТМСШ х (Р х А) между собой показало наличие статистически значимых различий по признаку живой массы, так, чистопородные овцы уступали гибридам по данному признаку на 1.06 кг (P≤0.001), по глубине груди они уступали на 1.3 см (P≤0.05), по обхвату пясти на 0.69 см (P≤0.001). Сравнение показателей чистопородных животных таджикской мясо-сально-шерстной породы и гибридов Г х (Р х А) позволило обнаружить значимые различия по признаку живой массы, так чистопородные особи уступали гибридным на 1.06 кг (P≤0.05), по высоте в холке на 1.73 см (P≤0.001) и по глубине груди на 1.54 см (P≤0.05). В остальных случаях обнаруженные различия не были статистически значимы.

Выводы. Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что гибридные животные превышают чистопородных особей по живой массе, глубине груди, ширине груди и обхвату пясти, что согласуется с выводами других ученых [3, 4]. Показано, что использование гибридизации позволяет получать более крупных ягнят при рождении. Вместе с тем следует отметить, что различия между чистопородными овцами гиссарской породы и гибридами не были достоверными.

Литература

1. ***Лопырин А.И., Логинова Н.В., Инякова А.П.*** Опыт скрещивания овец и коз с туром и серной // Тр. Теберд. гос. заповедника. 1960. Вып. 2. С. 305–309.
2. ***Инякова А.П.*** К вопросу размножения западнокавказского тура Capra caucasica Guld в неволе // Тр. Тебердинского гос. заповедника, 1957. Вып. 1. С. 269-270.
3. ***Насибов Ш.Н.*** Генетические и биологические аспекты гибридизации сельскохозяйственных и диких видов животных // Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Дубровицы, 2010. 24 с.
4. ***Мишарев, С.С.*** Выведение новой породы коз путем скрещивания Кавказского тура с домашними козами: ВНИИОК отчет за 1961 г. // Ставрополь, 1961. ч.1. С. 443-450.
5. ***Айбазов М.М.*** Применение лапароскопии при внутриматочном осеменении и трансплантации эмбрионов у овец // Вестник ветеринарии. 1998. № 5. С.51.
6. ***Айбазов М.М.*** Современные биотехнологические методы и приемы интенсификации воспроизводства овец и коз // Овцы, козы, шерстяное дело. 2007. № 4. С.54-56.
7. ***Багиров В.А., Кленовицкий П.М., Насибов Ш.Н., Иолчиев Б.С., Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К., Гусев И.В., Кононов В.П.*** Рациональное использование генетических ресурсов и гибридизация в козоводстве // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 6. С. 27-33.

Поступила в редакцию: 30.11.2023 г.
Принята к публикации: 07.02.2024 г.

Прытков Ю.А.[1], к.б.н., н.с., **Раджабов Н.А.**[2], д.с.-х.н., зам. директора по науке , **Иолчиев Б.С.**[1], д.б.н, в.н. с., [1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», [2]Институт животноводства и пастбищ Таджикской академии сельскохозяйственных наук, Prytkov_y@mail.ru

УДК / UDC 636.082.23

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент
Murlenkov N.V., Candidate of Agricultural Sciences
Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia, e-mail: chr98@yandex.ru

ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БУРОЙ ШВИЦКОЙ ПОРОДЫ МЕТОДАМИ МНОЖЕСТВЕННОЙ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ

(Estimation of the breeding value of Brown Swiss bulls using multiple linear regression methods)

Аннотация. В представленной статье изучена степень взаимосвязи и влияния геномных индексов (молочной продуктивности, откормочных качеств и фитнеса) на общую племенную ценность быков-производителей бурой швицкой породы. Для моделирования взаимосвязи зависимой и независимых переменных использовалась множественная линейная регрессия. Предполагаемые отношения между исследуемыми значениями изучались с использованием двух методов – Enter и пошагового включения. Доля дисперсии переменной отклика для представленных методов составила 92,1, 41,7%, и 90,8% вариаций. Оценка влияния факторов на изучаемый признак имела достоверную разницу не более 0,0005. Средние значения общей племенной ценности при построении уравнения регрессии составили 141,6; 138,7; 141,4 соответственно.

Ключевые слова: племенные индексы, регрессия, МНА, корреляции, ANOVA, коэффициент детерминации, МНК, быки-производители, бурая швицкая порода.

Abstract. This article examines the degree of relationship and influence of genomic indices (milk productivity, fattening qualities and fitness) on the overall breeding value of Brown Swiss breeding bulls. Multiple linear regression was used to model the relationship between the dependent and independent variables. The expected relationships between the studied values were studied using two methods - Enter and stepwise inclusion. The proportion of variance in the response variable for the presented methods was 92.1%, 41.7%, and 90.8% of the variance. The assessment of the influence of factors on the studied trait had a significant difference of no more than 0.0005. The average values of total breeding value when constructing the regression equation were 141.6; 138.7; 141.4 respectively.

Key words: breeding indices, regression, MLR, correlations, ANOVA, coefficient of determination, OLS, bulls-sires, Brown Swiss breed.

Введение. Оценка племенной ценности быков-производителей является основополагающим фактором при повышении породности стада и устойчивой передачи потомкам наследственной основы. Современные методы оценки, применяемые, в основном, в странах ближнего и дальнего зарубежья, ориентированы на использование геномной селекции [2]. Основное преимущество данной технологии заключается в возможности получить достоверную информацию о племенных качествах производителей с вероятностью от 60% и более [3, 5]. В условиях активной интенсификации и оптимизации селекционных программ геномная оценка является актуальным и перспективным направлением в исследованиях, направленных на повышение рентабельности репродукторов за счет достаточно точной и быстрой оценки животных.

Основными элементами геномной оценки быков-производителей служат специально разработанные племенные индексы, выражаемые в относительных величинах [4]. В зависимости от страны, где проводился геномный анализ, значения индексов идентифицируются по-разному. Однако основополагающим массивом всегда выступают общая племенная ценность, продуктивность (молочная, мясная) и здоровье животных.

В данной статье была изучена степень взаимосвязи и влияния геномных индексов на общую племенную ценность быков-производителей бурой швицкой породы при использовании методов множественной линейной регрессии.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований служили быки-производители бурой швицкой породы австрийского происхождения (n=300), рожденные в 2021 году. Данные по бонитировке племенных индексов изучаемых животных представлены на площадке организации «Центральной рабочей группы австрийских животноводов», доступ: Zuchtwert Austria. Методика проведения исследований отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследований

Быки-производители бурой швицкой породы (n=300)			
Изучаемые индексы			
GZW	MW	FW	FIT
Общая племенная ценность (ОПЦ)	Молочная продуктивность (МП)	Откормочные качества (ОК)	Фитнесс (Ф)
Множественная линейная регрессия (МНА)			
Метод Enter		*Пошаговый метод*	
Статистические методы			
rP	ANOVA	R^2	МНК
Корреляция Пирсона	Дисперсионный анализ	Коэффициент детерминации	Метод наименьших квадратов

В предыдущих исследованиях [1, 2] мы уже подробно останавливались на описательной характеристике изучаемых индексов. В связи с этим в представленной статье будет дана их упрощенная расшифровка. Для удобства восприятия дальнейшее обозначение индексов GZW, MW, FW, FIT представлено следующими аббревиатурами: ОПЦ (общая племенная ценность), МП (молочная продуктивность), ОК (откормочные качества), Ф (фитнесс) соответственно.

Для моделирования взаимосвязи общей племенной ценности (зависимой переменной) с молочной продуктивностью, откормочными качествами и фитнесом (независимыми переменными) использовалась множественная линейная регрессия (МНА). Чтобы вычислить предполагаемые отношения между изучаемыми переменными, использовали два метода: Enter (принудительное) и пошаговое включение. Первый подразумевает введение в регрессионный анализ всех изучаемых предикторов вне зависимости от того, имеют ли они значимое влияние или нет. Пошаговый метод позволил автоматически устранить незначимые предикторы, если таковые не входили в противоречие с логикой изучаемого признака.

Статистические методы включали определение: корреляций по Пирсону (*rP)* – линейной взаимосвяз и, которая принимает значения от -1 до 1; дисперсионный анализ (ANOVA) – оценка влияния факторов на изучаемый признак; коэффициент детерминации (R^2) – теснота связей между факторами регрессии и зависимой переменной; метод наименьших квадратов (МНК-оценка) – способ аппроксимации регрессионной линии, при котором сумма квадратов разностей между наблюдаемыми и предсказанными значениями минимизируется.

Для обработки информационных показателей использовался пакет статистического программного обеспечения BM SPSS Statistics 27.0.1 IF026.

Результаты исследований и их анализ. В первый этап исследований входило изучение корреляционный матрицы индексов с целью определения значимости показателей для дальнейшего анализа (таблица 2). Мультиколлинеарность значимости общей племенной ценности с молочной продуктивностью и фитнесом находилась на достаточно высоком уровне – 0,0005, соответственно к данным показателям применять регрессионную модель нежелательно. Поскольку дальнейший анализ основывался на стандартном методе (*Enter*), применялось принудительной включение всех изучаемых значений.

Таблица 2 – Матрица корреляции

Показатели		ОПЦ	МП	ОК	Ф
Корреляция Пирсона (*rP)*	ОПЦ	1,000	0,645	0,122	0,288
	МП	0,645	1,000	0,039	-0,496
	ОК	0,122	0,039	1,000	-0,041
	Ф	0,288	-0,496	-0,041	1,000
p (односторонняя)	ОПЦ	-	0,0005	0,018	0,0005
	МП	0,0005	-	0,250	0,0005
	ОК	0,018	0,250	-	0,241
	Ф	0,0005	0,0005	0,241	-

Примечание: *p* – значимость

Последующие операции, связанные с построением регрессии по методу *Enter*, будут обозначаться моделью №1.

В таблице 3 выявлена теснота взаимосвязей дисперсии, где предикторами выступают: (константа), М П, ОК, Ф; зависимая переменная – ОПЦ. Процедура оценки линейной модели №1 позволила провести интерпретацию данных, которые предложены ниже (таблица 3).

Таблица 3 – Сводка для модели №1

Модель	*R*	R^2	Скорректированный R^2	S_e	Дарбин-Уотсон
1	0,960	0,921	0,920	1,508	1,868

Примечание: S_e – стандартная ошибка оценки

Связь зависимой переменной с совокупностью независимых (*R*) составила 0,960 или 96%. Коэффициент множественной детерминации (R^2) соответственно демонстрирует также высокое значение – 0,921. Таким образом, доля дисперсии переменной отклика составила 92,1% вариаций. Иначе говоря, дисперсия зависимой переменной обусловлена всеми независимыми переменными. Средние расстояния наблюдаемых значений отклоняются от линии регрессии на 1,508. Автокорреляция остатка по Дарбину-Уотсону составила 1,868, что свидетельствует о корректности проведения регрессионного анализа, так как полученное значение входит в интервал от 1,5-2,5.

Таблица 4 – ANOVA для модели №1

Модель		TSS	df	Средний квадрат	*F*	*p*
1	Регрессия	7769,322	3	2589,774	1139,072	0,0005
	Остаток	666,159	293	2,274		
	Всего	8435,481	296			

Примечание: TSS – сумма квадратов; df – степени свободы

Согласно данным таблицы 4, доля дисперсии ОПЦ под влиянием МП, ОК и Ф составила 7769,3, при этом доля без влияния (остаток) – 666,1, что согласуется с полученным коэффициентом множественной детерминации. Достоверность построенной связи при критерии Фишера (*F*) равном 1139 обладала достаточно высокой значимостью – на уровне 0,0005 или 99,9995%.

Перед анализом таблицы 5 внесем ясность для понимания представленных обозначений: т – отношение коэффициента регрессии к стандартной ошибке; SEM – стандартная ошибка, Н/СК – не/стандартизованные коэффициенты. Стоит отметить, что значения стандартизованных коэффициентов достаточно близки к нестандартизированным, то есть имеющиеся данные стремятся к нормальному распределению. Среднее значение переменной ответа (константы) нестандартизированных коэффициентов при равенстве нулю переменных-предикторов составило -76,619. По таблице также видно, что все изучаемые индексы имеют значительный вклад в формирование константы (общей племенной ценности), поскольку значимость для них составила не более 0,0005 или 99,9995%.

Таблица 5 – МНК-оценка параметров квадратичных моделей по методу *Enter*

Модель	НК		СК	т	*p*
	B	SEM	Бета		
(Константа)	-76,619	3,722		-20,583	0,0005
МП	1,030	0,019	1,043	55,155	0,0005
ОК	0,089	0,013	0,114	6,949	0,0005
Ф	0,686	0,016	0,811	42,859	0,0005

Соответственно уравнение регрессии для модели №1 будет иметь следующий вид:

ОПЦ=-76,619+1,030*(МП)+0,089*(ОК)+0,686*(Ф);

При внесении в формулу средних значений предикторов получаем:

ОПЦ=-76,619+1,030*(130)+0,089*(100)+0,686*(110)=**141,641**.

Основываясь на статистке остатков (таблица 6) делаем вывод, что регрессионная модель по методу Enter соответствует предсказанным значениям, включенных в диапазон минимального и максимального показателей – 123,51-149,73.

Таблица 6 – Статистика остатков для модели №1

Показатели	Минимум	Максимум	Среднее	SD	n
Предсказанное значение	**123,51**	**149,73**	**133,15**	5,123	297
Остаток	-3,872	4,552	0,0005	1,500	297
Стандартная: Предсказанное значение	-1,882	3,237	0,0005	1,000	297
Стандартная: Остаток	-2,568	3,019	0,0005	0,995	297

Примечание: SD – стандартная отклонения

При построении графиков стандартизированных остатков и нормальности наблюдений (рисунок 1,2) можем отметить отсутствие выбросов и линейно-возрастающую зависимость при получении ожидаемой вероятности.



Рис. 1 – Гистограмма остатков



Рис. 2 – P-P график наблюдений

Учитывая тот факт, что метод Enter при построении корреляционный матрицы выявил высокий показатель значимости зависимой переменной (ОПЦ) с предикторами (МП и Ф), полученные результаты имеет смысл ставить под сомнение. Для этого воспользуемся пошаговым методом, который устранит неточности или подтвердит корректность проведенного анализа. Поскольку статистика остатков идентична модели №1, а дисперсионный анализ также демонстрирует значимую связь, повторное построение данных таблиц мы исключим.

Введенные в *пошаговый метод* новых моделей соответствует следующим переменным: **модель №2**: константа, МП; **модель №3**: константа, МП, Ф; зависимая переменная для всех предикторов остается прежней – ОПЦ. Стоит отметить, что при использовании *пошагового метода*, программа повторно обраб отала модель №1, установив истинность полученны х ранее значений.

Таблица 7 – Сводка для моделей № 2 и 3

Модель	R	R^2	Скорректированный R^2	S_e
2	0,645	0,417	0,415	4,084
3	0,953	0,908	0,907	1,625

Согласно данным таблицы 7, коэффициент множественной детерминации (R^2) для модели №2 составил 0,417 или 41,7%, для модели №3 – 0,908 или 90,8%. В первом случае мы можем сделать вывод, что долю изменчивости ОПЦ независимая переменная – МП объясняет лишь на 41% случаев. Тогда как совокупность индексов МП и Ф демонстрировали почти 91%.

Таблица 8 – МНК-оценка параметров квадратичных моделей *пошагового метода*

Модель		НК		СК	т	p
		B	SEM			
2	(Константа)	55,880	5,329		10,486	0,0005
	МП	0,637	0,044	0,645	14,514	0,0005
3	(Константа)	-67,860	3,774		-17,982	0,0005
	МП	1,032	0,020	1,046	51,344	0,0005
	Ф	0,683	0,017	0,807	39,630	0,0005

По таблицы 8 видно, что все индексы, введенные в модели №2 и 3, имеют значительный вклад при формировании константы – на уровне 0,0005. Основываясь на значениях нестандартизированных коэффициентов и переменных отклика, построим уравнения регрессий.

Уравнение регрессии для модели №2 будет иметь следующий вид:

ОПЦ=55,880+0,637*(МП);
ОПЦ=55,880+0,637*(130)=**138,69**.

Уравнение регрессии для модели №3 будет иметь следующий вид:

ОПЦ=-67,860+1,032*(МП)+0,683(Ф);
ОПЦ= ОПЦ=-67,860+1,032*(130)+0,683(110)=**141,43**.

Полученные результаты демонстрируют, что индекс общей племенной ценности также соответствует предсказанным значениям, включенным в диапазон минимального и максимального показателей – 123,51-149,73. При этом совокупность независимых переменных оказывает на увеличение показателя большее влияние.

