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

Biology in Agriculture

Биология в сельском хозяйстве

1, 2026

Научно-практический и теоретический журнал

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



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

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

Наука и образование

≡ Российская Федерация ≡

Учредитель и издатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»
Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:
Балакирев Н.А., академик РАН, д. с.-х. н., профессор
Березина Н.А., д.т.н., профессор (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
Никитин Д.А., д.в.н., доцент
Степанова Л.П., д. с.-х. н., профессор
Тарчоков Т.Т., д. с.-х. н., профессор
Яровая Н.И., д. б. н., профессор

Соловьева А.О.,
к т.н., секретарь

Содержание стр.

Актуальные вопросы зоотехнии и ветеринарии

Макаров Д. О., Калашникова Л. А., Сенин Р. Ю. Молочная продуктивность коров холмогорской породы с разными генотипами гена HSTN *(**Dmitry O.M., Kalashnikova L. A., Senin R. Y.** Milk productivity of Kholmogory cows with different HSTN gene genotypes)*..... 2

Комоликова И.В., Комоликов А.С. Молочная продуктивность коров при использовании в рационах пробиотического препарата (***Komolikova I.V., Komolikov A.S.*** *Milk productivity of cows using a probiotic preparation in their diets)*..... 8

Савкин В.И. Современное состояние, тенденции развития и требования к производству органической продукции отрасли животноводства (***Savkin V.I.*** *Current state, development trends and requirements for the production of organic products in the livestock industry*)..... 12

Исакова Е. А., Мосягин В. В., Рыжкова Г. Ф., Попов В. С. Современные подходы к лечению маститов у крупного рогатого скота (***Isakova E.A., Mosyagin V.V., Ryzhkova G.F., Popov V.S.*** *Modern approaches to the treatment of mastitis in cattle*)..... 16

Буяров В.С., Полянская Н.П., Буяров А.В. Технология промышленного производства мяса бройлеров: зоотехнические и экономические аспекты *(Buyarov V.S., Polyanskaya N. P., Buyarov A.V. Technology of industrial production of broiler meat: zootechnical and economic aspects)*..... 20

Солохина И.Ю., Гнеушева И.А., Лушников А.В. Эффективность применения кормового белково-витаминного комплекса в рационах телят симментальской породы *(**Solokhina I.Yu., Gneusheva I.A., Lushnikov A.V.** The effectiveness of the application feed protein and vitamin complex in the diets of the Simmental breed calves)*..... 27

Мурленков Н.В., Шендаков А.И. Инбридинг в селекции крупного рогатого скота: генетическая сущность, последствия и управление рисками (***Murlenkov N.V., Shendakov A.I.*** *Inbreeding in Cattle Breeding: Genetic Basis, Consequences, and Risk Management*)..... 32

Кибкало Л.И., Бледнова Е.М. Исследование гематологических показателей голштинских коров разных линий *(**Kibkalo L.I., Blednova E.M.** Study of hematological parameters of Holstein cows of different lines)*..... 39

Актуальные вопросы растениеводства

Митина Е.В., Резвякова С.В., Митин А.Р. Анализ схемы зеленого конвейера для молочного скота в условиях ЦЧР России (***Mitina E.V., Rezvyakova S.V., Mitin A.R.*** *Analysis of a green conveyor design for dairy cattle in the Central Chemical region of Russia*)..... 42

Актуальные вопросы производства и переработки с.-х. продукции

Лазарева Т.Н., Мурленков Н.В., Киреева О.С. Определение оптимальной дозировки биологически активной добавки в составе зернового киселя для профилактики метаболических нарушений (***Lazareva T.N., Murlenkov N.V., Kireeva O.S.*** *Determination of the Optimal Dosage of a Biologically Active Additive in a Cereal Kissel for the Prevention of Metabolic Disorders*)…….. 48

Сергеева Е.Ю., Родина Н.Д., Мамаев А.В., Соловьева А.О. Использование фруктозы как сахарозаменителя в технологии плавленых сыров (***Sergeeva E.Yu., Rodina N.D., Мамаев А.В., Mamaev A.V., Solovyova A.O.*** *The use of fructose as a sugar substitute in processed cheese technology*)…… 53

Евдокимова О.В., Эспиноса Арсате Синтия Вероника, Пьяникова Э.А. Промышленный потенциал, пищевая ценность и технологии переработки мексиканского нопала (семейства кактусовых) (***Evdokimova O.V., Espinosa Arzate Cynthia Veronica, P'yanikova E.A.*** *Industrial potential, food value and processing technologies of nopal (cactus family)*)…….. 60

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)
Сдано в набор: 11.03.2026 г. **Подписано в печать:** 18.03.2026 г. **Дата выхода:** 27.03.2026 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: Веснянки (https://in.pinterest.com/pin/333477547379173650/)
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, 2026

УДК 636.2.034:636.2.082.2

Макаров Д. О., научный сотрудник, e-mail: TheNoodle4@yandex.ru
Калашникова Л. А., профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник,
Сенин Р. Ю., научный сотрудник
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», Лесные Поляны, Россия
Dmitry O.M., Researcher, e-mail: TheNoodle4@yandex.ru
Kalashnikova L.A., Professor, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher,
Senin R. Y., Researcher,
FSBSI "All-Russian Research Institute of Animal Breeding", Lesnye Polyany, Russia

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ГЕНА HSTN

(Milk productivity of Kholmogory cows with different HSTN gene genotypes)

Аннотация. Проведен анализ ассоциации однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) гена гистатерина (HSTN) с признаками молочной продуктивности и здоровья вымени у коров холмогорской породы (n=89). Цель работы заключалась в оценке селекционной ценности трех точечных мутаций: HSTN344, HSTN517 и HSTN545. Анализировали влияние генотипа на величину удоя за 305 дней лактации, содержание массовой доли жира и белка в молоке, а также индекс соматических клеток (SCS), являющийся косвенным показателем устойчивости к маститу. При анализе отдельных SNP достоверное влияние на селекционные признаки было выявлено только для полиморфизма HSTN517, при котором генотип $HSTN517^{TT}$ ассоциировался с более высоким содержанием белка по сравнению с генотипом $HSTN517^{TC}$. Для полиморфизмов HSTN344 и HSTN545 устойчивых значимых ассоциаций с изучаемыми признаками не установлено. Анализ взаимодействий между локусами показал, что селекционная ценность аллелей гена HSTN зависит от их комбинации в генотипе. Выявлены специфические гаплотипы, ассоциированные с повышенными показателями молочной продуктивности. Наибольший удой характеризовал животных с комбинациями $HSTN344^{GG}$ /$HSTN517^{CC}$ и $HSTN344^{TT}$/ $HSTN517^{TC}$/$HSTN545^{TA}$. Для содержания белка в молоке наилучшей являлась комбинация $HSTN344^{GA}$/ $HSTN545^{TA}$. Минимальные значения SCS, указывающие на лучшее здоровье вымени, были отмечены у коров с генотипами $HSTN545^{AA}$/$HSTN517^{CC}$ и TT/TT/TT ($HSTN344^{TT}$/$HSTN517^{TT}$/$HSTN545^{TT}$). Таким образом, установлено, что влияние гена HSTN на хозяйственно-ценные признаки у холмогорского скота носит комплексный характер и определяется взаимодействием нескольких полиморфных сайтов. Результаты свидетельствуют о перспективности использования гаплотипирования по комплексу маркеров гена HSTN в селекционных программах для одновременного улучшения продуктивных качеств и усиления устойчивости к маститу.

Ключевые слова: SNP, HSTN, молочная продуктивность, холмогорская порода, ассоциационный анализ, маркер-ассоциированная селекция, генотипирование, однофакторный анализ.

Abstract. An association analysis was carried out between single nucleotide polymorphisms (SNPs) of the histatherin gene (HSTN) and traits of milk production and udder health in Kholmogory cows (n = 89). The aim of the study was to assess the breeding value of three point mutations HSTN344, HSTN517 and HSTN545. The effects of genotype on milk yield over 305 days of lactation, fat and protein content in milk, and somatic cell score (SCS) as an indirect indicator of mastitis resistance were analyzed. In the single-locus analysis a significant effect on selection traits was detected only for the HSTN517 polymorphism, where the $HSTN517^{TT}$ genotype was associated with higher protein content compared with the $HSTN517^{TC}$ genotype. No consistent significant associations with the studied traits were found for the HSTN344 and HSTN545 polymorphisms. Analysis of interactions between loci showed that the breeding value of HSTN alleles depends on their combination in the genotype. Specific haplotypes associated with increased milk performance were identified. The highest milk yield was observed in animals with the combinations $HSTN344^{GG}$/$HSTN517^{CC}$ and $HSTN344^{TT}$/$HSTN517^{TC}$/ $HSTN545^{TA}$. For protein content in milk the most favorable combination was $HSTN344^{GA}$/ $HSTN545^{TA}$. The lowest SCS values, indicating better udder health, were recorded in cows with the genotypes $HSTN545^{AA}$/$HSTN517^{CC}$ and TT/TT/TT ($HSTN344^{TT}$/ $HSTN517^{TT}$/$HSTN545^{TT}$). These results demonstrate that the effect of the HSTN gene on economically important traits in Kholmogory cattle is complex and is determined by the interaction of several polymorphic sites. The results indicate the promise of using haplotyping for a set of HSTN gene markers in breeding programs aimed at simultaneous improvement of productive traits and enhancement of mastitis resistance.

Key words: SNP, HSTN, milk productivity, Kholmogory breed, association analysis, marker-associated selection, genotyping, single-factor analysis.

Введение. Современное племенное дело предусматривает использование генетических маркеров для селекции высокопродуктивных и устойчивых к заболеваниям животных [1, 2]. Однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) генов-кандидатов связывают с показателями продуктивности и здоровья через ассоциационный анализ [2, 3]. В этом контексте ген гистатерина (HSTN) привлекает внимание как потенциальный ген-кандидат: недавно описанный HSTN-кодируемый белок обладает сильной антимикробной активностью in vitro (действует против E. coli, S. aureus и др.) [4, 5]. HSTN локализован в кластере ге-

нов казеинов коров, что допускает сцепление с регуляторными элементами казеинового кластера [1, 6]. Учитывая это, HSTN считается перспективным маркером для селекции устойчивости к маститу и повышения сыропригодности молока [7, 8]. Породная адаптация и уровень продуктивности могут влиять на силу связи генотип - фенотип [10].

Холмогорская порода – отечественная молочная порода, выведенная в Архангельской губернии в суровых северных условиях. Холмогорские коровы известны крепкой конституцией, высокой устойчивостью к заболеваниям (например, к лейкозу и простудным болезням) и долголетием. Первоначальная продуктивность была невысока (~3500–4000 кг за лактацию при жирности ~3,6–3,7%), но целенаправленной селекцией и скрещиванием с голштинской породой она существенно возросла. Сегодня холмогорские коровы дают в среднем 7000 – 8000 кг молока за лактацию с жирностью ~3,9%, сохраняя при этом выгодный генетический потенциал белковой составляющей молока. В современных условиях эта порода ценится как адаптивный ресурс и объект генетического улучшения [9].

Таким образом, ассоциативное исследование SNP HSTN в холмогорской породе важно для понимания вклада этого гена в хозяйственно значимые признаки и оценки его перспективности в селекции данной породы. Цель работы – оценить ассоциации полиморфизмов HSTN с молочной продуктивностью холмогорских коров.

Условия, материалы и методы. Для генотипирования использован материал холмогорских коров высшей селекционной группы. Проанализировано 89 коров холмогорской породы, для которых были собраны полные зоотехнические данные: 305-дневный удой (U_{305}), массовые доли жира ($GIR_{\%}$) и белка ($BELOK_{\%}$) в молоке. Биологический материал представлял собой образцы цельной крови, из которых выделяли геномную ДНК (коммерческий набор «ДНК-Экстран-1», ООО «Синтол»).

Генотипирование SNP гена HSTN (Histatherin) выполнено по трем позициям: промоторный вариант g.-866T>A (локус HSTN545, rs109955918), вариации в пределах гена g.11124T>G (HSTN344, rs109805873) и g.107T>C (HSTN517, rs110175257). Для каждого локуса были использованы специфичные праймеры и протокол полимеразной цепной реакции с последующим рестрикционным анализом (метод ПЦР-ПДРФ). После амплификации фрагменты ДНК подвергали рестрикции соответствующими эндонуклеазами (MfeI, TaqI, EcoRI), позволяющими по характерным наборам фрагментов отличить гомозиготы и гетерозиготы по каждому SNP. Результаты электрофореза в агарозном геле визуально сравнивали с контрольными маркерами по длине фрагментов и устанавливали генотип каждого животного.

