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

Biology in Agriculture

Биология в сельском хозяйстве

№4, 2023

Научно-практический и теоретический журнал



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

Фундаментальные и прикладные исследования по селекции, генетике, биотехнологии, физиологи, 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»

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
Яровan Н.И., д. б. н., профессор

Комоликова И.В., к с.-х. н, секретарь

Содержание

стр.

Актуальные вопросы зоотехнии и ветеринарии

Мурленков Н.В., Шендаков А.И. Анализ распределений и взаимосвязи индексов племенной ценности симментальских быков-производителей австрийского происхождения при использовании геномной селекции (***Murlenkov N.V., Shendakov A.I.*** *Analysis of distributions and correlations of breeding value indices of Simmental bulls-sires of Austrian origin using genomic selection*)..... 2

Шендаков А.И., Шендакова Т.А., Ляшук Р.Н. Анализ изменения генеалогической структуры стада голштинского скота в ЗАО «Славянское» Орловской области за 2022 год (***Shendakov A.I., Shendakova T.A., Lyashuk R.N.*** *Analysis of changes in the genealogical structure of the Holstein cattle herd at ZAO Slavyanskoye in the Oryol region for 2022*) 8

Есаулова Л.А. Содержание и кормление телят молочных пород, выращиваемых на мясо с использованием ЗЦМ разных производителей (***Esaulova L.A.*** *Maintenance and feeding of dairy calves raised for meat using whole milk substitutes (ZCM) from different producers*)..... 18

Щербинина М.А., Якименко Н.Н., Кокурина Н.В., Клетикова Л.В. Динамика эритроцитарных индексов у несушек-бройлеров на фоне препаратов-эрготропиков (***Shcherbinina M.A., Yakimenko N.N., Kokurina N.V., Kletikova L. V.*** *Dynamics of erythrocyte indices in broiler laying hens against the background of ergotropic drugs*)..... 22

Рустамова С.И., Сафи Н.В., Юсифова К.Ю. Сезонная распространенность *Coxiella burnetii* в хозяйствах Азербайджанской Республики в 2022-2023 гг. (***Rustamova S.I., Safi N.V., Yusifova K.Y.*** *Seasonal prevalence of Coxiella burnetiiin the farms of the Azerbaijan Republic in 2022 -2023*)..... 27

Актуальные вопросы растениеводства

Евлаков П.М., Гродецкая Т.А., Евтушенко Н.А. Оценка потенциала секвестрации углерода у быстрорастущих тополей (***Evlakov P.M., Grodetskaya T.A., Evtushenko N.A.*** *Assessment of the carbon sequestration potential in fast growing poplars*)..... 31

Резвякова С.В., Со Влуссаньон Рафаэль, Бойе Мамбе Огюст-Дениз, Митина Е.В., Евдакова М.В. Перспективы микоризации выращивания *Hevea brasiliensis* в Кот-д'Ивуаре на основе арбускулярных микоризных грибов (обзор иностранных источников) (***Rezvyakova S.V., So Vlussagnon Raphael, Boye M. A.-D., Mitina E.V., Evdakova M.V.*** *Prospects of mycorrhisation of hevea brasiliensis cultivation in côte d'ivoir on the basisof arbuscular mycorrhizal fungi*)..... 37

Актуальные вопросы производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Бордюгова С.С., Белянская Е.В., Пащенко О.А., Зайцева А.А., Коновалова О.В. Исследование биологически безопасных методов предупреждения плесневения колбас (***Bordyugova S.S., Belyanskaya E.V., Pashchenko O.A., Zaytseva A.A., Konovalova O.V.*** *Study of biologically safe methods for the prevention of molding sausages*)..... 42

PUBLICATION ETHICS OF THE JOURNAL..... 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 ЛР№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: 11.12.2023 г. **Подписано в печать:** 18.12.2023 г. **Дата выхода:** 25.12.2023 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 ФГБНУ ФНЦ ЗБК (Орловская область)
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, 2023

УДК / UDC 636.082.23

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук
Murlenkov N.V., Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: chr98@yandex.ru
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

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ И ВЗАИМОСВЯЗИ ИНДЕКСОВ ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ СИММЕНТАЛЬСКИХ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВСТРИЙСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ*

(Analysis of distributions and correlations of breeding value indices of Simmental bulls-sires of Austrian origin using genomic selection)

Аннотация. Популярность программы геномной оценки быков в странах ближнего зарубежья за последние несколько лет привела к развитию методов молекулярно-генетического маркирования, а возникшая возможность геномного сканирования, позволила одновременно анализировать тысячи локусов в одном геноме. Такие методы геномного сканирования позволяют проводить картирование главных генов, ответственных за хозяйственно ценные признаки, на основе полиморфизма генетических маркеров. Благодаря геномной селекции, использующей различные индексы, степень выявления ценности животных возрастает уже в раннем возрасте, что определяет новизну и актуальность в системе племенной работы. В представленной статье изучены закономерности взаимосвязи и сила влияния ведущих племенных индексов при геномной оценке производителей. Объектом представленного исследования служили симментальские быки-производители разных возрастов, предметом – племенные индексы, характеризующие продуктивные и физиологические особенности животных. Анализ первичных данных по каждому быку проводился на базе «IBM SPSS Statistics» 27 с применением параметрических и непараметрических критериев. Была определена нормальность распределения изучаемых индексов (нулевая гипотеза сохраняется); выявлены достоверные различия между группами животных в зависимости от возраста (от 6,22 до 60,43, при p=0,01); проведен дисперсионный анализ при влиянии возраста на величины индексов (GZW – 2195,1; MW и FIT – 683,4 и 597,9, при p=0,0005); изучена степень взаимосвязи индексов методом парных корреляций (GZW и MW: +0,739; GZW и FIT: +0,628, при p=0,0005); построена регрессионная модель, которая описывает 61% случаев, где увеличение возраста быков влечет за собой возрастание индексов.

Ключевые слова: племенные индексы, геномный анализ, быки-производители, корреляция, дисперсионный анализ, критерий достоверности, коэффициенты регрессии.

Abstract. The popularity of the program for genomic assessment of bulls in neighboring countries over the past few years has led to the development of molecular genetic marking methods, and the emerging possibility of genomic scanning has made it possible to simultaneously analyze thousands of loci in one genome. Such genomic scanning methods make it possible to map the main genes responsible for economically valuable traits based on the polymorphism of genetic markers. Thanks to genomic selection using various indices, the degree of identification of the value of animals increases at an early age, which determines novelty and relevance in the breeding system. This article examines the patterns of relationships and the strength of influence of leading breeding indices in the genomic assessment of sires. The object of the presented research was Simmental bulls-sires of different ages, the subject was breeding indices characterizing the productive and physiological characteristics of animals. Analysis of primary data for each bull was carried out on the basis of IBM SPSS Statistics 27 using parametric and non-parametric criteria. The normality of the distribution of the studied indices was determined (the null hypothesis is retained); significant differences were revealed between groups of animals depending on age (from 6.22 to 60.43, with p = 0.01); an analysis of variance was carried out on the effect of age on the indices (GZW – 2195.1; MW and FIT – 683.4 and 597.9, with p = 0.0005); the degree of relationship between the indices was studied using the method of paired correlations (GZW and MW: +0.739; GZW and FIT: +0.628, with p = 0.0005); a regression model was built that describes 61% of cases where an increase in the age of bulls entails an increase in indices.

Key words: breeding indices, genomic analysis, bulls-sires, correlation, analysis of variance, reliability criterion, regression coefficients.

Введение. Традиционный метод селекционной оценки по качеству потомства является эффективным, но достаточно продолжительным и ресурсозатратным циклом. С развитием технологий, способы отбора животных постепенно совершенствовались: от сравнения продуктивности дочерей животного со сверстницами [7], до внедрения методик по оптимизации генеалогических структур [1, 5]. В результате это позволило существенно снизить затрачиваемые ресурсы в племенном деле и добиться более значительного генетического прогресса [2, 3, 4]. Однако методы селекционного отбора подвергаются активному совершенствованию и по сей день: в условиях стран ближнего и дальнего зарубежья широкое распространение получил метод геномной оценки племенной ценности (далее GEBV). Геномная оценка в системе селекционно-племенной работы основана на анализе последовательностей ДНК животного [6]. GEBV рассчитывается для каждого хозяйственно-полезного признака с использованием индексов или молекулярно-генетических меток, например, SNP-маркеров (однонуклеотидный полиморфизм) для определения племенной ценности животных.

В скандинавских странах Джозефом Мизенбергером (J. Miesenberger) на основе исследований австрийских симменталов был предложен новый ком-

плексный индекс племенной ценности (GZW), объединяющий молочные, мясные и физиологические качества животных [8]. В этой связи представляется актуальным изучение современных аспектов геномной оценки быков-производителей и влияния основных индексов на формирование показателя общей племенной ценности (GZW). Представленные данные могут быть использованы в качестве научно-методического материала, а также служить основой для разработки селекционной базы, необходимой в племенной работе России.

Материалы и методы исследований. Исследования были проведены с использованием информации по документам первичного учета селекционных и геномных индексов, представленным на площадке Zuchtwert Austria. Был выполнен статистический анализ распределений и взаимосвязей племенной ценности быков-производителей симментальской породы в зависимости от возраста. Схема исследований, изучаемые индексы и применяемые методы математического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследований

Быки-производители симментальской породы (n=3030)					
Контрольная группа	*1 опытная*	*2 опытная*			
Рожденные с 2020-2022 гг.	Рожденные с 2017-2019 гг.	Рожденные с 2014-2016 гг.			
Изучаемые индексы					
GZW	MW	FW	FIT		
Общая племенная ценность	Молочная продуктивность дочерей	Откормочные качества	Фитнесс*		
Статистические методы исследований					
N_d	*t-test*	*d/g*	*ANOVA*	*r*	R/R_2
Нормальность распределения	Распределение Стьюдента	Размеры эффектов	Дисперсионный анализ	Корреляция	Регрессия

Примечание: Фитнесс – индекс, включающий совокупность селекционных и физиологических признаков животных

Анализ первичных данных по каждому быку проводился на базе «IBM SPSS Statistics» 27 с применением параметрических и непараметрических критериев. Оценка нормальности распределения выборочной совокупности проводилась с использованием визуализированного метода (при помощи коробчатых диаграмм – «тьюков»). Проверка равенства средних осуществлялась с использованием критерия Стьюдента; для измерения силы взаимосвязи между переменными использовался метод сравнения эффектов, с применением критериев Коэна и Хеджеса; для оценки влияния факторов использовался дисперсионный анализ – ANOVA; оценка взаимосвязи проводилась с применением парных корреляций по Пирсону; построение регрессии осуществлялось линейным методом с определением зависимости по P-P графику.

Результаты исследований и их обсуждение. Перед использованием математических методов моделирования для определения статистической значимости и взаимосвязей между совокупностью данных, требуется соблюсти основное правило – проверить нормальность распределения изучаемых выборок. Данные рисунков 1-4 наглядно демонстрируют, что медианы всех четырех индексов расположены практически посередине коробчатых диаграмм. Таким образом, выборки подчиняются нормальному закону распределения, и параметрические тесты могут быть применимы.

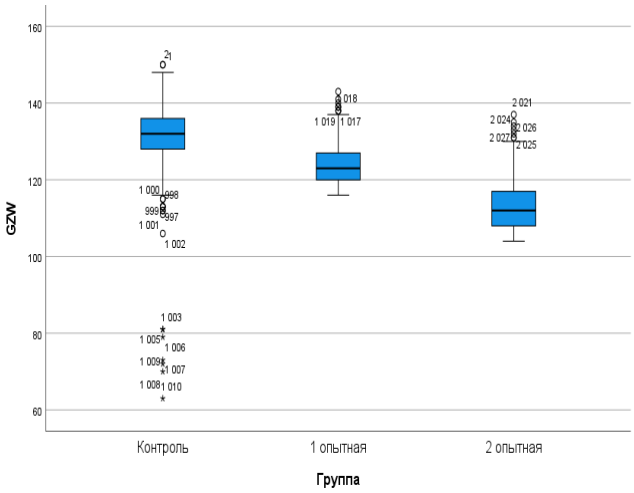


Рис. 1 – Нормальность распредления по индексу GZW

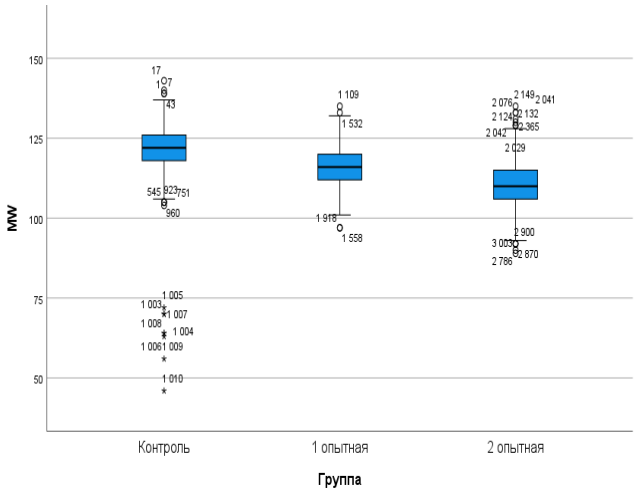


Рис. 2 – Нормальность распредления по индексу MW

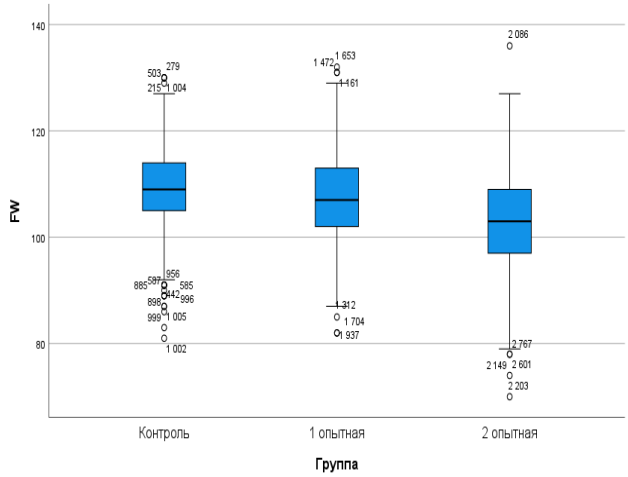


Рис. 3 – Нормальность распредления по индексу FW

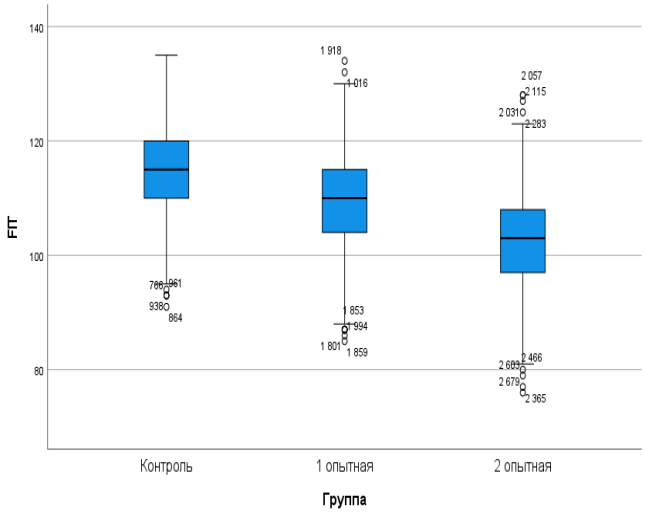


Рис. 4 – Нормальность распредления по индексу FIT

В таблице 2 была представлена проверка гипотез, основанных на распределении Стьюдента. Уровень значимости для оценки различий средних величин составил 0,05.

Таблица 2 - *T*-критерий для равенства средних

Показатели	T_{st}	*p*	Средняя разность	*MSE*	95% *ДИ*	
					Нижняя	Верхняя
Между контролем и 1 группой						
GZW	27,403	0,01	8,211	0,300	7,623	8,799
MW	17,723	0,01	5,511	0,311	4,901	6,121
FW	**6,228**	0,01	2,145	0,344	1,469	2,820
FIT	15,479	0,01	5,421	0,350	4,734	6,108
Между контролем и 2 группой						
GZW	**60,432**	0,01	18,965	0,314	18,350	19,581
MW	34,680	0,01	11,275	0,325	10,638	11,913
FW	16,561	0,01	6,168	0,372	5,438	6,898
FIT	34,624	0,01	12,287	0,355	11,591	12,983

Примечание: T_{st} – критерий Стьюдента; *p* – двухсторонняя значимость; *MSE* - среднеквадратичная ошибка разности; *ДИ* – доверительный интервал

T-тест Стьюдента при парном сравнении контрольной и опытных групп предполагал равные дисперсии и демонстрировал достоверные различия у всех племенных индексов (от 6,22 до 60,43) на уровне 0,01. Исследования также показали, что ДИ не включал нуль, поэтому с 95% вероятностью принимается альтернативная гипотеза о статистической значимости селекционных индексов на уровне не хуже 0,05.

Таблица 3 - Размеры эффектов парных выборок

Показатели			Стандартизатор	Точечная оценка	95% доверительный интервал	
					Нижняя	Верхняя
Пара 1	Возраст - GZW	d Коэна	10,735	-11,236	-11,521	-10,951
		g Хеджеса	10,736	-11,235	-11,520	-10,949
Пара 2	Возраст - MW	d Коэна	8,737	-13,052	-13,382	-12,721
		g Хеджеса	8,738	-13,050	-13,381	-12,719
Пара 3	Возраст - FW	d Коэна	8,866	-11,798	-12,097	-11,498
		g Хеджеса	8,867	-11,796	-12,096	-11,497
Пара 4	Возраст - FIT	d Коэна	9,907	-10,799	-11,073	-10,524
		g Хеджеса	9,908	-10,797	-11,071	-10,523

Если p-значение может показывать статистически значимую разницу между двумя выборками, то размер эффекта (d Коэна, g Хеджеса) отражает величину полученной разницы. Показатель g Хеджеса является более точной версией d Коэна, использующий поправочный коэффициент, а именно n - 1 для каждой выборки вместо n, что дает лучшую оценку. Эмпирические значения d и g в таблице 3 указывают на то,

что средние парных групп отличаются на 8,866 – 10,736 стандартных отклонений. Согласно эмпирическому правилу парных эффектов, полученные данные имеют достаточно большой размах.

Таблица 4 – Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA)

Показатели		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	*F*	знач.
GZW	Между группами	182729,676	2	91364,838	2195,116	0,0005
	Внутри групп	125989,395	3027	41,622		
	Всего	308719,071	3029			
MW	Между группами	64212,074	2	32106,037	683,484	0,0005
	Внутри групп	142190,652	3027	46,974		
	Всего	206402,726	3029			
FW	Между группами	19725,482	2	9862,741	146,438	0,0005
	Внутри групп	203400,159	3020	67,351		
	Всего	223125,641	3022			
FIT	Между группами	76593,383	2	38296,691	597,973	0,0005
	Внутри групп	193861,582	3027	64,044		
	Всего	270454,965	3029			

Проведенный однофакторный дисперсионный анализ в таблице 4 демонстрирует, что вне зависимости от возраста критерий Фишера (*F*) имел достоверные различия на уровне не хуже 0,0005. В тоже время наибольшие статически значимые различия были выявлены по индексу GZW – 2195,1, несколько слабее – по MW и FIT – 683,4 и 597,9 соответственно. Таким образом, проведенный анализ позволяет отвергнуть нулевую гипотезу и сделать вывод, что не все средние группы равны.

Таблица 5 – Корреляции парных выборок

Показатели		GZW	MW	FW	FIT
GZW	Корреляция Пирсона	1	**0,739****	0,385**	**0,628****
	знач. (двухсторонняя)	-	0,0005	0,0005	0,0005
	N	3030	3030	3023	3030
MW	Корреляция Пирсона	0,739**	1	**0,124****	0,045*
	знач. (двухсторонняя)	0,0005	-	0,0005	0,014
	N	3030	3030	3023	3030
FW	Корреляция Пирсона	**0,385****	0,124**	1	0,032
	знач. (двухсторонняя)	0,0005	0,000	-	0,080
	N	3023	3023	3023	3023
FIT	Корреляция Пирсона	0,628**	0,045*	0,032	1
	знач. (двухсторонняя)	0,0005	0,014	0,080	-
	N	3030	3030	3023	3030

Примечание: * – корреляция значима на уровне 0,05; ** – корреляция значима на уровне 0,01

Согласно данным таблицы 5, наибольшие положительные корреляции наблюдались по: GZW и MW – 0,739; GZW и FIT – 0,628 при двусторонней значимости 0,0005 ($p<0,01$). Умеренная связь прослеживалась между: GZW и FW – 0,385; MW и FW – 0,124 при двусторонней значимости 0,0005 ($p<0,01$). Таким образом, при увеличении индексов молочной продуктивности и фитнесса общая пленная ценность также будет увеличиваться и наоборот.

Для изучения влияния племенных индексов на возраст быков-производителей был проведен линейный регрессионный анализ – «модель 1» (табл. 6), где предикторами выступали GZW, MW, FW и FIT, а константой служил возраст животных. Значение коэффициента детерминации (R) составило 0,784, что говорит о достаточно тесной взаимосвязи между племенными индексами и возрастом быков-производителей. Величина R-квадрата составила 0,614, а значит, приведенная модель описывает 61% случаев, при которых увеличение значений индексов происходит за счет увлечение возраста быков.

Таблица 6 – Сводка для модели регрессии *1*

Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
1	0,784	0,614	0,614	0,507



Рис. 5 – Гистограмма регрессионного распределения

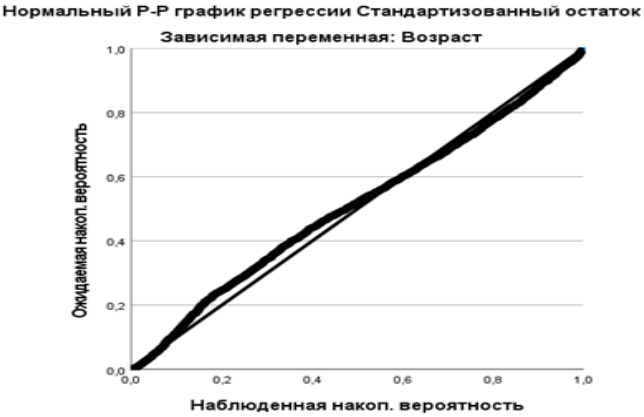


Рис. 6 – Нормальный P-P график регрессии

В линейной регрессии предполагается, что разница предсказанных и наблюдаемых значений распределены нормально. Однако прежде чем сделать вывод, необходимо рассмотреть гистограмму (рис. 5) и вероятностный график (P-P) остатков для визуального анализа (рис. 6). Анализ рисунков показывает, что между значениями племенных индексов и возрастом быков существует нормальная положительная зависимость. Соответственно, если величина индекса увеличивается, то возраст животных возрастает линейно.

Таблица 7 – Коэффициенты регрессии модели *1*

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		т	*p*
		B	Стандартная ошибка		
1	(Возраст)	16,766	0,525	31,918	0,0005
	GZW	0,027	0,006	4,192	0,0005
	MW	-0,072	0,005	-13,462	0,0005
	FW	-0,029	0,002	-12,320	0,0005
	FIT	-0,060	0,004	-14,611	0,0005

При выполнении линейной регрессии, полученные значения нестандартизированы, то есть используются необработанные данные для поиска линии наилучшего соответствия (табл. 7). Нестандартизированный коэффициент *B* по константе (возрасту) сообщает среднее значение переменной отклика (19,76), в том случае если предикторы принимают нуль. Коэффициенты *B* по GZW, MW, FW и FIT говорят об изменении значения отклика, связанном с увеличением на единицу переменной предиктора. Таким образом, увеличение GZW на одно стандартное отклонение связано с увеличением возраста быков на 0,027 стандартного отклонения, при условии, что остальные индексы остаются неизменными. Соответственно, увеличение MW, FW и FIT связано с уменьшением возраста быков на 0,072, 0,029 и 0,060, если предположить, что значение GZW постоянно.