Выводы. Таким образом, результаты проведения регрессионного анализа вне зависимости от применяемого метода наглядно демонстрируют высокую степень взаимосвязи между переменными. Средние значения общей племенной ценности при построении уравнения регрессии составили для 1, 2 и 3 моделей 141,6; 138,7; 141,4 соответственно. Согласно разработанной спецификации по оценке племенного потенциала быков-производителей, показатель ОПЦ (GZW), принимающий значения близкие к 150, свидетельствует о наибольшей ценности животных.

Литература

1. ***Мурленков Н.В., Шендаков А.И.*** Анализ распределений и взаимосвязи индексов племенной ценности симментальских быков-производителей австрийского происхождения при использовании геномной селекции // Биология в сельском хозяйстве. - 2023. - № 4 (41). - С. 2-7.
2. ***Мурленков Н.В., Шендаков А.И.*** Динамика индексов племенной ценности симментальских быков-производителей австрийского происхождения при использовании геномного анализа //Биология в сельском хозяйстве. - 2023. - №3(40). - С. 2-8.
3. ***Попов Н.А.*** Достоверность признаков геномной оценки быков в стадах по фактическим показателям дочерей // Главный зоотехник. - 2019. - № 11. - С. 17-27.
4. ***Рогозинникова Ю.В., Фатеева А.А.*** Оценка быков-производителей в России и в мире // АПК: инновационные технологии. - 2023. - № 4 (63). - С. 68-77.
5. ***Сравнительный анализ результатов геномной оценки быков-производителей и оценки по качеству потомства*** / Е.М. Кислякова, Ю.В. Исупова, Н.А. Антропова [и др.] // Вестник аграрной науки. - 2023. - №4(103). - С. 82-88.

Поступила в редакцию: 25.12.2023 г.
Принята к публикации: 07.02.2024 г.

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук**,** научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования, ассистент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»**,** г. Орёл, Россия, e-mail: chr98@yandex.ru

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой частной зоотехнии и разведения с.-х. животных имени профессора А.М. Гуськова, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия, e-mail: ai.shendakov@orelsau.ru

УДК 619:617.5:089

Сахно Н.В., доктор ветеринарных наук, профессор
Sakhno N.V., doctor of veterinary Sciences, Professor, e-mail: sahnoorelsau@mail.ru
Шадская А.В., кандидат ветеринарных наук, доцент
Sadskaya A.V., candidate of veterinary Sciences, Associate Professor, e-mail: eshle@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»,
Орел, Россия.
FSBEI of HE «N.V. Parakhin Orel State Agrarian University», Orel, Russia.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПОРОШОК ДЛЯ НАРУЖНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ

(Complex antibacterial powder for external use in veterinary medicine**)**

Количество случаев длительного заживления ран и послеоперационных осложнений, а в отдельных случаях переход острого процесса в хронический указывают на нерешенность проблемы посттравматической регенерации поврежденных тканей животных. Для повышения фармакологической защиты организма животных необходимо с большой долей ответственности подходить к использованию антибактериальных средств, принимать во внимание возможность риска посттравматических септических осложнений с учетом уровня хирургической обработки ран, ее длительности, контаминации ран микроорганизмами и их общей загрязненности, а также исходного состояния организма животного. Целью исследования является устранение существующих недостатков при лечении спонтанных и послеоперационных ран у животных путем более широкой комбинации противомикробных препаратов в сложном порошке для наружного применения. Новый комплексный антибактериальный порошок для наружного применения относится к ветеринарной медицине, а именно, к лечению животных с ранами. Использование комплексного антибактериального порошка (в предлагаемом составе) для наружного применения в ветеринарии наиболее эффективно при лечении спонтанных и послеоперационных ран у животных разных видов, и позволяет снизить развитие гнойных процессов в ранах собак на 11,1% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: рана, собака, антибиотики, совместимость антибиотиков, комплексный антибактериальный порошок, сроки заживления ран.

Summary. The number of cases of prolonged wound healing and postoperative complications, and in some cases the transition of an acute process to a chronic one, indicate the unresolved problem of post-traumatic regeneration of damaged animal tissues. To increase the pharmacological protection of the animal body, it is necessary to approach the use of antibacterial agents with a high degree of responsibility, take into account the possibility of risk of post-traumatic septic complications, taking into account the level of surgical treatment of wounds, its duration, contamination of wounds by microorganisms and their general contamination, as well as the initial state of the animal's body. The aim of the study is to eliminate existing disadvantages in the treatment of spontaneous and postoperative wounds in animals by a broader combination of antimicrobials in a complex powder for external use. A new complex antibacterial powder for external use relates to veterinary medicine, namely, to the treatment of animals with wounds. The use of a complex antibacterial powder (in the proposed composition) for external use in veterinary medicine is most effective in the treatment of spontaneous and postoperative wounds in animals of different species, and reduces the development of purulent processes in dog wounds by 11.1% compared with the control.

Keywords: wound, dog, antibiotics, antibiotic compatibility, complex antibacterial powder, wound healing time.

Введение. На встречаемость послеоперационных осложнений у животных, сопряженных с активацией патогенной и условно-патогенной микрофлоры, влияют различные составляющие, включая выбор противомикробных средств, иммунный ответ самого организма, тяжесть повреждений, а также особенности оперативного вмешательства. Для повышения фармакологической защиты организма животных необходимо с большой долей ответственности подходить к использованию антибактериальных средств, принимать во внимание возможность риска посттравматических септических осложнений с учетом уровня хирургической обработки ран, ее длительности, контаминации ран микроорганизмами и их общей загрязненности, а также исходного состояния организма животного [1].

При оказании помощи травмированным животным используют разные противомикробные средства, а также их сочетания с индивидуальными фирменными названиями. Следует отметить, что отдельная группа медицинских терминов содержит числительные-приставки с латинскими и греческими корнями. Латинские числительные-приставки в своем большинстве наблюдаются в образовании анатомических терминов, а числительные-приставки греческого происхождения задействованы при характеристике клинических определений, а также в систематике терапевтических препаратов [9].

Поэтому в ветеринарной медицине в названии трехкомпонентного антибактериального порошка использована следующая приставка: лат. *tri* — трех (греч. *tri* — трех) - трициллин. При названии четырехкомпонентного антибактериального порошка используют следующие приставки: лат. *quadri* — четырех (греч. *tetra* — четырех), соответственно – квадрициллин и тетрацилин.

Так, известен комбинированный противомикробный порошок светло-желтого цвета для наружного применения Тетрацилин, который в 100 г в качестве действующих веществ содержит стрептоцид - 40 г, метилурацил - 5 г и ксероформ - 5 г, а также вспомогательное вещество тальк - 50 г. Стрептоцид - пара - Аминобензолсульфамид - относится к препаратам из группы сульфаниламидов, оказывает бактериостатическое действие, и активен в отношении грамположительных и грамотрицательных кокков, *Escherichia coli, Shigella spp., Vibrio cholerae, Clostridium perfringens, Bacillus anthracis, Corynebacterium diphtheriae, Yersinia pestis, Chlamydia spp., Actinomyces israelii, Toxoplasma gondii.* Вследствие схожей химической структуры сульфаниламидов с пара-аминобензойной кислотой, первые вместо пара-аминобензойной кислоты захватываются микробными клетками. В результате чего в них происходит расстройство обменных процессов. Метилурацил является производным пиримидина, относящихся к составным компонентам нуклеиновых кислот. Он регулирует нуклеиновый обмен, активизирует течение восстановления клеток в ранах, эпителизацию раневой поверхности, активизирует эритропоэз. Ксероформ обладает вяжущим и обеззараживающим свойством. Тетрацилин входит в курс терапии животных с инфицированными ранами с целью предупреждения развития постоперационных осложнений. При терапии осложненных ран препаратом покрывают поверхность пораженного участка один раз в день на протяжении недели или даже десяти суток [10].

Однако, основным недостатком этого комбинированного противомикробного порошка является то, что препарат необходимо применять длительно (до 10 дней) и он оказывает антимикробное действие относительно ограниченного количества микроорганизмов в ранах, в то время как при инфицированных и особенно гнойных ранах в первую очередь необходимо применить препарат, обладающий более широким спектром действия относительно патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Помимо этого, нежелательно назначение препарата при индивидуальной чувствительности пациента, например, к метилурацилу или же к ксероформу.

Известен также комбинированный противомикробный порошок белого цвета для наружного применения Трициллин®, который в 1 г в качестве действующих веществ содержит бензилпенициллин натрия – 70 000 ЕД, стрептомицина сульфат – 80 000 ЕД, стрептоцид – 0,83 г. Бензилпенициллин натрия оказывает бактерицидное действие за счет ингибирования синтеза клеточной стенки микроорганизмов. Он характеризуется обширным диапазоном противомикробной активности касательно основной массы грампозитивной и отдельных представителей грамнегативной микрофлоры, в частности стафилококков и стрептококков. Стрептомицину свойственна бактериостатическая и бактерицидная активность ко многим представителям грам (+) и грам (-) патогенной микрофлоры. Противомикробное свойство стрептомицина заключается в подавлении образования белковых структур микроорганизмов. Стрептоцид отличается бактериостатической активностью относительно грампозитивной, а также грамнегативной патогенной микрофлоры. Он расстраивает формирование в микробных клетках фолиевой и дегидрофолиевой кислот, являющихся факторами их роста. Трициллин® назначают крупному рогатому скоту в случае развития постоперационных осложнений бактериального происхождения, при воспалениях кожи и мягкотканых структур. Трициллин® наносят на поврежденные ткани из расчета от 2,5 до 6 г. Обработку проводят двукратно через двое суток [8].

Основным недостатком данного трехкомпонентного противомикробного порошка (трициллин) для наружного применения является то, что он обладает недостаточно высокой антибактериальной эффективностью, поскольку у различных представителей патогенной и условно-патогенной микрофлоры к его отдельным компонентам сформировалась устойчивость.

Целью исследования является устранение существующих недостатков при лечении спонтанных и послеоперационных ран у животных путем новой более широкой комбинации противомикробных препаратов в сложном порошке для наружного применения.

Материалы и методы. Поставленная задача достигнута благодаря тому, что в комплексный антибактериальный порошок Трициллин включили дополнительно Цефазолин в качестве действующего вещества – 0,5 г. Цефазолин был включен из расчета минимально допустимой его дозы для однократного применения, что позволяет избежать передозировки препарата и достичь его максимального эффекта. Полученный сложный порошок применяли однократно после хирургической обработки раны в количестве 1-2 г (в зависимости от площади поражения). Четвертый противомикробный компонент цефазолин отличается тем, что на наш взгляд к нему в эволюционном плане еще не сформировалась устойчивость большинства представителей патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Цефазолин отличается широким спектром противомикробной активности. Он подавляет синтез клеточной стенки микроорганизмов. Цефазолин применяют при лечении животных с инфекционной патологией, которая спровоцирована чувствительными к нему грам (+) и грам (-) микрофлорой, а именно при пневмонии, абсцессах, перитоните, септицемии, поражении эндокарда, костной ткани, микрофлоре ран и ожоговых поверхностей, воспалении мочевой системы, поражениях кожи. Порошок цефазолина выпускают во флаконах по 0,5, 1, 2 г [7].

При этом установлена совместимость цефалоспоринов с компонентами трициллина. В частности, комбинированное применение пенициллина с цефало-

споринами и стрептомицина с цефалоспоринами рекомендуется при показании, имеющееся заключение второго плана о нерациональном их сочетании не подразумевает их антагонизма. Комбинированное применение сульфаниламидов длительного и сверхдлительного действия с цефалоспоринами – индифферентно, что также не подразумевает их антагонизма. В результате комбинированного применения цефалоспоринов с компонентами трициллина (бензилпенициллин натрия, стрептомицина сульфат, стрептоцид) маложелательного, недопустимого сочетания и сочетания, которое признается не всеми исследователями, не выявлено [2, 6].

Испытания проводили на 2 группах собак по 18 голов в каждой на базе ветеринарно-диагностического центра ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» и кафедры эпизоотологии и терапии с использованием различных лабораторных устройств [4, 5] нашей конструкции. Необходимо было выяснить эффективность четырехкомпонентного противомикробного порошка для наружного применения при лечении спонтанных и послеоперационных ран у животных.

Собакам группы опыта (n=18) после хирургической обработки спонтанных и послеоперационных ран использовали наружно однократно новый комплексный антибактериальный порошок для наружного применения в ветеринарии, нанося его тонким равномерным слоем (1-2 г) на пораженную поверхность с захватом прилегающих здоровых тканей в радиусе 3 мм. Рану закрывали повязкой.

У собак группы контроля (n=18) после хирургической обработки спонтанных и послеоперационных ран применяли препарат трициллин наружно двукратно с интервалом 48 часов, нанося его тонким равномерным слоем на пораженную поверхность. Рану закрывали повязкой.

Результаты исследований и их обсуждение. Видовой пейзаж микрофлоры операционных ран, в частности, после остеосинтеза представлен стафилококками, стрептококками (рис. 1) [3].

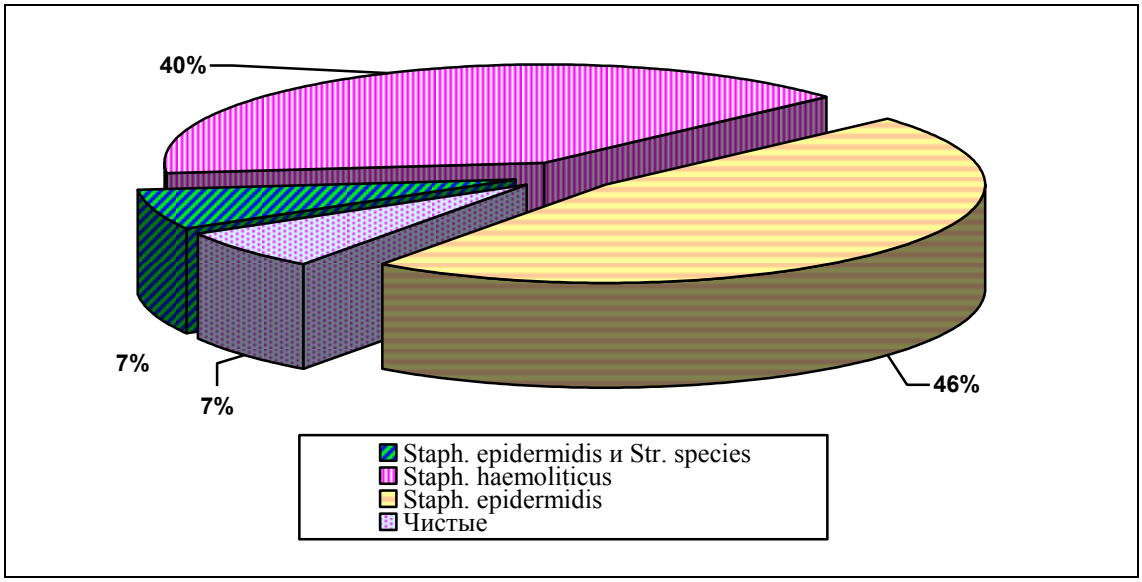


Рис. 1. - Частота выделения микроорганизмов на 3 сутки из послеоперационных ран у собак групп опыта

Собакам группы опыта (n=18) для лечения спонтанных и послеоперационных ран после хирургической обработки наружно использовали новый четырехкомпонентный антибактериальный порошок для наружного применения в ветеринарии. Его наносили тонким равномерным слоем (1-2 г) на пораженную поверхность с захватом прилегающих здоровых тканей в радиусе 3 мм. Рану закрыли повязкой. Клиническая характеристика течения раневого процесса на фоне назначения нового комплексного антибактериального порошка для наружного применения в ветеринарии заключается в следующем: раны заживали по первичному натяжению без признаков инфильтрации, в отделяемом ран было небольшое количество секрета. Формировался нежный, легко смещаемый, не гипертрофический кожный рубец, фаза гидратации сокращалась. Рана заживала первичным натяжением и была представлена щелевидной полостью, содержащей тканевую лимфу, мельчайшие сгустки крови и лимфы, отделившиеся при ранении клеток, фрагменты тканей и густую сеть тончайших волокон фибрина, которые соприкасаются с раневыми поверхностями.

Из послеоперационных ран у экспериментальных собак выделяли стафилококки и стрептококки, что было свойственно отделяемому ран. Полное очищение ран от микроорганизмов у собак опытной группы установили по истечение пяти дней после оперативного вмешательства. В результате такого лечения полное заживление ран у собак наступало в среднем на 5 сутки.