Статистический анализ включал расчёт частот аллелей и генотипов, оценку гетерозиготности (Ho, He) и информативности маркеров (PIC) по каждому SNP. Ассоциации генотип–фенотип оценивали однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA) по генотипам внутри породы, при необходимости применяя критерий Вэлча (Welch's ANOVA) для проверки различий между группами, а множественные последующие сравнения проводились с применением теста Games-Howell. Статистическая обработка данных выполнялась в среде R (версия 4.5.0) с использованием пакетов rstatix, ggpubr, dplyr и car, реализующих процедуры дисперсионного анализа, пост-хок тестов и линейных регрессионных моделей.

Индекс соматических клеток рассчитывали по формуле $SCS = \log_2(SCC/100000) + 3$. Для описания вариабельности признаков использовали среднее значение ± стандартную ошибку среднего (SE), вычисленную на основе стандартного отклонения и численности выборки.

Результаты и обсуждения. Анализ частот аллелей во всех трёх SNP HSTN холмогорской породы выявил полиморфные варианты. Частота минорных аллелей превышала 15% для каждого локуса. Генотипические частоты находились в равновесии Харди–Вайнберга. Для однолокусного сравнения средних использована однофакторный анализ ANOVA по генотипу. Для парных сравнений применён t-тест Уэлча с учётом неравенства дисперсий.

Таблица 1 - Показатели молочной продуктивности коров с разными генотипами HSTN по отдельным локусам

п/п	Локус	Генотип	n	Удой (M±SE)	p-value	Жир% (M±SE)	p-value	Белок% (M±SE)	p-value	SCS (M±SE)	p-value
1	545	AA	16	10594±504	0,90	3,90±0,09	0.43	3,12±0,03	0,653	3,52±0,03	0.519
2		TA	41	10608±291		4,02±0,05		3,13±0,02		3,54±0,02	
3		TT	32	10409±331		4,00±0,05		3,10±0,03		3,51±0,02	
4	517	CC	24	10276±359	0,70	3,98±0,06	0.97	3,10±0,04	0,204	3,53±0,02	0.880
5		TC	36	10701±320		4,00±0,06		3,09±0,02*6		3,52±0,02	
6		TT	29	10540±363		4,00±0,04		3,15±0,02*5		3,52±0,02	
7	344	GG	9	11439±465	0,29	4,01±0,05	0.36	3,12±0,02	0,711	3.51±0.02	0.609
8		TG	34	10343±343		3,94±0,04		3,10±0,02		3.54±0.02	
9		TT	46	10499±272		4,08±0,09		3,12±0,04		3.52±0.05	

(* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001)

По трём отдельным локусам HSTN анализ ANOVA не выявил значимых эффектов по удою, жиру, белку и SCS (таблица 1). Распределение n по генотипам неравномерно, что снижает мощность анализа: для HSTN344 редкая группа GG n=9 на фоне TG n=34 и TT n=46, для HSTN545 наименьшая AA n=16 при TA n=41 и TT n=32. На этом фоне можно выявить лишь тенденции. По HSTN344 удой у коров с генотипи-

пом GG достиг (11439±465 кг), что выше на 1096 кг, чем у коров с генотипом TG (10343±343 кг) и выше на 940 кг, чем у коров с генотипом TT (10499±272 кг), при этом парное сравнение GG vs TG даёт p=0,1313 и остаётся выше порога 0,05.

Устойчивая разность с достоверностью p<0,05 отмечена по содержанию белка в молоке у коров с разным генотипом по локусу HSTN517 TT 3,15±0,02 против TC 3,09±0,02 при общем значении ANOVA по белку различается с достоверностью p=0,204. По остальным признакам в этом локусе, как и в HSTN344 и HSTN545, разность средних значений не достигает уровня значимости. На уровне одиночных локусов выраженной связи «удой - SCS» не наблюдается. У коров с генотипом HSTN344^{GG} незначительно больший удой при сопоставимых показателях по жиру, белку и SCS, а разница между генотипами TT>TC по белку в HSTN517 возникает без сдвигов по жиру и SCS, что согласуется с эффектом «разбавления» процентов компонентов при повышении удоя.

Таблица 2 включает девять комплексных генотипов HSTN545/HSTN517 при разных значениях n от AA/CC n=2 и AA/TC n=6 до TA/TC n=16, TA/CC n=13 и TT/TC n=14, что влияет на величину ошибок и силу сравнений. По удою коровы с генотипом TA/CC (9538±357 кг) ниже TA/TC (11385±537 кг) на 1847 кг при p=0,0083 и ниже TA/TT (10731±439 кг) на 1193 кг молока при p=0,0466, отмечены тенденции разности по генотипам TA/CC против TT/CC p=0,0833 и TA/TC против TT/TC p=0,0684. По массовой доле жира и белка значимых различий не выявлено, при этом значения признаков находятся в широких интервалах 3,85–4,05% и 3,06–3,17%. По SCS значение показателя минимально для коров с генотипом AA/CC 3,42±0,00 и оно достоверно ниже показателя для генотипов AA/TT p=0,0048, TA/CC p=0,0004, TA/TC p=0,0003, TT/CC p=0,0482, TT/TC p=0,0009 и TT/TT p=0,017.

По удою вклад аллелей зависит от фоновых генотипов и проявляется эпистаз: на фоне генотипа HSTN545^{TA} носители T в HSTN517 дают больший удой с максимумом у TC, тогда как при фоновых генотипах HSTN545^{AA} и HSTN545^{TT} выше значения у носителей аллеля C. По содержанию белка прослеживается преимущество генотипа TT в HSTN517 относительно CC и TC на всех фонах, особенно заметное при HSTN545^{AA}. По содержанию жира в молоке различия малы, но чаще выше на фоне HSTN545^{TA}, включая сочетание TA/TC. По SCS направление эффекта меняется с фоном: при HSTN545^{AA} T в HSTN517 сопровождается ростом SCS, при HSTN545^{TA} аллель T в HSTN517 связан со снижением SCS, при HSTN545^{TT} выраженной разности нет. Если рассматривать HSTN545 при фиксированном HSTN517, по удою чаще выигрывают гетерозиготы TA по сравнению с AA и TT, тогда как по SCS при HSTN517=CC и HSTN517=TC наименьшие значения у AA, а при HSTN517=TT более низкие значения у носителей T в HSTN545.

Таблица 2 - Показатели молочной продуктивности для комбинаций HSTN545/HSTN517

п/п	Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	SCS
1	AA/CC	2	12251±1385	3,94±0,05	3,10±0,02	3,42±0,00^{**3***4***5*7***8*9}
2	AA/TC	6	10434±430	3,85±0,20	3,06±0,04	3,45±0,06
3	AA/TT	8	10301±899	3,93±0,10	3,17±0,06	3,59±0,04^{**1}
4	TA/CC	13	9538±357^{**5*6}	3,97±0,09	3,12±0,04	3,57±0,03^{***1}
5	TA/TC	16	11385±537^{**4}	4,05±0,08	3,12±0,03	3,53±0,02^{***1}
6	TA/TT	12	10731±439^{*4}	4,02±0,06	3,14±0,03	3,50±0,04
7	TT/CC	9	10904±635	4,00±0,10	3,07±0,08	3,49±0,03^{*1}
8	TT/TC	14	10034±468	3,99±0,09	3,08±0,03	3,53±0,03^{***1}
9	TT/TT	9	10499±702	4,02±0,08	3,14±0,04	3,49±0,02^{*1}

(* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).

Таблица 3 объединяет девять комбинаций HSTN344/HSTN545, n=89, при этом группы крайне неравны по численности от редко встречающихся особей с генотипами GG/TT (n=2) и GG/AA (n=3) до более распространенных генотипов TT/TA и TT/TT (n=20). По удою значимых различий при расчетах по Вэлчу нет, диапазон средних значений от 10141±422 кг у TT/TT до 11891±841 кг у GG/TT при n=2. По содержанию белка подтверждён парный эффект: GG/TA (n=4) выше TG/TT (n=10) со значением 3,19±0,04% против 3,04±0,04% при уровне достоверности разности p<0,05. По содержанию жира значимых отклонений не выявлено, отмечена тенденция превышения содержания жира у коров с генотипом TT/TA выше TG/TA с p=0,069. По показателю SCS выявлена значимая разность: TT/TA (n=20) выше TT/TT (n=20) со значениями 3,55±0,03 против 3,48±0,02 при p<0,05, а также тенденции превышения TT/TA над TT/AA с p=0,070 и TG/TT над TT/TT и TT/AA с p=0,071 и p=0,083.

На всех фоновых вариантах генотипов HSTN545 группы коров с HSTN344^{GG} имеют самые высокие средние значения удоя, при этом максимум показателя наблюдается у коров с генотипом GG/TT, а среди более представительных сочетаний уверенно держатся GG/TA и TT/TA, что указывает на благоприятный вклад аллеля G в локусе HSTN344 на выход молока при зависимости эффекта от фона второго локуса. По содержанию белка в молоке отмечен единственный явно обозначенный контраст: массовая доля белка в молоке у коров с генотипом GG/TA выше TG/TT, то есть на фоне HSTN545^{TA} генотип GG в HSTN344 ассоциирован с большим процентом белка по сравнению с гетерозиготой TG на фоне HSTN545^{TT}. По содержанию жира в молоке различия умеренные, однако на фоне HSTN344^{TT} переход от генотипа AA к TA в HSTN545 сопровождается ростом содержания жира,

а наиболее высокое значение фиксируется у коров с генотипом GG/TT. По SCS значимых различий мало, но внутри группы с генотипом HSTN344^{TT} гетерозиготы по HSTN545 имеют более высокий SCS, чем коровы с генотипом TT по HSTN545, то есть генотип TT/TT имеет преимущества над генотипом TT/TA по индикатору здоровья вымени.

Таблица 3 - Показатели молочной продуктивности коров разных комплексных генотипов HSTN344/HSTN545

п/п	Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	SCS
1	GG/AA	3	11636±1117	3,94±0,09	3,04±0,06	3,50±0,10
2	GG/TA	4	11064±681	4,10±0,16	3,19±0,04^{*6}	3,54±0,08
3	GG/TT	2	11891±841	4,25±0,26	3,11±0,15	3,49±0,04
4	TG/AA	7	10189±947	3,98±0,14	3,16±0,06	3,56±0,06
5	TG/TA	17	10226±470	3,91±0,05	3,11±0,03	3,51±0,03
6	TG/TT	10	10649±608	3,95±0,08	3,04±0,04^{*2}	3,55±0,03
7	TT/AA	6	10546±617	3,79±0,15	3,11±0,03	3,47±0,03
8	TT/TA	20	10842±427	4,09±0,08	3,13±0,03	3,55±0,03^{*9}
9	TT/TT	20	10141±422	4,01±0,07	3,12±0,04	3,48±0,02^{*8}

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Таблица 4 охватывает девять комбинаций генотипов HSTN344/HSTN517 при значительно различающихся количествах животных в группах от GG/TT (n=1) и GG/CC (n=2) и GG/TC (n=6) до TT/TT (n=17), TG/TC и TT/TC по n=15 и TT/CC (n=14), что затрудняет интерпретацию результатов. По удою коровы с генотипом GG/CC устойчиво выше большинства групп по Вэлчу: против TT/CC p=0,0001, против TT/TT p=0,0001, против TG/TC p=0,0015, против GG/TC p=0,0029, против TG/CC p=0,0031, против TG/TT p=0,0069 и против TT/TC p=0,0072. По содержанию жира в молоке значимые различия не выявлены и зафиксирована только тенденция: содержание жира в молоке у коров с генотипом GG/CC выше генотипа TG/CC (p=0,0589). По содержанию белка в молоке генотип TG/TC ниже TG/TT и TT/TT с p=0,0279 и p=0,0124. По SCS значимых парных различий и тенденций p<0,1 не выявлено.

При анализе взаимосвязей показателей молочной продуктивности оказалось, что у коров с генотипом GG/CC высокий удой сочетается с нормальным жиром и слегка пониженным белком, что укладывается в эффект «разбавления» процентов компонентов при росте удоя. У коров с генотипом TG/TC наблюдается «минус» по белку при сходном удое, что подчёркивает роль фонового сочетания по HSTN344 в формировании качественного состава молока. Отсутствие сдвигов по SCS между крупными группами указывает, что в этой паре локусов повышение продуктивности не сопровождается ростом SCS.