Заключение. На основании представленных исследований были сформированы следующие выводы:

1. Коэффициент Стьюдента для контрольной и опытных групп демонстрировал достоверные различия у всех племенных индексов (от 6,22 до 60,43) на уровне 0,01. Кроме того, наибольшие различия прослеживались у контрольной и 2 опытной группы – в пользу молодых животных.

2. Эмпирические значения Коэна и Хеджеса указывало на то, что средние парных групп отличались на 8,866-10,736 стандартных отклонений. При этом, у более молодых особей размер эффекта по GZW был выше, а значит, разница между средним животным в каждой группе также была больше.

3. Корреляционная матрица индексов показывала наибольшую положительную связь между GZW и MW: +0,739; GZW и FIT: +0,628 при значимости 0,0005 ($p<0,01$). Соответственно, это доказывает, что на формирование общей племенной ценности в основном влияли молочная продуктивность и фитнесс, что закономерно.

4. Дисперсионный анализ демонстрировал, что наибольшие статически значимые различия между возрастом и индексами были выявлены по GZW – 2195,1, MW и FIT – 683,4 и 597,9 при значимости 0,0005. Отсюда можно сделать вывод, что племенная работа в большей степени ведется по молочной продуктивности и состоянию здоровья животных, нежели по мясным качествам.

5. Регрессионная модель описывала 61% случаев, при которых увеличение значений индексов происходило за счет увлечения возраста быков. Также увеличение GZW на одно стандартное отклонение связано с увеличением возраста быков на 0,027 стандартного отклонения; увеличение MW, FW и FIT, наоборот, – с уменьшением возраста быков на 0,072, 0,029 и 0,060, соответственно.

Литература

1. ***Геномные технологии в молочном животноводстве*** // URL: https://igene-ferma.com/wp-content/uploads/2018/05/gebv_smsz.pdf (дата обращения 09.09.2023 г.)
2. ***Зубенко Э.В., Некрасов Д.К.*** Использование метода селекционных индексов для прогнозирования племенной ценности быков черно-пестрой породы по пожизненному удою дочерей // Вестник АПК Верхневолжья. 2012. № 4 (20). С. 28-32.
3. ***Карымсаков Т.Н., Абугалиев С.К., Баймуканов Д.А.*** Оценка племенной ценности быков-производителей по геномному анализу // Аграрная наука. 2019. № 10. С. 40-42.
4. ***Кругляк О.В.*** Хозяйственно-экономические предпосылки внедрения геномной оценки животных в молочном скотоводстве // Международный научно-производственный журнал «Экономика АПК». 2013. № 9 (227). С. 085-091.
5. ***Попов Н., Некрасов А., Федотова Е.*** Генетическое маркирование в селекции скота // Животноводство России. 2020. № S2. С. 9-15.
6. ***Смирнов Е.А.*** Геномная оценка быков и её использование в молочном скотоводстве // Modern research and technology – 2023: сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2023. С. 220-224.
7. ***Шаркаева Г.А*** Анализ племенной ценности быков по геномной оценке и качеству потомства // Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства: материалы международной научно-практической конференции. Тверь, 2021. С. 137-139.
8. ***Miesenberger J., Fuerst Ch.*** Experiences in selecting on a total merit index in the Austrian Fleckvieh breed // Biotechnology in Animal Husbandry. 2006. Vol.22, pp 17-27.

Поступила в редакцию: 25.09.2023 г.
Принята к публикации: 10.10.2023 г.

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук**,** ведущий специалист 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

*- работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ФГБОУ ВО Орловский ГАУ по теме: «Разработка методики комплексной оценки генетической детерминации селекционных признаков при совершенствовании молочных пород крупного рогатого скота РФ» на 2023-2025 гг. (Рег. №1023050400009-2-4.2.1; 4.4.1, код научной темы, присвоенный учредителем, FEEF-2023-0015).

Результаты выполненной работы опубликованы по итогам Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения», г. Орёл, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 5 декабря 2023 г.

УДК 636.2.034

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, professor
Шендакова Т.А., кандидат сельскохозяйственных наук
Shendakova T.A., Candidate of Agricultural Sciences
Ляшук Р.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Lyashuk R.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
г. Орёл, Россия, e-mail: aish78@yandex.ru
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia
e-mail: aish78@yandex.ru

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СТАДА ГОЛШТИНСКОГО СКОТА В ЗАО «СЛАВЯНСКОЕ» ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2022 ГОД *

(Analysis of changes in the genealogical structure of the Holstein cattle herd at ZAO Slavyanskoye in the Oryol region for 2022)

В Орловской области ЗАО «Славянское» является ведущим племенным предприятием. В работе проведён анализ генеалогической структуры стада за 2022 год. Установлено, что в отличие от 2021 года в 2022 году в линии В.Б. Айдиал генеалогическая структура по отцам с разным количеством дочерей немного изменилась, в т. ч. увеличилось количество быков-производителей, от которых было получено 15 дочерей и выше (10 быков-производителей). Сократилось количество быков-производителей, от семени которых было получено от 1 до 4 дочерей. В качестве рекомендации следует предложить использовать семя быков-производителей, закреплённых за стадом специалистами ООО «Альта Дженетикс Раша» (https://www.altagenetics.ru/).

Ключевые слова: голштинская порода, генеалогическая структура, линии, быки-производители, коровы

In the Oryol region, JSC "Slavyanskoe" is the leading breeding enterprise. The work analyzes the genealogical structure of the herd for 2022. It has been established that, unlike 2021, in 2022 in the V.B. The ideal genealogical structure for fathers with different numbers of daughters has changed slightly, including an increase in the number of sires that produced 15 daughters and more (10 sires). The number of sires whose semen produced 1 to 4 daughters has decreased. As a recommendation, it should be suggested to use the semen of stud bulls assigned to the herd by specialists from Alta Genetics Russia LLC (https://www.altagenetics.ru/).

Key words: Holstein breed, genealogical structure, lines, sires, cows

Проблема оптимизации генеалогической структуры стада в племенных и товарных стадах молочного скота, в т.ч. чёрно-пёстрой породы появилась не вчера [1, 2, 5, 6 и др.]. В последние годы в связи с голштинизацией и сокращением разнообразия генетических ресурсов быков-производителей разных линий эта проблема стала особенно остро [3, 4, 7, 8, 9 и др.]. В ряде хозяйств Орловской области при разработке селекционно-племенных планов нами проводился анализ генеалогической структуры и оценивались быки-производители [10, 11 и др.], но наиболее интересным с практической и научной точек зрения в области является племенной завод по голштинской породе в ЗАО «Славянское» со средними удоями коров за 305 дней лактации более 10300 кг молока. Стадо в последние годы представлено преимущественно дочерями быков-производителей, семя которых реализует ООО «Альта Дженетикс Раша» [12]. Ежегодно в стаде происходит ротация быков-производителей, повышается потенциал животных, поэтому представляется актуальным ежегодное исследование генеалогической структуры стада с целью корректировки и дополнений к плану селекционно-племенной работы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2023 году в ЗАО «Славянское» Орловской области. В качестве первичных материалов использовали бонитировочную ведомость о результатах племенной работы с 01.01.2022 г. по 01.012023 г., данные первичного зоотехнического и племенного учёта, племенные свидетельства, базу данных коров молочного стада из программы «СЕЛЭКС», информацию с сайта ООО «Альта Дженетикс Раша» (https://www.altagenetics.ru/). В исследованиях использовались статистические пакеты *Microsoft Excel,* схемы были выполнены в редакторе *Microsoft Word.*

Результаты исследований и их обсуждение

Наши исследования показали, что генеалогическая структура стада в последние годы была представлена преимущественно быками-производителями, семя которых реализовывало ООО «Альта Дженетикс Раша» и ООО «Центрплем».

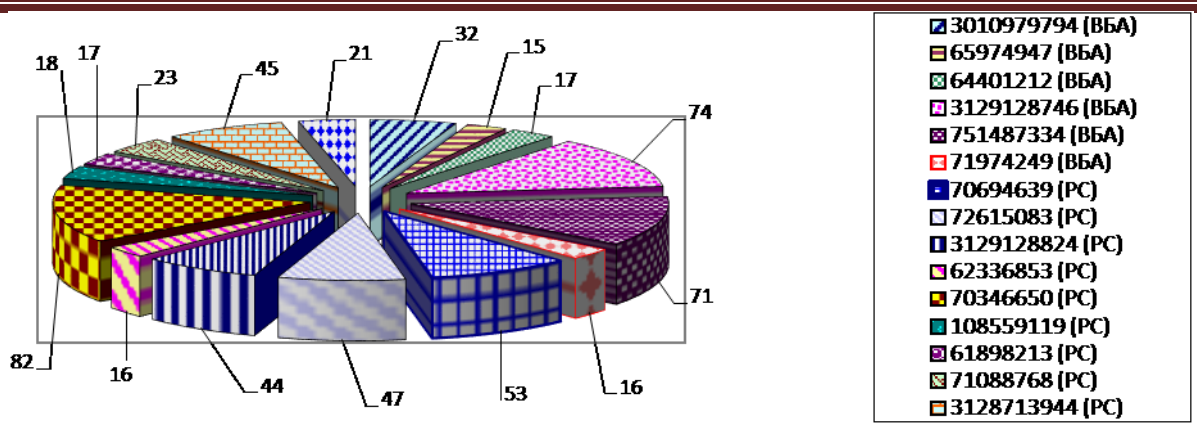


Рис. 1 – Быки-производители разных линий, внёсшие наибольший генетический вклад в формирование маточного стада на 01.01.2022 *(В.Б.А. - В.Б. Айдиал, Р.С. - Р. Соверинг)*

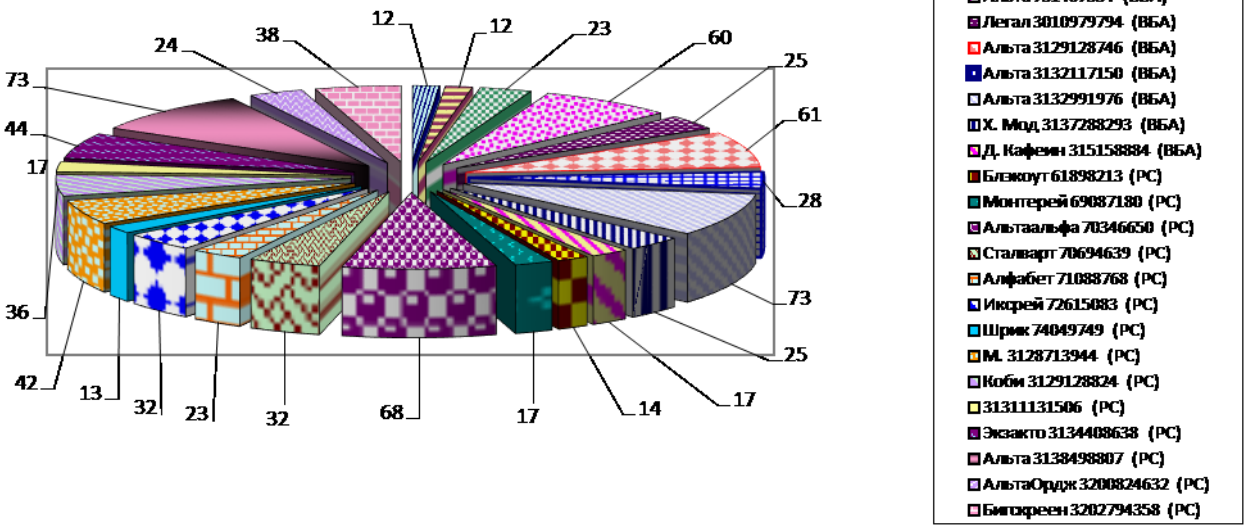


Рис. 2 – Быки-производители разных линий, внёсшие наибольший генетический вклад в формирование маточного стада на 01.01.2023 *(В.Б.А. - В.Б. Айдиал, Р.С. - Р. Соверинг, на рисунке представлены быки-производители с количеством дочерей 12 и более)*

В сравнении с 2021 годом (см. рисунок 1) анализ данных за первый год реализации плана селекционно-племенной работы показывает, что на 01.01.2023 года (за 2022 год) наибольшее количество маточного поголовья было представлено животными, полученными от быков-производителей, которые указаны на рисунке 2. Общее количество быков-отцов по-прежнему осталось на высоком уровне, что говорит о применяемом индивидуальном подборе.

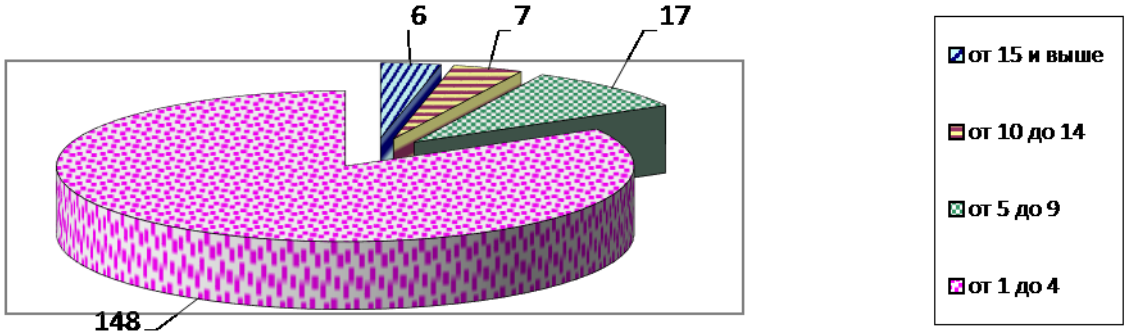


Рис. 3 – Градация количества быков-производителей с разным количеством дочерей в линии В.Б. Айдиал в 2021 году (n=178)

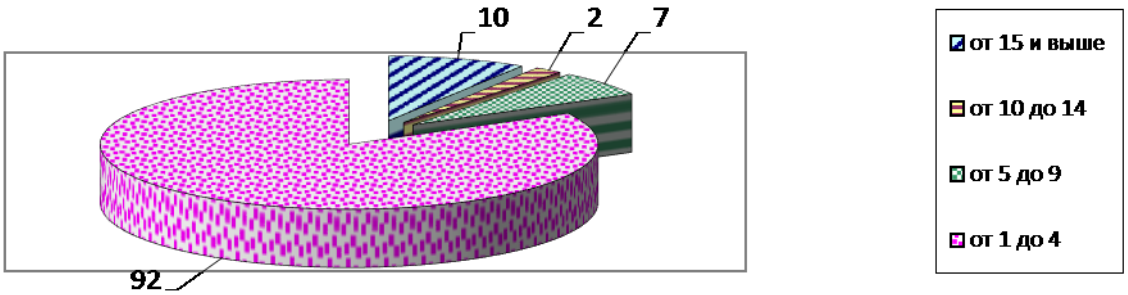


Рис. 4 – Градация количества быков-производителей с разным количеством дочерей в линии Р. Соверинг в 2022 году (n=111)

В отличие от 2021 года (рисунок 3) в 2022 году в линии В.Б. Айдиал (рисунок 4) генеалогическая структура по отцам с разным количеством дочерей немного изменилась, в т. ч. увеличилось количество быков-производителей, от которых было получено 15 дочерей и выше (10 быков-производителей). Сократилось количество быков-производителей, от семени которых было получено от 1 до 4 дочерей.

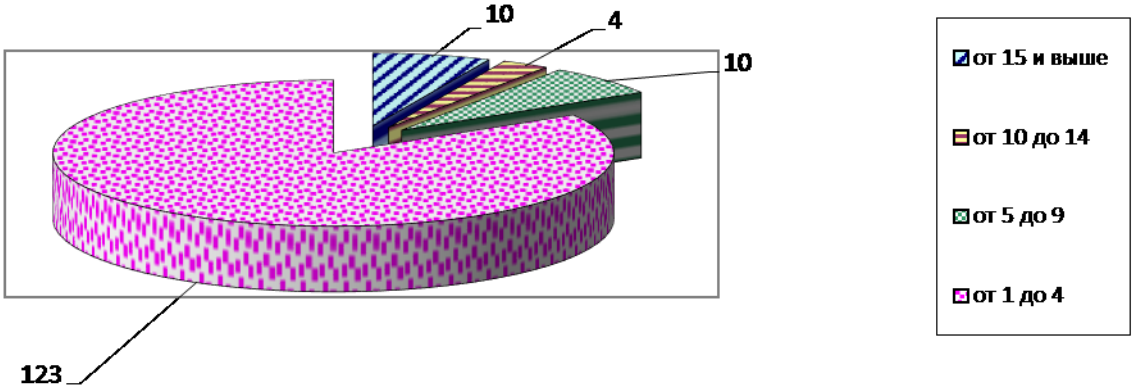


Рис. 5 – Градация количества быков-производителей с разным количеством дочерей в линии В.Б. Айдиал в 2021 году (n=147)

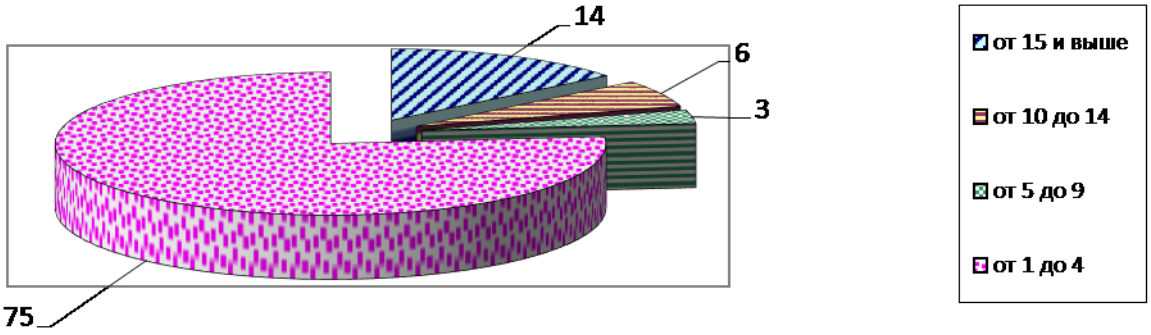


Рис. 6 – Градация количества быков-производителей с разным количеством дочерей в линии Р. Соверинг в 2022 году (n=98)

Аналогичная ситуация наблюдалась в линии Р. Соверинг (рисунок 5 и 6): в стаде увеличилось количество быков-производителей с 15 дочерями и более (14 быков-производителей).

Учитывая направление работы и традиции предприятия, следует отметить необходимость корректировки рекомендуемых к закреплению в плане селекционно-племенной работы быков-производителей. Так, ниже приведены данные быков-производителей ООО «Альта Дженетикс», семя которых использовалось в 2022 и 2023 году.

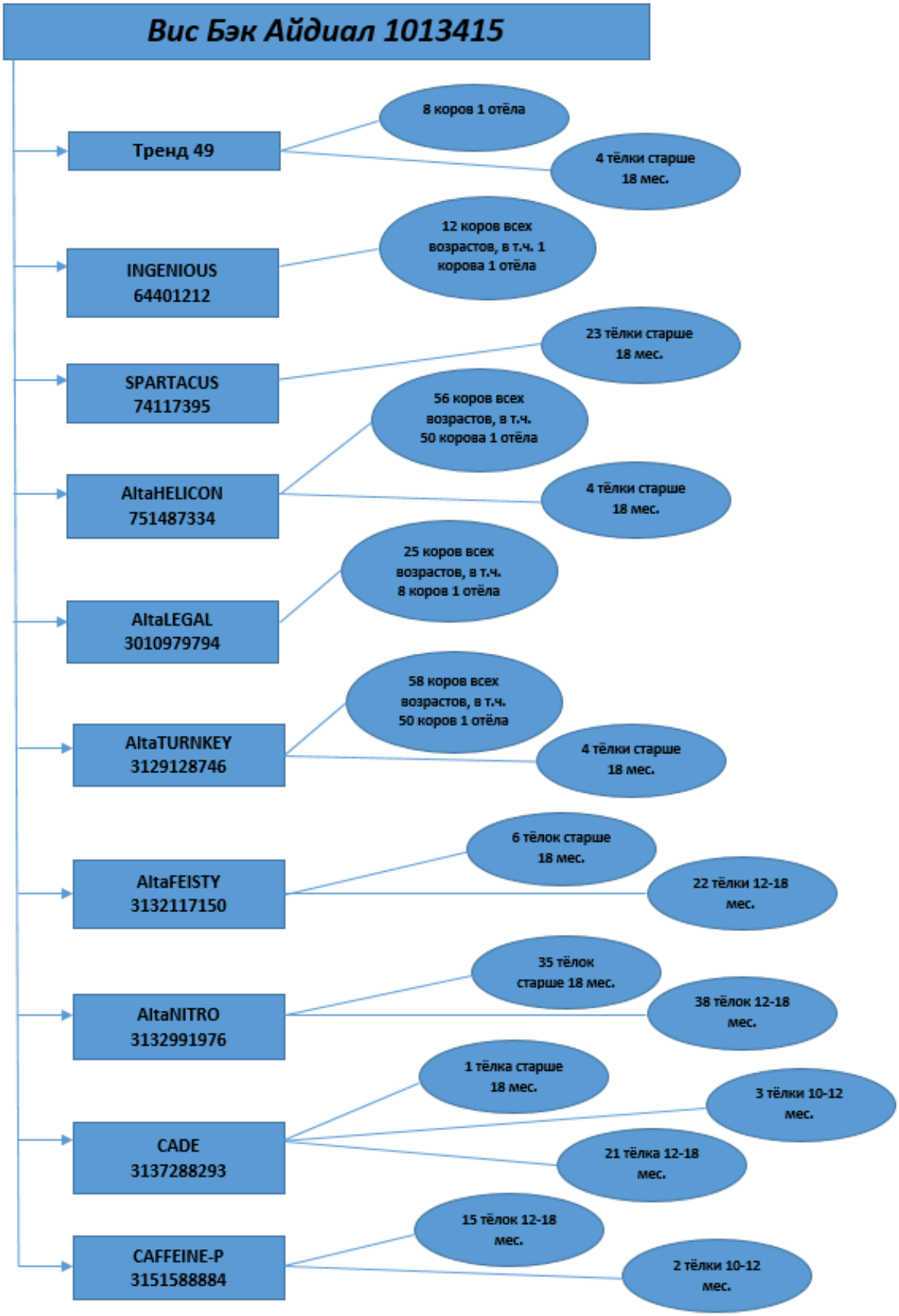


Рис. 7 – Быки-производители линии *Вис Бэк Айдиал 1013415*, внёсшие наибольший генетический вклад в формирование стада в 2022 году, и количество животных маточного поголовья, полученного от них



Рис. 8 - Быки-производители линии *Рефлекшн Соверинг 95679*, внёсшие наибольший генетический вклад в формирование стада в 2022 году, и количество животных маточного поголовья, полученного от них

Согласно рисунку 7, наибольшее количество тёлок в линии Вис Бэк Айдиал 1013415 было получено от быков-производителей Альта 3132117150, Альта 3132991976, Х. Мод 3137288293 и Д. Кафеин 315158884.

В линии Рефлекшн Соверинг 95679 (см. рисунок 9) тёлки были представлены следующими отцами – 31311131506, Экзакто 3134408638, Альта 3138498807, АльтаОрдж 3200824632 и Бигскреен 3202794358.