У собак контрольной группы (n=18) после хирургической обработки ран у животных наружно двукратно с интервалом 48 часов применяли препарат трициллин, нанося его тонким равномерным слоем (2,5-6 г) на пораженную поверхность с захватом прилегающих здоровых тканей в радиусе 3 мм. Раны закрыли повязкой. Применение трициллина способствовало умеренному натяжению

поврежденной кожи, заживление ран в месте оперативного вмешательства протекало по первичному натяжению с незначительной инфильтрацией. При этом отделяемое операционных ран содержало небольшой объем секрета. На отдельных ее участках (особенно при обширных ранах) наблюдалось заживление под струпом, и при отсутствии раневой инфекции протекало без продукции гноя. Вновь формирующийся кожный эпителий располагался между грануляционной тканью и покрывающей ее первое время массой свернувшегося фибрина. Его сгустки включали остатки эритроцитов, остатки клеток травмированной ткани, лейкоцитов и они достаточно длительно сохраняли связь с эпителием кожи. Данная связь нарушается по мере превращения эпителиальных клеток в многослойный ороговевающий эпителий. Струп совместно с поверхностными ороговевшими эпителиальными чешуйками отходит самостоятельно по завершении эпидермизации, поэтому насильственное его удаление не имело необходимости. Во всех случаях формировался легко смещаемый, не гипертрофический кожный рубец.

Среди монокультур у собак контрольных групп стафилококки составляли 85,7%, стрептококки – 14,3% наблюдений. При этом были изолированы антибиотикорезистентные штаммы Staph. epidermidis. Частота выделения основных условно-патогенных и сапрофитных видов бактерий в контроле была в 2,3 раза выше, чем в группе опыта. В дальнейшем количество микробных ассоциаций в ранах постепенно снижалось, и по истечении 7 суток после начала лечения у всех животных выявлялись только монокультуры. В результате такого лечения полное заживление ран у собак наступало в среднем на 7 сутки. У собак групп опыта ассоциации микроорганизмов наблюдались значительно реже относительно контроля, 7,2%.

Дополнительное включение в трехкомпонентный порошок трициллин цефазолина препятствует размножению стафилококков и кишечной палочки. В результате воздействия на микрофлору ран рассматриваемый комбинированный противомикробный препарат способствует более ранней их регенерации (в 1,4 раза по сравнению с контрольными животными), снижению гнойного отделяемого ран и более ранним срокам образования покровного эпителия в месте повреждения тканей.

Использование нового комплексного антибактериального порошка для наружного применения в ветеринарии для лечения ран у животных позволяет: снизить расход препарата в 2,5-3 раза; снизить количество микроорганизмов в ране; исключить развитие раневой инфекции; обеспечить рост здоровых грануляций; сократить сроки заживления ран. Это значительно повышает результативность проводимого лечения ран у животных.

Выводы. Эффективность использования апробированного комплексного антибактериального порошка для наружного применения в ветеринарии значительно выше, чем при лечении ран у животных с применением трициллина. В частности, апробированный комплексный антибактериальный порошок для наружного применения в ветеринарии позволяет снизить развитие гнойных процессов в ранах собак на 11,1% по сравнению с применением трициллина (контрольная группа - 2 головы из 18). Прослежены отдаленные результаты после заживления спонтанных и послеоперационных ран у собак, которые позволили убедиться в высоком профилактическом эффекте данного комплексного антибактериального порошка для наружного применения в ветеринарии. При этом осложнения после заживления спонтанных и послеоперационных ран у собак отсутствовали.

Литература

1. ***Виденин, В. Н.*** Анализ причин и последствий послеоперационных септических осложнений у животных / В. Н. Виденин // Материалы международ. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию фак. вет. медицины Ульяновской ГСХА. – 2003. – С. 213-216.
2. ***Рабинович, М. И.*** Несовместимость и побочное действие лекарств, применяемых в ветеринарии / М. И. Рабинович. — М.: КолосС, 2006. - 248 с.
3. ***Резистентность микроорганизмов к антимикробным препаратам и меры по ее сдерживанию: учебное пособие*** / Н. В. Сахно, С. А. Скребнев, А. В. Шадская, В. И. Савкин, И. Г. Паршутина, А. В. Амелина, Н. Л. Грибанова, А. И. Солодовник. Орловский ГАУ. – Орел, 2022. – 125 с.
4. ***Сахно, Н. В.*** К культивированию колоний микроорганизмов / Н. В. Сахно, Е. А. Михеева // Проблемы и перспективы развития аграрного производства: материалы международ. науч. конф. – Смоленск, 2007. - С. 342-344.
5. ***Сахно, Н. В.*** Совершенствование метода культивирования микроорганизмов / Н. В. Сахно, О. В. Тимохин, О. Н. Сахно // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. - 2014.- №1(18). С. 45-47.
6. ***Шадская, А. В.*** Ветеринарная фармакология: учебник для СПО / А. В. Шадская, Н. В. Сахно. 3-е изд, стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023 — 224 с. ISBN 978-5-507-46142-4.
7. Цефазолин — Ветеринарный Центр «Зоовет» в Москве (zoovet.ru) [Электронный ресурс] — URL: https://www.zoovet.ru/stati/slovar-veterinarnykh-terminov/tsefazolin/?ysclid=ll64ik07sp824326791 (дата обращения 11.07.2023).
8. https://areal-bio.com/upload/iblock/b58/b585f21a2ed60601e74ccfbf303a1725.pdf [Электронный ресурс] (дата обращения 21.03.2023).
9. https://med.wikireading.ru/5843 [Электронный ресурс] (дата обращения 25.03.2023.

10. https://zoovetsnab.ru/upload/iblock/e3c/e3c17fe071c93702729a4eb2b882a33d.pdf [Электронный ресурс] (дата обращения 21.03.2023).

Поступила в редакцию: 16.01.2024 г.
Принята к публикации: 13.02.2024 г.

Сахно Николай Владимирович - доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры эпизоотологии и терапии. **Sakhno Nikolay Vladimirovich -** doctor of veterinary Sciences, Associate Professor, Professor Departments of Epizootology and Therapy, e-mail: sahnoorelsau@mail.ru, **Шадская Анастасия Викторовна -** кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры эпизоотологии и терапии. **Sadskaya Anastasiya Viktorovna –** candidate of veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor Departments of Epizootology and Therapy. e-mail: eshle@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия. FSBEI of HE «N.V. Parakhin Orel State Agrarian University», Orel, Russia.

УДК 619:615.285

Петряков В.В., к.б.н., доцент Самарского государственного аграрного университета,
e-mail: petrvlad.79@mail.ru, г. Самара, Россия
Petryakov V.V., Ph.D., Associate Professor, Samara State Agrarian University,
e-mail: petrvlad.79@mail.ru, Samara, Russia

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСЕКТОАКАРИЦИДНОГО ПРЕПАРАТА «ФИТОКРЕОЛИН» ПРИ СОДЕРЖАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

(The use of the insecticidal drug "Phytocreolin" in the maintenance of farm animals)

Реферат. Цель исследования заключалась в изучении эффективности влияния инсектоакарицидного препарата «Фитокреолин» на численность зоофильных мух в животноводческих помещениях закрытого типа. Объектом исследований являлось инсектоакарицидное средство – раствор фитокреолина в разных концентрациях и изменение численности насекомых при обработке животноводческих помещений закрытого типа исследуемым препаратом. Исследования в себя включали этап до постановки опыта с контрольным определением численности насекомых в изучаемых животноводческих помещениях до дезинсекции инсектоакарицидным препаратом. Вторым этапом являлась непосредственно дезинсекция 25, 50 и 100%-ми растворами исследуемого средства. Было выявлено, что наилучшие показатели по снижению численности насекомых в животноводческих помещениях закрытого типа в коровнике и птичнике были выявлены при дезинсекции 50%-го инсектоакарицидного препарата «Фитокреолин» особенно с максимальным их снижением в июне и в августе. Этому способствовали достаточно высокие показатели температуры и влажности воздуха. В крольчатнике также наблюдались высокие показатели в июле, однако лучший результат был зафиксирован при 100%-ной обработке раствором фитокреолина – на 237 особей (39,0%). Данный показатель был связан с повышенной влажностью воздуха и относительно высокой температурой окружающей среды в данном месяце (численность животных и малая площадь размер помещения). В августе также по первому и второму животноводческим закрытым помещениям наилучшие результаты были получены при дезинсекции 50%-ным раствором препарата со снижением на 37,0 и 39,2%, соответственно. Это связано с сезонной активностью зоофильных мух.

***Ключевые слова*:** насекомые; фитокреолин; животноводческие помещения; численность; температура; влажность.

Report. The aim of the study was to study the effectiveness of the effect of the insecticidal drug "Phytokreolin" on the number of zoophilic flies in closed livestock premises. The object of the research was an insecticidal agent – a solution of phytocreolin in different concentrations and a change in the number of insects during the treatment of closed-type livestock premises with the studied preparation. The research included a stage before setting up an experiment with a control determination of the number of insects in the studied livestock premises before disinsection with an insecticide drug. The second stage was the direct disinfection of 25, 50 and 100 % solutions of the test agent. It was revealed that the best indicators for reducing the number of insects in closed livestock premises in the cowshed and poultry house were revealed during the disinsection of the 50% insecticidal drug "Phytocreolin", especially with their maximum decrease in June and August. This was facilitated by sufficiently high temperature and humidity indicators. High rates were also observed in the rabbit house in July, but the best result was recorded with 100% treatment with phytocreolin solution – for 237 individuals (39.0%). This indicator was associated with increased humidity and relatively high ambient temperature in a given month (the number of animals and the small area of the room size). In August, also for the first and second livestock closed premises, the best results were obtained with disinsection with a 50% solution of the drug with a decrease of 37.0 and 39.2%, respectively. This is due to the seasonal activity of zoophilic flies.

***Keywords*:** insects; phytocreolin; livestock premises; abundance; temperature; humidity.

Введение. Современное ведение животноводства выступает значительной и весьма динамичной основой для ведения своей деятельности в аграрном секторе, тем самым производя и обеспечивая население страны в качественной и необходимой продукции сельского хозяйства [1, с. 167; 2, с. 214]. В свою очередь, ведение животноводства, технологии по привязному и беспривязному содержанию скота, обуславливают развитие большого количества насекомых, оказывающих вредное воздействие не только на организм человека, но и на организм животных и причиняющий серьёзный вред животноводческой отрасли в целом. Особенно остра данная ситуация в летний период, характеризующийся благоприятными условиями среды для насекомых в период их массового лёта, оказывая своё влияние на снижение не только продуктивности сельскохозяйственных животных, но и снижающих качественные показатели сельскохозяйственной продукции [3, с. 37]. В этой

связи, в животноводческой отрасли возникает острая необходимость в проведении широкого спектра необходимых ветеринарно-санитарных мероприятий, нацеленных на высокую безопасность и защиту организма сельскохозяйственных животных от вредных насекомых [4, с. 28; 5, с. 12].

Наличие вредных насекомых в агропромышленном комплексе приводит к значительным потерям сельскохозяйственной продукции, выражающаяся в снижении молочной продуктивности лактирующих коров, в существенном падении прироста живой массы не только у молодых, растущих животных, но и у животных репродуктивного периода. Следовательно, для предотвращения данных потерь, необходимым и важным является защита сельскохозяйственных животных с помощью инсектоакарицидных препаратов Одним из основных мероприятий, нацеленных на снижение численного состава вредных насекомых в условиях животноводческих объектов, выступает дезинсекция с помощью специальных химических средств [6, с. 21; 7, с. 162]. Одним из таких средств является безвредный для здоровья обслуживающего персонала и животных инсектоакарицидный препарат «Фитокреолин».

Впервые были проведены исследования инсектоакарицидной эффективности препарата «Фитокреолин» на основе соснового дёгтя, чем и отличается от креолина, и обладающим отпугивающим действием в отношении насекомых и, тем самым, способствующим снижению численности зоофильных мух в животноводческих помещениях. В этой связи, осуществляющиеся приемы и средства биологической защиты против вредных насекомых являются актуальной задачей в практике содержания животных в помещениях.

Цель исследования заключалась в изучении эффективности влияния инсектоакарицидного препарата «Фитокреолин» на численность зоофильных мух в животноводческих помещениях закрытого типа.

Объектом исследований являлось инсектоакарицидное средство – раствор фитокреолина в разных концентрациях и изменение численности насекомых при обработке животноводческих помещений закрытого типа исследуемым препаратом.

Условия, материалы и методы. Исследования в себя включали этап до постановки опыта с контрольным определением численности насекомых в изучаемых животноводческих помещениях до дезинсекции инсектоакарицидным препаратом. Вторым этапом являлась непосредственно дезинсекция 25, 50 и 100%-ми растворами исследуемого средства. К помещениям закрытого типа относились помещение коровника №1, помещение птичника №2 и помещение крольчатника №3. Продолжительность опыта составил 3 месяца (с июня по август). Результаты численности насекомых фиксировали ежедневно в исследуемых помещениях на протяжении 3 календарных месяцев с учетом характеристик животноводческих помещений. Общий расчет численности насекомых вычислялся для каждого помещения отдельно. Производилось орошение липких лент с прикрепленными на них насекомыми спиртовым раствором при помощи пульверизатора с целью удаления липкого слоя и последующий перенос насекомых с лент-ловушек при помощи пинцета препаровальной иглой и скальпеля в чашки Петри, для дальнейшего проведения их подсчета.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты численности насекомых, которые ежедневно фиксировались в изучаемых животноводческих помещениях, исследуемых на протяжении трёх календарных месяцев, с учетом характеристик животноводческих помещений (табл. 1).

Таблица 1. - Результаты численности насекомых в животноводческих помещениях №1, 2 и 3 закрытого типа за изучаемый период

Месяц	№ помещения	Температура, t^0	Влажность воздуха, %	Количество насекомых, шт			
				Контроль (без обработки)	Раствор фитокреолина		
					25%-ный раствор	50%-ный раствор	100%-ный раствор
Июнь	1	26,2	68,8	468±4,6	424±4,8	326±3,6	383±3,8
	2	26,2	65,6	480±3,2	433±3,3	332±3,2	390±3,5
	3	21,9	83,8	607±3,4	497±4,6	370±4,7	348±4,2
Июль	1	23,5	61,3	383±4,2	382±3,9	380±4,2	386±4,6
	2	22,4	63,1	397±2,8	374±4,4	347±3,9	362±3,6
	3	23,0	72,5	473±3,5	423±4,7	323±4,0	382±4,1
Август	1	19,4	56,3	311±3,4	231±3,6	196±3,5	258±3,2
	2	18,7	56,9	319±3,7	233±4,1	194±4,3	255±3,9
	3	15,3	85,5	252±2,9	180±4,3	146±3,8	127±2,9

Результаты проведённых исследований, представленные в таблице, показали, что в июне в первом и во втором животноводческих помещениях наилучший показатель по снижению численности зоофильных мух был отмечен при обработке данных помещений 50%-ным раствором фитокреолина на 30,3 и 30,8%, соответственно. При одинаковых зоогигиенических условиях содержания животных, эффективность действия изучаемого препарата в снижении численности насекомых между первым и вторым животноводческими помещениями при обработке 50%-ным раствором была практически одинакова с незначительной разницей в 6 особей (4,1%). В

третьем помещении (крольчатник) наилучший показатель снижения численности насекомых в помещении был отмечен при обработке 100%-ным раствором фитокреолина (на 39,0%).

В июле наилучшее действие инсектоакарицидного препарата было также выявлено при использовании 50%-го раствора фитокреолина с максимальным снижением численности зоофильных мух в первом и во втором животноводческих помещениях на 0,8 и 12,6%, соответственно. В крольчатнике, наилучший показатель по снижению численности насекомых прослеживался также при обработке 50%-ным раствором фитокреолина и по сравнению с контролем разница составила 150 особей (31,7%).

Результаты исследований по изучению влияния инсектоакарицидного препарата «Фитокреолин», проведённые в августе показали, что в первом животноводческом помещении наибольшее снижение численности насекомых по сравнению с контролем наблюдалась при обработке помещения 50%-ным раствором фитокреолина и составила 115 особей (37,0%). Закономерное снижение числа насекомых наблюдалось во втором животноводческом помещении, когда наилучший результат был выявлен также при 50%-ной обработке. Разница составила 125 особей (39,2%) по сравнению с контролем. В третьем помещении лучший результат наблюдался при обработке 100%-ным раствором инсектоакарицидного средства и составил по сравнению с контролем 125 особей (49,6%).

Выводы. Таким образом, наилучшие показатели по снижению численности насекомых в животноводческих помещениях закрытого типа в коровнике и птичнике были выявлены при дезинсекции 50%-го инсектоакарицидного препарата «Фитокреолин» особенно с максимальным их снижением в июне и в августе. Этому способствовали достаточно высокие показатели температуры и влажности воздуха. В крольчатнике также наблюдались высокие показатели в июле, однако лучший результат был зафиксирован при 100%-ной обработке раствором фитокреолина – на 237 особей (39,0%). Данный показатель был связан с повышенной влажностью воздуха и относительно высокой температурой окружающей среды в данном месяце (численность животных и малая площадь размер помещения). В августе также по первому и второму животноводческим закрытым помещениям наилучшие результаты были получены при дезинсекции 50%-ным раствором препарата со снижением на 37,0 и 39,2%, соответственно. Это связано с сезонной активностью зоофильных мух.