Таблица 4. - Показатели молочной продуктивности коров с генотипами HSTN344/HSTN517

п/п	Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	SCS
1	GG/CC	2	12632±100^{**2**4**5**6***7**8***9}	4,00±0,01	3,03±0,07	3,59±0,13
2	GG/TC	6	10672±377^{**1}	4,13±0,13	3,14±0,06	3,46±0,05
3	GG/TT	1	13650	3,95	3,17	3,68
4	TG/CC	8	10041±592^{**1}	3,87±0,06	3,08±0,05	3,52±0,04
5	TG/TC	15	10552±526^{**1}	3,94±0,07	3,05±0,02^{*6*9}	3,53±0,03
6	TG/TT	11	10276±694^{**1}	3,99±0,08	3,18±0,05^{*5}	3,55±0,04
7	TT/CC	14	10074±465^{***1}	4,04±0,10	3,12±0,05	3,53±0,03
8	TT/TC	15	10861±559^{**1}	4,00±0,11	3,11±0,03	3,52±0,02
9	TT/TT	17	10529±401^{***1}	4,00±0,05	3,13±0,02^{*5}	3,49±0,03

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

По удою на фоне генотипа HSTN344^{GG} наблюдаются самые высокие значения у коров с генотипами GG/TT и GG/CC, но это малочисленные группы, а среди более представительных сочетаний лидирует генотип TT/TC. На фонах HSTN344^{TG} и HSTN344^{TT} максимум удоя наблюдается стабильно у коров с генотипом HSTN517^{TC} по сравнению с CC и TT, что указывает на преимущество гетерозиготы HSTN517^{TC} при фиксированном генотипе по локусу HSTN344. По содержанию белка в молоке выражен локальный контраст внутри группы коров с генотипом HSTN344^{TG}, где TG/TT выше TG/TC, а также отмечается более высокий белок у TT/TT относительно TG/TC, тогда как в большинстве прочих сочетаний различия по белку невелики. По жиру разброс мал, но более высокие значения чаще встречаются при HSTN344^{GG}, особенно у GG/TC, тогда как у животных с генотипами HSTN344^{TG} и HSTN344^{TT} показатели близки. По SCS наименьшее значение у GG/TC, тогда как GG/TT даёт максимум, в остальных сочетаниях колебания невелики.

Таблица 5 включает 24 тройные комбинации HSTN344/HSTN545/HSTN517 при n=89 и неравных размерах групп от редких n=1–2 до типичных n=6–7, что влияет на значения ошибок и мощность сравнений. По удою уверенно лидирует группа животных с генотипом TT/TA/TC (12267±784 кг, n=7) и она превышает по удою группу коров с генотипом TT/TA/CC

(9116±413 кг) на 3151 кг молока при p=0,0062 и группу с генотипом TT/TT/TC (9424±562 кг) на 2843 кг молока при p=0,0140. Удой коров с генотипом TG/TA/CC (9461±396 кг) ниже, чем у коров с генотипом TT/TA/TC на 2806 кг при p=0,0113, а удой коров с генотипом TT/TA/TT (10895±384 кг) выше генотипа TG/TA/CC на 1434 кг при p=0,0249. Отмечены тенденции разности при попарном сравнении TT/TA/TT против TT/TT/TC с вероятностью p=0,0586, TT/TA/TC против TT/TT/TT при p=0,0805 и TT/TA/CC против TT/TT/CC при p=0,0873.

По содержанию жира в молоке коровы с генотипом TT/TA/TT (4,07±0,07%, n=7) превышают генотип TG/TA/CC (3,81±0,04%) при p=0,0113 и выше генотипа TT/AA/TT (3,81±0,06%) при p=0,0257, при этом относительно TT/TT/TT сохраняются тенденции p=0,0830 и p=0,0999. По содержанию белка в молоке фиксируются два мотива. Очень низкий уровень у GG/AA/TC (2,97±0,02%, n=2) по сравнению с TT/TA/TT при уровне p=0,0022, TT/TT/TT при p=0,0098, TG/TA/TC при p=0,0201 и TT/TT/TC при p=0,0277. Повышенный белок в молоке у коров с генотипом GG/TA/TC(3,22±0,03%, n=3) относительно TG/TT/TC 3,02±0,04% при p=0,0057, причём генотип TG/TT/TC ниже генотипа TT/AA/TC при p=0,0159 и ниже TT/TA/TT при p=0,0208, а для GG/AA/TC отмечается ряд тенденций p<0,1. По SCS различия умеренные, но значимы в нескольких парах сравнений. У коров с генотипом TT/AA/TC показатель SCS 3,43±0,02 ниже генотипа TT/TA/TC при p=0,0091 и ниже TT/TA/CC при p=0,0156. У животных с генотипом TG/TT/TT показатель SCS 3,58±0,00 выше TT/TT/TT (3,46±0,02) при p=0,0016 и выше TT/TT/TC (3,49±0,03) при p=0,0249. Кроме того, показатель SCS у коров с генотипом TT/TA/TC выше TT/TT/TT при p=0,0229 и TG/TT/TC выше TT/AA/TC при p=0,0273, а среди тенденций отмечаются TG/TA/TC против TG/TT/TT p=0,0634 и TT/TA/TC против TT/TT/TC p=0,0996.

Таблица 5 - Показатели молочной продуктивности для комбинаций генотипов HSTN344/HSTN545/HSTN517.

п/п	Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	SCS
1	GG/AA/TC	2	10629±836	3,94±0,16	2,97±0,02^{**4*11*17**21*23**24}	3,40±0,06
2	GG/AA/TT	1	13650	3,95	3,17	3,68
3	GG/TA/CC	1	12532	4,01	3,09	3,72
4	GG/TA/TC	3	10575±669	4,13±0,22	3,22±0,03^{**1*11**14}	3,48±0,08
5	GG/TT/CC	1	12732	3,99	2,96	3,45
6	GG/TT/TC	1	11050	4,50	3,27	3,53
7	TG/AA/CC	1	13636	3,89	3,11	3,42
8	TG/AA/TC	2	10423±572	3,94±0,45	3,05±0,06	3,53±0,19
9	TG/AA/TT	4	9211±1329	4,03±0,20	3,23±0,10	3,62±0,06^{*17}
10	TG/TA/CC	6	9461±396^{*20*21}	3,81±0,04^{*21}	3,11±0,06	3,54±0,05
11	TG/TA/TC	6	10760±1015	3,99±0,09	3,08±0,02^{*1*4*17}	3,51±0,03
12	TG/TA/TT	5	10502±969	3,95±0,11	3,13±0,07	3,49±0,06
13	TG/TT/CC	1	9927	4,21	2,88	3,47
14	TG/TT/TC	7	10412±789	3,89±0,10	3,02±0,04^{**4*17*21}	3,56±0,04^{*17}
15	TG/TT/TT	2	11840±1292	4,02±0,14	3,19±0,13	3,58±0,00^{*23**24}
16	TT/AA/CC	1	10866	3,99	3,08	3,42
17	TT/AA/TC	2	10249±1293	3,67±0,55	3,16±0,01^{*1*11*14}	3,43±0,02^{*9*14*19**20}
18	TT/AA/TT	3	10637±1138	3,81±0,06^{*21}	3,09±0,06	3,51±0,06
19	TT/TA/CC	6	9116±413^{**20**21}	4,12±0,18	3,14±0,07	3,58±0,04^{*17*24}
20	TT/TA/TC	7	12267±784^{*10**19*23}	4,07±0,16	3,10±0,06	3,57±0,03^{**17*24}
21	TT/TA/TT	7	10895±384^{*10**19}	4,07±0,07^{*10*18}	3,15±0,03^{**1*14}	3,51±0,06
22	TT/TT/CC	7	10782±765	3,98±0,12	3,12±0,09	3,50±0,04
23	TT/TT/TC	6	9424±562^{*20}	4,03±0,15	3,12±0,05^{*1}	3,49±0,03^{*15}
24	TT/TT/TT	7	10116±809	4,02±0,10	3,13±0,04^{**1}	3,46±0,02^{**15*19*20}

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

По взаимосвязям фенотипов просматриваются два кластера. «Интенсивные» профили молочной продуктивности коров с генотипом TT/TA/TC и частично TT/TA/TT сочетают высокий удой с содержанием жира в молоке около 4% и уровнем белка ближе к нижней границе распределения, что согласуется с эффектом «разбавления» процентов компонентов при росте выхода молока. «Сбалансированные» профили молочной продуктивности у коров с генотипами TT/TT/TT и TT/TT/CC демонстрируют умеренный удой, близкие проценты жира и белка и невысокий SCS. Связь повышенного SCS с снижением продуктивности и изменениями состава обычно усиливается при воспалении вымени, поэтому в стабильных условиях может быть слабой и точечно проявляться в отдельных парах групп. Эти интерпретации согласуются с обзорными данными о фенотипической связи удоя с процентами жира и белка и о связи SCC/SCS с продуктивностью и маститом [11].

В таблице 5 наибольший удой среди достаточно представленных сочетаний показывает группа коров с генотипом TT/TA/TC (12267 кг), что указывает на благоприятную для выхода молока комбинацию HSTN344=TT и HSTN545=TA при HSTN517=TC, тогда как в блоке TT/TA среднее выше, чем у TT/TT и чаще выше, чем у TT/AA. По содержанию жира в молоке наиболее высокие значения также приходятся на комбинации с HSTN545=TA внутри HSTN344=TT, что подтверждает вклад гетерозиготы TA в повышение доли жира на разных фонах HSTN517. По белку

лидирует TT/TA/TT среди групп с наиболее распространёнными генотипами, однако различия между устойчивыми триадами генотипов невелики и обычно укладываются в 0,02–0,05 процентного пункта. По показателю SCS минимальные значения среди представительных групп наблюдаются у животных с гомозиготным генотипом TT/TT/TT и близких к ним с генотипами TT/TT/TC и TT/TT/CC, что указывает на более благоприятный профиль по индикатору здоровья вымени у коров с генотипами HSTN545=TT и HSTN517=TT или TC в сочетании с HSTN344=TT, при этом высокопродуктивная триада TT/TA/TC имеет более высокий SCS. Экстремальные значения в редких группах с n=1–2 мы не используем для общих выводов, поскольку широкие диапазоны ошибок затрудняют интерпретацию результатов.

Выводы. Результаты исследованных SNP гена HSTN не дали устойчивых однолокусных эффектов одновременно по удою, содержанию жира и белка, и SCS. В двулокусных сочетаниях проявилась разность между группами животных. В гаплотипе HSTN545×HSTN517 группа коров с генотипом TA/CC имела более низкий удой по сравнению с TA/TC и TA/TT, а минимальные значения SCS наблюдались у животных с генотипом AA/CC при сопоставимых уровнях остальных признаков. В комбинациях HSTN344×HSTN545 по удою различий не выявлено, по содержанию белка отмечена разность в пользу GG/TA относительно TG/TT, по SCS значения выше у TT/TA, чем у TT/TT. В матрице HSTN344×HSTN517 высокий удой зафиксирован для GG/CC относительно ряда групп, по содержанию белка показатель у коров с генотипом TG/TC ниже TG/TT и TT/TT, по SCS выраженных различий не обнаружено. Среди трёхлокусных профилей наибольший удой показала комбинация TT×TA×TC, тогда как более низкие SCS характерны для блоков TT×TT×TT и близких к нему сочетаний. Интерпретацию ограничивают неравные численности генотипических групп и наличие редких генотипов, что расширяет диапазон ошибки и снижает мощность сравнительных тестов. В совокупности данные указывают на значимость контекста комплексных генотипов и необходимость дальнейшей проверки выявленных контрастов на расширенных и сбалансированных выборках.

Литература

1. ***Bernini F., Fontanesi L., Škrlep M., et al.*** Genome-wide association studies for milk production traits in two autochthonous alpine breeds for the improvement of Aosta Valley cattle // Animal. 2024. DOI: 10.1017/S175173112400179X.
2. ***Ristanić M., Ratajac R.*** Genome-Wide Analysis of Milk Production Traits in Dairy Cattle Breeds: A Decade-Long Review (2014–2023) // Animals (Basel). 2024.
3. ***Jayawardana V.K., Nguyen N.H., Newell M.A., et al.*** A genome-wide scan for regions underlying the variations in milk composition in New Zealand dairy cows // Genes (Basel). 2023.
4. ***Winther A.R., Duarte V.S., Porcellato D.*** Metataxonomic analysis and host proteome response in dairy cows with high and low somatic cell count: a quarter level investigation // Veterinary Research. 2023. Vol. 54. Article 32. DOI: 10.1186/s13567-023-01162-0.
5. ***Piras C., De Fazio R., Di Francesco A., et al.*** Detection of Antimicrobial Proteins/Peptides and Bacterial Proteins Involved in Antimicrobial Resistance in Raw Cow's Milk from Different Breeds // Antibiotics. 2024. Vol. 13, No. 9. Article 838. DOI: 10.3390/antibiotics13090838.
6. ***Malewski T., Kamiński S., Śmiełowski J., Oleński K., Bogdanowicz W.*** Molecular Diversity of the Casein Gene Cluster in Bovidae: Insights from SNP Microarray Analysis // Animals (Basel). 2024. Vol. 14, No. 20. Article 3034. DOI: 10.3390/ani14203034.
7. ***Wang X., Li L., Yang Y., et al.*** Multi-omics integration identifies regulatory factors underlying bovine subclinical mastitis // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2024.
8. ***Reiche A.M., Wechsler D., Andonie A.S., et al.*** The A1/A2 β-casein genotype of cows, but not their horn status, influences peptide generation during simulated digestion of milk // Journal of Dairy Science. 2024. 107(9):6425–6436.
9. ***Khudyakova L.A., Karimova E.V., Lavrova N.V., et al.*** The influence of distribution of β-casein genotypes in two generations on milk productivity of Kholmogory cattle // RUDN Journal of Ecology and Life Safety. 2024. 32(3):153–169. DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-3-153-169.
10. ***Silva-Neto A.C., Ventura R.V., Buzanskas M.E., Regitano L.C.A.*** A comprehensive review of genotype / environment interaction studies in bovine // Animal Genetics. 2024. DOI: 10.1111/age.13483.
11. ***Marinov I., Dimov D., Penev T.*** Somatic cells count in milk and its relation with productive traits in dairy cows // Agricultural Science and Technology (AST). 2021. Vol. 13, No. 4. P. 417-424. DOI: 10.15547/ast.2021.04.067.