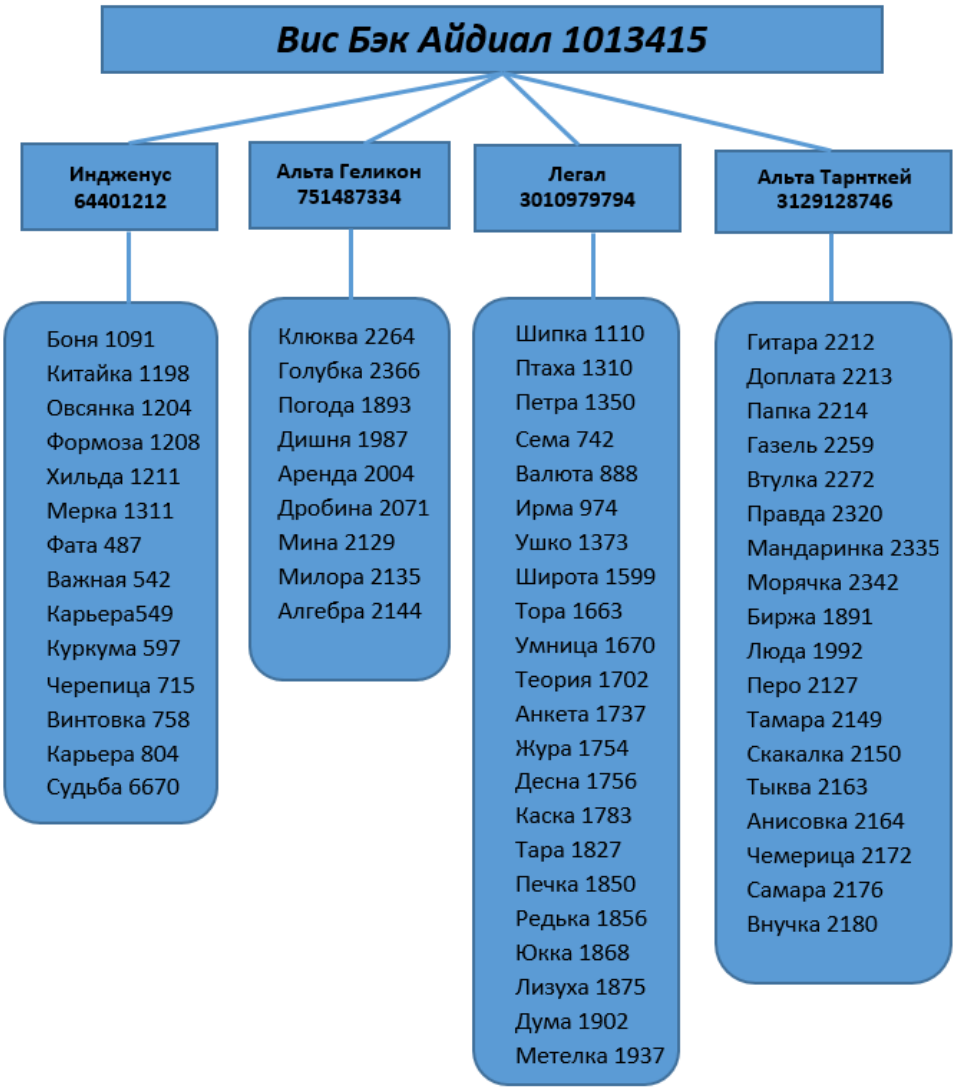


Рис. 9 - Быки-производители линии *Вис Бэк Айдиал 1013415* с наибольшим генетическим вкладом в стадо, дочери которых имели в 2022 году законченную первую лактации

В целях минимизации инбридинга на рисунках 9 и 10 представлены быки-производители линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Рефлекшн Соверинг 95679 с наибольшим генетическим вкладом в стадо, дочери которых имели в 2022 году законченную первую лактации. Приведённые данные были независимо и своевременно учтены специалистами ООО «Альта Дженетикс Раша», составившими план индивидуального подбора для стада ЗАО «Славянское».

Предпочтение при закреплении отдавалось животным с высоким потенциалом молочной продуктивности, высокой живой массой и хорошими показателями экстерьера, желательными для улучшения маточного поголовья в хозяйстве. Быки-производители были оценены ООО «Альта Дженетикс Раша» по индексам PTAM – Predicted Transmitting Ability of milk, PTAF – жир, «Пи-Ти-Эй-Эф», PTAP – белок, «Пи-Ти-Эй-Пи», PL – период продуктивной жизни/ Продуктивное долголетие, «Пи-Эл»; LIV – Индекс жизнестойкости коровы, «Лайф»; SCS – содержание соматических клеток, «Эс-Си-Эс»; DPR – фертильность дочерей, «Ди-Пи-Ар»; HCR – оплодотворяемость телок, «Эйч-Си-Ар»; CCR – оплодотворяемость коров, «Си-Си-Ар»; SCE – легкость отела по быку, «Эс-Си-И»; DCE – легкость отелов дочерей, «Ди-Си-И»; SSB – мертворождаемость по быку, «Эс-Эс-Би»; DSB – мертворождаемость у дочерей, «Ди-Эс-Би» и пр.

Так, в каталоге быков-производителей на сайте ООО «Альта Дженетикс Раша» отмечено, что PTAM – это ожидаемая генетическая разница в удое дочерей быка, выраженная в фунтах США (1 фунт = 0,4536 кг). Для удобства российских специалистов все весовые значения, используемые в настоящем каталоге, пересчитаны в килограммах. По данным Американской Ассоциации голштинской породы средняя продуктивность в США составляет 12707 кг молока в год [12].

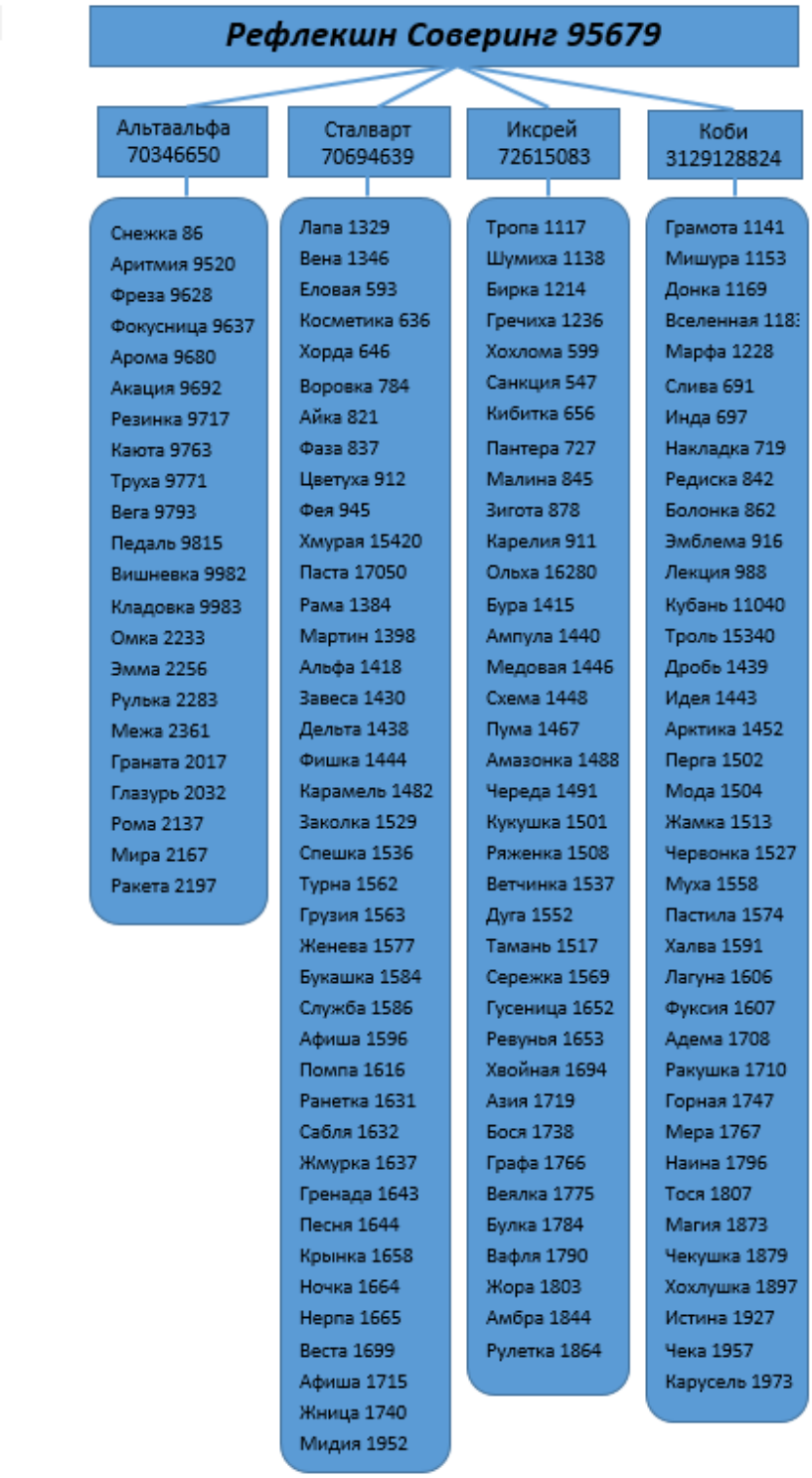


Рис. 10 - Быки-производители линии *Рефлекшн Соверинг 95679* с наибольшим генетическим вкладом в стадо, дочери которых имели в 2022 году законченную первую лактации

Вместе с тем, оценка родительских индексов быков-производителей (РИБ) в стаде показала, что по потенциалу удоев он равен более 12000 кг молока, по жирности молока – до 4,00-4,10%, по процентному содержанию белка в молоке – 3,30-3,40%. Отсюда следует, что потенциал признаков молочной продуктивности в стаде высокий, а процесс его реализации требует совершенствования дальнейшей селекционно-племенной работы в стаде.

В качестве рекомендации следует предложить использовать семя быков-производителей, закреплённых за стадом специалистами ООО «Альта Дженетикс Раша» (https://www.altagenetics.ru/) и представленных на разработанных схемах 11 и 12 (Шендаков А.И., 2023) [13].

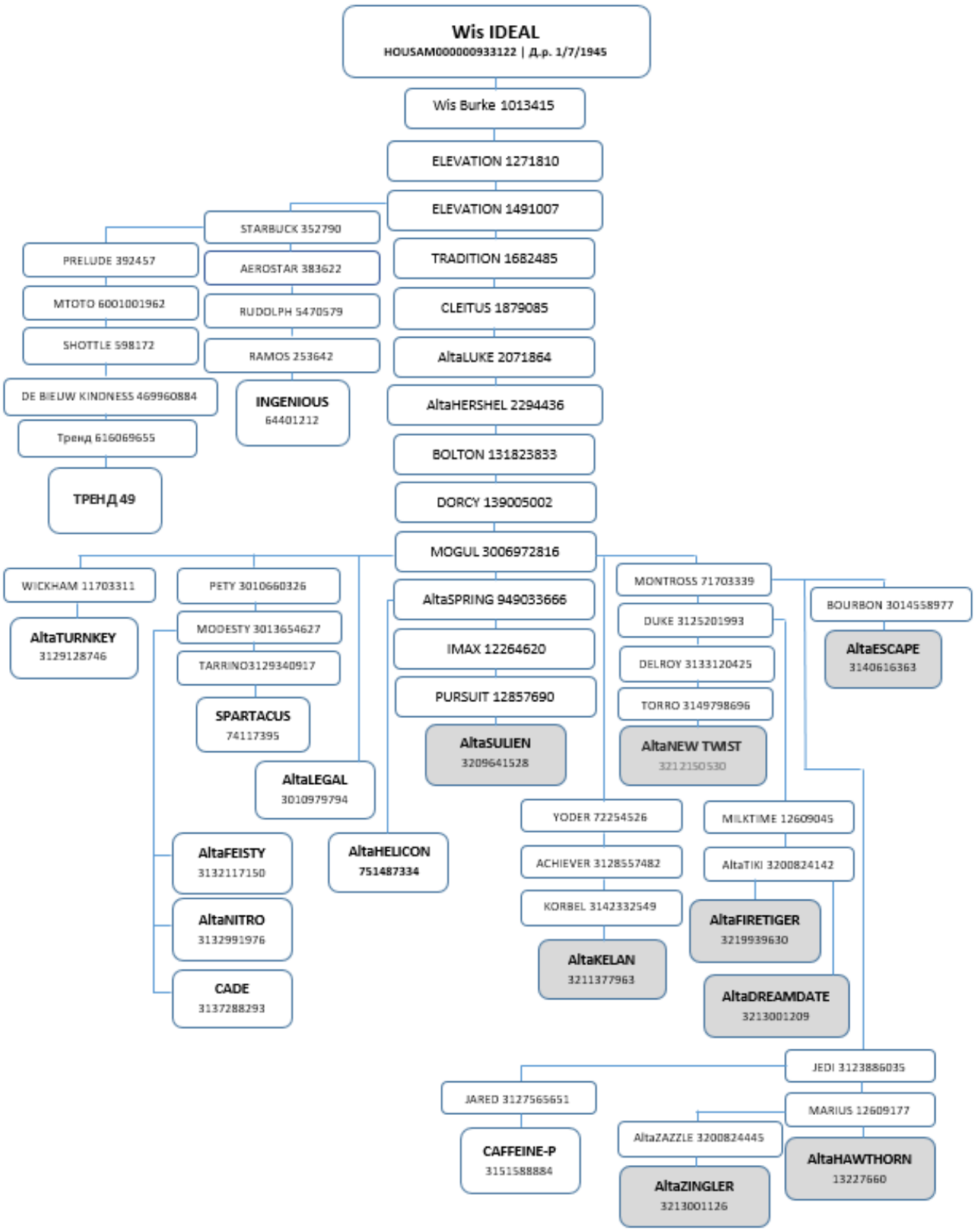


Рис. 11. - Генеалогические схемы быков-производителей линии *Вис Бэк Айдиал 1013415*, использованных в 2022 году (на светлом фоне) и закреплённых в 2023 году (на тёмном фоне) в ЗАО «Славянское»

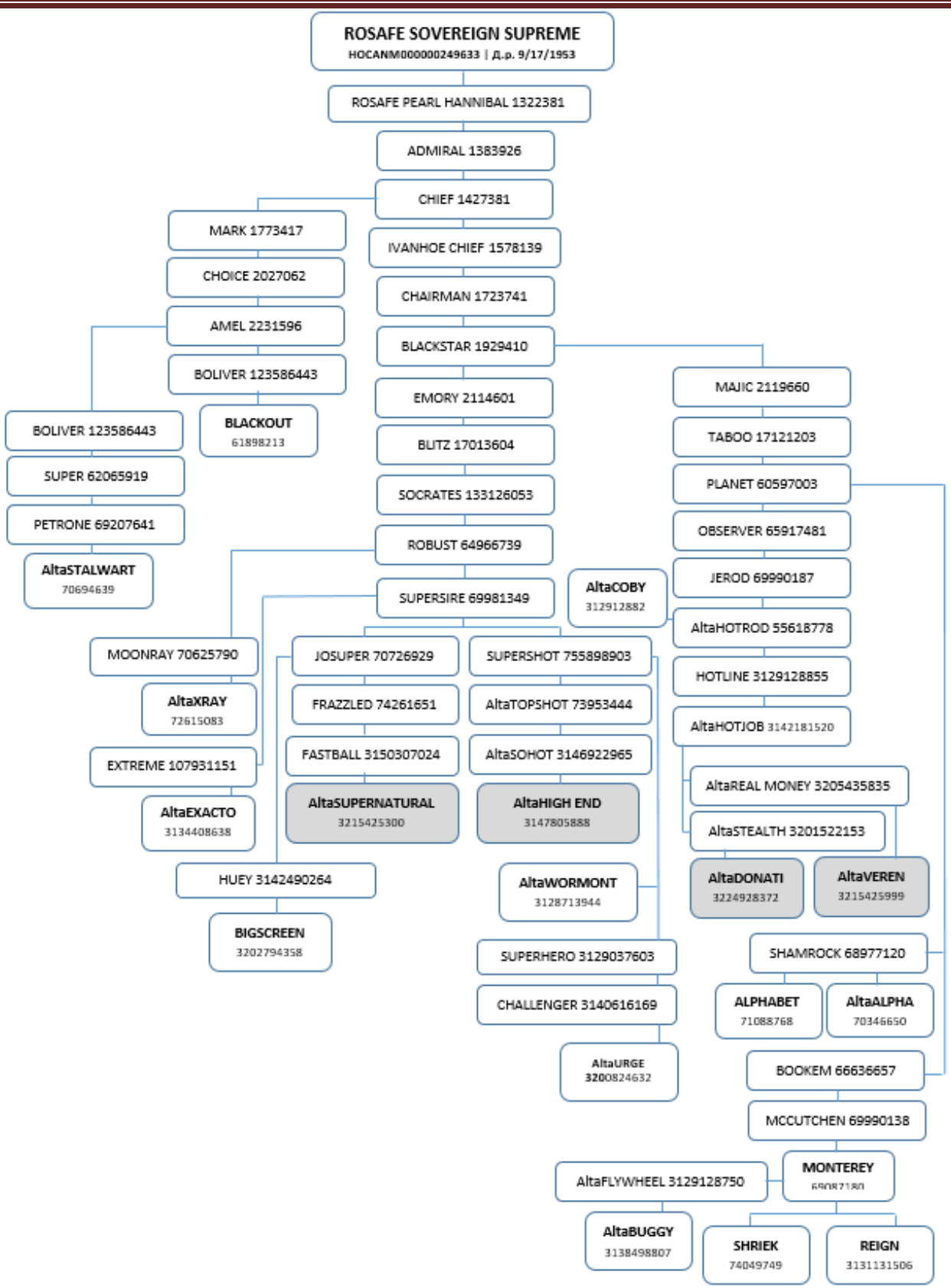


Рис. 12. - Генеалогические схемы быков-производителей линии *Рефлекшн Соверинг 95679*, использованных в 2022 году (на светлом фоне) и закреплённых в 2023 году (на тёмном фоне) в ЗАО «Славянское»

Литература

1. ***Абрамова Н.И., Власова Г.С., Хромова О.Л., Богорадова Л.Н., Федорова Е.А.*** Совершенствование генеалогической структуры популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы племенных хозяйств Вологодской области // Зоотехния. 2016. № 6. С. 2-4.
2. ***Абрамова Н.И., Хромова О.Л., Власова Г.С., Богорадова Л.Н.*** Динамика генеалогической структуры племенного поголовья популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы Вологодской области и перспективы ее развития // АгроЗооТехника. 2019. Т. 2. № 4. С. 1.
3. ***Астахова Н.И., Веретенников Н.Г., Барымова О.П.*** Анализ генеалогической структуры стада крупного рогатого скота // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 10-14.
4. ***Иванова И.П.*** Изменение генеалогической структуры красной степной породы в омской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 271-275.
5. ***Ковалева Г.П., Сулыга Н.В., Лапина М.Н., Витол В.А.*** Племенные и продуктивные качества дочерей быков-производителей голштинской породы основных линий // Сборник научных трудов Северо-Кавказского НИИ животноводства. 2017. Т. 6. № 2. С. 32-36.
6. ***Лобанов А.С.*** Оптимизация линейного разведения при совершенствовании разведения черно-пестрого скота в условиях СХПК "Ильюшинский" Вологодского района // Молодой ученый. 2021. № 47 (389). С. 69-72.
7. ***Лукманов С.М.*** Генеалогическая структура стада крупного рогатого скота черно-пестрой голштинской породы ООО ПХ "АРТЕМИДА" Кармаскалинского района // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. 2015. С. 120-124.
8. ***Попов Н.А.*** Генеалогическая структура и оценка быков-производителей голштинской породы // Аграрная наука. 2021. № 7-8. С. 28-32.
9. ***Харисова Ч.А., Ахметов Т.М., Шайдуллин Р.Р.*** Генеалогическая структура татарстанской популяции голштинской породы по принадлежности к перспективным ветвям // В сборнике: Казанский Международный конгресс евразийской интеграции - 2022. Материалы конгресса. Сост. Р.А. Шагеева. Казань, 2022. С. 242-250.
10. ***Шендаков А.И.*** Генеалогическая структура и продуктивность стада голштинского скота в ЗАО «Славянское» Орловской области // Вестник аграрной науки. 2023. № 1. С. 49-55.
11. ***Шендаков А.И.*** Результаты оценки племенной ценности быков-производителей, используемых в АО "Агрофирма Мценская" Орловской области // Биология в сельском хозяйстве. 2022. № 4 (37). С. 36-39.
12. https://www.altagenetics.ru/ «Альта Дженетикс Раша» — крупнейший импортер иностранной спермопродукции в России (дата обращения 10.10.2023).
13. **Шендаков А.И.** Дополнение к плану селекционно-племенной работы по разведению стада крупного рогатого скота голштинской породы в ЗАО «Славянское» Верховского района Орловской области на 2022-2026 годы (период 2023-2024 гг), 2024 г. 240 стр. (рукопись).

Поступила в редакцию: 20.10.2023 г.
Принята к публикации: 10.11.2023 г.

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Шендакова Т.А.,** кандидат сельскохозяйственных наук, **Ляшук Р.Н.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия, e-mail: aish78@yandex.ru

*- работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ФГБОУ ВО Орловский ГАУ по теме: «Разработка методики комплексной оценки генетической детерминации селекционных признаков при совершенствовании молочных пород крупного рогатого скота РФ» на 2023-2025 гг. (Рег. №1023050400009-2-4.2.1; 4.4.1, код научной темы, присвоенный учредителем, FEEF-2023-0015).

Результаты выполненной работы опубликованы по итогам Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения», г. Орёл, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 5 декабря 2023 г.

УДК 636.2.084:637.18

Есаулова Л.А., кандидат биологических наук, доцент
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, кафедра общей зоотехнии, доцент, кандидат биологических наук, Россия, Воронеж, e-mail: esaulovalida@yandex.ru
Esaulova L. A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Department of General Animal Science, Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, Russia, Voronezh, e-mail: esaulovalida@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ И КОРМЛЕНИЕ ТЕЛЯТ МОЛОЧНЫХ ПОРОД, ВЫРАЩИВАЕМЫХ НА МЯСО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЦМ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

(Maintenance and feeding of dairy calves raised for meat using whole milk substitutes (ZCM) from different producers)

Аннотация. В работе рассмотрена технология выращивания молодняка крупного рогатого скота на мясо. Порядок поступления, приёмки, учёта, содержания, перевода телят в сектора, раздача подстилки, сбора навоза. Выращивание телят молочного направления на территории СП «Фидлот» происходит в несколько этапов. На первом этапе животных содержат в секторе «С 1» до 60 дней в индивидуальных боксах. После достижения живой массы 85-120 кг их переводят на групповое содержание в телятники в сектор «С 2» (61-90 дней содержания), где животных держат 30 дней. На следующем этапе телят переводят в сектор «С 3» (91-150 дней содержания). В возрасте 150 дней животные достигают веса 200-220 кг и их переводят в четвертый сектор «С 4» (151-340 дней содержания). На заключительном этапе в секторе «С 5» (341-450 дней содержания) животные весят 550-600 кг. До недавнего времени кормление телят от 15 до 60 дней осуществлялось ЗЦМ «Протеинмол», однако поставки ЗЦМ «Протеинмол» прекращаются. Хозяйство ищет альтернативные варианты замены. С этой целью проводился опыт по скармливанию ЗЦМ «Норма» производства ООО «ЭкоТрейд», целью фирмы так же является совершенствование состава ЗЦМ «Норма». По результатам опыта среднесуточные приросты телят на новом ЗЦМ «Норма», ниже, чем на предыдущем ЗЦМ «Протеинмол». Однако использование ЗЦМ «Норма» для хозяйства является экономически выгодным, так как снижается себестоимость 1 ЭКЕ рациона и стоимость корма, затраченного на 1 кг прироста. Экономия затрат корма на 1 кг прироста составляет 0,38 рубля. При совершенствовании состава ЗЦМ «Норма» в случае повышения среднесуточных приростов и фиксированной его цены, затраты корма на 1 кг прироста снизятся. Экономия затрат корма на 1 кг прироста составит 12 рублей.

Ключевые слова: заменитель цельного молока, экономия затрат корма, стоимость корма затраченного на единицу прироста, конверсия корма, молочные телята.