Литература

1. ***Бузина, О.В.*** Развитие молочного скотоводства Калужской области / О.В. Бузина, Е.Г. Черем уха // Актуальные проблемы интенсивного ра звития животноводства. 2020. - С. 167-172.
2. ***Боголюбова, Н.В.*** Регуляция рубцового пищев арения у молочных коров/ Н.В. Боголюбова, В.В. Зайцев, С.А. Шаламова, О.Ш. Гизатулли н, М.С. Сеитов //Известия Оренбургского госу дарственного аграрного университета. 2019.- № 6 (80)-С. 214-216.
3. ***Зайцев, В.В.*** Влияние условий содержания на гемостаз и реологические свойства крови у л актирующих коров/ В.В. Зайцев, О.Н. Макури на //Российская сельскохозяйственная наука. 2 017. -№ 3. -С. 36-40.
4. ***Фролова, Е.М.*** Влияние некоторых факторов н а воспроизводительные способности высокопр одуктивных коров и телок / Е.М. Фролова, Д. М. Евстафьева, А.М. Гавриков // Зоотехния. 2 014. - №10. - С.28-29.
5. ***Чикалев, А.И.*** Основы животноводства / 150-л етию Российского государственного аграрного университета-МСХА имени К. А. Тимирязев а // А.И. Чикалев, Ю.А. Юлдашбаев. Санкт-П етербург, 2022. - 56 с.
6. ***Зайцев, В.В.*** Физиологические особенности ге мостаза высокопродуктивных лактирующих к оров, получавших антиоксидантный липисома льный препарат липовитам-бета/ В.В. Зайцев, О.Н. Макурина //Электронный научно-образо вательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19. № 2. С. 19-25.
7. ***Пимкина, Т.Н.*** Способы дезинсекции животно водческих помещений / Научные основы усто йчивого развития сельскохозяйственного прои зводства в современных условиях. Калуга, 20 22. - С. 161-163.

Поступила в редакцию: 30.11.2023 г.
Принята к публикации: 07.02.2024 г.

Петряков В.В., к.б.н., доцент Самарского государственного аграрного университета, e-mail: petrvlad.79@mail.ru, г. Самара, Россия

УДК/ UDC 636.22/.28:618.19 – 002

Яровая Н.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии
Yarovan N.I., Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Chemistry
Грибанова Н.Л., заместитель директора института дополнительного образования и профессионального обучения
Gribanova N.L., Deputy Director of the Institute of Further Education and Vocational Training
Маркина В.М., кандидат химических наук, доцент кафедры химии
Markina V.M., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
FSBEEHE "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia

ФИТОАДАПТОГЕНЫ – ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ, ПОВЫШЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА МОЛОКА

(Phytoadaptogens - ecologically pure factor for optimizing free radical processes, increasing milk productivity and milk quality)

Аннотация. Предметом научно-исследовательской работы было изучение свободно-радикальных процессов, молочной продуктивности и качества молока у коров в стрессогенных условиях промышленного содержания. Целью работы было изучение использования в кормлении экологически чистых растительных композиций на основе семян клевера, корня солодки и лецитина в качестве фитоадаптогенов для голштинских коров в зимний стойловый период, способствующих оптимизации свободно-радикальных процессов, повышению молочной продуктивности и улучшению качества молока. Влияние природных адаптогенов на молочную продуктивность коров изучали в АО «Картофельная Нива Орловщины» (2019-2020 гг.) и ОАО АПК «Юность», образованном на базе АО «Картофельная Нива Орловщины» (2020-2021 гг.) в зимний стойловый период. Лабораторные исследования проводили на кафедре химии ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, в Орловском филиале «Федеральное государственное бюджетное учреждение "Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория" и в Инновационном научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Орловский ГАУ в период с 2019 по 2022 год. Были выявлены нарушения в оксидантно-антиоксидантной системе высокопродуктивных голштинских коров, что проявилось ростом свободно-радикального окисления, определяемым показателями МДА и снижением антиоксидантной защиты, определяемой активностью ЦП.Для коррекции выявленных нарушений в оксидантно-антиоксидантной системе, повышения молочной продуктивности и улучшения качества молока было предложено использование в кормлении дополнительно к основному рациону (ОР) фитоадаптогенов на основе корня солодки (КС), семян клевера (СК) и лецитина (Л) в течение 30 дней. Результаты использования предлагаемых добавок показали положительное влияние на свободно-радикальные процессы, о чем свидетельствует снижение уровня малонового диальдегида, как показателя свободно-радикального окисления, и повышение активности антиоксиданта церулоплазмина. Проведённые экспериментальные исследования на основе полученных биохимических данных подтверждают возможность использования предлагаемых средств (семян клевера в дозе 70 г/гол/сут., корня солодки в дозе 60 г/гол/сут. и лецитина в дозе 70 г/гол/сут.) в течение 30 дней в качестве экологически чистых органических адаптогенов для голштинских коров, содержащихся в условиях промышленных комплексов.

Ключевые слова: промышленное содержание, коровы голштинской породы, стресс, оксидантно-антиоксидантная система, адаптация, фитоадаптогены, молочная продуктивность, корень солодки, семена клевера, лецитин

Abstract. The subject of the research work was the study of free radical processes, the productivity of dairy products and the quality of milk in cows under stressful industrial conditions. The purpose of the work was to study the use in feeding of environmentally friendly plant compositions based on clover seeds, licorice and lecithin as phytoadaptogens for Holstein cows during the winter stall period, helping to optimize free radical processes, increase productivity and preserve the quality of milk. The influence of natural adaptogens on the milk productivity of cows was studied at JSC Potato Niva Orlovshchiny (2019-2020) and OJSC AIC Yunost, formed on the basis of JSC Potato Niva Orlovshchiny (2020-2021) during the winter stall period. Laboratory studies were carried out at the Department of Chemistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Oryol State Agrarian University, in the Oryol branch of the Federal State Budgetary Institution "Central Scientific and Methodological Veterinary Laboratory" and in the Innovative Research Testing Center of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Oryol State Agrarian University in the period from 2019 to 2022 year. Disturbances were identified in the oxidant-antioxidant system of highly productive Holstein cows, which was manifested by an increase in free radical oxidation, determined by MDA indicators, and a decrease in antioxidant protection, determined by the activity of CP. To correct identified disorders in the oxidant-antioxidant system, increase milk productivity and improve milk quality, it was proposed to use phytoadaptogens based on licorice root (LR), clover seeds (SC) and lecithin (L) in feeding in addition to the main diet (BR) for 30 days. The results of using the proposed additives showed a positive effect on free radical processes, as evidenced by a decrease in the level of malondialdehyde, as an indicator of free radical oxidation, and an increase in the activity of the antioxidant ceruloplasmin. Experimental studies based on the obtained biochemical data confirm the possibility of using the proposed products (clover seeds at a dose of 70 g/bird/day, licorice root at a dose of 60 g/bird/day and lecithin at a dose of 70 g/bird/day) in for 30 days as environmentally friendly organic adaptogens for Holstein cows kept in industrial complexes.

Key words: (industrial housing, Holstein cows, stress, oxidant-antioxidant system, adaptation, phytoadaptogens, milk productivity, licorice root, clover seeds, lecithin)

Введение. В России, как и в других странах мира, растет интерес к экологически чистой органической продукции. К сожалению, в настоящее время с переходом на индустриальные технологии содержания крупного рогатого скота не удается избежать использования антибиотиков в связи с содержанием животных на бетонных полах, зачастую без соблюдения зоогигиенических правил и при некачественном кормлении. При таком содержании велика вероятность возникновения массовых заболеваний, что требует применения антибиотиков и для профилактики, и в качестве лекарственных препаратов [1].

Важнейшей задачей животноводческого производства является обеспечение населения экологически чистой органической продукцией, свободной от антибиотиков, стимуляторов роста, синтетических биологически активных добавок [2, 5].

В качестве экологического фактора повышения молочной продуктивности и улучшения качества молока за счет оптимизации свободно-радикальных процессов у коров в стрессогенных условиях промышленного содержания можно использовать фитоадаптогены, в составе которых содержатся соединения, стереохимически сходные с метаболитами животного организма [4].

Уровень свободно-радикального окисления влияет на биохимию и физиологические жизненно важные функции организма, определяющие рост, развитие, воспроизводительные функции и продуктивность животных. Внешние и внутренние факторы, влияющие на организм голштинских коров с высокой стресс чувствительностью, обусловленной их генотипом, определяют состояние оксидантно-антиоксидантной системы. Адаптация определяется защитно-приспособительными механизмами, уровнем их проявления, что во многом зависит от наличия и активности эндогенных и экзогенных антиоксидантов, подавляющих или предупреждающих образование прогрессирующего патологического количества свободных радикалов.

Целью работы было изучение использования в кормлении экологически чистых растительных композиций на основе семян клевера, корня солодки и лецитина в качестве фитоадаптогенов для голштинских коров в зимний стойловый период, способствующих оптимизации свободно-радикальных процессов, повышению молочной продуктивности и улучшению качества молока.

Материалы и методы исследования

Влияние природных адаптогенов на молочную продуктивность коров изучали в АО «Картофельная Нива Орловщины» (2019-2020 гг.) и ОАО АПК «Юность», образованном на базе АО «Картофельная Нива Орловщины» (2020-2021 гг.) в зимний стойловый период. Лабораторные исследования проводили на кафедре химии ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, в Орловском филиале «Федеральное государственное бюджетное учреждение "Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория" и в Инновационном научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Орловский ГАУ в период с 2019 по 2022 год.

Результаты исследований

До начала эксперимента определяли содержание малонового диальдегида как показателя уровня свободно-радикального окисления и антиоксиданта церулоплазмина у коров второй лактации «2 недели после отела». На рисунках 1 и 2 показаны результаты исследований содержания малонового диальдегида (МДА) и уровня церулоплазмина (ЦП) в сыворотке крови голштинских коров в условиях промышленного комплекса ОАО «Картофельная Нива Орловщины».



Рис. 1 - Содержание малонового диальдегида в сыворотке крови высокопродуктивных коров голштинской породы в условиях промышленного комплекса до применения фитоадаптогенов.

Из диаграммы на рисунке 1 видно, что содержание МДА было выше у новотельных коров – на 0,29 мкмоль/л относительно референтных значений, что говорит о патологическом усилении протекания свободно-радикальных процессов.

На рисунке 2 представлены показатели активности антиоксиданта церулоплазмина у коров «2 недели после отела», содержащихся в промышленном комплексе в зимний стойловый период.



Рис. 2 - Показатели активности церулоплазмина, определяемые в сыворотке крови высокоудойных коров голштинской породы при промышленном содержании в зимний стойловый период до применения фитоадаптогенов

Данные, представленные на рисунке 2, показывают низкую активность естественной антиоксидантной защиты: активность церулоплазмина в опытной группе была ниже референтных значений на 0,45 мкмоль/л, что подтверждает предполагаемое нами наличие окислительного стресса.

Анализируя полученные данные, нами выявлены нарушения в оксидантно-антиоксидантной системе высокопродуктивных голштинских коров, что проявилось ростом свободно-радикального окисления, определяемым показателями МДА и снижением антиоксидантной защиты, определяемой активностью ЦП.

Для коррекции выявленных нарушений в оксидантно-антиоксидантной системе, повышения молочной продуктивности и улучшения качества молока было предложено использование в кормлении дополнительно к основному рациону (ОР) фитоадаптогенов на основе корня солодки (КС), семян клевера (СК) и лецитина (Л) в течение 30 дней.

Были созданы 4 группы из коров голштинской породы в физиологическом состоянии «2 недели после отела».

1-я группа - (контрольная) коровы получали только основной рацион хозяйства (ОР);

2-я группа (ОР+СК+Л) – основной рацион хозяйства, семена клевера в дозе 70 г/гол/сут, лецитин в дозе 70 г/гол/сут.

3-я группа (ОР+КС+Л) – основной рацион хозяйства, корень солодки в дозе 60 г/гол/сут, лецитин в дозе 70 г/гол/сут.

4-я группа (ОР+СК+КС+Л) – основной рацион хозяйства, семена клевера в дозе 70 г/гол/сут, корень солодки в дозе 60 г/гол/сут, лецитин в дозе 70 г/гол/сут.

Результаты использования предлагаемых добавок показали положительное влияние на свободно-радикальные процессы, о чем свидетельствует снижение уровня малонового диальдегида, как показателя свободно-радикального окисления, и повышение активности антиоксиданта церулоплазмина (Таблица 1).

Таблица 1. - Показатели свободно-радикального окисления и антиоксидантной защиты у голштинских коров при использовании дополнительно к основному рациону фитоадаптогенов.

Группы коров	Показатели	1-й день	10-й день	20-й день	30-й день
Контрольная группа 1: коровы получавшие (ОР хозяйства)	МДА Мкмоль/л	0,71±0,02	0,69±0,2	0,67±0,01	0,68±0,01
	ЦП, Ммоль/л	1,65±0,15	1,68±0,07	1,68±0,07	1,69±0,16
Опытная группа 2 – коровы получавшие (ОР+СК+Л)	МДА Мкмоль/л	0,63±0,01	0,64±0,02*	0,63±0,01	0,59±0,01**
	ЦП, Ммоль/л	1,96±0,06	1,9±,005	2,07±0,05*	2,14±0,06*
Опытная группа 3 – коровы, получавшие (ОР+КС+Л)	МДА Мкмоль/л	0,64±0,03	0,61±0,03	0,57±0,04*	0,51±0,04**
	ЦП, Ммоль/л	1,97±0,07	2,08±0,4*	2,19±0,03**	2,49±0,06**
Опытная группа 4 – коровы, получавшие (ОР+СК+КС+Л)	МДА Мкмоль/л	0,63±0,02	0,56±0,03	0,56±0,03*	0,43±0,05**
	ЦП, Ммоль/л	1,20±0,07	2,12±0,01**	2,21±0,08**	2,73±0,03***

Примечание: *-P<0,05; **-P <0,01; ***-P <0,001 относительно животных контрольной группы
Источник: составлено автором на основе [3].

В таблице 3 показано, что к концу эксперимента уровень малонового диальдегида снизился в опытной группе № 2 на 0,04 ммоль/л, в группе №3 - на 0,13 ммоль/л, в группе №4 – на 0,20 ммоль/л. Уровень антиоксиданта церулоплазмина увеличился в опытной группе № 2 на 0,04 ммоль/л, в группе №3- на 0,51

ммоль/л, в группе №4 – на 1,53 ммоль/л.

При этом отмечено увеличение молочной продуктивности и улучшение качества молока голштинских коров в условиях промышленного комплекса. Так при добавлении к основному рациону семян клевера в дозе 70 г/гол/сут., корня солодки в дозе 60 г/гол/сут. и лецитина в дозе 70 г/гол/сут. коровам «2 недели после отела» в течение месяца установлено увеличение молочной продуктивности к 30 дню опыта равное на 2,6 кг., белковомолочность увеличилась на 2,4 %; жирномолочность – на 0,32 % (Таблица 2).

Таблица 2. - Продуктивность и показатели качества молока у коров голштинской породы при использовании фитоадаптогенов.

Показатели	Группы животных			
	Гр. №1 контрольная, коровы, получавшие ОР хозяйства	Гр. №2 опытная, коровы, получавшие ОР+СК+Л	Гр. №3 опытная, коровы, получавшие ОР+КС+Л	Гр. №4 опытная, коровы, получавшие ОР+СК+КС+Л
Среднесуточный удой,(кг)	20,5±0,02	21,02±0,01	22,5±0,01	23,10±0,02
Белковомолочность, (%)	3,20±0,02	3,29±0,02	3,36±0,03	3,44±0,02**
Жирномолочность, (%)	3,52±0,01	3,68±,003	3,70±0,02**	3,84±0,03*

Примечание: *-P<0,05; **-P <0,01; ***-P <0,001 относительно животных контрольной группы
Источник: составлено автором на основе [3].

Выводы. Проведённые экспериментальные исследования на основе полученных биохимических данных подтверждают возможность использования предлагаемых средств (семян клевера в дозе 70 г/гол/сут., корня солодки в дозе 60 г/гол/сут. и лецитина в дозе 70 г/гол/сут.) в течение 30 дней в качестве экологически чистых органических адаптогенов для голштинских коров, содержащихся в условиях промышленных комплексов.