Поступила в редакцию: 15.01.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Макаров Дмитрий Олегович, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», TheNoodle4@yandex.ru, **Калашникова Любовь Александровна**, профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», **Сенина Роман Юрьевич**, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», Лесные Поляны, Россия

УДК / UDC 636.2.034

Комоликова И.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Komolikova I.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Комоликов А.С., ассистент
Komolikov A.S., Assistant Professor
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», Orel, Russia, e-mail: katya_che@bk.ru

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНАХ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА

(Milk productivity of cows using a probiotic preparation in their diets)

Аннотация. В последние годы перспективным направлением в зоотехнии является изучение и широкое применение препаратов пробиотического действия. Целью исследования являлось определение возможности увеличения молочной продуктивности лактирующих черно-пестрых коров путем включения в состав их рациона пробиотического препарата «Субтилис-С». В научно-хозяйственном опыте из клинически здоровых сухостойных коров были сформированы методом аналогов одна контрольная и две опытные группы по 6 голов в каждой. Коровы контрольной группы получали только принятый в хозяйстве основной рацион, коровам 2-й опытной группы вводился в состав корма пробиотик «Субтилис-С» в количестве 30 г в сутки за 4 недели до отела, а коровам 3-й опытной группы изучаемый препарат вводился в состав корма в дозировке 45 г в сутки за 4 недели до отела. Изучение состава рациона и питательной ценности используемых рационов кормления подопытных коров показало, что по основным показателям питательности рацион кормления соответствует нормам кормления животных. Гематологические показатели животных всех групп находились в границах физиологических норм, однако у коров 2-й опытной группы регистрировались несколько лучшие значения изучаемых показателей крови, поэтому можно говорить о благотворном влиянии на состояние их здоровья введения пробиотика «Субтилис-С» в состав рациона. Включение в структуру рациона коров пробиотика «Субтилис-С» оказало позитивное воздействие на их молочную продуктивность. Назначение коровам 2-й опытной группы изучаемого пробиотического препарата в количестве 30 г в сутки за 4 недели до отела способствовало достоверному повышению их молочной продуктивности на 11,1% ($P<0,05$), однако не оказало значимого влияния на качественные показатели молока. Увеличение дозировки пробиотика «Субтилис-С» до 45 г в сутки за 4 недели до отела (3-я опытная группа) не оказало значимого влияния на молочную продуктивность коров и качественные показатели молока коров и не является целеобразным.

Ключевые слова: лактирующие коровы, пробиотик «Субтилис-С», гематологические показатели, молочная продуктивность, качественные показатели молока.

Abstract: In recent years, the study and widespread use of probiotic preparations has become a promising area in animal science. The aim of the study was to determine the feasibility of increasing milk productivity in lactating Black and White cows by including the probiotic preparation "Subtilis-S" in their diet. In a scientific and farm experiment, clinically healthy lactating cows in the second month of lactation were divided into one control and two experimental groups, each containing six cows. Cows in the control group received only the standard basal diet, cows in the second experimental group received the probiotic "Subtilis-S" in their feed at a dose of 30 g per day for four weeks before calving, and cows in the third experimental group received the study preparation in their feed at a dose of 45 g per day for four weeks before calving. A study of the diet composition and nutritional value of the diets used to feed the experimental cows showed that the diets, in terms of key nutritional parameters, met animal feeding standards. Hematological parameters of animals in all groups were within physiological norms; however, cows in the second experimental group demonstrated slightly better values for these blood parameters, suggesting that the introduction of the probiotic "Subtilis-S" into their diet had a beneficial effect on their health. The introduction of the probiotic "Subtilis-S" into the cows' diet had a positive effect on their milk productivity. Administration of the studied probiotic preparation to cows in the second experimental group at a dose of 30 g per day for 4 weeks before calving contributed to a significant increase in their milk productivity by 7.0% ($P < 0.05$), but did not have a significant effect on milk quality. Increasing the dosage of the probiotic "Subtilis-S" to 45 g per day 4 weeks before calving (3rd experimental group) did not have a significant effect on the milk productivity of cows and the quality indicators of the cows' milk and is not advisable.

Key words: lactating cows, probiotic "Subtilis-S", hematological parameters, milk productivity, milk quality parameters.

Введение. Молочное скотоводство является одной из значимых отраслей сельского хозяйства в Российской Федерации, ведь молоко и молочные продукты – важная составляющая продовольственной безопасности и независимости страны. Одним из индикаторов оценки продовольственной безопасности страны, обозначенным в Доктрине [1], выступает достижение уровня самообеспечения молоком не менее 90%. По данным Министерства сельского хозяйства, в нашей стране наблюдается рост производства молочных продуктов. Так, в 2024 году было выпущено на 5% больше питьевого молока по сравнению с показа-

телем предыдущего года – порядка 6 млн тонн [2]. Это связано с повышением среднегодовых надоев молока на одну корову – в 2020 году данный показатель составил 4839 кг, а в 2024 году – 5518 кг, т.е. за последние пять лет надои увеличились на 14% (без учета информации по ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областям).

При реализации продуктивного потенциала животных, который генетически заложен, большое значение имеет их обеспеченность биологически полноценным кормлением. Несбалансированность их рациона по питательным веществам отрицательно сказывается на состоянии здоровья животных, отмечается увеличение затрат корма на единицу продукции и значительное снижение их продуктивных качеств. Одним из путей улучшения полноценности рационов кормления является включение в их состав биологически активных и кормовых добавок, например, пробиотиков, пребиотиков, фитобиотиков и др. Мировой рынок таких препаратов достаточно обширен, однако на сегодняшний день актуальной задачей является поиск и оценка эффективности применения отечественных кормовых добавок в животноводстве [3-7].

В последние годы перспективным направлением в зоотехнии является изучение и широкое применение препаратов пробиотического действия, содержащим живые микроорганизмы, котносящиеся к нормальной флоре кишечного тракта. Их включение в рационы животных направлено на улучшение всасываемости и переваримости питательных веществ корма, повышение устойчивости животных к заболеваниям, реализацию генетического потенциала продуктивности. Наиболее перспективными для использования в животноводстве являются пробиотические препараты на основе спорообразующих бактерий рода *Bacillus* [8-11]. К отечественным препаратам данного типа относится «Субтилис-С», разработанный НИИ пробиотиков.

Целью исследования являлось определение возможности увеличения молочной продуктивности лактирующих черно-пестрых коров путем включения в состав их рациона пробиотического препарата «Субтилис-С».

Материалы и методы исследования. Экспериментальные исследования проводились в производственных условиях ОС «Стрелецкая» филиала ФГБНУ ФНЦ Орловского муниципального округа Орловской области. Для научно-хозяйственного опыта было сформировано три группы из клинически здоровых сухостойных коров: одна контрольная и две опытные группы по 6 голов в каждой. Группы подбирались методом аналогов: по происхождению – черно-пестрый скот голштинской породы, массе тела – в среднем 520 кг, возрасту – 2 лактация, уровню молочной продуктивности за прошлую лактацию – в среднем 18 кг молока в сутки с жирностью 3,8%. Проверяемые группы содержались на сенной подстилке в отдельных боксах. Коровы в подопытных группах содержались одинаково соответственно зоотехническим нормам.

Коровы контрольной группы получали только принятый в хозяйстве основной рацион, коровам 2-й опытной группы вводился в состав корма пробиотик «Субтилис-С» в количестве 30 г в сутки за 4 недели до отела, а коровам 3-й опытной группы изучаемый препарат вводился в состав корма в дозировке 45 г в сутки за 4 недели до отела (дозы пробиотических препаратов определялись минимальными рекомендациями производителя). В остальном рационы животных были одинаковы по составу кормов, их количеству и качественным показателям.

«Субтилис-С» – порошок бежевого цвета, со сладковатым вкусом, слабого кисломолочного запаха, легко растворяется в воде. В его составе споры природных штаммов микроорганизмов *Bacillus Subtilis* и *Bacillus Licheniformis* не менее $2x10^9$ КОЕ в 1 г и наполнитель лактоза. Метаболиты препарата способствуют лучшему усвоению питательных веществ корма, повышению естественной резистентности организма животного, стимулирования его роста и развития.

Кровь забирали из яремной вены подопытных коров до утреннего кормления. Сыворотку крови получали общепринятым способом. Гематологические показатели определяли с помощью гематологического анализатора «Abacus junior vet»и биохимического анализатора «Clima MC – 15».

С помощью контрольных доек определяли молочную продуктивность (удой) коров, по средней пробе молока от каждой коровы один раз в месяц находили содержание жира и белка.

С помощью программы ПК «Microsoft Excel» (2016) проводилась статистическая обработка цифрового материала полученных данных. Достоверность различий аналогичных показаний, полученных в подопытных группах, оценивали по предназначенного для малых выборок критерию Стьюдента. Разницу показаний считали достоверной при $P<0,05$.

Результаты и обсуждение. Изучение состава рациона и питательной ценности используемых рационов кормления подопытных коров показало, что по основным показателям питательности рацион кормления соответствует нормам кормления животных. При проведении исследований учитывали поедаемость кормов для установления фактического потребления питательных веществ кормов. Опытными данными установлено, что поедаемость коровами сочных и грубых кормов составила в среднем 87%, без достоверных различий между группами.

Кровь – это жидкая ткань организма, осуществляющая множество его важных функций, в т.ч. отвечающая за проведение промежуточного метаболизма, выступающая одним из показателей физиологического состояния животного организма в целом. Именно гематологические показатели могут представить объективную картину протекающего в организме коров обмена веществ. Исходя из результатов гематологических исследований коров, отмечено, что, хотя все параметры крови находились в пределах границ физиологической нормы, у коров 2-й опытной группы установлены некоторые особенности изучаемых показателей (см. табл. 1).

Таблица 1 – Гематологические показатели коров (M±m)

Показатели	Группы					
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная	
	начало опыта	конец опыта	начало опыта	конец опыта	начало опыта	конец опыта
Гемоглобин, г/л	106,3 ±1,3	106,6 ±1,7	105,9 ±1,8	113,1 ±1,1*	105,7 ±2,0	108,8 ±1,6
Эритроциты, 10^{12}/л	6,88 ±0,55	7,12 ±0,42	6,91 ±0,49	7,21 ±0,52	6,86 ±0,39	7,16 ±0,61
Лейкоциты, 10^{9}/л	7,18 ±0,76	7,22 ±0,54	7,21 ±0,62	7,10 ±0,51	7,16 ±0,66	7,12 ±0,72
Общий белок, г/л	79,36 ±0,87	79,40 ±0,62	79,42 ±0,55	82,06 ±0,71*	79,51 ±0,39	80,98 ±0,66
Кальций, ммоль/л	2,80 ±0,16	2,81 ±0,10	2,80 ±0,19	2,88 ±0,17	2,82 ±0,11	2,85 ±0,14
Фосфор, ммоль/л	1,56 ±0,08	1,57 ±0,21	1,58 ±0,10	1,60 ±0,23	1,56 ±0,07	1,58 ±0,20

Примечание: *– P < 0,05.

Из данной таблицы видно, что в начале опыта между регистрируемыми гематологическими показателями не было достоверных различий. Содержание гемоглобина в крови коров 2-й опытной группы в конце опыта составило 113,1 г/л, а концентрация эритроцитов – 7,21 * 10^{12}/л, что соответственно выше на 6,1% (P<0,05) первого показателя и на 1,3% – второго в контрольной группе. Достаточное количество в крови коров изучаемых показателей свидетельствует об отсутствии у них подозрений на дефицит железа и заболеваний, связанных с потерей организмом жидкости.