Annotation. The work examines the technology of raising young cattle for meat. The procedure for receipt, acceptance, accounting, maintenance, transfer of calves to sectors, distribution of bedding, collection of manure. Raising dairy calves on the territory of the Feedlot joint venture occurs in several stages. At the first stage, animals are kept in sector “C 1” for up to 60 days in individual boxes. After reaching a live weight of 85-120 kg, they are transferred to group housing in calf barns in sector “C 2” (61-90 days of housing), where the animals are kept for 30 days. At the next stage, the calves are transferred to sector “C 3” (91-150 days of housing). At the age of 150 days, the animals reach a weight of 200-220 kg and are transferred to the fourth sector “C 4” (151-340 days of housing). At the final stage in sector “C 5” (341-450 days of housing), the animals weigh 550-600 kg. Until recently, feeding calves from 15 to 60 days was carried out with Proteinmol milk replacer, but supplies of Proteinmol milk replacer are being stopped. The farm is looking for alternative replacement options. For this purpose, an experiment was carried out on feeding “Norma” replacer produced by EcoTrade LLC; the company’s goal is also to improve the composition of “Norma” replacer. According to the results of the experiment, the average daily gains of calves on the new milk replacer "Norma" are lower than on the previous milk replacer "Proteinmol". However, the use of “Norma” milk replacer for the farm is economically beneficial, since the cost of 1 ECU of the diet and the cost of feed spent per 1 kg of growth are reduced. Saving feed costs per 1 kg of growth is 0.38 rubles. By improving the composition of the “Norma” milk replacer, in the case of an increase in average daily growth and its fixed price, feed costs per 1 kg of growth will decrease. The savings in feed costs per 1 kg of growth will be 12 rubles.

Key words: whole milk substitute, saving feed costs, cost of feed spent per unit of gain, feed conversion, dairy calves.

Введение. В России немногие скотоводческие хозяйства занимаются разведением мясного скота для получения качественной говядины. В большинстве случаев откорм бычков на мясо можно скорее рассматривать как побочное направление при производстве молока. Так, до 2017 года на базе откормочной площадки ООО «Заречное» Рамонского района Воронежской об-

ласти структурного подразделения «Фидлот» откармливалось поголовье только мясного скота абердин-ангусской породы. Животные абердин-ангусской породы с рождения и до возраста 10-12 месяцев находятся в условиях свободного выпаса на пастбищах ферм «Корова-теленок» засеянных специально отобранными травяными культурами. По достижении веса 350 кг ангусы перемещаются на СП «Фидлот», где осуществляется откорм в течение 200 дней смесью на основе кукурузы. При достижении живой массы 600 кг (341-450 дней содержания на ферме), они отправляются на убой.

В 2017 году началось строительство производственного участка индивидуального содержания КРС молочных пород, таких, как голштино-фризская, чёрно-пёстрая, джерсейская, швицкая, симментальская, айрширская, монбельярдская и др. закупаемых на молочных фермах.

Цель исследований. В сложившихся условиях импортозамещения найти альтернативу используемому в хозяйстве заменителю цельного молока российского производства для кормления телят молочных пород.

Условия, материалы и методы. Данная работа была выполнена на базе откормочной площадки ООО «Заречное» Рамонского района Воронежской области структурного подразделения «Фидлот», на производственном участке содержания молочных телят – секторе «С 1», в отделении приёмки покупного скота. Произведена экономическая эффективность выращивания телят на новом ЗЦМ отечественного производства ООО «ЭкоТрейд», а также на ЗЦМ того же производителя улучшенного состава.

Результаты и обсуждение. Телята молочных пород в хозяйстве закупаются в возрасте 3-14 дней в хозяйствах Воронежской области и близлежащих городах (Псков, Питер, Пенза и т.д.), удаленностью не более 1000 км. Привозят преимущественно бычков, а также бракованных по породе тёлок и фримантинок. Транспортируют животных в скотовозах, вместимостью 100-150 голов для единовременной перевозки. Разгружают телят в здание приёмки – приёмочный бокс. За время пребывания телят в приёмочном боксе кормление происходит дважды по 2 л на голову. В случае если не удается накормить животное, ветеринарный врач осуществляет дренчевание теленка. После выпивания в целях идентификации поступившего скота осуществляют биркование и чипирование. Далее осуществляют первичные ветеринарные мероприятия: вакцинирование и обезроживание. Учётчик создаёт для каждой головы индивидуальную карточку с зафиксированным весом. Затем животных перемещают в боксы индивидуального содержания на площадку сектора «С 1», где телят содержат до 2-х месячного возраста в домиках индивидуального содержания. 8500 домиков располагается в 34 ряда по 250 штук. На момент написания работы поголовье составляло 8311 голов, 85% которых представлены животными голштинской породы чёрно-пёстрой масти. Размер каждого домика составляет 2х1,5 м. В каждом домике имеется: дверной проем, форточка, два ведра под воду и комбикорм, вентиляционные отверстия и молокодержатель для бутылок с ЗЦМ. Подстилкой в домиках служит солома кукурузных культур. Наполняют подстилкой домики по средством устройства, представляющего собой прицеп с поршнем, который толкает тюк соломы к соломодробилке, после чего солома по средством конвейерной ленты направляется в домик, куда загружается примерно 2-3 кг соломы.

Ежедневно формируются сменные задания для рабочих, где содержится информация по кормлению и поению телят, в соответствии с рядами и номерами «домиков», объему выдаваемого корма или питья и дополнительных ингредиентов в случае необходимости. Рабочий по уходу за животными, занимающийся наведением ЗЦМ, наводит смесь ЗЦМ в соответствии со сменным заданием. Параллельно замесу идет подготовка молочного трейлера, приехавшего с рядов: с бутылок снимают соски, промывают и обрабатывают; бутылочки промывают и обрабатывают. Когда бутылки готовы их заполняют готовым ЗЦМ через гребёнку и надевают чистые соски. Кормление телят ЗЦМ осуществляется два раза в сутки. При кормлении используется два трейлера. Чтобы не запутаться, после раздачи последней бутылки рабочий на первом трейлере устанавливает палку с соской на домик индивидуального содержания. Телят, не способных встать и самостоятельно сосать соску, выпаивают вручную. После выпаивания ЗЦМ, трейлер проезжает по рядам и собирает пустые бутылочки. Цикл по кормлению телят ЗЦМ повторяется до тех пор, пока не будут накормлены все телята в соответствии со сменным заданием.

С первого дня содержания на площадке телятам скармливают гранулированный комбикорм «КК-62 Престартер для телят». Раздача комбикорма осуществляется 1 раз в сутки. Поение телят водой осуществляется 2 раза в сутки. В холодное время года вода может замерзнуть, тогда её выбивают резиновой киянкой.

Удаление твердой фракции навоза (подстилочного и бесподстилочного) производится механизированным способом, с помощью скреперов и тракторов. Сбор навоза осуществляется во временные навозохранилища, представляющие из себя сепараторы из монолитного бетона, имеющие систему отведения навозной жижи в отводящие лотки и далее в лагуны-накопители. Весь удаляемый свежий навоз фиксируется в системе учета 1С. После созревания, органические удобрения вносят на поля вокруг территории комплекса.

Выращивание телят молочного направления на территории СП «Фидлот» происходит в несколько этапов. На первом этапе животных содержат в секторе «С 1» до 60 дней в индивидуальных боксах до достижения живой массы 85-120 кг. После их переводят на групповое содержание в телятники, сектор «С 2» (61-90 дней содержания), где животных держат 30 дней. На следующем эта-

пе телят переводят в сектор «С 3» (91-150 дней содержания) в односкатные полуоткрытые загоны. При переводе в данный сектор бычков кастрируют. В возрасте 150 дней животные достигают веса 200-220 кг и их переводят в четвертый сектор «С 4» (151-340 дней содержания). На заключительном этапе в секторе «С 5» (341-450 дней содержания) животные весят 550-600 кг. Оттуда их отправляют на гуманный убой на мясокомбинат, построенный в 2014 году в селе Ступино Рамонского района Воронежской области. Комбинат вырабатывает до 150 т говядины в смену и до 40 тыс. т в год, включает в себя 4 цеха: убоя, первичного охлаждения, обвалки и упаковки.

Продукцию мясного откорма реализуют в ресторанах, кафе, рознице и подкормках/кормах для животных. Пищевая продукция представлена под собственными торговыми марками: «PRIMEBEEF» – премиальный бренд мраморной говядины и «Заречное» – бренд натуральной говядины из бычков мясомолочных пород.

На момент выполнения работы кормление телят от 15 до 60 дней, находящихся в хозяйстве осуществлялось ЗЦМ «Протеинмол», однако поставки ЗЦМ «Протеинмол» прекращаются. Хозяйство ищет альтернативные варианты замены. С этой целью на территории СП «Фидлот» проводился опыт по скармливанию ЗЦМ «Норма» производства ООО «ЭкоТрейд», целью фирмы так же является совершенствование состава ЗЦМ. Для приготовления ЗЦМ смешивается 145 г молочного порошка с 1 л питьевой воды. В опыте, проведённом с 10 января по 10 марта 2023 года участвовало 250 голов КРС.

Из таблицы экономической эффективности использования ЗЦМ разных производителей отметим, что среднесуточные приросты на новом ЗЦМ «Норма», ниже ожидаемых и ниже, чем на предыдущем ЗЦМ «Протеинмол». Однако использование ЗЦМ «Норма» для хозяйства является экономически выгодным, так как снижается себестоимость 1 ЭКЕ рациона и стоимость корма, затраченного на 1 кг прироста. Экономия затрат корма на 1 кг прироста составляет 0,38 рубля.

Таблица – Экономическая эффективность использования ЗЦМ разных производителей

Показатели	Старая схема ЗЦМ «Протеин-мол»	Новая схема, настоящий состав ЗЦМ «Норма»	Ожидаемый, улучшенный состав ЗЦМ «Норма»
1. Среднесуточный прирост, кг	0,8	0,75	0,85
2. Содержание ЭКЕ в рационе	2	2	2
3. Затраты корма на 1 кг прироста, ЭКЕ	2,50	2,67	2,35
4. Стоимость рациона, руб.	163,5	153	163,5
5. Себестоимость 1 ЭКЕ рациона, руб.	81,75	76,5	81,75
6. Стоимость корма, затраченного на 1 кг прироста, руб.	204,375	204	192,4
7. Экономия затрат корма на 1 кг прироста, руб.		0,38	12,0

Эксперимент по совершенствованию состава ЗЦМ «Норма» в хозяйстве с целью увеличения среднесуточных приростов телят фирмой ООО «ЭкоТрейд» продолжается. В случае получения положительного результата затраты корма на 1 кг прироста снизятся как в энергетическом, так и денежном выражении относительно старой и новой схем. Экономия затрат корма на 1 кг прироста составит 12 рублей.

При одновременном содержании на открытой площадке 8500 голов телят и скармливании каждому телёнку ЗЦМ в течении 46 (60-14) дней экономия затрат на поголовье за молочный период составит:

За 1 день – 0,85 кг

За 46 дней – х кг

Х = 39,1 кг

39,1 кг х 8500 голов х 12 рублей = 3 988 200 рублей.

Выводы. В настоящее время ООО «ЭкоТрейд» отрабатывает и совершенствует состав ЗЦМ для телят. Существующий на сегодняшний день состав, несмотря на снижение среднесуточных приростов телят относительно ранее используемого ЗЦМ даёт экономию затрат корма на 1 кг прироста, совершенствование состава ЗЦМ позволит повысить среднесуточные привесы, а вместе с тем и экономию затрат кормов на единицу прироста.

Литература

1. ***Аристов А.В.*** Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных Ч. 2: Нормированное кормление сельскохозяйственных животных: учебное пособие / А. В. Аристов, Т. И. Елизарова, Л. А. Есаулова. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет. - Допущено Учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области зоотехнии и ветеринарии. – 2014. - 239с.

2. ***Ерёменко О. Н.*** Содержание и кормление телят: учеб. Пособие /О. Н. Ерёменко. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 96 с.
3. ***Есаулова Л.А.*** Влияние способа подготовки молочных кормов к скармливанию на интенсивность роста ремонтных телок в условиях ООО «ЭкониваАгро» село Залужное Лискинского района Воронежской области/Л.А. Есаулова, Е.В. Толокнеева // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и технологии животноводства. Материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства, 2019. - С. 47-48.
4. ***Есаулова Л.А.*** Эффективность скармливания ремонтным телкам пробиотиков фирмы Биотроф в условиях ООО «Агрофирма Калитва» Россошанского района Воронежской области /Л.А.Есаулова, Н.А.Кудинова Н.А.//Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 74-75.
5. ***Использование конкурентоспособных отечественных натуральных кормовых добавок в молочном скотоводстве***: монография /А.В. Аристов, С.Н. Семёнов, Д.А. Пирогов [и др.]. – Воронежский ГАУ, 2021. – 123 с. ISBN:– 978-5-8114-2478-8
6. ***Хохрин С.Н.*** Кормление животных с основами кормопроизводства: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 36.00.00 – «Ветеринария и зоотехния» / С. Н. Хохрин, К. А. Рожков, И. В. Лунегов. - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2016. - 480 с.
7. ***Эффективность использования ЗЦМ разных рецептур в кормлении телят*** [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-ztsm-raznyh-retseptur-v-kormlenii-telyat. (дата обращения 10.10.2023 г.)

Поступила в редакцию: 29.09.2023 г.
Принята к публикации: 10.11.2023 г.

Есаулова Лидия Алексеевна, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, кафедра общей зоотехнии, доцент, кандидат биологических наук, Россия, Воронеж, e-mail: esaulovalida@yandex.ru

Результаты выполненной работы опубликованы по итогам Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения», г. Орёл, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 5 декабря 2023 г.

УДК 636.5.033:612.11:615.273

[1]**Щербинина М.А**., аспирант,
E-mail: aleksa411@mail.ru
[2]**Якименко Н.Н.,** доцент, кандидат ветеринарных наук, доцент
E-mail: ninayakimenko@rambler.ru
[3]**Кокурина Н.В**., кандидат ветеринарных наук, руководитель Центра клинических дисциплин
E-mail: kokurina-nata@mail.ru
[4]**Клетикова Л.В.,** доцент, доктор биологических наук, профессор
E-mail: doktor_xxi@mail.ru
[1,2,3,4] ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», г. Иваново, Россия
[1]**Shcherbinina M. A.,** graduate student,
E-mail: aleksa411@mail.ru
[2]**Yakimenko N. N.,** Associate Professor, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
E-mail: ninayakimenko@rambler.ru
[3]**Kokurina N. V.,** Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Center for Clinical Disciplines
E-mail: kokurina-nata@mail.ru
[4]**Kletikova L. V.,** Associate Professor, Doctor of Biological Sciences, Professor
E-mail: doktor_xxi@mail.ru
[1,2,3,4] FSBEI HE "Verkhnevolzhsky State Agrarian University", Ivanovo, Russia

ДИНАМИКА ЭРИТРОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ У НЕСУШЕК-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ПРЕПАРАТОВ-ЭРГОТРОПИКОВ

(Dynamics of erythrocyte indices in broiler laying hens against the background of ergotropic drugs)

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос применения препаратов-эрготропиков курам кросса КОББ-500. Объектом исследования послужили куры-несушки, предметом – кровь. Исследование крови выполняли до выпойки препаратов, после пятидневной выпойки препаратов и спустя две недели после последнего дня применения препаратов. В крови определили концентрацию гемоглобина гемиглобинцианидным методом на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BioChem SA, гематокрита – на гематокритной центрифуге СМ-70, подсчет эритроцитов – в камере Горяева с реактивом Фриеда и Лукачевой (в модификации И.А. Болотникова). Расчет интегральных индексов крови MCV, MCH и MCHC выполняли согласно общепринятым формулам. Изучаемые препараты «Витол СН», «Антистресс В-К-холин», «Интромин Орал», примененные в дозах, соответственно, 0,5 мл/л, 0,25 мл/л и 0,5 мл/л оказали положительное влияние на концентрацию эритроцитов и гемоглобина, а также на реологические свойства крови. Пролонгированный эффект наблюдался при применении препаратов «Антистресс В-К-холин» и «Интромин Орал».

Ключевые слова: куры, эрготропики, эритроциты, гемоглобин, эритроцитарные индексы, реологические свойства крови.

Abstract. The article discusses the issue of using ergotropic drugs in chickens of the COBB-500 cross. The object of the study was laying hens, the subject was blood. Blood tests were performed before taking the drugs, after a five-day drinking of the drugs, and two weeks after the last day of using the drugs. The concentration of hemoglobin in the blood was determined by the hemiglobin cyanide method on a semi-automatic biochemical analyzer BioChem SA, hematocrit - on a hematocrit centrifuge SM-70, red blood cell counting - in a Goryaev chamber with Fried and Lukacheva reagent (modified by I.A. Bolotnikov). The calculation of integral blood indices MCV, MCH and MCHC was performed according to generally accepted formulas. The studied drugs “Vitol SN”, “Antistress V-K-choline”, “Intromin Oral”, used in doses of 0.5 ml/l, 0.25 ml/l and 0.5 ml/l, respectively, had a positive effect on the concentration of red blood cells and hemoglobin, as well as on the rheological properties of blood. A prolonged effect was observed with the use of the drugs “Antistress V-K-choline” and “Intromin Oral”.

Key words: chickens, ergotropics, erythrocytes, hemoglobin, erythrocyte indices, rheological properties of blood.

Введение. Ученые и практики подчеркивают, что «высокие показатели воспроизводства, оплаты корма продукцией, рентабельности и окупаемости капиталовложений выгодно отличают птицеводство от других отраслей животноводства» [7]. С этим утверждением сложно спорить. На сравнительно небольшой территории концентрируется большое количество птицы и благодаря современным технологиям ежедневно птицеводы получают продукцию [6]. Приоритетным направлением развития отрасли в России сегодня является обеспечение собственной продовольственной безопасности, получение экологически чистых продуктов питания [8]. В этой связи постоянно ведется поиск новых препаратов, обладающих ростостимулирующим и антистрессовым эффектом. Широкое применение нашли фитобиотики, энтеросорбенты, макро- и микроэлементы, продукты пчеловодства,

пре- и пробиотики, подкислители, иммуномодуляторы, а также комплексные препараты, содержащие в своем составе витамины, аминокислоты, микроэлементы [1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11].

Целью данного исследования явилась оценка влияния препаратов-эрготропиков на гематологические индексы кур.

Материал и методы исследования. Эксперимент проведен на базе ООО «Продмит», лабораторно-статистические исследования выполнены в Центре клинических дисциплин ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ» в 2023 г. Куры-несушки кросса КОББ-500 послужили объектом для исследования, предметом – кровь.

Для проведения эксперимента сформировали три группы 31-недельных кур-несушек, в каждой из которых содержалось по 8680-8841 голов. Контрольная группа получала препарат «Витол СН» в дозе 0,5 мл/л, первая опытная группа – «Антистресс В-К-холин» в дозе 0,25 мл/л, вторая опытная – «Интромин Орал» в дозе 0,5 мл/л.

Кровь у кур получали из плечевой вены утром до кормления. Исследование крови выполняли до выпойки препаратов, после пятидневной выпойки препаратов и спустя две недели после последнего дня применения препаратов. В крови определяли концентрацию гемоглобина гемиглобинцианидным методом на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BioChem SA, гематокрита – на гематокритной центрифуге СМ-70, подсчет эритроцитов – в камере Горяева с реактивом Фриеда и Лукачевой (в модификации И.А. Болотникова). Расчет интегральных индексов крови выполняли по формулам, где средний объем одного эритроцита (MCV) представляет собой отношение гематокрита к количеству эритроцитов (фл), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH) – отношение гемоглобина к количеству эритроцитов (пг), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC) – отношение общего гемоглобина к гематокриту (г/л). Математическую обработку данных проводили в операционной системе Microsoft Excel-2010.

Результаты исследования. После 5-дневной выпойки препаратов у кур во всех группах отмечали увеличение концентрации эритроцитов, гемоглобина и гематокритной величины.

Через две недели после окончания введения препаратов в контрольной группе отмечалось достоверное снижение эритроцитов, гемоглобина и гематокрита относительно предыдущего исследования на 5,89%, 3,50% и 10,45%, соответственно ($p \leq 0,05$).

В 1 опытной группе достоверных изменений не установлено. Во 2 опытной группе на фоне недостоверного снижения концентрации эритроцитов отмечена тенденция к увеличению содержания гемоглобина и гематокрита (таблица).

Таблица – Динамика показателей крови у кур на фоне применения препаратов-эрготропиков, n=10, M±m

Группа кур	Эритроциты, $\times 10^{12}$/л	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %
До применения препаратов			
Контрольная	3,10±0,07	95,32±0,87	35,45±2,18
1 опытная	3,10±0,04	95,56±1,18	36,04±1,16
2 опытная	3,07±0,03	95,52±0,57	36,82±1,08
Через 5 суток применения препаратов			
Контрольная	3,40±0,08	100,00±4,80	45,00±1,20
1 опытная	3,30±0,10	105,00±3,50	43,00±2,20
2 опытная	3,50±0,07	101,00±4,00	41,00±3,40
Через 14 дней после последнего дня применения препаратов			
Контрольная	3,20±0,03	96,50±1,30	40,30±0,35
1 опытная	3,27±0,04	105,20±1,38	43,50±0,60
2 опытная	3,40±0,02	103,20±1,38	42,20±0,68

Индексы крови являются важными показателями в диагностике и дифференциальной диагностике анемий.

У кур контрольной группы на фоне выпойки препарата «Витол СН» отмечено повышение среднего объема одного эритроцита на 15,83%, снижение содержания гемоглобина в одном эритроците и концентрации гемоглобина в эритроците на 4,36% и 17,35% ($p \leq 0,05$). Спустя 14 суток после последней выпойки препарата отмечается снижение MCV относительно предыдущего исследования на 5,37% и тенденция к увеличению MCH и MCHC (рис. 1-3).

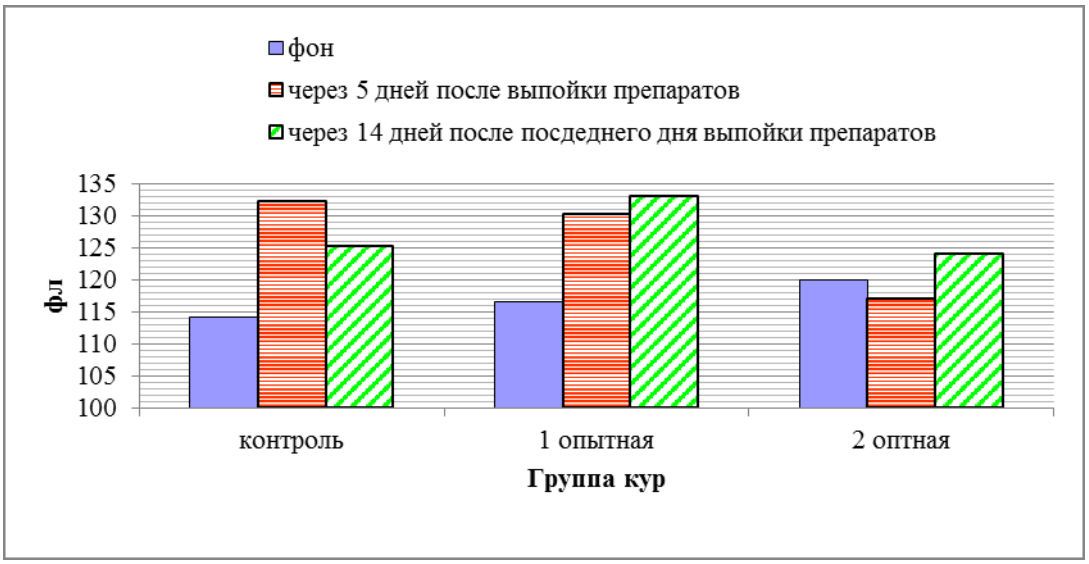


Рис. 1 – Изменение среднего объема одного эритроцита на фоне применения препаратов у кур контрольной и опытных групп

У кур 1 опытной группы, получившей в течение 5 дней препарат «Антистресс В-К-холин» отмечалось увеличение объема эритроцитов на 11,72% и наметилась тенденция к снижению концентрации гемоглобина в одном эритроците.

Через 14 дней после окончания применения препарата, достоверных изменений индексов крови не наблюдали (рис. 1-3).