Литература

1. ***Галочкин, В.А.*** Разработка теоретических основ и создание антистрессовых препаратов нового поколения для животноводства / В.А. Галочкин, В.П. Галочкина, К.С. Остренко // Сельскохозяйственная биология. – 2009.- №2 – С.43-54.
2. ***Толстиков, Г.Н.*** «Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине» // Толстиков Г.Н., Балтина Л.А., Гранкина В.П. Новосибирск. 2007, С.316.
3. ***Яровая Н.И, Грибанова Н.Л., Болкунов П.С.*** «Минеральный состав и антиоксидантная активность растений адаптогенного действия» Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием по актуальным проблемам в области биотехнологии / Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения // Орёл 30 апреля 2019 г., С.141.
4. ***Протасов Б.И., Комиссаров И.И.*** Стратегия применения адаптогенов для стимуляции продуктивности у сельскохозяйственных животных//Сельскохозяйственная библиотека. 2012, №6, С. 12-23
5. ***Горковенко Л.Г., Оноприенко Н.А., Кобзарь С.В.*** Эффективный способ повышения молочной продуктивности// Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2016.Т5.С.98-102

Поступила в редакцию: 30.11.2023 г.
Принята к публикации: 07.02.2024 г.

Яровая Н.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, **Грибанова Н.Л.,** заместитель директора института дополнительного образования и профессионального обучения, **Маркина В.М.,** кандидат химических наук, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия

УДК 577.3+581.1

Евлаков П.М., к.б.н., заведующий лабораторией анализа ПЦР
Жужукин К.В., научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР
Гродецкая Т.А., научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия
Evlakov P.M., Ph.D., Head of Laboratory of PCR Analysis
Zhuzhukin K.V., Researcher, Laboratory of PCR Analysis
Grodetskaya T.A., Researcher, Laboratory of PCR Analysis
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after. G.F. Morozov, Voronezh, Russia
tatyana.pokusina@yandex.ru

АНАЛИЗ ГЕНОВ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ У РАСТЕНИЙ БЕРЕЗЫ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

(Analysis of stress resistance genes in birch plants after exposure to carbon nanotubes)

В последнее десятилетие также идет активная работа по исследованию влияния более простых в производстве и дешевых по сравнению с ОУНТ многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) на биологические системы. Древесные растения являются одними из самых распространенных биологических объектов на планете, в связи с чем выявления влияния различных наноматериалов на них является весьма актуальной задачей. Поэтому целью работы является определение воздействия многостенных нанотрубок вразличных концентрациях на гены стрессоустойчивости двух видов древесных растений Betula pubescens Ehrh. и B. pendula Roth. В исследовании были использованы многостенные углеродные нанотрубки, растворы готовили с применением диспергирования на ультразвуковом гомогенизаторе Sonicator Q500. Были приготовлены растворы с концентрацией МУНТ 1, 10, 50, 100 мг/л. Ростки находились в теплице с поддерживаемой температурой на уровне 27/17 °C день / ночь и относительной влажностью не менее 85%. Растения были обработаны растворами нанотрубок однократно, после чего определяли параметры роста и активности генов, ответственных за реакцию на воздействие стресса. Экспрессия генов стрессоустойчивости DREB2 и PR-10 значительно увеличилась под воздействием 1 мг/л МУНТ на растения обоих видов. Увеличение концентрации до 100 мг/л оказывало ингибирующий эффект на растения березы пушистой, что выражалось в снижении ростовых показателей и экспрессии генов DREB2 и PAL. Проведенное исследование позволяет выявить видовые различия относительно чувствительности разных генотипов берез к воздействию МУНТ и открывает новые перспективы использования углеродных нанотрубок в области биотехнологии.

Ключевые слова: береза, углеродные нанотрбуки, абиотический стресс, стимулирование роста, продуктивность

In the last decade, active work has also been underway to study the effect of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs), which are easier to produce and cheaper than SWCNTs, on biological systems. Woody plants are one of the most widespread biological objects on the planet, and therefore identifying the influence of various nanomaterials on them is a very urgent task. Therefore, the goal of the work is to determine the effect of multi-walled nanotubes in different concentrations on the stress resistance genes of two species of woody plants *Betula pubescens* Ehrh. and *B. pendula* Roth. Multi-walled carbon nanotubes were used in the study, and solutions were prepared using dispersion on a Sonicator Q500 ultrasonic homogenizer. Solutions with MWCNT concentrations of 1, 10, 50, and 100 mg/L were prepared. The sprouts were kept in a greenhouse with a temperature maintained at 27/17 °C day/night and a relative humidity of at least 85%. Plants were treated with nanotube solutions once, after which growth parameters and activity of genes responsible for the response to stress were determined.The expression of stress tolerance genes *DREB2* and *PR-10* increased significantly under the influence of 1 mg/L MWCNTs in plants of both species. Increasing the concentration to 100 mg/L had an inhibitory effect on downy birch plants, which was reflected in a decrease in growth performance and expression of the *DREB2* and *PAL* genes. The study allows us to identify species differences in the sensitivity of different birch genotypes to the effects of MWCNTs and opens up new prospects for the use of carbon nanotubes in the field of biotechnology.

Key words: birch, carbon nanotubes, abiotic stress, growth stimulation, productivity

Введение. Наночастицы представляют собой комплекс новых материалов с размером менее 100 нм. Физико-химические свойства наночастиц напрямую зависят от их удельной поверхностной площади, высокое значение которой обеспечивает реакционную способность и физико-химическую динамичность. На основе структурных и химических характеристик наночастицы могут быть разделены на различные группы: металлы с нулевой валентностью, оксиды металлов, нанополимеры, квантовые точки, липиды, полупроводники, дендримеры и углеродсодержащие материалы с различными морфологическими характеристиками, такими как частицы, волокна, стержни, проволоки, трубки [1].

Применение нанотехнологий в сельском и лесном хозяйстве может привести к значительному

улучшению роста и урожайности растений, а также к сокращению использования генетически модифицированных организмов (ГМО) и агрохимикатов [2,3]. В последнее десятилетие исследования взаимодействий между растениями и наноматериалами быстро увеличились благодаря открытию положительного влияния наноматериалов на растения [4].

Однако сообщения о воздействии наночастиц на растения противоречивы. Например, такие наночастицы, как Cu_2O (0-160 частей на миллион) и TiO_2 (0,05–0,2 г/л-1) в некоторых исследованиях усиливали рост томатов за счет увеличения всхожести, удлинения корней / побегов, транспирации и синтеза хлорофилла [5]. Напротив, было обнаружено, что наночастицы, попадая в клетки растений либо через эндоцитоз, либо с помощью других транспортных систем и накапливаясь внутри тканей растений [6, 7], взаимодействуют с молекулами растений, что в конечном итоге приводит к искажению морфо-анатомических особенностей и многих физиологических функций растений [8]. Фитотоксичные наночастицы при взаимодействии с растениями могут вызывать мутагенные повреждения ДНК [9], генерировать активные формы кислорода, разрушать клеточные мембраны, усиливать перекисное окисление липидов мембран и, таким образом, ингибировать метаболизм и рост растений [10]. Воздействие наночастиц на растения определяется степенью поглощения наночастиц, накопления в органах растения и последующей транслокации в различные места. Эти три процесса также зависят от физико-химических особенностей наночастиц, генотипов и анатомии растений.

Потенциал применения наноматериалов в растениеводстве очень широк: от наноудобрений для улучшения роста и урожайности, пестицидов для борьбы с вредителями и болезнями растений до наносенсоров, контролирующих здоровье растений и качество почвы. Значительная часть таких исследований сконцентрирована на углеродных материалах, в частности на углеродных нанотрубках, обладающих выдающимися физико-механическими свойствами и легкостью функционализации. Результаты оценки воздействия углеродных наноматериалов противоречивы, однако авторы ряда работ подчеркивают положительные эффекты воздействия на растения растительные объекты.

В исследовании [11] авторы сообщают о негативном воздействии на капусту, помидоры и красный шпинат графеновых пластинок, использование данного материала приводит к подавлению роста и снижению биомассы растения, а также увеличении концентрации активных форм кислорода. Однако в работе [12] авторами было показано увеличение прорастания и прироста биомассы при воздействии графеновых наноматериалов на сорго. Zhang et al. [13] сообщили о применении оксида графена в качестве ускорителя всхожести семян томата, за счет облегченного захвата воды. Также существуют исследования по применению фуллеренов в качестве стимуляторов роста растений. Например, авторы [14] сообщили о положительном влиянии фуллеролов на биомассу и фитомедицинские компоненты при обработке горькой дыни. Однако Liu et al. в своем исследовании [15] сообщили о нарушение клеточной границы и ингибировании роста клеток табака, возможно, из-за адсорбции водорастворимых карбоксифуллеренов на клеточной стенке посредством гидростатического взаимодействия с карбоксильными группами фуллеренов.

В последнее десятилетие также идет активная работа по исследованию влияния более простых в производстве и дешевых по сравнению с ОУНТ многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) на растения. МУНТ способны проникать в структуру клеточных стенок облегчая при этом поглощение воды, что способствует увеличению роста, например, брокколи, нута (при использовании гидрофильных МУНТ), ячменя, сои, кукурузы. Также было установлено положительное влияние функционализированных МУНТ на рост клеток табака.

Применение нанотехнологий в лесном и сельском хозяйстве может привести к значительному улучшению роста и урожайности растений, а также к сокращению использования генетически модифицированных организмов (ГМО) и агрохимикатов. Однако несмотря на растущий объем исследований, доступная научная литература, предоставляющая подробную информацию о воздействии наночастиц на стрессоустойчивость, разрознена и, следовательно, требует значимого и немедленного внимания, чтобы лучше систематически объяснить ингибирующие или стимулирующие воздействия наночастиц.

Целью работы является определение воздействия многостенных нанотрубок в различных концентрациях на гены стрессоустойчивости двух видов древесных растений *Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth.

Условия, материалы и методы

Объект исследования. Чистые многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ) были приобретены у MST-Nano (Riga, Latvia). Додецилсульфат натрия (SDS) или натриевая соль лаурилсерной кислоты с содержанием основного компонента 99% была приобретена Sigma Aldrich («Sigma», L4509) и использовалась без дополнительной очистки. Для получения стабильных растворов МУНТ 0,5 г. SDS добавляли к 95,5 г. дистиллированной воды двойной очистки (система очистки Milly-Q) и полностью растворяли, потом добавляли необходимое количество МУНТ для нужной концентрации. Диспергирование проводили на ультразвуковом гомогенизаторе Sonicator Q500 в течение 30 минут с мощностью 100 Вт и частотой 22 кГц. Таким образом были приготовлены растворы с концентрацией МУНТ 1, 10, 50, 100 мг/л. Для проведения эксперимента использовали проростки березы пушистой и березы повислой полученной методом клонального микроразмножения. Микрорастения высаживали в пластиковые контейнеры объемом 500 см3. В качестве субстрата использовали торфогрунт марки «Veltorf», Псковская область. Микрорастения находились в теплице с постоянно поддерживаемой температурой на уровне 27/17 °C день / ночь и относительной влажностью не менее 85%. Всего в эксперименте участвовали 300 растений (150 березы повислой, 150 березы пушистой). В качестве контрольных образцов использовали по 30 растений каждого сорта. Растения, участвующие

в эксперименте поливали единоразово раствором приготовленной концентрации МУНТ. Объем раствора для полива был одинаковым для всех образцов и составлял 50 мл. Для определения изменения стрессоустойчивости экстракцию РНК проводили модифицированным CTAB-методом. Продукты выделения визуализировали в 1%-ном агарозном геле, окрашенном интеркалирующим красителем этидиум бромидом (PanReac Applichem, Испания, Германия); качество и однородность РНК оценивали с помощью системы гель-документирования Infinity VX2 1126MX X-Press (Vilber Lourmat, Франция). Праймеры к генам устойчивости подбирали из базы данных NCBI и с использованием программы Primer3 (рисунок 1).

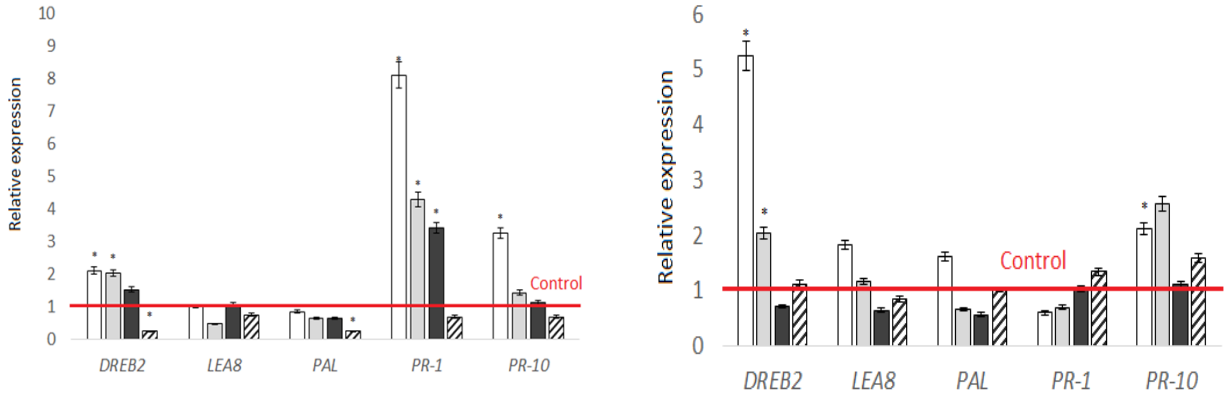
№	Ген	Последовательность
1	*Pal*	F: CTGTGGCTGCAACGGTTT
		R: TCAATTTGAGGTCCGAGCCA
2	*PR-10*	F: GGCCCGGAACCATTAAGAAG
		R: CCACCCTCGATCAAGCTGTA
3	*PR-1*	F: CCTCAAAGCCCACAATGACG
		R: TCTCGTCCACCCATAGCTTC
4	*lea8*	F: AATGACTTTGACATGGGCGT
		R: TATCCCAAACTGCAGAGCCA
5	*GAPDH*	F: CAGCCGAAGATGTCAATGCA
		R: GGCCACTTGTTTGCTACCAA
6	*DREB2*	F: AGGCAGAGAACATGGGGAAA
		R: GAAAGTTGAGGCGAGCGTAA

Рис. 1 - Последовательности праймеров к генам стрессоустойчивости

Анализ экспрессии генов устойчивости проводили 2-ΔΔCt методом с использованием программного обеспечения LightCycler480 II v 1.5.1 (Roche, Швейцария). В качестве референсного использовали ген *GAPDH* .

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование воздействия углеродных нанотрубок в разных концентрациях на растения березы пушистой и березы повислой выявило у них изменение экспрессии генов стрессоустойчивости, причем это изменение в значительной степени зависело от используемой концентрации. Воздействие 1 мг/л наночастиц на растения березы пушистой способствовало увеличению экспрессии генов *DREB2*, *PR-1* и *PR-10* в 2,1, 8,1 и 3,3 раза, соответственно (рисунок 2).



а) б)

Рис. 2 – Экспрессия генов стрессоустойчивости у растений березы пушистой (а) и повислой (б): белые столбцы – нанотрубки в концентрации 1 мг/л, серые столбцы – 10 мг/л, черные столбцы – 50 мг/л и заштрихованные столбцы – 100 мг/л

При увеличении концентрации МУНТ ответная реакция растений наблюдалась на уровне DREB2 и *PR-1*, экспрессия которых увеличилась в 2,4 и 4,3 раза, соответственно. Дальнейшее увеличение концентрации МУНТ способствовало ответной реакции на уровне одного из проанализированной группы гена *PR-1*, экспрессия которого увеличилась в 3,4 раза относительно контроля. У березы повислой наблюдалось значительное увеличение экспрессии генов *DREB2* и *PR-10* под воздействием 10 и 50 мг/л МУНТ, в то время как более высокие концентрации не вызвали изменения в экспрессии анализируемых генов. Экспрессия генов *LEA8* и *PAL* не была стимулирована воздействием наночастиц у разных генотипов березы, а высокие концентрации наночастиц 100 мг/л вызывали снижение экспрессии *DREB2* и *PAL*.

Полученные результаты свидетельствуют о стимулирующем влиянии МУНТ в низких концентрациях (1-10 мг/мл) на ростовые параметры и экспрессию генов устойчивости у растений березы пушистой и повислой. Увеличение концентрации до 100 мг/л имеет ингибирующий эффект, что выражается в снижении ростовых показателей и экспрессии генов *DREB2* и *PAL* у березы пушистой, что свидетельствует о

большей чувствительности данного генотипа к высоким концентрациям МУНТ.