В крови коров опытных групп по сравнению со сверстниками из контрольной группы отмечено уменьшение концентрации лейкоцитов на 1,39-1,67%, что говорит об отсутствии в организме коров опытных групп воспалительных процессов и указывает на повышение их естественной резистентности, вследствие назначения им пробиотика «Субтилис-С».

В сыворотке крови коров 2-й опытной группы отмечено достоверно высокое содержание общего белка (на 3,4% (P<0,05)) по сравнению с аналогичным показателем в контроле.

Концентрация кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови коров опытных групп была несколько выше, чем у животных контрольной группы: на 1,4-2,5 – по первому показателю; на 0,6-1,9% – по второму. Полученные данные указывают на сбалансированность рациона коров по изучаемым элементам, а ведь Са и Р, в большей степени, являются структурными компонентами костной ткани.

Таким образом, несмотря на то, что гематологические показатели животных всех групп находились в границах физиологических норм, у коров 2-й опытной группы регистрировались несколько лучшие значения изучаемых показателей крови, поэтому можно говорить о благотворном влиянии на состояние их здоровья введения пробиотика «Субтилис-С» в состав рациона, однако увеличение дозировки изучаемого пробиотика (3-я опытная группа) не оказало значимого влияния на гематологические показатели коров.

Влияние пробиотика «Субтилис-С» на молочную продуктивность и качественные показатели молока представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров и качественные показатели молока на втором месяце лактации (M±m)

Показатели	Группы		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Удой за 2 месяц лактации, кг	589,9±14,3	655,4±16,2*	623,8±16,2
Среднесуточный удой, кг	19,6	21,8	20,8
Массовая доля жира, %	3,44±0,09	3,53±0,07	3,50±0,03
Массовая доля белка, %	3,21±0,06	3,21±0,05	3,21±0,08
Количество молочного жира, кг	20,3	23,1	21,8
Количество молочного белка, кг	18,9	21,0	20,0

Примечание: *– P < 0,05.

Исходя из данных в таблице 2, можно отметить, что введение в рационы коров пробиотика «Субтилис-С» оказало положительное влияние на их молочную продуктивность. Удой у коров 2-й опытной группы составил 655,4 кг, 3-й группы – 623,8 кг, что соответственно выше уровня в контрольной группе на 65,5 кг (11,1% (P<0,05)) и 33,9 кг (5,7%). Более высокий среднесуточный удой получен также от коров 2-й опытной группы –21,8 кг.

Отмечено некоторое повышение количества молочного жира и белка за период опыта в молоке коров 2-й и 3-й опытных групп по сравнению с контрольной: на 7,4-13,8 – по первому показателю и 5,8-11,1% – по второму. Массовая доля жира в молоке коров контрольной группы равна 3,44%, а в молоке коров опытных групп находилась в пределах 3,50-3,53%, а массовая доля белка в молоке коров всех групп составила 3,21%.

Таким образом, лучшие показатели молочной продуктивность и качества молока были получены у коров 2-й опытной группы.

Выводы. Включение в структуру рациона коров пробиотика «Субтилис-С» оказало позитивное воздействие на их молочную продуктивность. Назначение коровам 2-й опытной группы изучаемого пробиотического препарата в количестве 30 г в сутки за 4 недели до отела способствовало достоверному повышению их молочной продуктивности на 11,1% (P<0,05), однако не оказало значимого влияния на качественные показатели молока. Увеличение дозировки пробиотика «Субтилис-С» до 45 г в сутки за 4 недели до отела (3-я опытная группа) не оказало значимого влияния на молочную продуктивность коров и качественные показатели молока коров и не является целесообразным.

Литература

1. ***Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации*** / Утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 (с изм. от 10.03.2025) // URL: https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf (дата обращения: 18.09.2025).
2. ***В 2024 году выросло производство молока, йогуртов и мороженого*** // URL: https://mcx.gov.ru/press-service/news/v-2024-godu-vyroslo-proizvodstvo-moloka-yogurtov-i-morozhenogo/ (дата обращения: 18.09.2025).
3. ***Буяров В.С., Мальцева М.А., Алдобаева Н.А.*** Научно-практическое обоснование применения пробиотиков в молочном скотоводстве и мясном птицеводстве // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 2 (23). – С. 79-86.
4. ***Егоров И.А., Егорова Т.В., Ушакова Н.А.*** Комплексная полифункциональная пробиотическая добавка к комбикормам // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 1. – С. 34-36.
5. ***Иванов Е.А.*** Эффективность комплексного применения бентонитовой глины и пробиотика в кормлении лактирующих коров / Е.А. Иванов, О.В. Иванова, В.А. Терещенко, М.М. Филипьев // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 3 (39). – С. 13-17.
6. ***Руин В.А., Кистина А.А., Прытков Ю.Н.*** Использование пробиотического комплекса в кормлении коров молочной продуктивности // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 4. – С. 64-66.
7. ***Сыромятников М.Ю., Михайлов Е.В., Пасько Н.В.*** Обзор: влияние пребиотиков и пробиотиков на микробиом свиней, кур и крупного рогатого скота // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 3 (8). – С. 33-46.
8. ***Белова С.Н.*** Влияние пробиотического препарата Моноспорин на молочную продуктивность коров // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 12. – С. 55-56.
9. ***Буяров В.С., Мальцева М.А.*** Эффективность применения пробиотика «Моноспорин» при выращивании телят в условиях молочного комплекса // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2017. – № 4 (21). – С. 81-87.
10. ***Иванникова Р.Ф., Пименов Н.В., Павлова А.В.*** Влияние кормовой добавки на гематологические показатели лактирующих коров // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (15). – С. 83-87.
11. ***Хайруллина Н.И.*** Влияние биологически активных веществ при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Н.И. Хайруллина, Н.Г. Фенченко, Д.Х. Шамсутдинов, А.А. Руденко, И.Р. Кильметова // Эффективное животноводство. – 2021. – № 2 (168). – С. 58-60.

Поступила в редакцию: 15.12.2025 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Комоликова Ирина Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова, e-mail: katya_che@bk.ru., **Комоликов Алексей Сергеевич**, ассистент кафедры механизации технологических процессов в АПК, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия, e-mail: komolikovaleksey1994@mail.ru.

УДК 636.03

Савкин В.И., доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия,
e-mail: v.i.savkin@mail.ru
Savkin V.I., Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics and Management in the Agro-Industrial Complex Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", E-mail: v.i.savkin@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА
(Current state, development trends and requirements for the production of organic products in the livestock industry)

Предметом научного исследования являются организационно-экономические взаимоотношения в области изучения современного состояния, тенденций развития и требований к производству органической продукции отрасли животноводства. Цель работы заключается в анализе текущего состояния производства органической продукции, выявлении ключевых тенденций и определении требований к производству органической продукции в отрасли животноводства. Методы и методология проведения работы основываются на синтезе различных подходов, методов и инструментов, обеспечивающих рассмотрение современных аспектов производства органической продукции в отрасли животноводства. В исследовании использованы методы - анализ, синтез, дедукция и аналогия. Результатами исследования являются предложенные основные принципы органического молочного скотоводства. Область применения результатов лежит в плоскости их использования органами управления сельского хозяйства при выработке стратегии развития органического производства в отрасли молочного животноводства. Современное состояние отрасли органического животноводства демонстрирует устойчивый рост спроса в условиях роста внимания к здоровью, благополучию животных и экологическим аспектам производства. Однако сектор остаётся нишевым и сталкивается с высокой фрагментацией регуляторных систем, разнородностью требований на разных рынках и значительными конверсионными затратами для перехода существующих хозяйств к органике. Глобальная стратегия отрасли молочного животноводства должна опираться на целостное планирование перехода к органике, развитие цепочек поставок, инвестирование в благополучие животных и экологическую устойчивость как конкурентное преимущество, а также активную работу с государственными программами, рынками сбыта и партнёрами по сертификации. В итоге конкурентное преимущество будет строиться на доверии потребителя, которое достигается через ответственное, открытое и прослеживаемое производство органической продукции в гуманной и экологичной бизнес-модели.

Ключевые слова: аграрный сектор экономики, органическая продукция животноводства, государственная стратегия, государственная поддержка, рынок органической продукции, органическое сельское хозяйство.

This scientific study examines organizational and economic relationships in the current state, development trends, and requirements for organic production in the livestock industry. The objective of this work is to analyze the current state of organic production, identify key trends, and determine requirements for organic production in the livestock industry. The methods and methodology of this study are based on a synthesis of various approaches, techniques, and tools that allow for the consideration of current aspects of organic production in the livestock industry. The study utilizes the following methods: analysis, synthesis, deduction, and analogy. The results of this study propose the basic principles of organic dairy farming. The scope of application of these results lies in their use by agricultural authorities in developing strategies for the development of organic production in the dairy industry. The current state of the organic livestock industry demonstrates a steady increase in demand amid growing attention to animal health, welfare, and the environmental aspects of production. However, the sector remains niche and faces a highly fragmented regulatory system, hetergeneous requirements across different markets, and significant conversion costs for existing farms to transition to organic farming. The global dairy industry strategy should be based on holistic planning for the transition to organics, supply chain development, investing in animal welfare and environmental sustainability as a competitive advantage, and proactive engagement with government programs, sales markets, and certification partners. Ultimately, competitive advantage will be built on consumer trust, achieved through responsible, transparent, and traceable organic production within a humane and environmentally friendly business model.

Key words: agricultural sector of the economy, organic livestock products, state strategy, state support, organic product market, organic agriculture

Введение. Современное состояние и тенденций развития производства органической продукции отрасли животноводства обусловлены растущим интересом потребителей к здоровому образу жизни и экологически чистой продукции. В условиях глобальных изменений климата и необходимости устойчивого развития сельского хозяйства, органическое животноводство становится важным направлением, требующим анализа требований и стандартов, которые обеспечивают его эффективность и безопасность.

Современное состояние органического животноводства в России характеризуется как растущим интересом со стороны потребителей, так и значительными барьерами для его развития. В условиях ограниченных ресурсов и изменения климата, необходимо учитывать не только рыночные тенденции, но и экологические аспекты, которые влияют на производствен-

ные процессы [1, 2, 3].

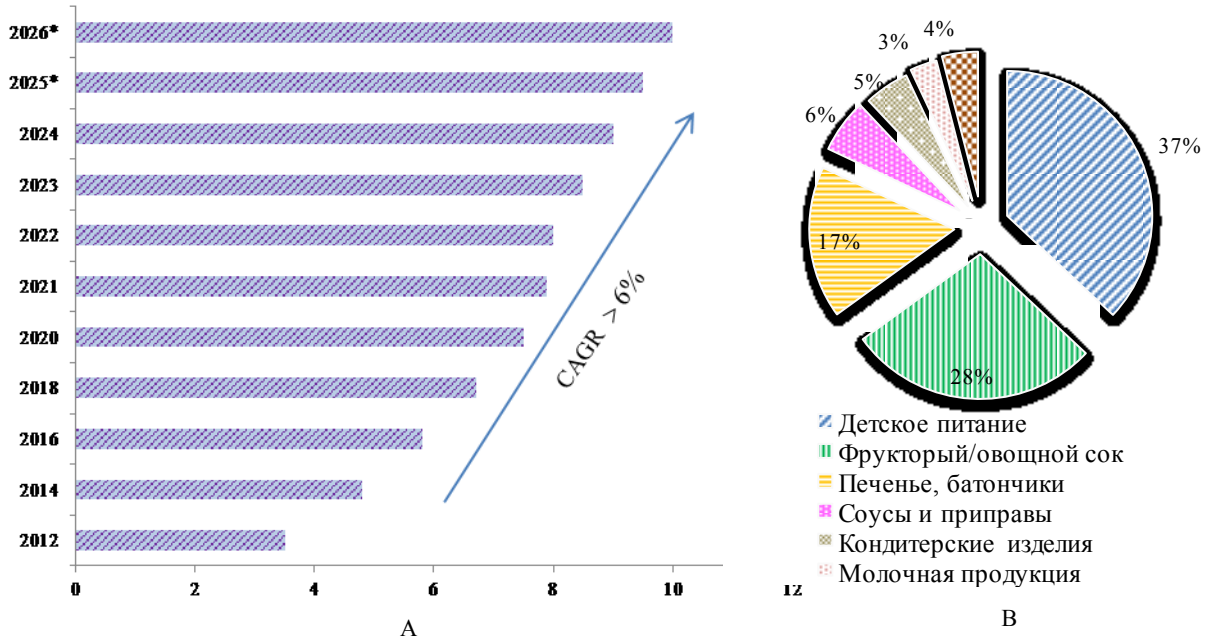
Важным аспектом является также сертификация и соблюдение стандартов, которые обеспечивают качество и безопасность органической продукции, что, в свою очередь, способствует укреплению доверия потребителей. Важно отметить, что успешное развитие органического животноводства требует не только соответствия современным требованиям, но и активного внедрения инновационных практик, что позволит повысить конкурентоспособность и обеспечить устойчивость в целом сельскохозяйственного производства и в частности молочного животноводства.