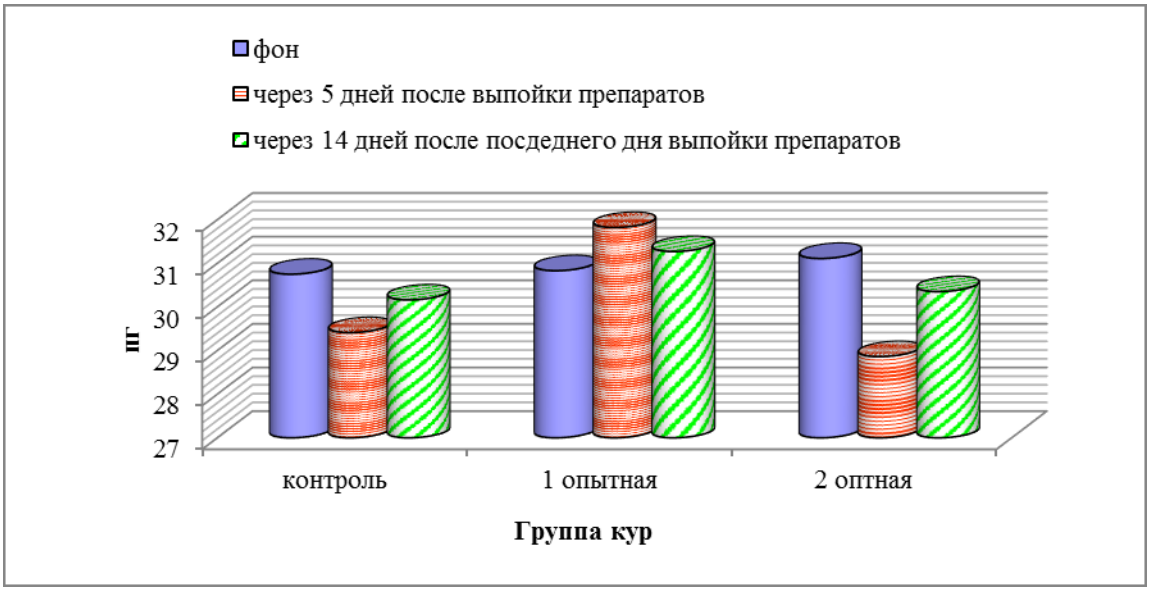


Рис. 2 – Изменение среднего содержания гемоглобина в эритроците на фоне применения препаратов у кур контрольной и опытных групп.

У кур 2 опытной группы, получивших в течение 5 дней препарат «Интромин Орал» установлено недостоверное снижение MCV, снижение MCH на 7,23% и MCHC на 5,04% ($p \leq 0,05$). После окончания выпойки препарата у кур произошло увеличение объема эритроцитов на 5,96% и наметилась тенденция к увеличению содержания в гемоглобина в одном эритроците (рис. 1-3).

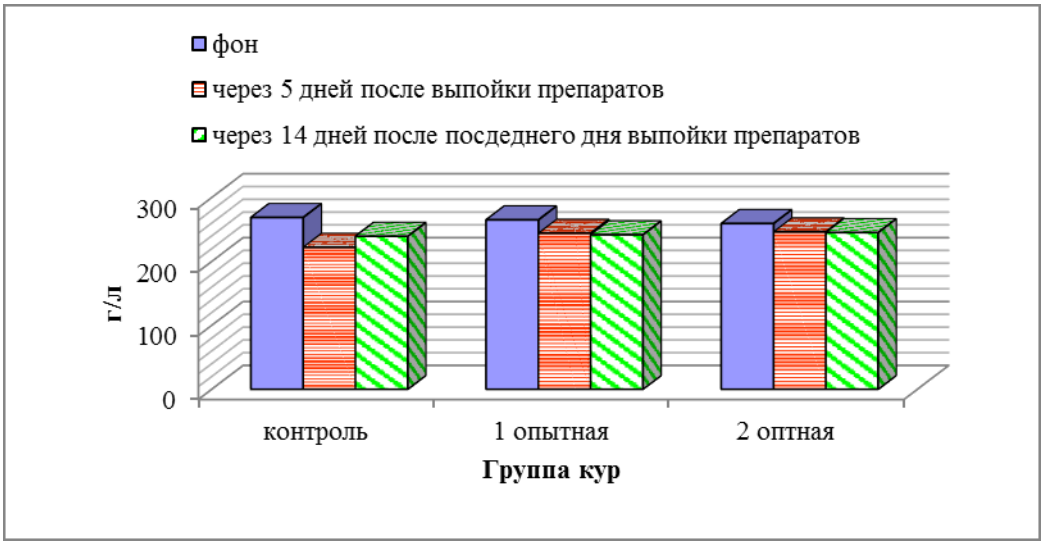


Рис. 3 – Изменение концентрации гемоглобина в эритроците на фоне применения препаратов у кур контрольной и опытных групп

Все зарегистрированные изменения эритроцитарных индексов у кур контрольной и опытных групп не выходили за пределы референсных величин и были обусловлены положительной динамикой эритроцитов и гемоглобина.

Кроме того, увеличение объема эритроцитов на фоне выпойки препаратов и после их отмены показало улучшение водно-электролитного обмена, снижение индекса МСНС свидетельствует о снижении вязкости крови.

Заключение. Проведенный эксперимент по применению препаратов-эрготропиков показал, что у кур происходит увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови, улучшаются реологические свойства крови. Выраженным пролонгированным эффектом обладают препараты «Интромин Орал» в дозе 0,5 мл/л и «Антистресс В-К-холин» в дозе 0,25 мл/л.

Литература

1. ***Гласкович С.А.*** Введение в рацион композиционной формы с продуктами пчеловодства «Аргобифилак» при диетическом кормлении бройлеров // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и лабораторной диагностики: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.В. Рудакова. – Санкт-Петербург: СПбГУВМ, 2023. – С. 73–76.
2. ***Дускаев Г.К., Русакова Е.А., Лазебник К.С.*** Обмен энергии в организме бройлеров при введении экстракта Quercus cortex и хлортетрациклина в рацион // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 3. – С.115–123.
3. ***Иванов С.М.*** Эффективность использования новых биологически активных добавок в яичном птицеводстве: автореф. дисс…канд. биолог. наук. – Волгоград, 2012. – 24 с.
4. ***Кишняйкина Е. А., Жучаев К. В.*** Влияние биологически активных добавок на качественные показатели мяса бройлеров // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. №8. – С.70–72.
5. ***Клетикова Л.В., Гарькун В.И.*** Динамика показателей крови уток на фоне применения селенсодержащей кормовой добавки// Птица и птицепродукты. – 2019. – №6. – С.54–57.
6. ***Семенченко С.В., Засемчук И.В.*** Продуктивность мясной птицы при совместном и раздельном способе выращивания // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2022. – №4. – С.105–110.
7. ***Сидоренко Р. П., Сечинова Е. Н.*** Влияние способов выращивания цыплят-бройлеров на их продуктивность // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 20115. – № 15-1. – С.116–132.
8. ***Сидорова К.А.*** Особенности морфофункционального состояния систем организма продуктивных птиц в условиях Северного Зауралья: монография / К.А. Сидорова, С.А. Веремеева, С.В. Козлова, Е.П. Краснолобова, Н.А. Черменина, А.С. Копылова, А.В. Балакшина. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. – 178 с. – URL: https://www.tsaa.ru/documents/publications/2022/sidorova-osobennosty.pdf. – Текст : электронный.
9. ***Якименко Н.Н.. Клетикова Л.В., Пономарев В.А.*** Результативность полиметилсилоксана полигидрата при выращивании утят // Современная наука и ее ресурсное обеспечение: инновационная парадигма: сборник статей Международной научно-практической конференции (20 февраля 2020 г.). – Петроза-

водск: МЦНП «Новая наука», 2020. – С.100–106.

10. ***Gindullin A.I., Tremasov M.Ya., Beletskii S.O., Gindullina D.A.*** Probiotics based on Lactobacterium and Bacillus at T2 toxicosis of chickens. Ptitsa Ptitseprod., 2014, no. 3, pp. 44–46.
11. ***Patel R., DuPont H.L.*** New approaches for bacteriotherapy: Prebiotics, new generation probiotics, and synbiotics. Clin. Infect. Dis., 2015, vol. 60, suppl. 2, pp. S108–S121. doi: 10.1093/cid/civ177.

Поступила в редакцию: 07.11.2023 г.
Принята к публикации: 01.12.2023 г.

Щербинина Мария Алексеевна, аспирант, e-mail: aleksa411@mail.ru; **Якименко Нина Николаевна**, доцент, кандидат ветеринарных наук, доцент, e-mail: ninayakimenko@rambler.ru, **Кокурина Наталья Валерьевна**, кандидат ветеринарных наук, руководитель Центра клинических дисциплин, e-mail: kokurina-nata@mail.ru, **Клетикова Людмила Владимировна**, доцент, доктор биологических наук, профессор e-mail: doktor_xxi@mail.ru, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Результаты выполненной работы опубликованы по итогам Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения», г. Орёл, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 5 декабря 2023 г.

УДК: 3109.01

С.И. Рустамова[1], Н.В. Сафи[2], К.Ю. Юсифова[1]
S.I. Rustamova[1], N.V. Safi[2], K.Y.Yusifova[1]
[1] Ветеринарный Научно-Исследовательский Институт Министерства Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики, Баку Азербайджан
[2]Агентство Аграрных Услуг Министерства Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики, Баку Азербайджан
[1] Veterinary Research Institute of the Ministry of Agriculture of the AR, Baku, Azerbaijan
[2]Agrarian Services Agency of the Ministry of Agriculture of the AR, Baku, Azerbaijan
kubrayusifova@gmail.com

СЕЗОННАЯ РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ *COXIELLA BURNETII* В ХОЗЯЙСТВАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В 2022 -2023 ГГ.

(Seasonal prevalence of *Coxiella burnetii*in the farms of the Azerbaijan Republic in 2022 -2023)

Аннотация. Ку-лихорадка (коксиеллез) представляет собой природноочаговое зооантропонозное заболевание, имеющее чрезвычайно широкий географический ареал. Разнообразие клинических проявлений и отсутствие специфичных признаков заболевания вынуждают использовать для постановки диагноза комплексный подход, включающий эпизоотологические, эпидемиологические данные, клинические проявления и обязательно результаты нескольких серологических исследований, направленных на обнаружение антител. В статье представлены результаты исследований сывороток крови сельскохозяйственных животных на предмет обнаружения возбудителя заболевания *Coxiella burnetii* в осенне-зимний и весенне-летний сезоны.

Ключевые слова: ку- лихорадка, *Coxiella burnetii,* коксиеллез, *ИФА,* ПЦР-РВ.

Abstract. Ku-fever (coxiellosis) is a naturalfocal zooanthroponotic use, meaning a wide geographical area. The variety of clinic manifestations and the nopresence spesific signs of diseases force us to use an integrated approach for making a diagnosis, presentation epizootological, epidemiological data, presented to manifestations and mandatory results of a number of serological studies aimed at detecting antibodies The article presents the results of studies of blood sera of farm animals for the detection of the causative agent of the disease Coxiella burnetii in the autumn-winter and spring-summer seasons.

***Key words**:* ku-fever*, Coxiella burnetii,* coxiellosis, ELISA, real-time PCR.

Введение. Ку-лихорадка представляет собой природно-очаговое зооантропонозное заболевание, имеющее чрезвычайно широкий географический ареал. Разнообразие клинических проявлений и отсутствие патогномоничных признаков заболевания вынуждают использовать для постановки диагноза комплексный подход, включающий эпизоотологические, эпидемиологические данные, клинические проявления и обязательно результаты нескольких серологических исследований, направленных на обнаружение антител. Ку-лихорадка является медико-социальной проблемой в силу широкого распространения, болезни и значительных экономических потерь, обусловленных инфицированностью сельскохозяйственных животных. Заболевание вызывает у животных аборты, мертворождение плода и рождение ослабленного потомства с выраженными патологическими изменениями. Хроническая инфекция заболевания чаще встречается у абортированных коров в последнем триместре стельности. Многие исследователи отмечают сложность выявления возбудителя как внутриклеточного паразита. *Bildfell* и др. описывают возможность выявления возбудителя болезни именно на поздних сроках развития плода у животного [1].

В последние годы были достигнуты большие успехи в изучении этого заболевания и его возбудителя *Coxiella burnetii*. Всемирная роль *C. burnetii* как причины эндокардита была признана в большинстве стран, проводящих систематические серологические исследования. Более того, классификация CDC *C.burnetii* как потенциального агента биотерроризма привела к тому, что это заболевание стало подлежать регистрации во многих странах, например, в США, что показало, что это заболевание более распространено, чем считалось ранее [2]. Война на Ближнем Востоке [3] и исследования в тропиках Африки [4] показали, что Ку-лихорадка может быть очень распространённой причиной лихорадки в тропической зоне. Наконец, вспышка в Нидерландах показала, что это заболевание может стать серьёзной проблемой общественного здравоохранения [5].

Случаи Ку-лихорадки были зарегистрированы почти везде, за исключением Новой Зеландии. Основными резервуарами *C.burnetii* являются крупный рогатый скот, овцы и козы. Однако в последние годы сообщается о росте числа животных, выделяющих бактерию, включая домашних млекопитающих, морских млекопитающих, рептилий, клещей и птиц [6, 7]. Абортивные материалы содержат самую высокую концентрацию бактерий, но *C.burnetii* также обнаруживается в моче, фекалиях и молоке инфицированных животных [8]. Передача человеку чаще всего происходит из-за вдыхания аэрозольных бактерий, которые распространяются в окружающей среде инфицированными животными после родов или аборта.

Поскольку коксиеллёз является зоонозом, эпидемиология заболевания человека всегда отражает циркуляцию бактерии среди животных. Распространённость заболевания сильно варьирует от одной страны к другой из-за эпидемиологических различий и необходимости регистрации. Например, в США Ку-лихорадка стала регистрируемым заболеванием только в 1999 г., что привело к увеличению числа случаев заболевания человека на 250% в период с 2000 по 2004 г. благодаря лучшему распознаванию случаев [9]. В зависимости от географического района наблюдаются ситуации эндемии или вспышки. В некоторых странах также могут быть выявлены некоторые гиперэндемичные очаги, как, например, в Мартиге (Франция), где заболеваемость Ку-лихорадкой достигает 34,5/100 000 жителей из-за распространения спор ветром от стад овец [10]. Небольшие вспышки (семейные вспышки) могут возникать после контакта с общим источником, таким, как инфицированные *C.burnetii* роженицы, собаки или кошки [11]. В США была зарегистрирована случайная вспышка у пяти пациентов из-за внутримышечной инъекции эмбриональных клеток овцы немецким врачом, практикующим «терапию живыми клетками» [12].

Поскольку в большинстве стран нет диагностики Ку-лихорадки, глобальное воздействие заболевания на здоровье населения в значительной степени недооценивается. В исследовании *Prabhu M.*, *C.burnetii* был обнаружен в 5% из 109 случаев тяжёлой пневмонии в Танзании [13]. В другом исследовании описаны крупномасштабные вспышки в Нидерландах в период с 2007 по 2010 год, когда было зарегистрировано более 4000 случаев. Регионами с самым высоким уровнем заражения были провинция Северный Брабант в южной части страны и провинции Гелдерланд и Лимбург [14]. В провинции Северный Брабант проживает 2,4 миллиона жителей и имеется 6,4 миллиона сельскохозяйственных животных, и в этом регионе сосредоточено козоводство. Вспышка была связана с развитием интенсивного разведения молочных коз вблизи городских районов. Ввоз огромного количества животных с 75-кратным увеличением поголовья коз в период с 1985 по 2009 год мог способствовать завозу животных, инфицированных *C. burnetii*, в эту страну. Благодаря ретроспективному исследованию стало известно, что эпизоотия началась в 2005 г., при этом уровень абортов на некоторых фермах превышал 60% [15]. Стратегия общественного здравоохранения по борьбе со вспышкой данного заболевания была разработана властями Нидерландов и реализована весной 2008 г. Уведомление о случаях аборта в стадах, и вакцинация стали обязательными в июне 2008 г. для козьих или овцеводческих ферм с более чем 50 животными в зараженных области. Из-за неэффективности этих мер, а также в связи с тем, что сообщалось о смертельных случаях среди людей, в декабре 2009 г. было принято решение о систематической выбраковке беременных коз и овец, что привело к выбраковке более 50 000 коз. В 2010 г. число зарегистрированных случаев у людей начало снижаться, вероятно и в том числе благодаря этим ветеринарным мерам.

В нашем институте ведутся исследования сывороток крови крупного рогатого скота, овец, коз и собак на предмет выявления патогена *C. burnetii*. Эти исследования показывают присутствие возбудителя в фермерских хозяйствах. По результатам этих исследований процент положительных результатов составил 12,55% [16, 17, 18]. При отсутствии систематических исследований сложно говорить о конкретных антропургических очагах, однако патоген обнаруживается в разных фермерских хозяйствах страны. Однако выявление патогена на этих территориях делает эти районы опасными в эпидемиологическом отношении. Из вышеописанного видно, что сочетание большого количества заражённых животных, расположение ферм вблизи населённых пунктов, отсутствие эпиднадзора и низкий уровень иммунной защиты в популяции являются причинами регистрируемых случаев выявления возбудителя. Долгосрочные последствия для общественного здравоохранения и недооценка опасности заболевания вызывают серьезную озабоченность.

Материалы и методы. Данная работа была выполнена в отделе вирусологии и иммунологии Ветеринарного Научно-Исследовательского Института. В исследованиях были использованы диагностические наборы: ID Screen® Q Fever Indirect Multi-species - IDvet “Indirect multi-species ELISA for the detection of anti-Coxiella burnetii antibodies in serum and plasma or in individual or bulk milk samples from multiple species. ПЦР набор для количественной оценки геномов Coxiella burnetii «Genesig Advanced Kit». “Genesig Real-time PCR Detection kit for Coxiella burnetii. LOT JN-00554-0019: 04.11.2022: REF Z-Path-C.burnetii. Primerdesign Ltd. York House, School Lane, Chandlers Ford) Primerdesign, предназначен для количественного определения геномов C.burnetii in vitro. Набор - для широкого профиля обнаружения,

в частности, праймеры представляют собой 100% гомологию с более чем 95% эталонных последовательностей базы данных NCBI, доступных на момент разработки.

Исследования проводились в вирусологической лаборатории BSL2 с соответствующим оборудованием. Были исследованы сыворотки крови сельскохозяйственных животных.

В течение 2022-2023 календарного года были исследованы около 2 тыс. проб сывороток крови животных в хозяйствах страны. Хозяйства определялись путём случайной выборки. Антитела к возбудителю коксиеллеза были выявлены в крови мелкого рогатого скота, исследования сывороток крови крупного рогатого скота положительных результатов не дало. Возможно, что полученные нами отрицательные результаты исследования сыворотках связаны со сложностями выявления возбудителя, как внутриклеточного паразита. Результаты наших исследований совпадают с работами *Bildfell* и др., где описана возможность выявления возбудителя ку-лихорадки именно на поздних сроках развития плода у животного [4, 19, 20].

Исследования сывороток крови для выявления патогена в осенне-зимний и весенне-летний сезоны выявили разницу в показателях для хозяйств, расположенных в разных территориальных зонах: в южных хозяйствах возбудитель в пробах крови выявлялся чаще (42,52% против 19,09%). Что касается сезонности, то в осенне-зимние месяцы, когда овцы и козы возвращаются с летних пастбищ, то показатели заражённости крови были выше, чем у животных, чьи пробы были собраны весной и летом, 43,39% и 18,22 % соответственно.

В таблице представлены результаты исследований по двум показателям: сезонности и географическому фактору. Исследования по северным хозяйствам показали, что из 420 исследованных образцов в 47 пробах были обнаружены антитела к возбудителю, что составило 11,19%. Исследования в тех же хозяйствах в весенне-летний период (апрель-август) выявили процент заболеваемости 7,9% - из 114 проб 9 были положительными. Исследования по южным хозяйствам аналогично показали, что из 135 исследованных сывороток крови овец и коз, собранных в тёплое время года, 14 были положительными, а именно заболеваемость в этот сезон составила 10,32%. В осенне-зимний период в этих же регионах процент заболеваемости животных составил 32,2%.

Таблица. **- Исследования сывороток крови мелкого рогатого скота по сезонам и географическому расположению хозяйств**

Сезонность	Хозяйства северных регионов	Хозяйства южных регионов	Всего
Осенне-зимний сезон	11,19%	32,2%	43,39%
Весенне–летний сезон	7,9%	10,32%	18,22%
Два сезона	19,09%	42,52%	61,61%

Также можно отметить предварительные результаты по выявлению носителей возбудителя среди беременных животных. Процент заболеваемости беременных составил 58,3%.

Выводы. Проведённые эпидемиологический анализ наших исследований показал, что наибольший процент заболеваемости мелкого рогатого скота наблюдается в южных регионах в осенне-зимний период. Вирус сохраняется в функционально активном состоянии на протяжении холодного времени года после возвращения животных с летних пастбищ (яйлагов), где большое количество животных, кровососущих насекомых и грызунов контактируют друг с другом, выделяют различные экскреты, используют общие корма и территории, которые потенциально могут быть природными очагами. В стойловом периоде в холодное время года животные выделяют возбудитель также в период ягнения.

Резюмируя полученные результаты, считаем, что имеется необходимость проведения дальнейших исследований в этом направлении для выявления циркуляции патогена *C. burnetii* на территории Азербайджанской Республики.

Литература

1. ***Anderson A, Bijlmer H, Fournier P-E, Graves S, Hartzell J, Kersh GJ, Limonard G, Marrie TJ, Massung RF, McQuiston JH, Nicholson WL, Paddock CD, and Sexton DJ.*** 2013. Diagnosis and management of Q fever—United States, 2013: recommendations from CDC and the Q Fever Working group. MMWR Recomm Rep62:1–30.
2. ***Angelakis E and Raoult D.*** 2010. Q fever. Vet Microbiol140:297–309.
3. ***Angelakis E, Mediannikov O, Socolovschi C, Mouffok N, Bassene H, Tall A, Niangaly H, Doumbo O, Znazen A, Sarih M, Sokhna C, and Raoult D.*** 2014. Coxiella burnetii-positive PCR in febrile patients in rural and urban Africa. *Int J Infect Dis*28:107–110.
4. ***Bildfell RJ, Thomson GW, Haines DM, McEwen BJ, Smart N***: Coxiella burnetii infection is associated with placentitis in cases of bovine abortion. J Vet Diagn Invest. 2000, 12: 419-425.
5. ***Buhariwalla F, Cann B, and Marrie TJ.*** 1996. A dog-related outbreak of Q fever. Clin Infect Dis23:753–755.