Выводы. В исследовании были использованы многостенные углеродные нанотрубки, растворы готовили с применением диспергирования на ультразвуковом гомогенизаторе Sonicator Q500. Были приготовлены растворы с концентрацией МУНТ 1, 10, 50, 100 мг/л. Экспрессия генов стрессоустойчивости DREB2 и PR-10 значительно увеличилась под воздействием 1 мг/л МУНТ на растения обоих видов. Полученные результаты свидетельствуют о стимулирующем влиянии МУНТ в низких концентрациях (1-10 мг/мл) на ростовые параметры и экспрессию генов устойчивости у растений березы пушистой и повислой. Увеличение концентрации до 100 мг/л имеет ингибирующий эффект, что выражается в снижении ростовых показателей и экспрессии генов DREB2 и PAL у березы пушистой, что свидетельствует о большей чувствительности данного генотипа к высоким концентрациям МУНТ.

Литература

1. ***Mauter M. S. et al.*** The role of nanotechnology in tackling global water challenges //Nature Sustainability. – 2018. – Т. 1. – №. 4. – С. 166-175.
2. ***Srivastava A. K., Dev A., Karmakar S.*** Nanosensors and nanobiosensors in food and agriculture //Environmental Chemistry Letters. – 2018. – Т. 16. – С.161-182.
3. ***Yata V. K., Tiwari B. C., Ahmad I.*** Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents //Environmental Chemistry Letters. – 2018. – Т. 16. – С.79-84.
4. ***Mukherjee A. et al.*** Physiological effects of nanoparticulate ZnO in green peas (Pisum sativum L.) cultivated in soil //Metallomics. – 2014. – Т. 6. – №. 1. – С. 132-138.
5. ***Qi M., Liu Y., Li T.*** Nano-TiO 2 improve the photosynthesis of tomato leaves under mild heat stress //Biological trace element research. – 2013. – Т. 156. – С.323-328.
6. ***Palocci C. et al.*** Endocytic pathways involved in PLGA nanoparticle uptake by grapevine cells and role of cell wall and membrane in size selection //Plant cell reports. – 2017. – Т. 36. – С.1917-1928.
7. ***Burman U., Kumar P.*** Plant response to engineered nanoparticles //Nanomaterials in plants, algae, and microorganisms. – Academic Press, 2018. – С. 103-118.
8. ***García-Gómez C. et al.*** Effects of aged ZnO NPs and soil type on Zn availability, accumulation and toxicity to pea and beet in a greenhouse experiment //Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – Т. 160. – С.222-230.
9. ***Atha D. H. et al.*** Copper oxide nanoparticle mediated DNA damage in terrestrial plant models //Environmental science & technology. – 2012. – Т. 46. – №. 3. – С. 1819-1827.
10. ***Du W. et al.*** Interaction of metal oxide nanoparticles with higher terrestrial plants: physiological and biochemical aspects //Plant Physiology and Biochemistry. – 2017. – Т. 110. – С.210-225.
11. ***Yan S. et al.*** Single-walled carbon nanotubes selectively influence maize root tissue development accompanied by the change in the related gene expression //Journal of Hazardous Materials. – 2013. – Т. 246. – С.110-118.
12. ***Zhang H. et al.*** Physiological effects of single-and multi-walled carbon nanotubes on rice seedlings //IEEE transactions on nanobioscience. – 2017. – Т. 16. – №. 7. – С. 563-570.
13. ***Sasidharan A. et al.*** Differential nano-bio interactions and toxicity effects of pristine versus functionalized graphene //Nanoscale. – 2011. – Т. 3. – №. 6. – С. 2461-2464.
14. ***Wu H., Li Z.*** Nano-enabled agriculture: how nanoparticles cross barriers in plants? //Plant Communications. – 2022.
15. ***Wenli S., Shahrajabian M. H., Huang Q.*** Soybean seeds treated with single walled carbon nanotubes (SwCNTs) showed enhanced drought tolerance during germination //Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res. – 2020. – Т. 8. – С. 9-16.

Поступила в редакцию: 30.11.2023 г.
Принята к публикации: 27.12.2023 г.

Евлаков П.М., к.б.н., заведующий лабораторией анализа ПЦР, **Жужукин К.В.,** научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР, **Гродецкая Т.А.,** научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1023013000020-6-4.1.2 «Отбор хозяйственно ценных и устойчивых к изменению климата древесных культур, отличающихся высокой биологической продуктивностью и потенциалом секвестрации углерода с учетом региональных почвенно-климатическим особенностей для реализации лесоклиматических проектов (FZUR-2023-0002)».

УДК 633.2.038

Митина Е.В., кандидат с.-х. наук, amigo1870@yandex.ru
Резвякова С.В., д. с.-х. н., заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, lana8545@yandex.ru
Митин А.Р., студент 2 курса
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
Mitina E.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, amigo1870@yandex.ru;
Rezvyakova S.V., Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Plant Protection and Ecotoxicology, lana8545@yandex.ru
Mitin A.R., 2nd year student
FGBOU VO "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin".

ПОДБОР ТРАВОСМЕСЕЙ ДЛЯ КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

(Selection of grass mixtures for cultivated pastures in the conditions of the central black earth zone)

Реферат. Пастбищный корм является наиболее естественным для летнего содержания крупного рогатого скота, так как наряду с моционом животные получают все необходимые витамины, микро и макроэлементы. При пастбищном использовании требуется давать равномерный выход зеленого корма на протяжении всего пастбищного сезона. Полноценность его зависит от вида растений и компонентного состава травосмесей, поэтому при создании культурных пастбищ необходимо уделять особое внимание подбору трав. Как известно планируемый удой зависит от сбалансированности рациона по основным элементам питания. В свою очередь большое влияние на химический состав растений оказывает фаза вегетации, цикл стравливания трав и их отавность. Таким образом, варьирование элементов питания в растениях затрудняют балансирование рационов. Включение в состав травосмесей высокобелковых культур увеличивает и без того достаточное содержание протеина, а это в свою очередь ведет к ухудшению сахаропротеинового отношения. В условиях пастбищного содержания скота избыток протеина и недостаток энергии, клетчатки, крахмала и минеральных веществ, приводит к нарушению пищеварения, ухудшению здоровья животных и недополучению животноводческой продукции. Следовательно, при подборе многолетних трав на зеленый корм необходимо учитывать условия его выращивания и использования, потому что элементы питания и биологически активные соединения в нем находятся в непосредственной зависимости от технологии возделывания растений, фазы вегетации и компонентного состава травосмесей. В статье приведен обзор источников по научному обоснованию подбора многолетних трав для культурных пастбищ в условиях Центрально-Черноземной зоны.

Ключевые слова: пастбища, травосмеси, кострец безостый, двукисточник тростниковый.

Abstracts. Pasture forage is the most natural for summer housing of cattle, because along with motive animals receive all necessary vitamins, micro and macroelements. In pasture utilization it is required to give a uniform output of green fodder throughout the pasture season. Its completeness depends on the type of plants and component composition of grass mixtures, therefore, when creating cultivated pastures it is necessary to pay special attention to the selection of grasses. As it is known, the planned milk yield depends on the balance of the diet in terms of the main nutritional elements. In turn, the chemical composition of plants is greatly influenced by the phase of vegetation, the cycle of grass stripping and their sowing. Thus, the variation of nutritional elements in plants makes it difficult to balance rations. Inclusion of high-protein crops in grass mixtures increases the already sufficient protein content, which in turn leads to deterioration of the sugar-protein ratio. In conditions of pasture keeping of livestock, excessive protein and lack of energy, fiber, starch and minerals leads to digestive disorders, deterioration of animal health and underproduction of livestock products. Thus, full-fledged green fodder can be obtained only under certain conditions of its cultivation and use, as all nutritional elements and biologically active compounds are in direct dependence on the phase of vegetation of plants, component composition of grass mixtures and technological methods of cultivation. The article presents a review of sources on scientific substantiation of selection of perennial grasses for cultivated pastures in the conditions of the Central Black Earth zone.

Key words: pastures, grass mixtures, awnless bromegrass, reed bromegrass.

О положительном влиянии пастбищного содержания скота, способствующего укреплению здоровья, увеличению сбора животноводческой продукции, оздоровлению территории и помещений ферм, снижению себестоимости продукции свидетельствует большое количество работ отечественных и зарубежных авторов [1-9]. Поэтому при их наличии желательно организовывать пастбищный конвейер.

Для организации культурных пастбищ необходимо наличие в хозяйстве необходимых условий – обеспечения влагой, подходящие почвы, естественные кормовые угодья. Из участков с супесчаными почвами под пастбища лучше отводить те, которые неглубоко подстилаются мореной. Для закладки пастбищ рекомендуется также использовать торфяник низинных и переходных болот с хорошо разложившимся торфом.

При создании пастбищ методом коренного улучшения в первую очередь удаляются камни, вырубается нежелательная древесная растительность, разравниваются кочки. Особое внимание уделяется обработке почвы. Обязательными агротехническими приемами является фрезерование или дискование, вспашка, культивация, прикатывание. После всех необходимых мероприятий на подготовленном участке в течение нескольких лет можно высевать полевые культуры, а затем провести залужение [10].

При наличии в хозяйстве естественных пастбищ с хорошо сохранившимся травостоем можно обойтись поверхностным улучшением. В данном случае особое внимание необходимо уделить созданию оптимального водно-воздушного режима, подсеву бобовых трав, внесению минеральных удобрений. Все эти мероприятия в последствии способствуют лучшей поедаемости трав [11,12].

Культурные пастбища различаются по длительности использования, видовому составу, срокам (ранние, средние, поздние) и режиму использования.

Сеяные пастбища могут состоять только из однолетних культур при использовании их в течение одного вегетационного периода и многолетних и однолетних трав при использовании в течение 2-10 и более лет. В свою очередь многолетние сеяные сенокосы и пастбища подразделяют на: 1) краткосрочные, которые используются 1-3 года; среднесрочные - 4-6 лет; 3) долгосрочные - 7-10 лет и более.

При создании культурных пастбищ многолетние травы чаще всего высевают в составе травосмесей, реже в виде одновидовых посевов. При создании культурных пастбищ на лугах чаще высевают два типа травосмесей: злаковый и злаково-бобовый. Это гарантирует получение устойчивых урожаев при дефиците удобрений [13,14,15].

Вильямс В.Р. (1933) [16] писал, что травяное поле в севообороте должно состоять из смеси злаковых и бобовых трав: наличие в смеси злаковых трав обеспечивает большее обогащение почвы органическим веществом и лучшее формирование структурных отдельностей, а бобовые травы, содержащие в корневых остатках большое количество соединений кальция, при разложении придают перегною прочность.

Травосмеси многолетних трав широко используются в системе зеленого конвейера в связи с тем, что урожайность травосмесей обычно выше, они более долговечны, успешнее конкурируют с сорняками, меньше поражаются вредителями и болезнями [17,18].

Как отмечают в своих исследованиях Шпаков А.С., Гришина Н.В., Красавина Н.Ю. (1997) [19] - по мере насыщения севооборотов многолетними бобово-злаковыми травосмесями с 33 до 50%, засоренность посевов снижается в 1,5 раза. Травосмеси меньше полегают, что обеспечивает наиболее качественную механизированную уборку [20].

Бобовые травы благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями, обогащают почву азотом, что создает оптимальные условия для произрастания злаковых растений. При выпадении бобовых, их место в травостое занимают мятликовые травы.

Бобово-злаковые смеси, богаче, чем злаковые, наиболее важными минеральными веществами (кальцием, фосфором, магнием и микроэлементами). При выпасе дойных коров на бобово-злаковых пастбищах в молоке увеличивается содержание биологически активных веществ - витаминов, аминокислот и микроэлементов, что улучшает диетическую ценность молока [21, 22].

В ранневесенний период крупный рогатый скот лучше поедает злаковые травы. При наступлении фазы колошения поедаемость злаков падает. А бобовых растений возрастает. В смешанных бобово-злаковых травосмесях растения стравливаются более равномерно, поэтому процент использования их (коэффициент поедаемости) увеличивается на 5-10% в опытах ВИК (Колосова А.В.), а в опытах ВНИИ мясного скотоводства (Евсеев В.И.) даже на 35-45%.

Долгие годы господствовало мнение о необходимости высевать в травосмеси длительного использования 10-15 видов трав. Сейчас рекомендуется высевать травосмеси с числом видов не более 6-7. В среднем высевают 3-4 вида в травосмеси, состоящие преимущественно из злаковых и злаково-бобовых компонентов. Кутузова А.А. и др. (1985) [23] рекомендуют для создания культурных пастбищ высевать травосмеси с нормами высева семян, приведенные в таблице.

При пастбищном использовании требуется давать равномерный выход полноценного корма на протяжении всего пастбищного сезона. Поэтому обычно вводят в травосмеси и раннеспелые, и позднеспелые и среднеспелые виды. Мятлик луговой, ежу сборную, лисохвост луговой и клевер белый высевают в ранних травосмесях. Овсяницу луговую используют для средних. Тимофеевку, кострец безостый, клевер красный, люцерну - для поздних травосмесей [24]. Однако, как показывают результаты полевых наблюдений, сроки отрастания этих трав разнятся незначительно, а нередко готовность их к стравливанию наступает одновременно или с разницей в 2-3 дня, что не является существенным отличием. Кроме того, непостоянство климатических условий также оказывает существенное влияние на сроки отрастания трав и изменяет продолжительность фаз вегетации растений. Таким образом, сроки отрастания трав не могут являться основополагающими при организации культурных пастбищ в системе зеленого конвейера.

Многие научно-исследовательские разработки рекомендуют включать в состав травосмесей 3-4 вида злаковых и бобовых растений [25, 26, 27]. При этом не указывается, как изменяется компонентный и химический состав в них в зависимости от цикла стравливания или укоса. Известно, что в многовидовых травостоях иногда химический состав меняется иначе, чем в травостоях однородного состава в связи с различными агротехническими мероприятиями и режимом использования. Например, внесение азотных удобрений на злаковых травостоях приводит к увеличению содержания протеина в корме, а на бобово-злаковых может привести к снижению его содержания в связи с уменьшением количества бобовых. Варьирование элементов в растениях затрудняют балансирование рационов. Включение в состав травосмеси высокобелковых культур увеличивает и без того достаточное, а нередко избыточное содержание протеина в рацио-

нах. Это в свою очередь ведет к ухудшению сахаропротеинового отношения, а его снижение до 0,34 приводит к уменьшению переваримости питательных веществ и использования азота [28, 29], что заставляет давать животным комбикорма в качестве подкормок к зеленому корму.

Таблица - Норма высева семян многолетних трав в травосмесях для культурных пастбищ, кг/га

Многолетняя трава	Тип травосмесей по срокам поступления пастбищной массы												
	ранние				средние				поздние				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Клевер луговой									10				
Клевер ползучий									3	3			
Клевер гибридный										8			
Люцерна пестрогибридная											10		
Ежа сборная	5	8	5	5	8	6	6	6				4	
Лисохвост луговой	10		15										
Овсяница луговая		6		12	12	10	8	12	12	12	12		12
Кострец безостый							15					10	
Тимофеевка луговая		4			8	6			8	8	4	8	
Райграс многолетний													18
Мятлик луговой	5			5			5	5					5
Всего:	20	18	20	22	28	22	34	23	33	31	24	24	23

Другими важными элементами питания, по которым в летний период кормления наблюдается изменение содержания в растениях, являются крахмал и клетчатка. В условиях пастбищного содержания скота избыток протеина и недостаток энергии, клетчатки, крахмала и минеральных веществ, приводит к нарушению пищеварения, ухудшению здоровья животных и недополучению животноводческой продукции [30, 31].

Кроме того, в пастбищной траве содержится большое количество воды, что приводит к уменьшению поступления питательных веществ в организм животных, снижению уровня сухого вещества, клетчатки, а, следовательно, к возможному дефициту энергии корма. Как известно, химический состав корма зависит в первую очередь от вида растений в травосмеси [32, 33]. Поэтому насыщение травосмесей растениями одного семейства обладающими сходным химическим составом не решает вопрос полноценности рационов. На культурных пастбищах часто меняющийся компонентный состав обуславливает необходимость постоянного контроля за продуктивностью и химическим составом травосмесей.

Одним из важных условий включения кормовых культур в состав травосмесей для культурных пастбищ является их отавность [34]. По отавности многолетние травы условно разбиты на три группы: 1) растения с относительно слабо выраженной отавностью - двукисточник тростниковый, райграс высокий, пырей ползучий, тимофеевка луговая; 2) растения со средне выраженной отавностью - овсяница луговая, ежа сборная, кострец безостый; 3) растения с хорошо выраженной отавностью - овсяница красная, мятлик луговой, райграс многолетний и др. Однако исследования, проведенные нами в условиях Орловской области, показали, что состав групп изменяется в зависимости от конкретных условий. Так двукисточник тростниковый отрастал одновременно, а нередко и быстрее чем кострец безостый и ежа сборная. В бобово-злаковых травосмесях быстротой отрастания отличались бобовые компоненты - клевер луговой, эспарцет виколистный, уступая одновидовым посевам злаковых трав на 2-3 дня.