Цель исследований – заключается в анализе текущего состояния производства органической продукции, выявлении ключевых тенденций и определении требований к производству органической продукции в отрасли животноводства

Условия, материалы и методы исследования. В работе использованы аналитический и синтетический методы исследований, методы дедукции и аналогии, в т.ч. методы, которые основываются на синтезе различных подходов и инструментов, обеспечивающих рассмотрение современных аспектов производства органической продукции в отрасли животноводства**.**

Результаты и обсуждение. Мировое органического производства - это агропроизводственная практика, которая как минимум исключает: использование синтетических агрохимикатов и ветеринарных средств (удобрений, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста т.п.); применения на любой стадии жизненного цикла продукции генетически модифицированных организмов (ГМО); глубокую обработку почвы и разрушение его естественного профиля; привязного, клеточного и уплотненного содержания животных и птицы [4, 5, 6].

Производство органических продуктов в последние годы демонстрирует стабильный рост, превышающий 9% в год. В Российской Федерации, с 2012 по 2024 год отмечен существенный рост объемов производства органической продукции – с 3,5 млрд. рублей до более чем 8 млрд. руб. Годовой прирост составлял около 0,5 млрд рублей. Ожидается, к 2027 году среднегодовые показатели роста российского рынка органической продукции превысят 6%. (рис. 1) [7, 8, 9].



Источник: составлено автором по данным [7, 8, 9]

(А - объем рынка, в млрд. руб., * - прогнозные значения; В - ассортимент продукции, в %)

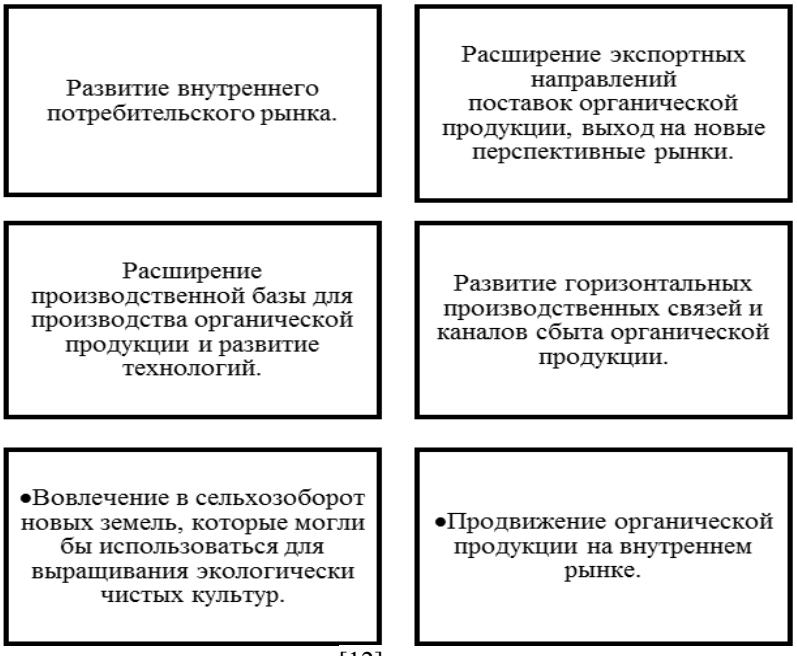
Рис. 1 – Динамика изменения и ассортимент рынка органической продукции в Российской Федерации

В настоящее время реестр производителей органисткой продукции отрасли животноводство ведет Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. По состоянию на 2025 год в него внесено 150 производителей органической продукции [10].

Уполномоченные государственные структуры федерального и регионального уровня осуществляют контроль и надзор за выполнением требований, предъявляемых к производству органических продуктов. В случае обнаружения каких-либо несоответствий, производители органической продукции могут быть подвергнуты административным наказаниям. Вместе с тем, согласно Федеральному закону от 24.07.2023 N 367-ФЗ (ред. от 31.07.2025) "О внесении изменения в статью 7 Федерального закона "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" , до 1 сентября 2030 года устанавливается переходный период, в течение которого допускается использование слов "биодинамический", "биологический", "экологический", "экологически чистый", "зеленый" или сходных по значению слов либо их сокращений либо обозначений "эко", "био" при индивидуализации продукции и ее производителей в отсутствие подтверждения соответствия такой продукции в соответствии со статьей 5 Федерального закона от 3 августа 2018 года N 280-ФЗ "Об органической про-

дукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [11].

В июле 2023 года Правительством РФ утверждена Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года. Документ определяет приоритеты, цели и задачи государственного регулирования производства органической продукции, а также сценарии развития отрасли в зависимости от механизмов государственной поддержки и конъюнктуры рынка [12]. В документе определены четыре ключевых задачи, которые должны быть реализованы на уровне государства до 2030 года. (рис. 2) Именно это, по нашему мнению является каркасом государственного регулирования органического производства на ближайшие годы.



Источник: составлено автором на основе [12].

Рис. 2 - Задачи реализации Стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030

Принципы органического молочного скотоводства включают требования к кормлению, содержанию животных, ветеринарии и сертификации, в том числе:

- Кормление (использование органических кормов - выращенных без использования синтетических пестицидов, гербицидов, минеральных удобрений и ГМО. Основу рациона составляют пастбищные корма; большая часть кормов должно быть собственного производства либо произведено другими хозяйствами, ведущими производство в соответствии с органическими методами в том же регионе; учёт особенностей системы пищеварения - например, жвачным животным подбирается грубая пища (трава, сено, сенаж); контроль содержания в корме - протеинов, соотношения кислот, количества энергии; обеспечение достаточным количеством чистой питьевой воды).
- Содержание (минимизация стресса - свободный доступ к выгулу, кормам, доильному оборудованию; беспривязное содержание - привязной способ не допускается; в регионах с тёплым климатом допустимо содержание животных на открытом воздухе круглый год; в регионах с более холодным климатом при обустройстве крытых коровников нужно учитывать ряд требований, например, при отделке помещений нельзя использовать пластик, краски и токсичные материалы; запрет на содержание животных в изоляции - за исключением индивидуальных случаев для отдельных животных в течение ограниченного периода времени).
- Ветеринария (профилактика заболеваний - создание благоприятных условий содержания и кормления; ограничение применения аллопатических ветеринарных препаратов - они допускаются только в крайних случаях; если у животного развивается заболевание, в лечении которого невозможно применить эти препараты, под наблюдением ветврача назначаются антибиотики, но при этом животное выводится из стада до окончания лечения и полного вывода всех антибиотиков. Продукция, которая получена от такой особи, не является органической).
- Сертификация (органическое производство сертифицировано уполномоченными органами, которые проводят регулярные проверки на соответствие стандартам; сертификат выдаёт орган по сертификации, срок действия - 3 года; после подтверждения соответствия и выдачи сертификата сведения вносятся в Единый государственный реестр производителей органической продукции Минсельхоза РФ).

В рамках, обозначенных принципы органического молочного скотоводства, имеет актуальное значение направление по развитию государственных инструментов стимулирования развития фермерских и личных подсобных хозяйств в направлении органического производства, особенно в отрасли молочного животноводства [13].

Выводы. Современное состояние отрасли органического животноводства демонстрирует устойчивый рост спроса в условиях роста внимания к здоровью, благополучию животных и экологическим аспектам производства. Однако сектор остаётся нишевым и сталкивается с высокой фрагментацией регуляторных систем, разнородностью требований на разных рынках и значительными конверсионными затратами для перехода существующих хозяйств к органике. Доверие потребителя к органическим продуктам во многом формируется через строгие стандарты, прослеживаемость цепочек поставок и независимую сертификацию, что заставляет производителей уделять особое внимание всем этапам от кормовой базы до логистики.

Глобальная стратегия отрасли молочного животноводства должна опираться на целостное планирование перехода к органике, развитие цепочек поставок, инвестирование в благополучие животных и экологическую устойчивость как конкурентное преимущество, а также активную работу с государственными программами, рынками сбыта и партнёрами по сертификации. В итоге конкурентное преимущество будет строиться на доверии потребителя, которое достигается через ответственное, открытое и прослеживаемое производство органической продукции в гуманной и экологичной бизнес-модели.

Литература

1. ***Харитонов С.А.*** Органическое сельское хозяйство и производство экологически чистых продуктов в России. АПК: экономика, управление. 2011. № 8. С. 88-93.
2. ***Рожкова Д.В.*** Органическое производство как приоритетное направление развития "зеленой" экономики. Вестник НГИЭИ. 2019. № 2 (93). С. 59-68.
3. ***Савкин В.И.*** Тенденции развития, регулирование и поддержка органического производства в аграрном секторе экономики России. Вестник аграрной науки. 2023. № 2 (101). С. 167-173.
4. ***Савкин В.И.*** Поддержка производства отечественной органической продукции. В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования научной деятельности: теоретический и практический подход. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 2025. С. 135-137.
5. ***Фролова Н.Н., Скоморохова Е.Б., Матвеева Т.А.*** Нормативная база для производства и реализации продукции органического производства и продукции с улучшенными экологическими характеристиками. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. – 2020. – № 1-2. – с. 119-121.
6. ***Хайруллина, О. И.*** Органическое сельское хозяйство: возможности и перспективы экспорта продукции. Продовольственная политика и безопасность. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 303-318.
7. ***Коммерсантъ Events*** [Электронный ресурс]: официальный сайт. - Режим доступа: https://events.kommersant.ru (Дата обращения: 24.11.2025).
8. ***Research Institute of Organic Agriculture*** (FiBL) International [Электронный ресурс]: официальный сайт. - Режим доступа: https://statistics.fibl.org/world.html (Дата обращения: 24.11.2025).
9. ***Союз органического земледелия***. Электронный ресурс]: официальный сайт. - Режим доступа: https://soz.bio/ (Дата обращения: 24.11.2025).
10. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Электронный ресурс]: официальный сайт. [Электронный ресурс]: официальный сайт. - Режим доступа: https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-nauchno-tekhnologicheskoy-politiki-iobrazovaniya/industry-information/info-organicheskoe-selskoe-khozyaystvo/ (Дата обращения: 24.11.2025).
11. ***Федеральный закон от 24.07.2023 г. № 367-ФЗ*** О внесении изменения в статью 7 Федерального закона «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» - Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/49544 (Дата обращения: 08.10.2025).
12. ***Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года.*** [Электронный ресурс]: официальный сайт. - Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/8tJynEn7pLVLfdqqL6p3BhArPtCQW9Aw.pdf (Дата обращения: 24.11.2025).
13. ***Суровцева Е.С.*** Государственные инструменты стимулирования развития фермерских и личных подсобных хозяйств. В сборнике: Актуальные вопросы экономики и агробизнеса. Сборник трудов. Брянский государственный аграрный университет. 2023. С. 139-144.

Поступила в редакцию: 15.12.2025 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Савкин В.И., доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента в АПК ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орёл, Россия, e-mail: v.i.savkin@mail.ru

УДК 636.085.4

Исакова Е. А.[1,2], аспирант, преподаватель, инженер-исследователь, fominaelizaveta.fomina2016@yandex.ru
Мосягин В. В.[2], доктор биол. наук, старший научный сотрудник
Рыжкова Г. Ф.[1], доктор биол. наук, профессор
Попов В. С.[2], доктор вет. наук, ведущий научный сотрудник
[1]Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова, г. Курск, Россия
[2]Курский федеральный аграрный научный центр, г. Курск, Россия,
E. A. Isakova[1,2], PhD student, research engineer, fominaelizaveta.fomina2016@yandex.ru
V. V. Mosyagin[2], PhD in Biology, Senior Researcher
G. F. Ryzhkova[1], PhD in Biology, Professor, Head of the A. A. Sysoev Department of Physiology and Chemistry
V. S. Popov[2], PhD in Veterinary Sciences, Leading Researcher
[1]I. I. Ivanov Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia
[2]Kursk Federal Agrarian Research Center, Kursk, Russia

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ МАСТИТОВ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

(Modern approaches to the treatment of mastitis in cattle)

Реферат. В условиях лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий ФГБНУ «Курский ФАНЦ» получен и апробирован новый липосомальный препарат с нуклеотидом при купировании субклинических маститов у коров. В качестве нуклеотида использовали аденозинтрифосфат (АТФ). Опыты были проведены в условиях НОПЦ «УЧХОЗ «Знаменское»» Курского ГАУ на 20 маститных коровах голштинизированной черно-пестрой породы, из которых были сформированы опытная и контрольная группы. Животным опытной группы внутримышечно вводили липосомальный препарат с инкапсулированным аденозинтрифосфатом в дозе 10 мл, контрольной группы - стерильный изотонический раствор натрия хлорида в той же дозе. Введение препарата осуществлялось ежедневно в течение 10 дней. До введения препаратов и через 3 дня после последнего введения был проведен биохимический анализ крови, который показал, что в контрольной группе концентрация мочевой кислоты снизилась по сравнению с показателем на начало опыта, а в опытной группе - повысилась. В соответствии с проведённым опытом, была предложена схема действия липосомального препарата с инкапсулированным АТФ. Опытным путем показано, что липосомальные препараты позволяют доставить активные вещества непосредственно к месту воспаления, обеспечивая локальное воздействие и минимизацию побочных эффектов. Полученные данные подтверждают необходимость дальнейшего глубокого изучения применения инкапсуляции действующих веществ в липосомы для регуляции иммунной системы животных при воспалительных процессах.