6. ***D'amato F, Million M, Edouard S, Delerce J, Robert C, Marrie T, and Raoult D.*** 2014. Draft genome sequence of Coxiella burnetii Dog Utad, a strain isolated from a dog-related outbreak of Q fever. New Microbes New Infect2:136–137.
7. ***Delsing CE, Kullberg BJ, and Bleeker-Rovers CP.*** 2010. Q fever in the Netherlands from 2007 to 2010. Neth J Med68:382–387.
8. ***Dijkstra F, van der Hoek W, Wijers N, Schimmer B, Rietveld A, Wijkmans CJ, Vellema P, and Schneeberger PM.*** 2012. The 2007-2010 Q fever epidemic in The Netherlands: characteristics of notified acute Q fever patients and the association with dairy goat farming. FEMS Immunol Med Microbiol64:3–12.
9. ***Eldin C, Mahamat A, Demar M, Abboud P, Djossou F, and Raoult D.*** 2014. Q fever in French Guiana. Am J Trop Med Hyg91:771–776.
10. ***Guatteo R, Beaudeau F, Berri M, Rodolakis A, Joly A, and Seegers H.*** 2006. Shedding routes of Coxiella burnetii in dairy cows: implications for detection and control. Vet Res37:827–833.
11. ***Hogerwerf L, van den Brom R, Roest HIJ, Bouma A, Vellema P, Pieterse M, Dercksen D, and Nielen M.*** 2011. Reduction of Coxiella burnetii prevalence by vaccination of goats and sheep, The Netherlands. Emerg Infect Dis17:379–386.
12. ***Muskens J, Wouda W, von Bannisseht-Wijsmuller T, van Maanen C***: Prevalence of Coxiella burnetii infections in aborted fetuses and stillborn calves. Vet Rec. 2012, 170: 260
13. ***Prabhu M, Nicholson WL, Roche AJ, Kersh GJ, Fitzpatrick KA, Oliver LD, Massung RF, Morrissey AB, Bartlett JA, Onyango JJ, Maro VP, Kinabo GD, Saganda W, and Crump JA.*** 2011. Q fever, spotted fever group, and typhus group rickettsioses among hospitalized febrile patients in northern Tanzania. Clin Infect Dis53:e8–e15.
14. ***Quiston JH, Holman RC, Call CL, Childs JE, Swerdlow DL, and Thompson HA***. 2006. National surveillance and the epidemiology of human Q fever in the United States, 1978-2004. Am J Trop Med Hyg75:36–40
15. ***Robyn MP, Newman AP, Amato M, Walawander M, Kothe C, Nerone JD, Pomerantz C, Behravesh CB, Biggs HM, Dahlgren FS, Pieracci EG, Whitfield Y, Sider D, Ozaldin O, Berger L, Buck PA, Downing M, and Blog D***. 2015. Q fever outbreak among travelers to Germany who received live cell therapy—United States and Canada, 2014. MMWR Morb Mortal Wkly Rep64:1071–1073.
16. ***Rodolakis A, Berri M, Héchard C, Caudron C, Souriau A, Bodier CC, Blanchard B, Camuset P, Devillechaise P, Natorp JC, Vadet JP, and Arricau-Bouvery N***. 2007. Comparison of Coxiella burnetii shedding in milk of dairy bovine, caprine, and ovine herds. J Dairy Sci90:5352–5360.
17. ***Roest HIJ, Ruuls RC, Tilburg JJHC, Nabuurs-Franssen MH, Klaassen CHW, Vellema P, van den Brom R, Dercksen D, Wouda W, Spierenburg MAH, van der Spek AN, Buijs R, de Boer AG, Willemsen PTJ, and van Zijderveld FG***. 2011. Molecular epidemiology of Coxiella burnetii from ruminants in Q fever outbreak, the Netherlands. Emerg Infect Dis17:668–675.
18. ***Roest HIJ, Tilburg JJHC, van der Hoek W, Vellema P, van Zijderveld FG, Klaassen CHW, and Raoult D***. 2011. The Q fever epidemic in The Netherlands: history, onset, response and reflection. Epidemiol Infect139:1–12.
19. ***S. Rustamova, N. Safi, K. Yusifova at all***. Epizootic situation on Q fever in farms in the southern and central regions of the republic of Azerbaijan in 2021-2022. Georgian academy of agricultural sciences bulletin 1(47) Publisher “Agro”. Tbilisi 2022. P. 94-100.
20. ***S. Rustamova, N. Safi, K. Yusifova***. Identification of the cause of Q fever in the farms of the regions of the republic of azerbaijan in 2021-2022. American Society For Microbiology (ASM) Microbe 2023 is organized by American Society for Microbiology (ASM) and will be held during Jun 15 - 19, 2023 at George R. Brown Convention Center, Houston, Texas, United States of America.

Поступила в редакцию: 05.11.2023 г.
Принята к публикации: 30.11.2023 г.

С.И. Рустамова[1], Н.В. Сафи[2], К.Ю. Юсифова[1], S.I. Rustamova[1], N.V. Safi[2], K.Y.Yusifova[1]
[1] Ветеринарный Научно-Исследовательский Институт Министерства Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики, Баку Азербайджан; [2]Агентство Аграрных Услуг Министерства Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики, Баку Азербайджан, e-mail: kubrayusifova@gmail.com

Результаты выполненной работы опубликованы по итогам Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения», г. Орёл, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 5 декабря 2023 г.

УДК 577.3+581.1

Евлаков П.М., к.б.н., заведующий лабораторией анализа ПЦР
Гродецкая Т.А., научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР
Евтушенко Н.А., младший 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
Grodetskaya T.A., Researcher, Laboratory of PCR Analysis
Evtushenko N.A., Junior Researcher, Laboratory of PCR Analysis
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after. G.F. Morozov, Voronezh, Russia
tatyana.pokusina@yandex.ru

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СЕКВЕСТРАЦИИ УГЛЕРОДА У БЫСТРОРАСТУЩИХ ТОПОЛЕЙ*

(Assessment of the carbon sequestration potential in fast growing poplars)

Изменение климата затрагивает жизнедеятельность растений, что обусловлено воздействием абиотического стресса, который значительным образом влияет на важнейшие биохимические процессы, включая фотосинтез. В связи с этим необходимо подобрать комплекс методов для оценки параметров фотосинтеза у культурных растений. В статье проведена оценка потенциала секвестрации углерода на карбоновом полигоне Воронежской области у перспективных селекционно-ценных форм и гибридов тополей (*Populus* L.) 'Ведуга', 'Э.с.-38', *'ПОК'*. В качестве контроля использовался эндемик Воронежской области тополь черный (осокорь). Исследованы морфометрические параметры растений, проведен анализ площади отдельного листа и суммарной ассимиляционной поверхности тополя разных форм и гибридов с применением портативного лазерного измерителя площади листа CI-202 (CID Bioscience, США). Для определения параметров фотосинтеза и транспирации использовали портативную систему измерения газообмена растений CI-340 (CID Bioscience, США). Показано, что суммарная площадь листьев на 1 растение у тополя сорта 'Э.с.-38' значительно (в 5,6 раз) превышала аналогичный показатель у контрольного варианта. Вторым по данному значению выступал тополь белый 'Ведуга', опережающий контроль в 3,3 раза. Значительное преимущество по высоте (на 33% по сравнению с контролем) и площади листьев определило большие в 4,6 раз показатели поглощения CO_2 у 'Э.с.-38' за один вегетационный период. Для тополя 'Ведуга' этот показатель составил 2,8 раз. Полученные результаты позволяют характеризовать тополь 'Э.с.-38' в качестве перспективной формы и рекомендовать его для закладки быстрорастущих плантаций с высоким потенциалом секвестрации углерода.

Ключевые слова: тополь, изменение климата, абиотический стресс, фотосинтез, депонирование CO_2, продуктивность

Climate change affects plant life due to the impact of abiotic stress, which significantly affects the most important biochemical processes, including photosynthesis. In this regard, it is necessary to select a set of methods for assessing photosynthesis parameters in cultivated plants. The article assesses the potential for carbon sequestration at the carbon test site in the Voronezh region for promising selection-valuable forms and hybrids of poplars (*Populus* L.) 'Veduga', 'E.s.-38', 'POK'. The endemic black poplar (sedge) of the Voronezh region was used as a control. The morphometric parameters of plants were studied, the area of an individual leaf and the total assimilation surface of poplar of different forms and hybrids were analyzed using a portable laser leaf area meter CI-202 (CID Bioscience, USA). To determine the parameters of photosynthesis and transpiration, a portable system for measuring plant gas exchange CI-340 (CID Bioscience, USA) was used. It was shown that the total leaf area per 1 plant of the poplar variety 'E.s.-38' was significantly (5.6 times) higher than that of the control variant. The second in terms of this value was the white poplar 'Veduga', outstripping the control by 3.3 times. A significant advantage in height (by 33% compared to the control) and leaf area determined the 4.6 times greater CO_2 absorption rates of 'E.s.-38' during one growing season. For poplar 'Veduga' this figure was 2.8 times. The results obtained make it possible to characterize poplar 'E.s.-38' as a promising form and recommend it for establishing fast-growing plantations with a high potential for carbon sequestration.

Key words: poplar, climate change, abiotic stress, photosynthesis, CO2 sequestration, productivit

Введение. Увеличение углекислого газа в атмосфере – глобальный процесс, затрагивающий жизнь растений по всей планете. Накопление CO_2 способствует изменению климата в сторону повышения температур и провоцирует возникновение стресса. Засуха, засоление, холод, жара, ультрафиолетовое излучение и тяжелые металлы значительным образом усложняют жизнедеятельность сельскохозяйственных и лесных растений. По некоторым оценкам, воздей-

ствие стресса может снижать урожайность культурных растений до 50% [1].

Основным жизненно важным процессом, обеспечивающим растения энергией и углеродом, необходимым для синтеза органических соединений, является фотосинтез. Напряженность факторов окружающей среды негативно влияют на эффективность процессов фотосинтеза [2, 3]. Поскольку жизнеспособность и урожайность культурных растений в том числе, обусловлены особенностями их фотосинтетической деятельности, возникает необходимость подробного изучения фотосинтеза для конкретных пород растений, подверженных определенным воздействиям окружающей среды. Понимание особенностей фотосинтеза при влиянии абиотического стресса открывает перспективу для его регуляции и интенсификации, что поможет значительно улучшить продуктивность растений.

Для оценки фотосинтеза необходимо рассмотреть ряд параметров, одним из которых является флуоресценция хлорофилла. Этот индикатор позволяет анализировать фотохимическое состояние фотосистемы II при повышении уровня углекислого газа в атмосфере, воздействия экстремальных температур или изменения содержания воды в листьях.

Рост концентрации CO_2 может способствовать увеличению скорости его фиксации, увеличению биомассы и площади листьев, что обусловлено активностью рибулозобисфосфаткарбоксилазы (Рубиско), фермента, обеспечивающего присоединение углекислого газа к рибулозо-1,5-бисфосфату на первой стадии восстановительного пентозофосфатного цикла [4]. Акклиматизация в виде увеличения скорости фотосинтеза в условиях повышенного содержания углекислого газа происходит за счет изменения скорости функционирования Рубиско или её концентрации. Стимуляция ростовых процессов в условиях повышенной концентрации CO_2 происходит благодаря оптимизации расхода воды фотосинтезирующими органами растений, что отражается в повышении показателя WUE (water-use efficiency), определяемого как отношение фотосинтеза к транспирации [5].

Воздействие неблагоприятных условий окружающей среды провоцирует снижение устьичной проводимости, развитие окислительного стресса и снижение активности Рубиско, увеличивает нефотохимическое гашение (NPQ). Показатель NPQ характеризует количество энергии, рассеивающимся в виде тепла относительно линейного переноса электронов через фотосистемы. Повышенные концентрации углекислого газа могут способствовать снижению NPQ, стимуляции фотосинтеза и улучшению биохимии листьев.

Учитывая вышеизложенное, при оценке фотосинтетического ответа у растений в условиях неблагоприятного воздействия окружающей среды, необходимо поводить анализ параметров морфометрии, анатомии и биохимии листа, измерения активности ключевых ферментов фотосинтеза листа, ферментов антиоксидантного комплекса. Флюоресценция хлорофилла и газообмен листа являются важнейшими параметрами, необходимыми для полноценной характеристики фотосинтетической деятельности растений.

Цель исследований

Целью данного исследования была оценка потенциала углерододепонирующей способности быстрорастущих тополей (*Populus* L.).

Условия, материалы и методы

Объект исследования. В качестве объекта исследования использовали селекционно-ценные быстрорастущие сорта и гибриды тополей второго года произрастания (таблица 1, рисунок 1) [6, 7].

Таблица 1 – Характеристика перспективных биотипов тополей

№ п/п	Наименование тополя	Инв. №	Происхождение	Автор гибрида
Белые тополя с пирамидальной формой кроны				
1	*'Ведуга'*	26-07	*P. alba* L. × *P. bolleana* Laurche	Царев А.П.
Межсекционные гибриды				
2	*'Э.с.-38'**	49	*P. deltoides* Marsh. × *P. balsamifera* L.	Вересин М.М.
Черные тополя с пирамидальной формой кроны				
3	*'ПОК'* **	91	*P. piramidalis* Ros. × *P. nigra* L.	Альбенский А.В.

'Э.с.-38' – 'Элитный сеянец-38'*
*'ПОК'**– 'Пирамидально-осокоревый Камышинский'*



Рис. 1 – Внешний вид тополя сорта 'Э.с.-38' второго года вегетации

Исследование уровня поглощения углекислого газа у перспективных тополей проводилось на экспериментальном полигоне, заложенном в Воронеже (51.660781, 39.200296) в 2021 году. Контрольная группа состояла из представителей эндемичного для Воронежской области вида тополя черного (осокоря) *P. nigra* L.

У опытных и контрольных образцов проводили оценку морфометрических параметров, площади листа и ассимиляционной поверхности с использованием лазерного измерителя CI-202 (CID Bioscience, США).

Для измерения скорости поглощения углекислого газа листом *in vivo* использовали инфракрасный газовый анализатор CI-340 (CID Bioscience, США), позволяющий оценить ряд фотосинтетических параметров в режиме реального времени (Таблица 2).

Таблица 2 – Интерпретация параметров фотосинтеза, анализируемых при помощи инфракрасного газового анализатора

Обозначение параметра	Единица измерения	Интерпретация параметра
CO_2 in	мл/м^3	Количество CO на входе в анализатор
CO_2 out	мл/м^3	Количество CO на выходе из листовой камеры
H_2O in	кПа	Количество H_2O на входе в анализатор
H_2O out	кПа	Количество H_2O на выходе из анализатора
PAR (ФАР)	мкмоль/м^2/с	Фотосинтетически активная радиация
W	моль/м^2/с	Молярный поток (массовый расход на площадь листа)
E	ммоль/м^2/с	Скорость транспирации
T воздуха	°C	Температура окружающего воздуха в листовой камере
T листа	°C	Температура листа, измеренная инфракрасным датчиком температуры
ATM	кПа	Атмосферное давление
Pn	мкмоль/м^2/с	Чистая скорость фотосинтеза (нетто)

Параметры газообмена и транспирации были измерены у растений второго года жизни на листьях, которые находились в верхнем ярусе и были хорошо освещены. Листья не отделяли от растения перед проведением измерений. Повторность анализа для каждой точки была 3-5 кратной. Расчет нетто фотосинтеза прибором осуществляли при помощи встроенного программного обеспечения по следующей формуле:

$$Pn = -W \times (C_0 - C_i) = -2005.39 \times \frac{V \times P}{T_a \times A} \times (C_0 - C_i)$$

где Pn – скорость наблюдаемого фотосинтеза для открытых систем (мкмоль м$^{-2}$ с$^{-1}$);
W – массовый расход на площадь листа (моль м$^{-2}$ с$^{-1}$) для открытых систем;
C_0 (C_i) – концентрация CO_2 на выходе (входе) в газоанализатор (мл м$^{-3}$ или мкмоль моль$^{-1}$);
V – скорость потока газа через кювету (л мин$^{-1}$);
P – атмосферное давление (бар);
T_a – температура воздуха (K);
A – площадь листа (см^2).

Статистическую обработку проводили общепринятыми методами [8] с использованием программы Statistica и MS Excel.

Результаты и обсуждение

Показатели фотосинтетического усвоения углекислоты у исследованных генотипов тополей находились примерно на одном уровне и варьировались от 25,1 у 'ПОК' до 30,7 у осокоря (рисунок 2).

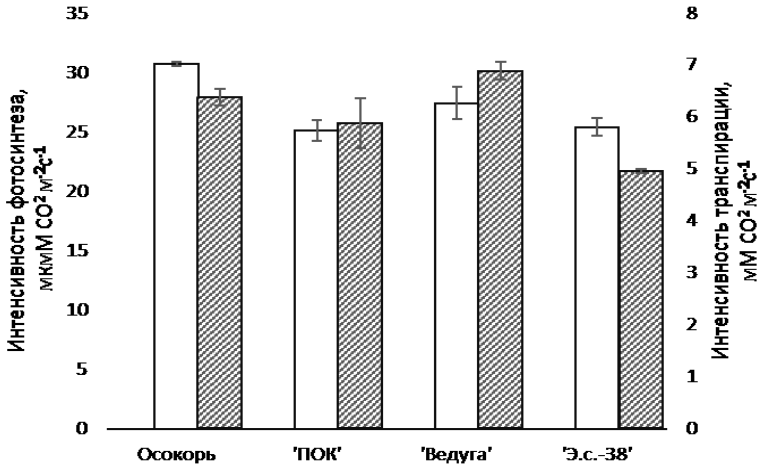


Рис. 2 – Фиксация CO_2 в ходе фотосинтеза у селекционно-ценных сортов и гибридов тополей.
Белые столбцы – интенсивность фотосинтеза в мкМ м$^{-2}$ с$^{-1}$,
заштрихованные столбцы – интенсивность транспирации в мМ м$^{-2}$ с$^{-1}$ (n=30, M±SEM)

Промежуточное положение по уровню результирующего углеродного газообмена занимали 'Эс-38' и белый тополь сорта 'Ведуга'. По имеющимся данным [9], максимальные показатели интенсивности фотосинтеза не превышали 25 мкмМ CO_2 м$^{-2}$ с$^{-1}$, однако в проведенном исследовании отмечены значительно превышающие этот порог значения. Скорость поглощения углекислоты на одно растение является результатом произведения суммарной площади листа одного растения и интенсивности фотосинтеза. Данный показатель у 'Э.с.-38' был на 37% выше, чем у белого тополя 'Ведуга' и в 4 и более раз превышал значение поглощения CO_2 у генотипов 'ПОК' и осокорь. Высокие показатели фотосинтетической ассимиляции CO_2, как правило, обусловлены увеличенной активностью комплекса Рубиско. Однако, по мнению ряда исследователей [10], чистая ассимиляция углекислого газа в процессе фотосинтеза у С3 растений не является простым балансом между фиксацией CO_2 посредством карбоксилирования и производством CO_2 при фотодыхании, но включает реакции «вспомогательного метаболизма». То есть, утилизация углерода и азота путями, отличными от цикла Кальвина и фотодыхательного цикла, а также быстрые сигнальные события могут влиять на наблюдаемую скорость чистого фотосинтеза и требуют дополнительного изучения.

Было показано, что межсекционный гибрид 'Эс-38' имел наибольшую суммарную площадь листьев среди всех проанализированных тополей, с результатом 7,5 м^2 (рисунок 3).

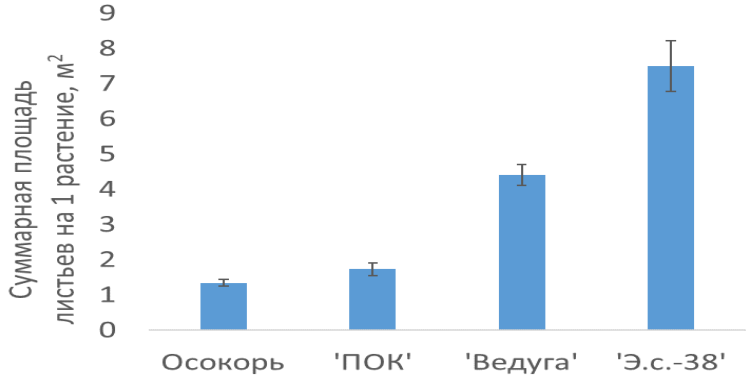


Рис. 3 – Значения суммарной ассимиляционной поверхности у исследованных генотипов тополей

Сорт 'Ведуга' занимает второе место по площади с показателем 4,4 м^2. При этом 'ПОК' и осокорь сформировали наименьшие суммарные ассимиляционные поверхности на одно растение. В результате проведенного анализа было установлено, что в ювенильном возрасте межсекционный гибрид 'Э.с.-38' превосходит

другие исследованные сорта тополей по показателям роста. Кроме того, у этого гибрида формируется наибольшая ассимиляционная поверхность на одно растение.

Морфометрические параметры гибрида тополя 'Э.с.-38', первоначально названного М.М. Вересиным «Воронежским гигантом», значительно превышали аналогичные показатели других исследованных генотипов тополей. Его высота (399.1 см) превосходила контрольные растения осокоря на 33%, а диаметр корневой шейки составлял 52,4 мм, что на 38-49% больше по сравнению с другими формами тополей. Площадь отдельного листа у гибрида 'Эс-38' также была вдвое больше, чем у других исследованных генотипов, и составляла в среднем 103,3 см^2. Полученные результаты подтверждают выводы проведенных ранее исследований [11].

Густота закладки анализируемой плантации соответствовала 2500 саженцев с ЗКС (закрытой корневой системой) на гектар, соответственно стандарту, что учитывалось при расчете депонирующей способности исследуемых растений. Согласно данным Цельникер Ю.Л. за три летних месяца среднее суточное время фотосинтеза составляло 14,6 часов, а темное время – 9,4 часов [12]. В нашем случае, при длительности среднесуточного фотосинтетического светового периода в 12 часов и продолжительности вегетационного периода в 5 месяцев, расчетная максимальная депонирующая способность плантационных насаждений тополя 'Э.с.-38' показала максимальное значение, составив 138,7 тонн на гектар (рисунок 4).

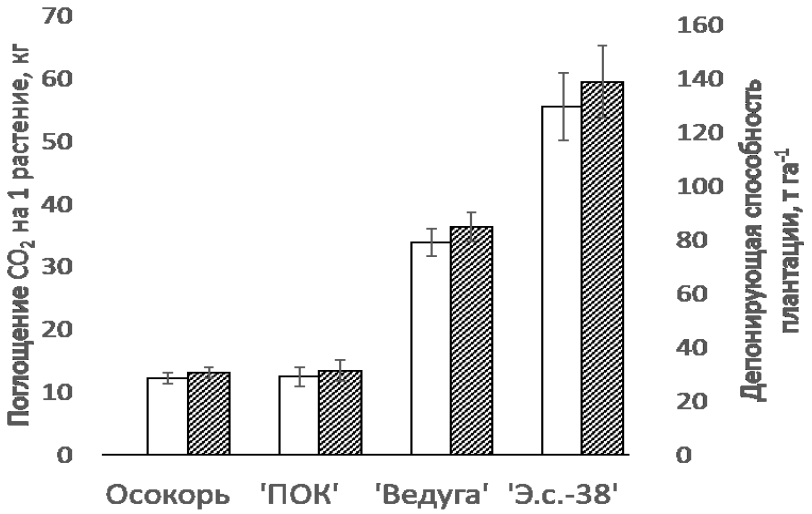


Рис. 4 – Значения депонирования CO_2 у различных сортов и гибридов тополей.
Белые столбцы – поглощение CO_2 на 1 растение,
заштрихованные столбцы – депонирующая способность плантации, т га$^{-1}$ (n=30, M±SEM)

Тополя осокорь и 'ПОК' показали значительное отставание по результатам депонирования углекислоты со значениями 30,6 и 31,3 т га$^{-1}$, соответственно.

Выводы

На основе оценки углерододепонирующей способности различных генотипов тополя в Воронежской области можно сделать вывод, что сорт 'Э.с.-38' «Воронежский гигант» является непревзойденным лидером с высоким потенциалом ассимиляции углерода и может быть рекомендован для создания плантаций быстрорастущих деревьев. Этот потенциал обеспечивается скоростью роста, определяющей формирование максимальной ассимиляционной поверхности с высокой скоростью усвоения углекислого газа листовой пластинкой.

Литература

1. ***Ahmadi-Lahijani M. J., Moori S.*** Photosynthetic Response and Adaptation of Plants in Perspective of Global Climate Change / M. J. Ahmadi-Lahijani, S. Moori – London, Изд- во IntechOpen, 2023 – 284 с.
2. ***Mechanisms regulating the dynamics of photosynthesis under abiotic stresses*** / I. Muhammad [et al.] // Frontiers in plant science. 2021. V. 11. P. 615942.
3. ***Photosynthetic response of plants under different abiotic stresses: a review*** / A. Sharma [et al.] // Journal of Plant Growth Regulation. 2020. V. 39. P. 509-531.
4. ***Effects of water stress on photosynthesis, yield, and water use efficiency in winter wheat*** / W. Zhao [et al.] // Water. 2020. V. 12. №. 8. P. 2127.

5. ***Iñiguez C., Aguiló-Nicolau P., Galmés J.*** Improving photosynthesis through the enhancement of Rubisco carboxylation capacity // Biochemical Society Transactions. 2021. V. 49. №. 5. P. 2007-2019.
6. ***Царев А. П., Царев В. А.*** Биомасса тополей подрода *Eupopulus* Dode для производства биоэнергии // Лесной вестник/Forestry bulletin. 2015. Т. 19. №. 6. С. 57-62.
7. ***Tsarev A. P.*** Aminoacids composition and fodder value of poplar leaves by minirotation cultivating //Poplars and willows: from research models to multipurpose trees for a bio-based society'. 2010. P. 135-135.
8. ***Лакин Г.Ф.*** Биометрия /Г.Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
9. ***Ceulemans R., Saugier B.*** Photosynthesis. In: Raghavendra AS (ed) // Physiology of Trees. New York: Wiley, 1991. P. 21-50.
10. ***Tcherkez G., Limami A. M.*** Net photosynthetic CO_2 assimilation: more than just CO_2 and O_2 reduction cycles // New Phytologist. 2019. V. 223. №. 2. P. 520-529.
11. ***Евлаков П.М., Царев А.П., Заплетин В.Ю.*** Изучение фотосинтетических особенностей и интенсивности транспирации у различных сортов и клонов тополя *(Populus* L.) // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2017, №. 4. С. 4-13.
12. ***Цельникер Ю.Л.*** Физиологические основы теневыносливости древесных растений / Ю.Л. Цельникер. – М: Наука, 1978. – 215 с.