Таким образом, отавность изменяется в зависимости не только от способов ухода, вида и состояния растений, но и от того, произрастает культура в чистом виде или в травосмеси. Поэтому возникает возможность одновременного стравливания кормовых культур разного химического и компонентного состава. Предпочтение при выборе может быть отдано культурам и травосмесям, обладающим более высоким потенциалом продуктивности и энергоемкости, хорошим химическим составом.

Несмотря на то, что многие растения обладают хорошей отавностью, не все они могут быть эффективно использованы в системе зеленого конвейера при создании культурных пастбищ. Так, люцерна хорошо отрастает после скашивания в фазе цветения, а после стравливания несколько слабее, а клевер хорошо отрастает при любом типе использования [35]. То же можно сказать и о злаковых культурах, на которые стравливание в различные фазы вегетации оказывает значительное воздействие.

Как известно, не все растения обладают хорошей устойчивостью к выпасу. Чаще всего первыми из травостоя исчезают высокорослые бобовые растения. Поэтому необходимо следить за составом травосмесей и производить подсев бобового компонента при его больших выпадах. Так, например, в бобово-злаковых травосмесях на второй год пользования клевер сильно изреживается, в травостое начинает преобладать злаковый компонент. Как следствие, резко изменяется химический состав корма. Поэтому требуется постоянное регулирование элементов питания и обменной энергии в травосмеси, что в настоящее время не проводится в хозяйствах, так как нет научно обоснованных рекомендаций по регулированию этого процесса.

Следовательно, при подборе многолетних трав на зеленый корм необходимо учитывать условия его вы-

ращивания и использования, потому что элементы питания и биологически активные соединения в нем находятся в непосредственной зависимости от технологии возделывания растений, фазы вегетации и компонентного состава травосмесей.

Литература

1. ***Simon W. Yur.*** Methodic der Ackereweit // Wirtschaftliche Ackerweide. Berlin. 1966. P. 63-76.
2. ***Neuman W., Yriev Y.*** Untersuckungen uber Milchmenge, Fett-und Eiweissgehlt der milch bei Sommer - Stallfutterung und Weidegang. // Jierzucht. 1989. № 4. P.158-163.
3. ***Андреев Н.В., Зотов А.А.*** Лугопастбищное хозяйство при интенсивном ведении животноводства за рубежом. // Сельское хозяйство за рубежом. 1970. № 5. С. 38-44.
4. ***Андреев А.В., Зотов А.А.*** Организация культурных пастбищ в промышленном животноводстве. - М.: Агропромиздат, 1985. 240 с.
5. ***Жуков Б.П., Барышникова К.В.*** Сравнительная оценка летнего стойлового содержания коров и пастьбы на естественных и улучшенных пастбищах. // Тр. Дальневосточного НИИСХ. 1977. Т. 18. Ч. 3. С. 65-69.
6. ***Андреев Н.Г.*** Орошаемые культурные пастбища - гарантированный источник получения дешевого полноценного корма. // Научные труды ВНИИ кормов. М. 1984. Вып. 30. С.39-47.
7. ***Schste J.L., Leon Garcia R.C.*** Phenology and forage production of cool season grasses in the southern Plains. // L. Range Manag. 1973. V. 26. 5. P. 336-339.
8. ***Porsons J.J.*** Spread of Afican pasture grasses the American tropics. // Rang Manad. 1972. V. 25. 1. P. 12-17.
9. ***Веретенникова В.Г.*** Эффективность использования кормовых травосмесей для высокопродуктивного скота / В. Г. Веретенникова, Н. Г. Веретенников // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 20–22 января 2010 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 2. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2010. С.232-234.
10. ***Шлапунов В.Н., Гольдман Р.А.*** Зеленый конвейер. Минск: Ураджай. 1978. 64 с.
11. **Кутузова А.А.** Культурные пастбища для фермерских хозяйств в Нечерноземной зоне. //Кормопроизводство. 1994. № 2. С. 20-25.
12. ***Кочкарев В.Р.*** Совершенствование летнего кормления коров молочных и мясных пород в условиях сухих субтропиков. Автореферат докторской диссертации. Ленинград, 1986. 35 с.
13. ***Луговодство и пастбищное хозяйство.*** / Ларин И.В., Иванов А.Ф., Бегучев П.П. - 2-е изд. перераб. и доп. Л. Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1990. 600 с., ил.
14. ***Растениеводство Центрально-Черноземного региона*** /Федотов В. А. Коломейченко В.В. Коренев Г.В. и др. Под ред. Федотова В.А., Коломейченко В.В. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края. 1998. 464 с.
15. ***Урожайность и питательная ценность злаково бобовых травосмесей в зависимости от сроков сева в условиях Нижнего Поволжья*** / Ш. Б. Байрамбеков, Д. С. Кадралиев, А. В. Филиппова, К. В. Исаев // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2019. № 4(42). С.3-10.
16. ***Вильямс В.Р.*** Луговодство и кормовая площадь. 3-е изд. М: Сельхозгиз, 1933.
17. ***Привалова К. Н.*** Ботанический состав и качество пастбищного корма при использовании разновозрастных злаковых травостоев / К. Н. Привалова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов, Ярославль, 04–06 мая 2022 года. Том Выпуск 27 (75). Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса", 2022. С. 113-117.
18. ***Рекомендации по технологии возделывания многолетних трав на семена***. Под ред. чл.-корр. РАСХН В.В. Коломейченко //М., ВАСХН, ВНИИ кормов им. Вильямса В.Р., ОГСХА, Шатиловская сельскохозяйственная станция им. П.И Лисицина. 1998.
19. ***Высокопродуктивные кормовые севообороты***./ Шпаков А.С., Гришина Л.В., Макарова Т.И. и др., // Кормопроизводство. 1997. № 12. С. 15-19.
20. ***Каджюлис Л.Ю.*** Выращивание многолетних трав на корм. Л.: Колос, 1977. 246 с.
21. ***Теория и практика укосно-пастбищного использования луговых травостоев***./Ахламова Н.М., Тебердиев Д.М., Кулаков В.А. // Кормопроизводство. 1998. № 6. С.17-20.
22. ***Привалова К.*** Качество корма и ботанический состав разновозрастных пастбищных травостоев / К. Привалова, Е. С. Батищев // Перспективные агрохимические технологии повышения качества кормов: Доклады симпозиума, Немчиновка, 04–05 июля 2002 года. Немчиновка: Типография Россельхозакадемии, 2002. С.168-171.
23. ***Рекомендации по организации культурных пастбищ для ремонтного молодняка молочного скота*** /Андреев А.В., Кутузова А.А. и др./. М.: Агропромиздат. 1985. 30 с.
24. ***Сенокосы и пастбища***. /Под ред. Ларина Ч.В. Л.: Колос, 1969. 704 с.
25. ***Методические указания по проектированию созданию и использованию культурных пастбищ***. /Гульцев В.С., Медведев М.Я. и др./ М.: Колос. 1976. 41 с.
26. ***Биологические и экологические аспекты травосеяния в Орловской области*** /Парахин Н.В.// Кормопроизводство. 1997. № 9. С. 20-23.

27. ***Веретенников Н.Г.*** Травосмеси для создания пастбищ в условиях Курской области / Н. Г. Веретенников, В. Г. Веретенникова // Аграрная наука - сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 27–28 января 2009 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 1. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2009. С.243-247.
28. ***Питательная ценность пастбищного корма в зависимости от ботанического состава травостоев и интенсивности использования***/ Ганичева В.В.// Сб. научных трудов ЛСХИ «Интенсификация кормопроизводства на Северо-Западе РСФСР». Л., 1987. С 56-62.
29. ***Эффективность метода энергетического баланса при определении поедаемости пастбищной травы дойными коровами***/ Кочкарев В.Р.// Сб. научных трудов ТНИИЖ «Селекция и кормление КРС». Душанбе, 1988. С.60-69.
30. ***Биологическая полноценность кормов.*** /Григорьев Н.Г., Волков Н.П., Воробьев Е.С. и др. М.: Агропромиздат, 1989. 287 с.
31. ***Кочкарев В.Р.*** Как улучшить аминокислотный состав травы культурных пастбищ. Кн. Пути увеличения надоев молока, Калининград, 1992. С. 50-66.
32. ***Кочкарев В.Р.*** Использование молочными коровами минеральных веществ травы орошаемых пастбищ. Известия АН ТаджССР, отделение биол. наук. № 3, 1989. С.40-44.
33. ***Привалова К. Н.*** Качество пастбищного корма в зависимости от состава и возраста травостоя / К. Н. Привалова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Соленое Займище, 10–12 августа 2021 года / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. Соленое Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С.370-373.
34. ***Фаткулина Н. С.*** Отавность многолетних трав и травосмесей / Н. С. Фаткулина // Вестник Торайгыров университета. Химико-биологическая серия. 2021. № 3. С.79-86.
35. ***Максимов Д.С.*** Агротехника высоких урожаев многолетних трав. М.: Россельхозиздат, 1966. 85 с.

Поступила в редакцию: 30.11.2023 г.
Принята к публикации: 27.01.2024 г.

Митина Е.В., кандидат с.-х. наук, amigo1870@yandex.ru, **Резвякова С.В.,** д. с.-х. н., заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, lana8545@yandex.ru,, **Митин А.Р.,** студент 2 курса ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

УДК 612.392.7:633.75+635.491:581.144.2

[1]Евдокимов Н.С., кандидат технических наук
[2]Иванова Т.Н., доктор технических наук, профессор
[1]Евдокимова О.В., доктор технических наук, профессор
[1]ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия
[2]ФГБОУ ВО Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия
Evdokimov N.S., Candidate of Technical Sciences, e-mail: dredasti@mail.ru
Ivanova T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor
Evdokimova O.V., Doctor of Technical Sciences, Professor
[1]FGBOU HE Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina, Orel, Russia
[2]FGBOU HE Oryol State University named after I.S. Turgeneva, Orel, Russia

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ТЕХНОЛОГИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

(Comparative characteristics of antioxidant properties of medicinal plant raw materials used in functional food products technologies)

Реферат. Указана роль антиоксидантной недостаточности лекарственных растений в создании функциональных пищевых продуктов. Исследованы антиоксидантные свойства растительного сырья, рекомендованного для улучшения работы органов пищеварительной системы. Высокие показатели гидроксилрадикальной активности установлены у плодов тмина, способность связывать свободные радикалы высокая у плодов тмина, фиторастрола и корней одуванчика

Ключевые слова: антиоксидантные свойства, лекарственное растительное сырье, гидроксилрадикальная активность. свободные радикалы, корни одуванчика, фенхеля плоды, плоды тмина, цветки бессмертника, фиторастрол

Abstract. The role of antioxidant deficiency of medicinal plants in the creation of functional food products is indicated. The antioxidant properties of plant materials recommended for improving the functioning of the digestive system were studied. High levels of hydroxyl radical activity have been found in caraway fruits; the ability to bind free radicals is high in caraway fruits, phytorastrol and dandelion roots.

Key words: antioxidant properties, medicinal plant materials, hydroxyl radical activity. free radicals, dandelion roots, fennel fruits, caraway fruits, immortelle flowers, phytoastrol

В настоящее время одной из серьезных проблем является снижение уровня обеспечения населения эссенциальными биологически активными веществами, в том числе антиоксидантного ряда, что является причиной увеличения числа неинфекционных заболеваний. Для предупреждения развития необходима интенсификация производства пищевых продуктов с заданными свойствами, в том числе антиоксидантными, к которым относятся функциональные и специализированные пищевые продукты.

Антиоксидантная недостаточность возникает при дисбалансе между прооксидантными и антиоскидантными процессами в организме человека. Прооксидантные процессы возникают при повышенном образовании свободных радикалов или снижении активности антиоксидантной системы. В результате повышается уровень пероксидного окисления липидов, что снижает иммунитет и вызывает различные заболевания [1] Свободнорадикальное окисление с избыточным образованием активных форм кислорода происходит при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды, не соблюдение здорового образа жизни, в том числе нерациональное питание [2, 3]. При активации процессов перикисного окисления повреждаются клеточные мембраны, происходят мутагенные и цитотоксические изменения, что вызывает нарушение функционирования клеток и организма в целом. Нарушения приводят к преждевременному старению организма и серьезным заболеваниям [4, 5].

Образованию активных форм кислорода способствуют вещества – прооксиданты, которые ускоряют процессы старения, что связано с окислительной деструкцией митохондрий и снижением ими выработки аденозинтрифосфата [6, 7, 8].

Лекарственное растительное сырье (ЛРС), как источник биологически и физиологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, используется в технологиях пищевых продуктов. Антиоксиданты растительного сырья в химическом отношении близки к составу метаболитов организма человека, поэтому доступны воздействию ферментативных систем [9]. Лекарственные растения входят в состав биологически активных добавок, которые имеют значительное преимущество с синтетическими препаратами. Проводятся исследования химического состава способов извлечения биологически активных веществ из растительного сырья [10, 11, 12, 13]. Положительная тенденция использования лекарственных растений в профилактике лечения наблюдается на мировом рынке. Результаты социологических исследований показали, что более 50% населения США и Германии предпочитают лечение травами [10]. Такая же тенденция наблюдается и на Российском рынке. В связи с этим ежегодно расширяется ассортимент, увеличивается производство препаратов и биологически активных добавок на основе ЛРС.

Изучено влияние термической обработки на антиоксидантную активность композитной смеси из

ЛРС, низкомолекулярные метаболиты, минеральный и витаминный состав смеси [14, 15, 16, 17].

Актуальным является обоснование использования ЛРС для создания биологически активных добавок и пищевых продуктов функционального и специализированного назначения, предупреждающих развитие неинфекционных заболеваний, одними из которых являются нарушение функции пищеварительной системы. С учетом образа жизни современного человека, включая несбалансированные рационы питания, стрессы, неблагоприятную экологическую обстановку, использование в питании некачественных и генномодифицированных продуктов Всемирная организация здравоохранения считает, что в середине 21 века заболевания органов пищеварения займут одно из ведущих мест [18]. Поэтому проблема, имеющая социально-экономическую значимость, должна решаться как на государственном, так и на региональном уровне [19].

Цель исследований

Целью работы является исследование антиоксидантных свойств растительного сырья, как ингредиентов для создания функциональных пищевых продуктов, улучшающих пищеварение.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются:

1. Корни одуванчика – РУ№ ЛС 003806/01. Производитель: ООО Фирма «Здоровье».
2. Фенхеля плоды – ЛСР-000168/08, производитель ПФК «Фитофарм» ООО.
3. Плоды тмина – РУ№ ЛС 001419. Производитель: ООО Фирма «Здоровье».
4. Фитогастрол – РУ№ ЛС 002731. Производитель: АО «Красногорсклексредства».
5. Цветки бессмертника песчаного – РУ№ ЛС 001832/08. Производитель: ООО Фирма «Здоровье».

Методы исследования:

Гидроксилрадикальную активность (ГА) экстрактов определяли салициловокислотным методом. Раствор $FeSO_4$ (0,5 мл, 9 ммоль/л) и раствор салициловой кислоты в этаноле (0,5 мл, 9 ммоль/л) добавляли к экстракту (0,5 мл), а затем после тщательного встряхивания добавляли раствор H_2O_2 (0,5 мл, 9 ммоль/л). Поглощение полученного раствора (A_1) измеряли при 510 нм после инкубации при 37°С в течение 30 мин. Аналогично готовили контроль мутности (К) за исключением того, что растворы сульфата железа, салициловой кислоты в этаноле и перекиси водорода заменяли дистиллированной водой. Величина абсорбции раствора, полученного при замене салициловой кислоты в этаноле этанолом обозначали A_2, а оптическую плотность раствора, полученного при замене образца водой обозначали как A_0. Измерения проводили относительно дистиллированной воды [20].

Гидроксилрадикальную активность рассчитывали по формуле (1):

$$ГА\ (\%) = [1 - (A_1 - K - A_2)/A_0] \times 100, \quad (1)$$

В качестве образца сравнения применяли 0,01 % водный раствор аскорбиновой кислоты (АК).