Ключевые слова: мастит, липосомальный препарат, нуклеотиды, коровы, мочевая кислота.

Abstract. A new liposomal preparation containing a nucleotide was developed and tested in the Veterinary Medicine and Biotechnology Laboratory of the Kursk Federal Research Center for the treatment of subclinical mastitis in cows. Adenosine triphosphate (ATP) was used as the nucleotide. The experiments were conducted at the Znamenskoye Research and Production Center of the Kursk State Agricultural University on 20 Holstein Black-and-White cows with mastitis, which were divided into experimental and control groups. Animals in the experimental group received an intramuscular injection of a liposomal preparation containing encapsulated adenosine triphosphate at a dose of 10 ml, while those in the control group received sterile isotonic sodium chloride solution at the same dose. The preparation was administered daily for 10 days. Blood biochemistry was performed before and three days after the final administration. This revealed that uric acid levels in the control group decreased compared to the initial levels, while they increased in the experimental group. Based on these findings, a proposed method for the action of a liposomal preparation with encapsulated ATP was proposed. Experiments have shown that liposomal preparations deliver active ingredients directly to the site of inflammation, ensuring local action and minimizing side effects. These data confirm the need for further in-depth study of the use of liposome encapsulation of active ingredients for regulating the immune system of animals during inflammatory processes.

Keywords: mastitis, liposomal preparation, nucleotides, cows, uric acid.

Ведение. Мастит — это воспаление молочной железы коровы, вызванное бактериальной инфекцией, травмой или стрессовыми факторами. Это одно из наиболее распространенных заболеваний крупного рогатого скота, особенно среди молочных пород. Маститы бывают разных типов: субклинические (без видимых симптомов), клинические (с видимыми симптомами, такими как изменение консистенции молока, повышение температуры тела животного) и хронические (продолжающиеся длительное время) [1].

Заболевания маститом негативно сказываются на производстве качественного молока и продуктов переработки: уменьшение удоев молока вплоть до пол-

ного прекращения лактации, ухудшение качества молока (увеличение количества бактерий, появление посторонних примесей), повышенные затраты на лечение и профилактику болезней, увеличение потерь продукции и ухудшение экономических показателей хозяйств [2].

Для лечения мастита у коров традиционно используются антибактериальные препараты широкого спектра действия, однако постоянное применение антибиотиков создает ряд проблем. Поэтому возникает необходимость разработки новых альтернативных лекарственных препаратов, обладающих низкой токсичностью и отсутствием побочных эффектов [2-3].

Из вышесказанного следует, что поиск новых методов лечения мастита необходим для повышения качества молока и снижения риска инфекционных заболеваний среди животных и людей.

Цель исследований – получение, апробация и предоставление схемы действия нового липосомального препарата с нуклеотидом при купировании субклинических маститов маститов у коров.

Условия, материалы и методы. Липосомальный препарат (ЛП) разработан в лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий ФГБНУ «Курский ФАНЦ». Состав и методика получения представлены в патенте RU2821794C1 Мосягина В.В. и соавторов. В качестве действующего инкапсулированного вещества-нуклеотида был использован аденозинтрифосфат (АТФ). Опыты были проведены на 20 коровах с субклинической формой мастита в сервис-период в условиях НОПЦ «УЧХОЗ «Знаменское»» Курского ГАУ. Все животные находились в одинаковых условиях содержания и кормления. Предварительно провели анализ на субклинический мастит при помощи препарата «Масттест». Из 20 маститных коров были сформированы 2 группы по 10 голов: опытная и контрольная. Животным опытной группы внутримышечно вводили ЛП с инкапсулированными нуклеотидами в дозе 10 мл; коровам контрольной группы вводили стерильный изотонический раствор натрия хлорида в дозе 10 мл. Введение препаратов осуществлялось ежедневно в течение 10 дней. Отбор проб крови у животных проводили в вакуумные пробирки до начала опыта и через трое суток после последнего введения препарата. Определение биохимических показателей проводили в Курской областной ветеринарной лаборатории. Обработку биометрических данных осуществляли в программе Microsoft Excel с помощью Т – критериев Стьюдента и Вилкоксона.

Результаты и обсуждение. Из биохимических показателей к концу проведения опыта установлено достоверное изменение концентрации мочевой кислоты (МК) в опытной и контрольной группах. В контрольной группе концентрация МК снизилась по сравнению с показателем на начало опыта с 59,50±10,60 ммоль/л до 41,00±2,82 ммоль/л, а в опытной группе - повысилась с 52,33±10,02 ммоль/л до 58,00±8,00 ммоль/л. Это можно объяснить повышением антиоксидантной активности крови после применения ЛП, выражающимся в увеличении концентрации МК, являющейся биологическим антиоксидантом. Также это подтверждается достоверной разницей в содержании МК между опытной и контрольной группами к концу опыта [4-6].

Физиологический раствор, который вводился животным контрольной группы, оказывает минимальное влияние на уровень мочевой кислоты, возможно вызывая временное снижение концентрации за счет эффекта разведения.

Другие гематологические и биохимические показатели опытной группы животных не имели достоверных изменений по сравнению с контролем.

На основании ранее изложенного материала [7] и проведенного опыта в условиях животноводческого хозяйства предложена схема действия ипосомального прпарата с АТФ (см. рис.1).

Как видно из рисунка 1, инкапсулированный в липосомы АТФ может играть важную роль в иммунной защите организма, взаимодействуя с клеточными рецепторами и запуская каскад реакций, приводящих к уничтожению бактерий.

Макрофаги обладают специфическими поверхностными рецепторами, такими как P2X и P2Y-рецепторы, чувствительными к внеклеточному АТФ. Когда бактерии повреждают ткани или клетки хозяина, выделяется большое количество АТФ, который связывается с этими рецепторами на поверхности макрофага. Это взаимодействие активирует внутриклеточные сигнальные пути, ведущие к активации макрофагов [8-9].

Связывание АТФ с рецепторами вызывает высвобождение провоспалительных цитокинов, включая IL-1β, IL-6, TNF-α и др., которые усиливают воспаление и привлекают дополнительные иммунные клетки, способствующие фагоцитозу и уничтожению патогенных микроорганизмов [9].

Кроме стимуляции иммунитета, высокие концентрации АТФ могут непосредственно воздействовать на некоторые виды бактерий, нарушая целостность их мембран и вызывая гибель клеток. Однако этот эффект менее изучен и зависит от типа бактерий [7, 8, 10].

Таким образом, АТФ выступает как ключевой посредник, инициирующий иммунный ответ против бактериальных инфекций посредством взаимодействия с рецепторами макрофагов и последующей секреции цитокинов.

В связи с этим необходимо проведение дальнейших исследований по изучению липосомальных препаратов с различными инкапсулированными действующими веществами для купирования маститов у коров.

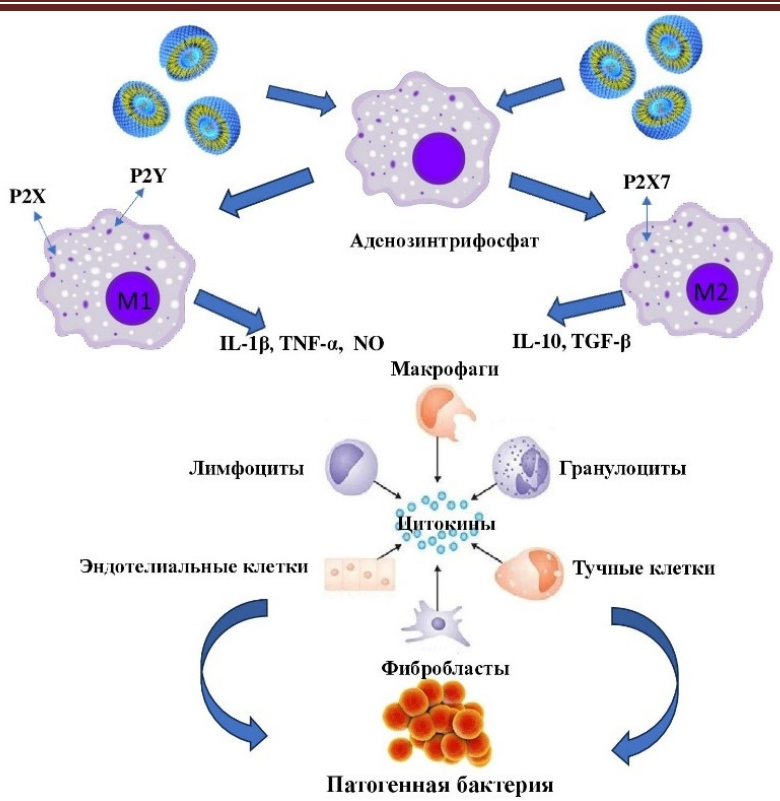


Рис. 1 (оригинальный). - Схема действия липосомального препарата с инкапсулированным АТФ на бактериальную клетку

Выводы. Установлено достоверное изменение концентрации мочевой кислоты в опытной и контрольной группах. В контрольной группе концентрация МК снизилась по сравнению с показателем на начало опыта, а в опытной группе - повысилась. Это можно объяснить повышением антиоксидантной активности крови после применения ЛП, выражающимся в увеличении концентрации МК, являющейся биологическим антиоксидантом.

Предложена схема действия липосомального препарата с инкапсулированным АТФ при купировании мастита у коров.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (тема FGZU-2022-0004).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Литература

1. ***Андреева А.А., Евграфова В.А., Воронина М.С., Прунтова О.В., Шадрова Н.Б.*** Этиология и эпизоотология мастита коров (аналитический обзор). Ветеринария сегодня. 2024;13(1):27-35.
2. ***Долганов В. А., Епанчинцева О. С., Карабанова Л. В.*** Этиология мастита у коров. Россия молодая: передовые технологии - в промышленность. 2013; 3: 27-29. EDN:
3. ***Ческидова Л. В.*** Перспективные направления создания лекарственных средств нового поколения для животных с применением биотехнологий (обзор) / Л. В. Ческидова, И. В. Брюхова, Н. А. Григорьева // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 2(7). – С. 29-38. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2019.2.29. – EDN EPQCVF.
4. ***Мосягин В. В.*** Стимуляция иммунной системы липосомами с оротатом калия (обзор) / В. В. Мосягин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24, № 4. – С. 517-526. – DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.4.517-526. – EDN MKGJOZ.
5. ***Мосягин В. В.*** Влияние композиции, содержащей липосомы с инкапсулированным оротатом калия, на макрофагальное звено иммунитета при лечении ран / В. В. Мосягин, В. С. Попов, Г. Ф. Рыжкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 4. – С. 683-690. – DOI 10.30766/2072-9081.2024.25.4.683-690. – EDN JGIAZE.
6. ***Чэн Ц., Хуан Х., Инь М. и др.*** Применение липосом и липидных наночастиц в терапии рака: современные достижения и перспективы. Exp Hematol Oncol 14, 11 (2025).
7. ***Роль пуринергической сигнализации и цитокиновой сети в воспалительном процессе*** / В. В. Мосягин, Е. А. Исакова, Г. Ф. Рыжко-

ва, И. П. Мосягина // Ветеринария сегодня. – 2025. – Т. 14, № 3. – С. 263-273. – DOI 10.29326/2304-196X-2025-14-3-263-273. – EDN GHNQNH.

8. ***Chen J.-F., Eltzschig H. K., Fredholm B. B.*** Adenosine receptors as drug targets – what are the challenges? Nature Reviews. Drug Discovery. 2013; 12 (4): 265–286.
9. ***Chrobak P., Charlebois R., Rejtar P., El Bikai R., Allard B., Stagg J.*** CD73 plays a protective role in collagen-induced arthritis. The Journal of Immunology. 2015; 194 (6): 2487–2492.
10. ***Deaglio S., Dwyer K. M., Gao W., Friedman D., Usheva A., Erat A., et al.*** Ad enosine generation catalyzed by CD39 and CD73 expressed on regulatory T cells mediates immune suppression. Journal of Experimental Medicine. 2007; 204 (6): 1257–1265.