Поступила в редакцию: 07.11.2023 г.
Принята к публикации: 30.11.2023 г.

Евлаков П.М., к.б.н., заведующий лабораторией анализа ПЦР, ***Гродецкая Т.А.,*** научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР, ***Евтушенко Н.А.,*** младший научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия, e-mail: tatyana.pokusina@yandex.ru

**-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 633.912.11:579.64

[1]**Резвякова С.В.,** д. с.-х. н., заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, lana8545@yandex.ru
[1]**Со Влуссаньон Рафаэль**, аспирант
[2]**Бойе Мамбе Огюст-Дениз**, профессор, эксперт CAMES UFR Агролесоводство, boyemambe08@yandex.com
[1]**Митина Е.В.**, к. с.-х.н., доцент; [1]**Евдакова М.В.**, ассистент
[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия
[2]Университет Жан Лоруньон Геде-Далоа, г. Далоа, Берег Слоновой Кости (КОТ-Д'ИВУАР)
[1]**Rezvyakova S.V.,** Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Plant Protection and Ecotoxicology,
[1]**So Vlussagnon Raphael**, postgraduate student
[2]**BOYE Mambe Auguste-Denise**, University Professor, Plant Physiology, CAMES, UFR Agroforestry Expert
[1]**Mitina E.V.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; [1]**Evdakova M.V.,** assistant
[1]FGBOU VO "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin"
[2]Université Jean Lorunion Guede-Daloa, Daloa, Côte d'Ivoire

ПЕРСПЕКТИВЫ МИКОРИЗАЦИИ ВЫРАЩИВАНИЯ *HEVEA BRASILIENSIS* В КОТ-Д'ИВУАРЕ НА ОСНОВЕ АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ (обзор иностранных источников)

(Prospects of mycorrhisation of *Hevea brasiliensis* cultivation in Côte d'ivoir on the basisof arbuscular mycorrhizal fungi)

Реферат. Выращивание каучука имеет большое экономическое значение в Кот-д'Ивуаре. С 1997 года страна занимает первое место по производству каучука в Африке, а с 2018 года - шестое в мире. В 2019 году здесь было произведено 664 695 т натурального каучука. Оно занимает четвертое место среди экспортных культур после какао, кофе и хлопка и приносит ежегодный доход в размере 203 млрд. франков КФА. Для выращивания гевеи в Кот-д'Ивуаре требуются все большие площади. Площадь каучуковых плантаций выросла с 116 тыс. га в 2002 году до более чем 318 тыс. га в 2014 году и 534 тыс. га в 2018 году. Увеличение площади пахотных земель сопровождается массовым применением химических средств производства (удобрений, пестицидов и гербицидов) с целью повышения плодородия почвы и, соответственно, увеличения производства. Однако такие методы возделывания могут иметь вредные последствия для окружающей среды и поставить под угрозу устойчивое выращивание каучука в Кот-д'Ивуаре. Поэтому выращивание ограничивается рядом факторов, включая опасные почвенно-климатические явления, болезни, физическую деградацию и снижение плодородия почвы. Альтернативные решения по устойчивому улучшению производства Hevea могут быть связаны с использованием благотворного влияния арбускулярных микоризных грибов (AMF). Эти почвенные грибы образуют симбиотические ассоциации с корнями большинства наземных растений, формируя смешанные органы, называемые микоризами. В статье приведен обзор иностранных литературных источников по биологическим особенностям и поведению эндогенных AMF с целью дальнейшего внедрения технологии микоризации в аграрное производство.

Ключевые слова. *Hevea brasiliensis*, арбускулярные микоризные грибы (AMF), биологические особенности.

Abstracts. Rubber cultivation is of great economic importance in Côte d'Ivoire. Since 1997, the country has been the number one rubber producer in Africa and, since 2018, the sixth in the world. It produced 664,695 tonnes of natural rubber in 2019. It ranks fourth among export crops after cocoa, coffee and cotton and generates an annual revenue of 203 billion CFA francs. Increasingly large areas are required to grow hevea in Côte d'Ivoire. Rubber plantations have grown from 116,000 ha in 2002 to more than 318,000 ha in 2014 and 534,000 ha in 2018. The increase in arable land area is accompanied by massive use of chemical inputs (fertilisers, pesticides and herbicides) to improve soil fertility and thus increase production. However, these cultivation practices can have harmful effects on the environment and jeopardise sustainable rubber cultivation in Côte d'Ivoire. Cultivation is therefore limited by a number of factors, including soil and climatic hazards, disease, physical degradation and reduced soil fertility. Alternative solutions to sustainably improve Hevea production may involve utilising the beneficial effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). These soil fungi form symbiotic associations with the roots of most terrestrial plants, forming mixed organs called mycorrhizae. The article provides a review of foreign literature sources on biological features and behaviour of endogenous AMF with the aim of further implementation of mycorrhization technology in agrarian production.

Keywords. *Hevea brasiliensis*, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), biological features.

Растение *Hevea brasiliensis* – родом из Бразилии. Его культивирование началось в Юго-Восточной Азии и в настоящее время распространено по всей территории влажных тропиков (Compagnon, 1986). В Кот-д'Ивуар она была завезена в 1956 г. компанией Société Africaine de Plantation d'Hévéa (SAPH) в рамках диверсификации экспортных культур (Dusotoit-Coucaud, 2012). Гевея – дерево с высокой добавленной стоимостью побочной продукции. Это единственный коммерчески эксплуатируемый источник натурального каучука, который незаменим в шинной промышленности и в повседневной жизни. Культивирование каучукового дерева началось в 1951 году и неуклонно растет. По данным SIPH (2013), более 70% натурального каучука используется для производства шин для автомобильной промышленности. Такая высокая доля сухого каучука в шинах и различные варианты его использования привели к росту мирового спроса в течение последних лет (Dusotoit-Coucaud, 2012).

С 1997 года Кот-д'Ивуар занимает первое место по производству каучука в Африке, а с 2018 года – шестое в мире (INVAM, 2018). В 2019 году здесь было произведено 664 695 т натурального каучука (FAOSTAT, 2020). Выращивание каучука имеет большое экономическое значение в Кот-д'Ивуаре. Оно занимает четвертое место среди экспортных культур после какао, кофе и хлопка и приносит ежегодный доход в размере 203 млрд. франков КФА (Attobra, 2010). Для выращивания гевеи в Кот-д'Ивуаре требуются все большие площади. Площадь каучуковых плантаций выросла с 116 тыс. га в 2002 году (MINA, 2002) до более чем 318 тыс. га в 2014 году (CNRA, 2015) и 534 тыс. га в 2018 году (INVAM, 2018). Увеличение площади пахотных земель сопровождается массовым применением химических средств производства (удобрений, пестицидов и гербицидов) с целью повышения плодородия почвы и, соответственно, увеличения производства. Однако такие методы возделывания могут иметь вредные последствия для окружающей среды и поставить под угрозу устойчивое выращивание каучука в Кот-д'Ивуаре. Поэтому выращивание ограничивается рядом факторов, включая опасные почвенно-климатические явления, болезни, физическую деградацию и снижение плодородия почвы (Piéri, 1998).

Альтернативные решения по устойчивому улучшению производства *Hevea* могут быть связаны с использованием благотворного влияния арбускулярных микоризных грибов (AMF). Эти почвенные грибы образуют симбиотические ассоциации с корнями большинства наземных растений, формируя смешанные органы, называемые микоризами. Эти микоризы улучшают поглощение воды и минеральных веществ, а также повышают устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессам (Smith & Read, 1997). Сегодня в мире разработано несколько инокулятов AMF для обеспечения устойчивого выращивания большого количества сельскохозяйственных культур. Внедрение этой технологии в сельское хозяйство в целом и в культивирование каучука в Кот-д'Ивуаре в частности требует разработки инокулятов на основе эндогенных штаммов, адаптированных к местным экологическим условиям. Для внедрения этой инновации необходимо понять биологический цикл AMF и их способность колонизировать растения и приносить им пользу. Способность AMF колонизировать растения зависит от физико-химических свойств почвы и применяемых технологий возделывания, таких как использование химических удобрений и вспашка, которые оказывают негативное влияние на развитие AMF (Duponnois *et al.*, 2011; Voko *et al.*, 2013).

Поэтому, прежде чем рассматривать вопрос о внедрении технологии микоризации в аграрное производство, необходимо изучить биологически особенности и поведение эндогенных AMF.

Слово "микориза" имеет греческое происхождение. Оно обозначает взаимодействие между грибком (мико) и корнями (ризами) растений. Это сотрудничество фактически является симбиозом, так как является результатом взаимного соглашения между двумя организмами. Оно основано на том, что оба партнера получают выгоду от этих отношений. Гриб получает от растения сахара, а растение от гриба – минеральные вещества и воду. Без этой связи микоризный гриб не может завершить свой жизненный цикл (Lambers et al., 2009). Классификация микориз основана на типе гриба, связанного с ними, в зависимости от того, является ли он асептированным, т.е. зигомицетом из порядка Glomales, или септативным, как аскомицеты или базидиомицеты (Smith & Read, 2008).

Эктомикоризы составляют около 5% наземных видов и около 5 000 видов грибов. Они являются местами обмена питательными веществами, в основном азотом и фосфором. Такой симбиоз позволяет снизить загрязнение окружающей среды, уменьшить использование удобрений и средств защиты растений. Они встречаются в основном на деревьях и кустарниках (Egerton-Warburton & Allen, 2001) и включают в себя широкий спектр базидиомицетов, аскомицетов и зигомицетов. В процессе взаимодействия грибной партнер образует гифы вокруг некоторых корней и проникает между клетками эпидермиса и наружной коры, не проникая в клетки растения (Smith & Read, 2008).

Эктоэндомикоризы сходны с эктомикоризами по наличию большого внешнего поверхностного мицелия, но имеют и некоторые внутриклеточные образования. Гриб образует настоящую грибную мантию, но ее сеть Хартига развита слабо. Из этой сети гифы проникают внутрь живых клеток коры, где гриб развивает платоны, снабженные цито-плазматическими органеллами (Dos Santos *et al.,* 2001).

Существует два типа эндомикоризы: платиновая эндомикориза, которая бесплодна, и арбускулярная эндомикориза, составляющая 95% (Redecker *et al.*, 2003). Арбускулярная эндомикориза, или

арбускулярные микоризные грибы (AMF), имеет ряд преимуществ для растений и доминирует на молодых саженцах (Egerton-Warbuton & Allen, 2001). Использование арбускулярных микоризных грибов обеспечивает высокое поступление питательных веществ благодаря большой площади поверхности, покрытой гифами, которые, в отличие от всасывающих волосков, очень мелкие, длинные и обильные. В эндомикоризе подземные мицелиальные нити гриба (гифы) не образуют оболочку вокруг корня, а проходят сквозь стенки клеток корня, отсюда и название - "эндомикориза", отражающее присутствие гриба внутри клеток растения-хозяина. Арбускулярный микоризный симбиоз, вероятно, является самым распространенным наземным симбиозом. Фактически он связан с более чем 80% современных видов наземных растений, в основном травянистых, и в особенности с основными культурными видами (пшеница, рис и соя) (Smith & Read, 2008). В работе (Selosse & Le Tacon, 1999) выделены различные типы микоризных ассоциаций.

MACs – многоядерные эукариоты. Они формируются из ценоцитарных гиф, в которых отсутствуют септы, что позволяет ядрам свободно перемещаться внутри мицелия (Schüßler et al., 2001). Их морфология мало изменилась с момента появления, так как арбускулы, найденные в окаменелостях возрастом более 400 млн. лет, похожи на те, которые сегодня наблюдаются у живых организмов. Структура и форма спор AMF отличаются большим разнообразием. Споры продуцируются AMF для обеспечения своего происхождения путем бесполого размножения. Половое размножение у AMF пока не доказано (Redecker & Raab, 2006).

Таксономия AMF впервые была построена на основе морфотипирования спор, учитывающего как структурное сходство спор, так и признаки, имеющие филогенетическое значение (Morton & Benny, 1990). Последние морфологические и филогенетические исследования позволили сгруппировать все виды арбускулярных микориз в новый филум – *Glomeromycota*, разделенный на 4 порядка, включающих 10 семейств и 15 родов и около 200 видов. Все они связаны примерно с 225 000 видов наземных растений. На следующем филогенетическом древе представлены высшие таксоны класса *Glomeromycetes*.

Мицелий арбускулярных грибов имеет ценотический тип, т.е. не имеет перегородок и разделителей, образующих клетки. В этой ценотической мицелиальной сети гриб образует споры, предназначенные для размножения и распространения вида. Из экстрарадикулярного мицелия споры развивают зародышевые трубки, которые могут распространяться на несколько сантиметров в направлении активных корней, что приводит к первичному заражению корней. Отмершие или живые сегменты корней могут служить источником инокулята для вновь развивающихся корней (Duponnois, *et al.,* 2011).

Арбускулярные микоризные грибы играют важную роль в росте и защите растений, а также в улучшении качества почвы. Хотя результаты микоризации варьируются в зависимости от ассоциации "растение - арбускулярный микоризный гриб", они почти всегда приводят к заметному увеличению роста растений. Микоризованные растения легче усваивают фосфор, а иногда и азот, более устойчивы к водному стрессу, лучше переносят известняк и меньше поражаются корневыми паразитами (Dare, 2013). Арбускулярные микоризные грибы улучшают питание растений, увеличивая объем почвы, доступной для растения, и мобилизуя те формы питательных веществ, которые в обычных условиях растение не смогло бы усвоить (Smith & Read, 2008).

Выделяют несколько экологических функций микоризных грибов. К ним относятся мобилизация азота (N) и фосфора (P) с помощью органических полимеров, а также высвобождение питательных веществ из минеральных частиц или поверхности горных пород в результате деградации (Smith and Read, 2008). Связыванию микроагрегатов способствует выработка экстрарацинарным мицелием большого количества полисахаридов. Он был идентифицирован как гомолог белка теплового шока in, который является стрессовым белком (Gadkar & Rillig, 2006). AMF также позволяют растениям противостоять некоторым бактериям, таким как Xanthomonas campesris (Liu *et al.*, 2007). Некоторые авторы также сообщают, что арбускулярные микоризные грибы способны ограничивать повреждение растений нематодами и тем самым повышать их продуктивность у банана (Elsen *et al.*, 2008), виноградной лозы (Li *et al.*, 2006), батата (Tchabi, 2008), томата (Vos *et al.*, 2012) и т.д.

Арбускулярные микоризные грибы являются облигатными симбионтами и поэтому не способны синтезировать собственные сахара (Brigitta & Sumalan, 2011). Они не могут культивироваться в искусственной среде и не способны завершить весь цикл своего развития без образования симбиоза с автотрофным растением. Колонизация корней растения-хозяина и развитие арбускулярных микоризных грибов происходит в четыре этапа: (i) развитие колониальных проростов (прорастание спор), (ii) развитие структур в корнях, играющих важную роль в морфологической характеристике, (iii) развитие экстрарацинарного мицелия в почве и (iv) производство спор (Smith & Read, 2008).

Почва является средой обитания арбускулярных микоризных грибов. Физические параметры, органическое вещество и химические составляющие определяют тип почвы и уровень её плодородия. Эти параметры прямо или косвенно влияют на их развитие и взаимоотношения с растениями. Кроме того, на физико-химические свойства почв влияет интенсивность землепользования (Angui *et al*., 2010; Yao *et al.*, 2010). Разнообразие и состав сообществ арбускулярных микоризных грибов сильно зависят от типа и интенсивности использования почвы (Oehl *et*

al., 2010). Увеличение количества органического вещества может также стимулировать развитие сапрофитных организмов, паразитирующих на арбускулярных микоризных грибах (Lozupone & Klein, 1994).

Состав сообщества меняется в зависимости от агроэкологических зон. Разнообразие арбускулярных микоризных грибов изменяется в зависимости от сукцессии, севооборота и агроэкологических зон (Dare *et al.*, 2012). Сообщества арбускулярных микоризных грибов подвержены антропогенному воздействию, особенно в полузасушливых регионах (Muchane *et al.,* 2012). Сообщества микоризных грибов также могут изменяться в зависимости от широты и режима осадков (Friberg, 2001), а также с течением времени (Lovelock & Ewel, 2005).

Таким образом, обзор литературных источников показал, что в разных странах мира и на разных культурах достаточно широко изучаются биологические особенности и поведение эндогенных арбускулярных микоризных грибов. Это открывает новые возможности для внедрения технологии микоризации в аграрное производство.

Литература

1. ***Angui K.T.P., Assié K.H., Djéké D.M., Tamia A.J. & Tié B.T.*** (2010). Морфологические, физические и химические характеристики почв при различных типах землепользования. Тондо. (Eds) Почвенное биоразнообразие в Умэ (Средний запад Кот-д'Ивуара). С. 11-25.
2. ***Аттобра А.*** (2010). APROMAC. Новейшее развитие плантаций натурального каучука в Кот-д'Ивуаре. 15 с.
3. ***Brigitta S. & Sumalan R.*** (2011). Влияние арбускулярных микоризных грибов на декоративные признаки *Tagetes patula L.* // Журнал садоводства лесного хозяйства и биотехнологии, 15(1): 170-174.
4. ***CNRA*** (2015). Национальный центр сельскохозяйственных исследований. Онлайн-данные с сайта от 16 февраля 2015 г.
5. ***Compagnon P.*** (1986). Натуральный каучук. Биология-культура-производство. Издание Maisonneuve et Larose, Париж. 595 с.
6. ***Dare M.O, Abaidoo R., Fagbola O. & Asiedu R.*** (2012). Влияние инокуляции микоризными клубеньками и внесения фосфора на урожайность и поглощение питательных веществ бататом. Коммуникации в почве! // Наука и анализ растений, 41: 2729-2743.
7. ***Dare M.O., Abaidoo R.C., Fagbola O. & Asiedu R.*** (2013). Генетическая вариация и взаимодействие генотипа и среды у ямса (Dioscorea spp.) при колонизации корней арбускулярной микоризой // Журнал продовольствия, сельского хозяйства и окружающей среды, 6: 227-233.
8. ***Dos Santos, V.L., Muchoveg, R.M., Uchoveg, R.M., Borges, A.C., Neves, J.C.L. & Kasuya, M.C.M.*** (2001). Последовательность везикулярно-арбускулярной/эктомикоризы в саженцах *Eucalyptus spp.* // Бразильский журнал микробиологии, 32: 81-86.
9. ***Duponnois, R., Ouahmane, L., Kane, A., Thioulouse, J., Hafidi, M., Boumezzough, A., Prin, Y., Baudoin, E. & Dreyfus, B.*** (2011). Кустарники-кормильцы увеличивали ранний рост саженцев Cupressus за счет усиления подземного мутуализма и активности почвенных микроорганизмов // Биология и биохимия почв, 43: 2160-2168.
10. ***Dusotoit-Coucaud A.*** (2012). Физиологические и молекулярные характеристики транспортеров сахаров и полиолов в клетках латифундий Hevea brasiliensis в связи с производством латекса. Докторская диссертация, Университет Блеза Паскаля, (Иль-де-Франс, Франция), 349 с.
11. ***Egerton-Warburton, L. & Allen, M. F.*** (2001). Эндо- и эктомикоризы в Quercus agrifolia Nee. (Fagaceae): закономерности колонизации корней и влияние на рост проростков // Микориза, 11 : 283-290.
12. ***Elsen A., Gervacio D., Swennen R. & De-Waele D.*** (2008). AMF-индуцированный биоконтроль против растительных паразитических нематод у Musa sp имеет системный эффект // Микориза: Doi 10.1007/s00572008-0173-6.
13. ***ФАОСТАТ*** (2020). Сельскохозяйственная база данных Фаостат - Сельскохозяйственное производство. Дата обращения: 28 января 2023, at http://www.fao.org.
14. ***Friberg S.*** (2001). Распространение и разнообразие арбускулярных микоризных грибов в традиционном сельском хозяйстве на внутренней дельте Нигера, Мали, Западная Африка. CBM: Skriftserie, 3: 53-80.
15. ***Gadkar V. & Rillig M.C.*** (2006). Белок гломалина арбускулярных микоризных грибов является предполагаемым гомологом белка теплового шока 60. Письма Федерации европейских микробиологических обществ, 263: 93-101.
16. ***INVAM*** (2018). Международная коллекция культур везикулярных арбускулярных микоризных грибов. http/www.invam.caf.wvu.edu.; Загружено 01 января 2021.
17. ***Lambers H, Mougel C., Jaillarrd B & Hinsinger P.*** (2009). Взаимодействие растений и микробов в ризосфере: эволюционная перспектива // Plant Soil. 321: 83-115.
18. ***Li H.Y., Yang G.D., Shu H.R., Yang Y.T., Ye B.X., Nishida I. & Zheng C.C.*** (2006). Колонизация арбускулярным микоризным грибом Glomus versiforme вызывает защитную реакцию против корневой нематоды Meloidogyne incognita у виноградной лозы (Vitis amurensis Rupr), которая включает транскрипционную активацию гена

хитиназы класса lII VCHJ // Физиология растений и клетки, 4(7): 154- 163.
19. ***Liu J., Maldonado M., Lopez-Meyer M., Cheung F., Town C.D. & Harrison M.J.*** (2007). Арбускулярный микоризный симбиоз сопровождается локальными и системными изменениями в экспрессии генов и повышением устойчивости к болезням в побегах // Журнал о растениях, 50: 529-544.
20. ***Lovelock C.E. & Ewel J.J.*** (2005). Связь между видами деревьев, разнообразием симбиотических грибов и функционированием экосистем в упрощенных тропических экосистемах // Новая фитология, 167: 219228.
21. ***Lozupone C.A. & Klein D.A.*** (1994). Молекулярная и культуральная оценка популяций хитрид и Spizellomyces в почвах лугов // Микология, 94: 411-420.
22. ***MINA*** (2002). Министерство сельского хозяйства, Берег Слоновой Кости. Обновленное национальное управление сельского хозяйства, 22 с.
23. ***Morton J.B. & Benny G.L.*** (1990). Пересмотренная классификация арбускулярных микоризных грибов (Zygomycetes). Новый порядок Glomales, два новых подотряда Glomineae и Gigasporineae и два новых семейства Acaulosporaceae и Gigasporaceae, с изменением Glomaceae // Микотаксон, 37: 471-491.
24. ***Muchane M.N., Muchane M., Mugoya C. & Masiga C.W.*** (2012). Влияние системы землепользования на арбускулярные грибы микоризы в экосистеме Масаи Мара, Кения // Африканский журнал микробиологических исследований, 6(17): 3904-3916.
25. ***Oehl F., Laczko E., Bogenrieder A., Stahr K., Bosch R., van der Heijden M. & Sieverding E.*** (2010). Тип почвы и интенсивность землепользования определяют состав сообществ арбускулярных микоризных грибов // Биология и биохимия почв, 42(5): 724-738.
26. ***Piéri C., Pierret, P. & Landais, E.*** (1998). Анализ траекторий фермерских хозяйств. Метод обновления типологических моделей и изучения эволюции местного сельского хозяйства // Сельская Экономика 228: 35-47.
27. ***Redecker D., Hijri I. & Wiemken A.*** (2003). Молекулярная идентификация арбускулярных микоризных грибов в корнях: перспективы и проблемы // Геоботаника листьев, 38: 113-124.
28. ***Redecker D. & Raab P.*** (2006). Филогения Glomeromycota (арбускулярных микоризных грибов): последние разработки и новые генные маркеры. //Микология. 98 : 885-895.
29. ***Selosse MC. & Le Tacon F.*** (1999). Стратегия симбиоза, наука и будущее. //Индийский журнал горного земледелия, том 15, № 1, 15-17.
30. ***SIPH*** (2013). Процедуры и принципы внутреннего контроля при определении вознаграждений и льгот любого рода, предоставляемых корпоративным служащим. Годовой отчет, 199 с.
31. ***Schübler A., Schwartzzott D. & Walker C.*** (2001). //Новый филум Glornerornycota: филогения и эволюция. Микологическое исследование, 105: 1413-1421.
32. ***Smith S.E & Read.*** (1997). Взаимодействие нематод с микоризными грибами. В: Вич Дж.А. и Диксон Д.У. (ред.). Йисты по нематологии. Общество нематологов, Хайатсвилл, Мэриленд, США. С. 292-300.
33. ***Smith S.E & Read D.J.*** (2008). Микоризный симбиоз. Третье издание, 5, 769-787.
34. ***Tchabi A., Coyne D., Hountondji F., Lawouin L., Wiemken A. & Oehl F.*** (2008). Сообщества арбускулярных микоризных грибов в саваннах Бенина, Западная Африка, расположенных к югу от Сахары, в зависимости от интенсивности сельскохозяйственного использования земель и экологической зоны. //Микориза, 18: 181195.
35. ***Voko B.R.D.R., Ahonzo-Niamkey L.S. & Zeze A.*** (2013). Влияние физико-химических свойств почв для выращивания маниоки на численность и разнообразие сообществ арбускулярных микоризных грибов в агроэкологической зоне Азагуйе, юго-восточная часть Кот-д'Ивуара. //Африканская Агрономия 25 (3): 251 - 264.
36. ***Vos C.M., Tesfahun A.N., Panis B., De Waele D. & Elsen A.*** (2012). Арбускулярные микоризные грибы индуцируют системную устойчивость томатов к малоподвижной нематоде Meloidogyne incognita и мигрирующей нематоде Pratylenchus penetrans. // Прикладная экология почв, 61: 1-6.