Способность связывать свободные радикалы (СР) экстрактами определяли по методу DPPH. Приготовленные экстракты (700 мкл) смешивали с раствором 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила в этаноле (700 мкл, 0,2 ммоль/л). Поглощение (A_1) полученного раствора измеряли при 517 нм после 30 мин инкубации при 37 °С. Аналогично готовили контроль мутности (К) за исключением того, что раствор DPPH заменяли дистиллированной водой. Значение поглощения раствора путем замены этанольного раствора DPPH этанолом, обозначали как A_2, значение поглощения раствора путем замены раствора образца водой обозначали A_0. Измерения на спектрофотометре проводили относительно дистиллированной воды [Purification].

Ингибирование радикалов DPPH образцами рассчитывали в соответствии со следующим уравнением (2):

$$СР\ (\%) = [1 - (A_1 - K - A_2)/A_0] \times 100, \quad (2)$$

В качестве образца сравнения применяли 0,00125 % водный раствор аскорбиновой кислоты (АК).

Оптическую плотность растворов определяли на спектрофотометре СФ-2000 с использованием кювет из кварцевого стекла с длиной оптического пути 10 мм.

Исследование проводили в четырехкратной повторности.

При исследовании гидроксилрадикальности активности экстракты разводили дистиллированной водой 1 : 3, а при изучении способность связывать свободные радикалы – экстракты разводили дистиллированной водой 1 : 10.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования гидроксилрадикальной активности экстрактов исследуемого ЛРС, проведенные салициловокислотным методом и способность экстрактов ЛРС связывать свободные радикалы по методу DPPH, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты исследования гидроксилрадикальной активности экстрактов ЛРС (салициловокислотный метод)

Номер образца	Гидроксилрадикальная активность, %
1	12,93±0,41
2	13,02±0,95
3	98,02±0,39
4	5,52±0,62
5	12,243±0,62
АК – 0,01 %	41,98±0,21

Таблица 2 – Результаты исследования способности экстрактов ЛРС связывать свободные радикалы (метод DPPH)

Номер образца	Способность связывать свободные радикалы, %
1	37,97±2,51
2	29,12±1,22
3	77,17±3,48
4	43,54±1,63
5	30,4±1,21
АК – 0,00125 %	54,65±1,56

Результаты исследования показали, что наибольшую ГУ имеет плоды тмина – 98%, что объясняется высоким содержанием в плодах тминного масла (до 6%), состоящего из карвона, лимонена, обуславливающих выраженный запах, а также содержатся кверцетин, кемпферол, дубильные вещества, обладающие бактерицидными и антиоксидантными свойствами, содержание жирного масла составляет до 22%. Тмин применяется при расстройствах функции кишечника, возбуждает аппетит, улучшает пищеварение, применяется при гастритах, кишечных коликах, хронических атонических запорах, на мускулатуру кишечника действует спазмолгически. По показателю ГА тмин более чем в два раза превосходит образец сравнения (0,01% раствор аскорбиновой кислоты).

Плоды фенхеля, корни одуванчика, цветки бессмертника имеют низкую ГА (12-13%), что ниже значения образца сравнения в 3,5 раза и по сравнению с плодами тмина в 8 раз. Плоды фенхеля содержат до 6% эфирного масла, до 18% жирного масла, до 20% белковых веществ, до 5% сахаров. Эфирное масло состоит из фенхона, анисовой кислоты, анисового кетона, камфена, комфена, лимонена, пинена, дипентена, обуславливающих пряный вкус и аромат. Фармакологические свойства плодов фенхеля заключаются в усилении секреции железистого аппарата желудка, раздражают рецепторы слизистых оболочек желудка. Плоды фенхеля входят в состав желчегонного, ветрогонного и успокоительных сборов.

Корни одуванчика содержат для 24% инулина, жирное масло, содержащего глицериды жирных кислот (пальмитиновой, олеиновой, линолевой), содержат горечи, которые возбуждают аппетит, применяют при гастритах для повышения секреции пищеварительных желез, а также используется в качестве желчегонного, противовоспалительного, мочегонного средства, нормализует обмен веществ.

Из цветков бессмертника выделены дубильные и красящие вещества, горечи, смолы, эфирное масло, витамины и флавоноиды (гликозиды и свободные агликоны). Бессмертник песчаный применяется при заболеваниях печени и желчных путей. Под влиянием препаратов бессмертника исчезают диспепсические расстройства, сокращаются размеры печени, усиливается желчеотделение, уменьшается количество билирубина и холестерина в крови, стимулируется работа кишечника и поджелудочной железы, усиливается перистальтика кишечника, секреторная функция желудка и поджелудочной железы, повышается диурез. Выпускается в таблетках под названием «Фламин», в виде сухого экстракта, представляющего собой гранулированный порошок и в виде измельченных цветков, которые входят с в состав желчегонных сборов.

Фитогастрол – желудочно-кишечный сбор имеет самую низкую ГА (5,5%), что в 7,6 раза ниже образца сравнения. В состав сбора входят ромашка аптечная, мяты перечной листья, плоды укропа, корневища аира, корни солодки. Согласно показаний к применению сбор используют при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и печени, оказывает спазмолитическое, противовоспалительное, желчегонное действие.

Исследовали способность связывать свободные радикалы (СР) установлено, что плоды тмина превосходят по этому показателю все объекты и образец сравнения (в 1,4 раза). Наименьшую способность проявили плоды фенхеля (29%) и цветки бессмертника (30,4%). СР корней одуванчика составляет около 38%, то есть 69,5% от образца сравнения, в сборе «Фитогастрол» - более 40%, то есть79,7% от образца сравнения.

Выводы:

1. Гидроксилрадикальную активность отдельных видов ЛРС, как ингредиентов функциональных пищевых продуктов существенно отличается: наибольшая ГА установлена у плодов тмина (98%), что выше образца сравнения в 2,3 раза; низкую ГА имеет сбор «Фитогастрол» - 13,1% от образца сравнения, корни одуванчика. плоды фенхеля, цветки бессмертника – соответственно 12,9; 13,0; 12,2.

2. Наиболее высокая способность связывать свободные радикалы установлена в плодах тмина (77,2%), что выше образца сравнения в 1,4 раза; у остальных исследованных образцов данный показатель ниже.

3. Характеристика антиоксидантных свойств исследуемого лекарственного растительного сырья, показала возможность использовать его в технологиях функциональных пищевых продуктов, как перспективного источника биологически активных веществ.

Литература

1. ***Арутюнян, А.В.*** Методы оценки свободно радикального окисления и ан- тиоксидантной системы организма [Текст] / А.В. Арутюнян, Е.Е. Дубинина, Н.Н. Зыбина. – СПб.: ИКФ «Фолиант», 2000. – 104 с.
2. ***Бушуева, Г.Р.*** Кипрей узколистный – перспективный источник биологически активных соединений [Текст] / Г.Р. Бушуева, А.В. Сыроешкин, Т.В. Максимова, А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2016. – № 17(2). – С.15−23.
3. ***Васенина, Е.Е.*** Окислительный стресс в патогенезе нейродегенеративных заболеваний: возможно-

сти терапии [Текст] / Е. Е. Васенина, О. С. Левин // Современная терапия в психиатрии и неврологии. – 2013. – № 3–4. – С. 39–46.

4. ***Воробьева, Е.Н.*** Роль свободнорадикального окисления в патогенезе болезней системы кровообращения [Текст] / Е. Н. Воробьева, Р. И. Воробьев // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук. – 2005. – Т. 118, № 4. – С. 24–30.
5. ***Выделение и анализ природных биологически активных веществ*** [Текст] / Е. А. Краснов, Т. П. Березовская, Н. В. Алексеюк и др. – Томск : Изд-во Томского ун-та, 1987. – 184 с.
6. ***Мартусевич, А.К.*** Антиоксидантная терапия: современное состояние, возможности перспективы [Текст] / А. К. Мартусевич, К. А. Карузин, А. С.Самойлов // Биорадикалы и антиоксиданты. – 2018. – Т. 5, № 1. – С. 5−23.
7. ***Мартусевич, А.К.*** Оксидативный стресс и его роль в формировании дез- адаптации и патологии [Текст] / А. К. Мартусевич, К. А. Карузин // Биорадикалы и антиоксиданты. – 2015. – Т. 2, № 2. – С. 5–18.
8. ***Толмачев, О.А*** Влияние обработки высоким давлением растительного сырья на экстрагирование биологически активных веществ и сохранность экстракта [Текст] / О. А. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 5(40). – С. 53−57.
9. ***Кароматов, И.Д.*** Кипрей узколистный, иван-чай [Электронный ресурс] / И. Д. Кароматов, Н. И. Тураева // Биология и интегративная медицина. – 2016. – № 6. – С. 160−169. – Режим доступа: http://integmed.uz/files/6n2016.pdf.
10. ***Аткинс Р.*** Биодобавки доктора Аткинса. Природная альтернатива лекарствам при лечении и профилактике болезней / Пер. с англ. А.П. Киселева. - М.: РИПОЛ КЛАССИК, Трансперсональный Институт, 1999. - 480 с.
11. ***Беспалов В.Г., Некрасова В.Б., Иорданишвили А.К.*** Современный взгляд на биологические добавки к пище и их использование в лечебно-профилактических целях клинической медицине // Медицина. XXI ВЕК. – 2007. – №9. – С. 86-94.
12. ***Биологически активные добавки в питании человека*** [Текст]/ под ред. В. А. Тутельяна, Б. П. Суханова, А. Н. Австриевских. – Томск: Медицина, 1999. – 364 с.
13. ***Mitsuoka T.*** Intestinal flora and host // Asian Med. J. 1988, 31, 400-409.
14. ***Евдокимов Н.С.*** Влияние термической обработки на антиоксидантную активность ингредиентов композиционной смеси для плавленых сыров / Н.С. Евдокимов, С.А. Калманович, Т.Н. Иванова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2019. № 4. – С.23-26.
15. ***Евдокимов, Н.С.*** Минеральный состав растительных ингредиентов питательной смеси для плавленых сыров / Н.С. Евдокимов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 3. – С 81-83.
16. ***Евдокимов Н.С.*** Состав низкомолекулярных метаболитов растительного сырья, используемого для обогащения продуктов питания / Евдокимов Н. С., Сафронова, О. В. // Известия вузов. Пищевая технология. - 2020. № 4. - С.21-24.
17. ***Евдокимов, Н.С.*** Характеристика витаминного состава растительного сырья для использования в технологии плавленых сыров / Евдокимов Н.С., Бутенко И.В., Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 1. С.65-70.
18. ***Сердюков М.А.*** Особенности динамики общей заболеваемости от болезней органов пищеварения в Астраханской обрасти / М.А. Сердюков, Сердюкова Т.В. // Журнал научных статей. Здоровье и образование в XXI веке. - 2016- 18 с. 90-92.
19. ***Кореневская Е.В., Лопухова В.А.*** / Медикосоциальная значимость проблемы первичной гастроэнтерологической заболеваемости в РФ. Эфективный менеджмент здравоохранения: Стратегии инноваций. – Сб. Мат. Всероссийской научно-практической конференции. – 2018 с. – 129-132.
20. ***Hu S. M.*** Purification, characterization and biological activities of exopolysaccharides from Lactobacillus rhamnosus ZFM231 isolated from milk / S. M. Hu [et al.] // Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 147. – P. 111561.

Поступила в редакцию: 15.01.2024 г.
Принята к публикации: 27.01.2024 г.

[1]**Евдокимов Н.С.,** кандидат технических наук, [2]**Иванова Т.Н.,** доктор технических наук, профессор, [1]**Евдокимова О.В.,** доктор технических наук, профессор, [1]ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия [2]ФГБОУ ВО Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия, e-mail: dredasti@mail.ru

PUBLICATION ETHICS OF THE JOURNAL

The ***Biology in Agricultural*** is guided by the principles of the COPE (Committee on Publication Ethics) and the Declaration of the Russian Association of Science Editors and Publishers (ANRI) on ethical principles of scientific publications.
The editorial board is responsible for the prevention of unfair practice in publishing activity. All the articles which don't correspond to the below-specified principles, i.e. in case the dishonesty or unethical behavior of participants are found at any stage (even after the publication), will be immediately withdrawn.

1. Duties of the editorial board

1.1. The editorial board considers all the materials of the manuscript presented by the author and makes the objective decision on a possibility of their publications, proceeding from the relevance and reliability of the conducted research and also compliance to the journal profile.
1.2. The editorial board has to treat the author with respect regardless of his/her gender, race or other subjective qualities.
1.3. The editorial board has to respect copyright for intellectual property, preventing disclosure of the research data or their use for personal reasons without coordination with the author.
1.4. The editorial board has to exclude the materials containing falsification of results and plagiarism and also repeated copying of information and false authorship attributing from the publication.
1.5. The editorial board has to provide confidentiality and anonymity of reviewing manuscript materials.
1.6. The editorial board has to involve only high-class profile experts in articles reviewing.

2. Duties of the authors

2.1. The authors of the articles with results of original researches have to present justification of the relevance of their research, the exact report on the performed work and objective discussion of its importance. The specific basic data have to be presented in the article. The work has to be rather detailed and contain references that would allow other researchers to reproduce its results. False pretenses or obviously inexact statements are unethical behavior and are unacceptable.
2.2. The authors can be asked to present primary data connected with the materials presented in the article for editorial consideration. These data have to be prepared for the public access to them. The authors have to guarantee that they have written completely original work and if they used work and/or the words of other authors, they should have the corresponding references. All the articles received by the edition, undergo plagiarism tests. To be accepted for the publication the article should possess not less than 80% of uniqueness of the text.
2.3. Not to give manuscript materials for the consideration to the publication to more than one journal and also not to take part in the repeated and duplicating publications that is regarded as self-plagiarism. The submission of the same manuscript to more than one journal at the same time is observed as an unethical behavior and is unacceptable.
2.4. The corresponding references to works of other authors are obligatory requirements. The authors have to refer to the publications which had the defining impact on the nature of the presented work.
2.5. The list of the authors has to be limited by those who have made an essential scientific contribution to the concept, development, performance or interpretation of the presented research. If there are also other participants of the research project, they have to be mentioned in acknowledgements or are listed as assistants or sponsors. The author, who the correspondence is carried out with, has to guarantee that the list of authors is full, all authors have approved a final version of the article and have signed consent to the publication.
2.6. If the work is connected with the chemicals, dangerous procedures or equipment, the author has to define them accurately in the manuscript.
2.7. All the authors have to disclose the information about all the sources of financial or other support of the research, which results are presented in the manuscript, and indicate separately the role and contribution of each part.
2.8. If essential inaccuracies or wrong conclusions in the manuscript accepted for the publication or already published are detected, the author has to inform the editorial board of the journal about it in due time for the adjustment, refutation or withdraw of the work.
2.9. If the editorial board makes the decision to approve the publication of the manuscript, the author reserves the right for its text without any restrictions and also agrees to transfer the right for its edition and distribution (in electronic and paper versions), including its publication in the scientific citation bases and its full text version in the scientific electronic library elibrary.ru and on the journal website at free access.

3. Duties of the reviewers

3.1. The author/co-author of the manuscript can't act as its reviewer.
3.2. Any article received for reviewing has to be considered as a confidential document. It shouldn't be shown to the third party or be discussed with them, except for the people designated by the editor-in-chief or his deputy.
3.3. The reviewers have to guarantee the maximum objectivity of the review on the basis of relevance, scientific importance, reliability and novelty of the results of the research carried out by the author. Any critical remarks of the subjective character resulting from the personal attitude towards the author or any other reasons are unacceptable and aren't allowed.

3.4. The reviewers have to check the clarity of presentation of the reviewed material and references to all the used data from earlier published works in it.
3.5. Any reviewer who feels insufficiently competent for reviewing the research submitted in the article or knows that timely consideration will be impossible has to inform the editorial board about it and not to participate in the reviewing process.
3.6. The reviewers shouldn't keep the copies of the manuscripts. Besides, the closed information or the ideas received during the reviewing have to remain confidential and not be used for the personal benefit.
3.7. The reviewers shouldn't consider articles to which they have conflict of interests resulted from the competition, cooperation or other relations with other authors, companies or institutes connected with the article.
3.8. The reviewers have to reason the conclusions about the reviewed manuscript so that their objectivity and legitimacy was clear to the author and members of the editorial board.
3.9.The reviewers are obliged to inform the members of the editorial board if the reviewed manuscript has considerable similarity to earlier published articles, that is about plagiarism cases.

4. Conflict of interests

All the participants of the publication process (the authors of the manuscript, the members of the editorial board and the reviewers) have to report about any conflict of interests connected with the possible competition and also with their personal or other relations. The authors are responsible for the absence of any conflicts of interests during the preparation of the manuscript. The duties of the editorial board and reviewers include ensuring objective and independent work on the manuscript presented by the authors. If any conflict situations arise at this stage, the corresponding people have to devolve the power to other members of the editorial board or reviewers.

scientia, virtus, libertas