Поступила в редакцию: 19.10.2023 г.
Принята к публикации: 30.11.2023 г.

Резвякова С.В., д. с.-х. н., заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, e-mail: lana8545@yandex.ru, **Со Влуссаньон Рафаэль**, [2]**Бойе Мамбе Огюст-Дениз**, профессор, эксперт CAMES UFR Агролесоводство, e-mail: boyemambe08@yandex.com, аспирант **Митина Е.В.**, к. с.-х.н., доцент; **Евдакова М.В.**, ассистент ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия

УДК 637.524.24.065:608.3

Бордюгова С.С., кандидат ветеринарных наук, заведующая кафедры,
Белянская Е.В., кандидат ветеринарных наук, доцент,
Пащенко О.А., кандидат ветеринарных наук, доцент,
Зайцева А.А., кандидат ветеринарных наук, доцент,
Коновалова О.В., кандидат ветеринарных наук, доцент
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, г. Луганск, Россия
e-mail: bordugova.lana@mail.ru
Bordyugova S.S. Candidate of Veterinary Sciences, Head of Department, Belyanskaya E.V. Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Pashchenko O.A. Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Zaytseva A.A. Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Konovalova O.V. Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor Federal State Educational Institution of Higher Education Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilova, Lugansk, Russia
e-mail: bordugova.lana@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ МЕТОДОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПЛЕСНЕВЕНИЯ КОЛБАС

(Study of biologically safe methods for the prevention of molding sausages)

Реферат: работа посвящена изучению степени плесневения колбасных изделий в условиях бытового холодильника и применению биологически безопасных методов предупреждения плесневения сырокопченых колбас. Образцами исследования были сырокопченые колбасы высшего сорта «Московская» и «Брауншвейгская», изготовленные по ГОСТ 12600-67 и первого сорта «Еврейская» (ТУ У 10.1.-61104728-001) и «Молодежная» (ДСТУ 4427:2005) ТМ «Луганские Деликатесы». Использование раствора перекиси водорода 1%, спиртового раствора прополиса 10,0% и смеси раствора прополиса 5,0%-ного с 0,5%-ным раствором перекиси водорода увеличивало время появления на поверхности батонов сырокопченых колбас первых колоний мицелиальных грибов на 21-24 дня (с 9 до 30 суток) и снижало интенсивность поражения в 3-3,5 раза. Органолептические, физико-химические и микробиологические свойств, а также показатели биологической безопасности продукта как в опытных, так и в контрольных образцах соответствовали требованиям НТД и достоверных различий не имели.

Ключевые слова: плесневение, фунгицидная активность, прополис, сырокопченые колбасы, безопасность.

Abstract: The work is devoted to the study of the degree of molding of sausages in a household refrigerator and the study of biologically safe methods for preventing molding of raw smoked sausages. The samples of the study were raw smoked sausages of the highest grade “Moskovskaya” and “Braunschweigskaya”, manufactured according to GOST 12600-67 and the first grade “Evreyskaya” (TU U 10.1.-61104728-001) and “Molodezhnaya” (DSTU 4427:2005) TM “Luganskaya” Delicacies." The use of a 1% hydrogen peroxide solution, an alcoholic solution of propolis 10.0% and a mixture of a 5.0% propolis solution with a 0.5% hydrogen peroxide solution increased the time for the first colonies of filamentous fungi to appear on the surface of loaves of raw smoked sausages by 21-24 days (from 9 to 30 days) and reduced the intensity of the lesion by 3-3.5 times. The organoleptic, physicochemical and microbiological properties, as well as the biological safety indicators of the product in both test and control samples met the requirements of the scientific and technical documentation and had no significant differences.

Key words: molding, fungicidal activity, propolis, raw smoked sausages, safety.

Введение. На сроки хранения колбасных изделий влияют сырье и режимы технологической обработки, в первую очередь, термическое воздействие, которое позволяет продлить сроки от 2-3 суток до 3-4 месяцев, что обеспечивает сохранение качества и безопасности продукции при условии хранения и реализации в торговых точках розничной сети [1, 2, 3].

Поверхность сырокопченых колбас, как правило, поражается мицелиальными грибами, что снижает товарный вид продукции, потребительские свойства и способствует накоплению в продуктах микотоксинов [1, 2, 4, 5].

Механическое удаление колоний мицелиальных грибов с поверхности продуктов питания не предотвращает полностью повторное развитие и дальнейшее накопление метаболитов плесеней. Многие исследователи предпринимали попытки использовать для борьбы с плесенями бактерицидные и антисептические препараты химического происхождения, но, широкого применения эти препараты в практике не нашли [3, 4, 5, 6]. Таким образом, сегодня актуально исследование эффективных и безопасных для человека и окружающей среды препаратов и методов предупреждения плесневения колбасных изделий, которые обеспе-

чат снижение интенсивности размножения микроскопических грибов на их поверхности в процессе хранения.

Цель исследований - изучение биологически безопасных препаратов предотвращения плесневения сырокопченых колбас при их хранении в условиях бытового холодильника.

Условия, материалы и методы. Материалом для исследования были сырокопченые колбасы ТМ «Луганские Деликатесы»: высшего сорта «Московская» и «Брауншвейгская», изготовленные по ГОСТ 12600-67 и первого сорта «Еврейская» (ТУ У 10.1.-61104728-001) и «Молодежная» (ДСТУ 4427:2005). Исследованы органолептические, физико-химические и микробиологические показатели 16 образцов сырокопченых колбас (по 2 образца каждого вида колбасы от каждой партии). Проведены опыты по изучению безвредности и относительной биологической ценности на данных образцах колбас

Для определения частоты плесневения сырокопченых колбас проводили подсчет и сравнение количества заплесневелых колбас к их общему количеству. Чтобы выделить и идентифицировать мицелиальные грибы, выросшие на поверхности сырокопченых колбас, проводили посев на плотные питательные среды и микроскопию выросших культур. Для исследований отобрали биологически безопасные препараты в различных концентрациях, а именно спиртовой и водный растворы прополиса (концентрация прополиса составляла 10,0% и 12,0% соответственно), раствор перекиси водорода (1,0%), смесь растворов прополиса и перекиси водорода (в половинной концентрации от монорастворов: 5,0% прополиса и 0,5% раствор перекиси водорода), раствор уксуса столового (6,0%). Фунгицидные свойства определяли используя модифицированный диско-диффузионный метод [7].

Динамику развития микромицетов на поверхности батонов сырокопченых колбас исследовали в первые сутки изготовления и затем 1 раз в 3 дня на протяжении 45 или 60 суток (минимальный срок хранения сырокопченых колбас, заявленный производителем) [8].

Результаты и обсуждение. При хранении сырокопченых колбас в условиях бытового холодильника рост единичных колоний плесеней на поверхности колбасных оболочек начинался с 9-12 дня, на 18-24-е сутки наблюдалось массовое и интенсивное развитие микромицелий с поражением более 1% поверхности колбасных батонов. Через 30 суток хранения сырокопченая колбаса «Еврейская», «Молодежная» и «Московская» покрывались налетом плесени в 60,0% случаев, поражалось более 3% поверхности каждого батона. На 36 сутки плесенями покрывалось 40,0% образцов колбасы «Брауншвейгская», при этом площадь поверхности с микромицетами составляла менее 3% каждого батона (таблица 1).

Таблица 1 – Частота выявления плесеней сырокопченых колбас

День исследования	Наименование			
	«Еврейская», n=5	«Молодежная», n=5	«Брауншвейгская», n=5	«Московская», n=5
	Плесневелые батоны, шт./ площадь поражения батона, %			
1, 3, 6	-	-	-	-
9	1/ед.	1/ед.	-	1/ед.
12	1/<1%	1/<1%	-	1/<1%
15	1/>1%	1/>1%	-	1/>1%
18	1/>3%	1/>3%	1/ед.	1/>2%
21	2/>3%	2/>3%	1/ед.	1/<3%
24	2/>3%	2/>3%	1/<1%	1/>3%
27	2/>3%	2/>3%	1/>1%	2/>3%
30	3/<3%	3/<3%	1/<3%	3/<3%
33	3/>5%	3/<5%	1/<3%	3/<5%
36	3/>5%	3/>5%	2/>3%	3/>5%
39	3/>7%	3/>6%	2/<5%	3/<6%
42	4/<10%	3/<8%	2/>6%	3/<7%
45	4/>10%	3/<8%	2/<7%	3/<8%

Примечание: «-» - плесневнение отсутствует

Колбаса «Московская» наиболее интенсивно поражалась плесенями, что связано с более высоким содержанием жира в составе, по сравнению с колбасами других видов. Сырокопченая колбаса «Еврейская» и «Молодежная» плесневели интенсивнее «Брауншвейгской» ввиду того, что эти колбасы 1 сорта и вырабатываются с применением ряда вспомогательных компонентов.

Плесневение колбасных оболочек в 62,9% случаев вызывали микромицеты рода *Penicillium*, в 18,2% и 10,7% случаев *Aspergillus* и *Mucor* соответственно. Микроскопические грибы родов *Cladosporium, Thamnidium и Rhizopus* были причиной плесневения в менее 5,0% и существенного значения в плесневении колбас они не имели.

Микромицеты рода *Penicillium,* выделенные с поверхности заплесневелых батонов, использовали

для изучения фунгицидных свойств 5 различных препаратов, являющихся биологически безопасными для человека и окружающей среды. Исследования проводили в условиях лаборатории кафедры качества и безопасности продукции АПК ФГБОУ ВО Луганский ГАУ в течение 45 или 60 дней, т.е. срока, соответствующего сроку годности сырокопченых колбас, заявленных производителем.

Наиболее выраженными фунгицидными свойствами обладали спиртовой раствор прополиса 10% (раствор № 1), 1%-ный раствор перекиси водорода (раствор № 2) и смесь 5,0%-ного спиртового раствора прополиса и 0,5%-ного раствора перекиси водорода (раствор № 3).

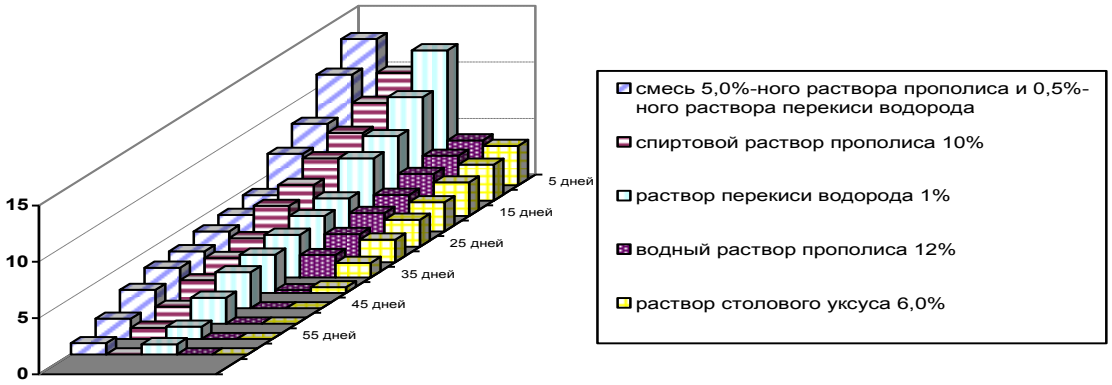


Рис. 1. - Наиболее эффективные фунгицидные препараты

Растворы №1-№3 ингибировали рост микромицет в течение 60 суток с зоной задержки роста в последний день исследования от 0,5 мм до 1,0 мм. Максимальная зона задержки роста микромицет на пятые сутки составляла от 7,2 до 13,2 мм, что указывает на высокую фунгицидную активность данных препаратов. Другие препараты (водный раствор прополиса 12,0%, столовый уксус 6,0%) не проявляли длительно выраженных фунгицидных свойств. Так, вначале опыта зона задержки роста составляла 3,5-4,0 мм, а на 45 день исследования отсутствовала.

Установили, что растворы №1-№3 проявляли высокую и длительную фунгицидную активность, что позволяет использовать данные растворы для предупреждения плесневения поверхности колбасных батонов в процессе хранения в условиях бытового холодильника (таблица 2).

Таблица 2 – Частота выявления плесеней сырокопченых колбас после обработки фунгицидными препаратами

День исследования	Наименование			
	«Еврейская», n=5	«Молодежная», n=5	«Брауншвейгская», n=5	«Московская», n=5
	Плесневелые батоны, шт./ площадь поражения батона, % (раствор №1// раствор №2 // раствор №3)			
1, 3, 6, 9	-//-//-	-//-//-	-//-//-	-//-//-
12, 15, 18	-//-//-	-//-//-	-//-//-	-//-//-
21, 24, 27	-//-//-	-//-//-	-//-//-	-//-//-
30	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	-//-//-	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.
33	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	-//-//-	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.
36	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	-//-//-	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.
39	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	1/<1%//1/<1%//1/<1%
42	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/ед.// 1/ед.// 1/ед.	1/<2%//1/<2%//1/<2%
45	1/<3%//1/<3%//1/<3%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<2%//1/<2%//1/<2%
48	1/<3%//1/<3%//1/<3%	1/<2%//1/<2%//1/<2%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<2%//1/<2%//1/<2%
51	1/<3%//1/<3%//1/<3%	1/<2%//1/<2%//1/<2%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<3%//1/<3%//1/<3%
54	1/<5%//1/<5%//1/<5%	1/<2%//1/<2%//1/<2%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<3%//1/<3%//1/<3%
57	1/<5%//1/<5%//1/<5%	1/<2%//1/<2%//1/<2%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<3%//1/<3%//1/<3%
60	1/<5%//1/<5%//1/<5%	1/<2%//1/<2%//1/<2%	1/<1%//1/<1%//1/<1%	1/<3%//1/<3%//1/<3%

Примечание: «-» - плесневнение отсутствует

Время начала плесневения колбасных батонов увеличивалось на 21-24 дня, по сравнению с контролем (данные таблицы 1), начиналось на 30-36 сутки с единичных колоний на поверхности оболочек и к концу срока годности, заявленного производителем (60 суток для образцов колбас № 2 - №4 и 45 суток для сырокопченой колбасы «Еврейская» образец № 1), площадь поражения батона составляла менее 3,0%, что указывает на снижение интенсивности роста плесеней в 3-3,5 раза.

С целью установления изменения потребительских свойств после обработки фунгицидными препаратами были проведены органолептические исследования опытных и контрольных образцов сырокопченых колбас. Опытные образцы колбасы исследовали через 24 часа после обработки. Результаты исследований, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная оценка органолептических показателей опытных и контрольных образцов сырокопченых колбас

Наименование сырокопченой колбасы	Показатель	Контроль	Исследуемый фунгицидный препарат		
			Спиртовой раствор прополиса 10%	Перекись водорода 1%	5,0% спиртовой раствор прополиса + 0,5% раствор перекиси водорода
«Еврейская»	Вкус	4,6	4,5	4,5	4,6
	Аромат	4,8	4,5	4,6	4,8
	Внешний вид	4,7	4,7	4,8	4,8
	Консистенция	4,7	4,7	4,7	4,8
Всего:		18,8	18,4	18,6	19,0
«Молодежная»	Вкус	4,6	4,5	4,5	4,6
	Аромат	4,8	4,5	4,6	4,8
	Внешний вид	4,8	4,8	4,8	4,8
	Консистенция	4,8	4,8	4,7	4,8
Всего:		19,0	18,4	18,6	19,0
«Брауншвейгская»	Вкус	4,8	4,7	4,8	4,8
	Аромат	4,9	4,7	4,7	4,9
	Внешний вид	4,8	4,9	4,9	4,9
	Консистенция	4,9	4,9	4,9	4,9
Всего:		19,4	19,2	19,3	19,5
«Московская»	Вкус	4,9	4,7	4,7	4,9
	Аромат	4,9	4,7	4,8	4,9
	Внешний вид	4,8	4,9	4,9	5,0
	Консистенция	4,8	4,8	4,8	5,0
Всего:		19,4	19,1	19,2	19,8

Сенсорный анализ внешнего вида, консистенции, вкуса и аромата по 20-балльной шкале показал, что опытные образцы колбасных изделий не отличаются от контрольных образцов. Обработка образцов спиртовым раствором прополиса придавала экспериментальным образцам колбас аромат препарата, который пропадал через 72-96 часов. У образцов сырокопченых колбас, для обработки которых использовали перекись водорода был менее выраженный аромат по сравнению с контрольными образцами.

По физико-химическим свойствам обработанные и необработанные образцы колбас отвечали требованиям соответствующих ГОСТ и ТУ.

Во всех исследуемых образцах сырокопченых колбас отсутствовали бактерии группы кишечных палочек, рода *Salmonella,* сульфитредуцирующих клостридий, *Staphylococcus aureus, L. monocytogenes.*

Устанавливали качество и безопасность сырокопченых колбас после обработки колбасных оболочек различными препаратами. Исследовали поверхностный слой фарша и фарш из глубины батона. Сравнительную оценку токсичности и относительной биологической ценности контрольных и опытных образцов проводили используя тест-объекты – инфузории *Tetrahymena pyriformis* **(**таблица 4.).

Таблица 4. – Исследование относительной биологической ценности и количества клеток инфузорий в 1 мл среды, содержащей колбасный фарш

Наименование фунгицидного средства	Количество клеток *Tetrahymena pyriformis* в 1 мл среды		Относительная биологическая ценность
	Поверхностный слой фарша	Фарш из глубины батона	
Спиртовой раствор прополиса 10%	$10,1x10^4$	$9,9x10^4$	98,3±0,12
Перекись водорода 1%	$9,9x10^4$	$10,1x10^4$	97,3±0,18
5,0% спиртовой раствор прополиса + 0,5% раствор перекиси водорода	$10,3x10^4$	$9,7x10^4$	99,6±0,13
Контроль	$10,1x10^4$	$9,9x10^4$	99,8±0,15

Во всех исследуемых образцах в течение первых трех часов и через 24 часа после обработки изменений в морфологии и количестве инфузорий, а также степени их подвижности по сравнению с контролем не выявили.

Статистически достоверных отличий между опытными и контрольными образцами по показа-

телю относительной биологической ценности не установлено. У опытных образцов ОБЦ составила от 97,3% до 99,6%, а у контрольных 99,8%, что указывает на отсутствие вредного воздействия веществ, применяемых для обработки колбасной оболочки.

Выводы:

1. При хранении сырокопченых колбас в условиях бытового холодильника они подвержены плесневению в 80,0% случаев, первые колонии появляются на 9-12 сутки, к концу срока годности, заявленного производителем, поражается более 7,0% поверхности колбасных оболочек.

2. Причиной плесневения колбасных оболочек в 62,9% случаях служат микромицеты рода *Penicillium*, в 18,2% - *Aspergillus* и в 10,7 % *Mucor*. Значительно реже плесневение вызывают микроскопические грибы родов *Cladosporium, Thamnidium и Rhizopus*.

3. Длительность задержки роста плесени составляет до 55 суток при обработке 10,0%-ным спиртовым раствором прополиса (зона ингибирования 10,0±0,3 мм), 1%-ным раствором перекиси водорода (зона ингибирования 12,1±0,2 мм), смесью 5,0%-ного спиртового раствора прополиса и 0,5%-ного раствора перекиси водорода (зона ингибирования до 13,2±0,1 мм).

4. Обработка поверхности сырокопченых колбас фунгицидными растворами увеличивает время до появления первых колоний плесневых грибов на 21-24 дня и снижает интенсивность роста плесеней в 3,0-3,5 раза.

5. Товарный вид, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели сырокопченых колбас после обработки не отличаются от контрольных образцов.

6. Относительная биологическая ценность опытных образцов составляла 97,3-99,6%, что статистически достоверно не отличается от контрольных образцов (99,8%) и указывает на отсутствие вредного воздействия фунгицидных препаратов на колбасные изделия.

Литература

1. ***Демченко Ю.П.*** Разработка средств и методов защиты колбасных изделий от плесневения / Ю.П. Демченко, И.Г. Серегин // Материалы IV Международной научной конференции студентов и молодых ученых М МГУПБ, 2005 - С .154-156.
2. ***Демченко Ю.П.*** Совершенствование технологии производства сырокопченых колбас / Ю.П. Демченко, И.Г. Серегин // Материалы Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов «Научная книга», 2007 – С. 40-41.
3. ***Кузнецова Л.С.*** Научное обоснование и практические основы защиты поверхности пищевых продуктов от поражения мицелиальными грибами / Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук. Специальность: 05.18.07 - «Биотехнология пищевых продуктов» (перерабатывающие отрасли АПК). Москва – 2003. – 55 с.
4. ***Снежко А.Г.*** Упаковка в виде пленочного материала для пищевых продуктов. Патент на изобретение RU 2136563. Опубликован 10.09.1999.
5. ***Ткаченко Ю.А.*** Средство для защиты пищевых продуктов от порчи, способ защиты пищевых продуктов от порчи Патент на изобретение RU 2322160 C2 Опубликован 2008.04.20.
6. ***Демченко Ю.П.*** Ветеринарно-санитарная характеристика колбас при использовании комплекса мероприятий против плесневения / Ю.П. Демченко, И.Г. Серегин // Материалы VI Международной научной конференции студентов и молодых ученых – М. МГУПБ, 2007 – С. 230-231.
7. ***Леви М.И., Сучков Ю.П., Слизкова В.Г.*** Экспресс-метод отбора предпочтительных антибиотиков для лечения больных гнойно-септическими инфекциями // Дезинфекционное дело. – 1999.-№ 4. – С. 21-27.
8. ***Цыбульский В.А.*** Определение динамики развития микромицетов на поверхности сырокопченых колбас. В сборнике: В мире научных открытий. Материалы VII Международной студенческой научной конференции. Редколлегия: Богданов И.И. [и др.]. Ульяновск, 2023. С. 819-822.

Поступила в редакцию: 09.11.2023 г.
Принята к публикации: 30.11.2023 г.

Бордюгова С.С., кандидат ветеринарных наук, заведующая кафедры, **Белянская Е.В.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, **Пащенко О.А.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, **Зайцева А.А.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, **Коновалова О.В.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова», г. Луганск, Россия e-mail: bordugova.lana@mail.ru

Результаты выполненной работы опубликованы по итогам Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.М. Гуськова «Животноводство в современных условиях: новые вызовы и пути их решения», г. Орёл, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 5 декабря 2023 г.

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