Поступила в редакцию: 10.12.2025 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Исакова Е. А.[1,2], аспирант, преподаватель, инженер-исследователь, **Мосягин В. В.[2],** доктор биол. наук, старший научный сотрудник, **Рыжкова Г. Ф.[1],** доктор биол. наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и химии имени профессора А. А. Сысоева; **Попов В. С.[2],** доктор вет. наук, ведущий научный сотрудник: [1]Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова, улица Карла Маркса, дом 70, Курск г., Россия; [2]Курский федеральный аграрный научный центр, улица Карла Маркса, дом 70б, Курск г., Россия, e-mail: fominaelizaveta.fomina2016@yandex.ru

УДК 636.5.033

Буяров В.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Полянская Н.П., магистрант 3 курса направления подготовки 36.04.02 Зоотехния
Буяров А.В., кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орел, Россия
Buyarov V.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Polyanskaya N. P., Master student of the 3nd year of training direction 36.04.02 Zootechnics
Buyarov A.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
«Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», Orel, Russia, e-mail: bvc5636@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МЯСА БРОЙЛЕРОВ: ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

(Technology of industrial production of broiler meat: zootechnical and economic aspects)

Работа выполнена в производственных условиях ООО «ПродМит» (Орловский филиал) в 2024-2025 гг. В качестве объектов исследований были использованы цыплята-бройлеры кроссов «Ross 308» и «Cobb 500». Цель исследования - изучить технологию промышленного содержания и кормления цыплят-бройлеров на птицефабрике ООО «ПродМит» Орловской области и определить пути её совершенствования. Выращивание разных кроссов бройлеров «Ross 308» и «Cobb 500» осуществляется на предприятии с применением «Единого подхода» (одна программа кормления, одинаковый режим освещения и обеспечение микроклимата, одна ветеринарная программа). В результате проведенного комплексного анализа производственно-зоотехнических показателей выращивания бройлеров «Cobb 500» и «Ross 308» установлено, что сроки откорма бройлеров на предприятии составляли 37-39 дней, сохранность птицы - 93-96%, предубойная живая масса 1 головы - 2,4-2,6 кг, конверсия корма - 1,45-1,60 кг, выход живой массы с 1 м² пола - 38-50 кг, Европейский индекс продуктивности находился в пределах 365-450 единиц. В процессе выполнения исследований были выявлены причины неполной реализации генетического потенциала бройлеров кроссов «Ross 308» и «Cobb 500» в производственных условиях птицефабрики. На основании проведенных исследований рекомендовано для повышения уровня реализации генетического потенциала бройлеров на птицеводческих предприятиях Орловской области: расширение собственного родительского стада; покупка инкубационных яиц только у благополучных хозяйств; исключение комплектации промышленного поголовья из разных кроссов бройлеров; разработка и внедрение специальных регламентов на каждом этапе бройлерного производства. Разработаны перспективные направления повышения экономической эффективности бройлерного птицеводства.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, генетический потенциал, технология, содержание и кормление птицы, зоотехнические показатели, эффективность производства.

The study was conducted at ProdMit LLC (Oryol branch) in 2024-2025. Ross 308 and Cobb 500 broiler chickens were used as test subjects. The objective of the study was to evaluate the industrial broiler chicken housing and feeding technology at ProdMit LLC's poultry farm in the Oryol region and identify ways to improve it. Different Ross 308 and Cobb 500 broiler chicken breeds are raised at the farm using a "Unified Approach" (a single feeding program, identical lighting and microclimate conditions, and a single veterinary program). As a result of the comprehensive analysis of production and zootechnical indicators of growing broilers "Cobb 500" and "Ross 308" it was found that the fattening period of broilers at the enterprise was 37-39 days, the survivability of birds was 93-96%, the pre-slaughter live weight of 1 head was 2.4-2.6 kg, the feed conversion was 1.45-1.60 kg, the live weight yield from 1 m² of floor was 38-50 kg, the European productivity index was in the range of 365-450 units. In the process of carrying out the research, the reasons for incomplete realization of the genetic potential of broilers of the Ross 308 and Cobb 500 crosses in the production conditions of the poultry farm were identified. Based on the conducted research, it was recommended to increase the level of realization of the genetic potential of broilers at poultry farms of the Oryol region: expansion of their own parent flock; Purchasing hatching eggs only from successful farms; eliminating the need to combine different broiler crosses into commercial flocks; and developing and implementing special regulations at each stage of broiler production. Promising approaches to improving the economic efficiency of broiler poultry farming have been developed.

Key words: broiler chickens, genetic potential, technology, poultry management and feeding, zootechnical indicators, production efficiency.

Введение. Птицеводство является важнейшей отраслью, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. Отрасль обеспечивает население доступным, полноценным белком животного происхождения, способствует экономической независимости, социальной стабильности и имеет значительный экспортный потенциал. Для успешного выполнения и усиления этой роли необходимы государственная под-

держка, инвестиции в собственную генетику и ветеринарную науку, а также обеспечение кормовой базы. Устойчивое развитие птицеводства напрямую связано с продовольственным суверенитетом государства [1, 2].

Совершенствование технологии выращивания бройлеров требует системного, междисциплинарного подхода, где оптимизация отдельных элементов подчинена общей цели - повышению продуктивности, экономической эффективности при обеспечении благополучия птицы, качества продукции и экологической устойчивости [3, 4, 5]. Научные направления развития бройлерного птицеводства сегодня сосредоточены на решении глобальных вызовов: растущий спрос на мясо, устойчивость к заболеваниям, благополучие животных, экологическая ответственность и качество продукции. Эти направления взаимосвязаны между собой и развиваются одновременно. В условиях растущей конкуренции, ужесточения требований к качеству и устойчивости, комплексное совершенствование технологий становится не просто конкурентным преимуществом, а условием выживания в среднесрочной перспективе. Птицеводческие предприятия, которые начали этот путь сегодня, через 5-7 лет будут лидерами отрасли, определяющими инновационные направления её развития [2, 6, 7].

Цель исследования - изучить технологию промышленного содержания и кормления цыплят-бройлеров на птицефабрике ООО «ПродМит» Орловской области и определить пути её совершенствования.

Условия, материалы и методы исследования. Работа была выполнена в производственных условиях ООО «ПродМит» Орловский филиал в 2024-2025 гг. В качестве объектов исследований были использованы цыплята-бройлеры зарубежных кроссов «Ross 308» и «Cobb 500». Подопытные группы, не разделенных по полу цыплят-бройлеров кроссов «Ross 308» и «Cobb 500», выращивали с суточного до 36-40-дневного возраста на глубокой подстилке. При выращивании цыплят-бройлеров применяли напольное оборудование фирмы «Hartmann» (Германия). Исследования были проведены в соответствии с «Методикой проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы» [8].

Результаты исследований. На территории Орловской области расположены четыре птицеводческих предприятия, два из которых - Орловский филиал ООО «ПродМит» и ООО «ПОЗЦ Свеженка» специализируются на производстве мяса бройлеров; ООО «Брянский птицеводческий комплекс» специализируется на производстве инкубационных яиц (репродуктор II порядка) и ООО «Мулард утка».

В Орловской области в 2025 г. в хозяйствах всех категорий было произведено 37,8 тыс. т мяса птицы в живой массе или 55,1 кг на человека. Производство мяса бройлеров в Орловском филиале ООО «ПродМит» в 2025 году составило 11,2 тыс. т в живой массе.

Агрохолдинг «ПродМит» ведет свою хозяйственную деятельность на территории двух областей – Ивановской и Орловской. В Ивановской области деятельность осуществляется на производственных мощностях птицефабрики «Ивановский бройлер» и представляет собой производство замкнутого цикла: от производства инкубационных яиц - до выпуска готовой продукции.

Орловский филиал ООО «ПродМит» осуществляет деятельность с 2018 г. на производственных мощностях бывшей птицефабрики «Птичий дворик» (Ливенский район, п. Набережный). В производственную структуру предприятия входят следующие подразделения: бройлерная площадка, инкубатор, цех убоя и переработки мяса птицы.

Бройлерная площадка состоит из 22-х цехов (птичников), из которых 13 новых птичников размером 18х96 м каждый, построены из сэндвич-панелей; 3 птичника размером 18х96 м каждый, построены в советское время из кирпича, реконструированные; 6 птичников размером 14х102 м каждый также построены в советское время из кирпича, реконструированные. Птичники оснащены импортным оборудованием фирмы фирмы «Hartmann» (Германия) для напольного содержания бройлеров и современным светодиодным освещением.

На площадке расположены склады хранения кормов, опилок (для подстилки), товарно-материальных ценностей, санпропускник, дезбарьер, по периметру площадка имеет ограждение. Водоснабжение площадки организовано из двух артезианских скважин.

Инкубатор расположен на противоположной стороне от бройлерной площадки. Оборудование инкубатора фирмы «Petersime» (Бельгия), состоит из 16 инкубационных (вместимостью 38 000 яиц) и 4 выводных шкафов.

Цех убоя представлен следующим сборным оборудованием: линия убоя - производства Полтавы, линия потрошения - фирмы Foodmate (Нидерланды), линия разделки и воздушно-капельного охлаждения – фирмы Meyn (Нидерланды). Водоснабжение и водоотведение инкубатора и цеха убоя организовано через центральный водопровод и канализацию поселка.

Организация процесса выращивания цыплят-бройлеров в Орловском филиале ООО «ПродМит» начинается с подготовки птичников к посадке суточного молодняка и включает в себя следующие этапы: 1-й день – чистка помета (как правило, чистка помета начинается в 8:00 и заканчивается в 12:00); 1-2-й день – мойка птичника и оборудования (мойка начинается сразу после окончания чистки птичника); 3-й день – дезинфекция и побелка корпуса (дезинфекция осуществляется горячим раствором каустической соды механическим способом, специально приспособленным транспортным средством, в качестве побелки используется известь); 4-й день – обжиг корпуса, завоз опилок для подстилки, газация формалином; 5 и 6-й день – корпус находится под действием формалина; 7-й день – подготовка к посадке (бумага, корма, линии кормления и поения) и газация корпуса йодом однохлористым; 8-й день – посадка цыплят. В зависимости от технологической карты предприятия сроки подготовки колеблются от 7 до 9 дней. Система «пустозанято» на предприятии не применяется из-за технологических и технических особенностей производства. Механическая очистка корпуса от подстилки

производится телескопическим погрузчиком «Bobcat». Мойка корпуса осуществляется моющими щелочными и кислотными средствами горячей водой (мойками высокого давления с нагревательными элементами, работающих на дизельном топливе). В качестве подстилочного материала используется мелкая фракция стружки.

Таблица 1 - Программа кормления бройлеров в ООО «ПродМит» (Орловский филиал), %

Наименование сырья	СТАРТ	РОСТ	ФИНИШ-1	ФИНИШ-2
Пшеница 11,0%	41,22	49,34	64,05	65,06
Кукуруза 8,0%	15,00	10,00		
Соевый жмых 39/9,5		7,50	10,00	10,00
Соевый шрот 46%	31,21	17,35	6,00	3,45
Подсолнечный шрот 36,0%	4,50	6,00	9,00	10,05
Мясо-перьевая мука 53%		3,00	3,00	4,00
Масло подсолнечное	3,34	3,35	4,42	4,38
Монокальцийфосфат	1,16	0,38	0,20	0,19
Известняковая крупа	0,79	0,65	0,65	0,42
Соль	0,28	0,25	0,25	0,25
Сульфат натрия	0,21	0,20	0,24	0,17
Калия карбонат (поташ)			0,10	0,15
CholineCI 60%	0,10	0,10	0,12	0,12
Л-Лизин HCL	0,46	0,39	0,46	0,45
ДЛ-Метионин	0,42	0,26	0,24	0,19
Л-Треонин	0,21	0,13	0,17	0,12
Л-Валин	0,10	0,10	0,10	
П 5-1 1% Старт	1,00			
П 5-1 1% Рост		1,00		
П 5-3 1% Финиш-1			1,00	
П 6 1% Финиш-2				1,00
ИТОГО:	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**
Сырой протеин, %	22,61	21,50	19,25	19,00
Сырой жир, %	5,20	5,56	6,54	6,89
Сырая клетчатка, %	3,75	3,72	3,91	3,98
ЭБ (dEB)	241,00	218,00	202,00	199,75
K, %	0,98	0,94	0,80	0,74
Na, %	0,18	0,18	0,18	0,16
Cl, %	0,29	0,30	0,30	0,30
Ca + Ф, %	1,02	0,80	0,75	0,70
P - общий, %	0,68	0,53	0,48	0,48
P усв. птц. + фит., %	0,52	0,42	0,38	0,38
ОЭ - Птица	2950,00	3050,00	3150,00	3180,00
Лизин, %	1,47	1,27	1,12	1,16
Метионин, %	0,75	0,57	0,53	0,55
Метионин+цистин, %	1,13	0,99	0,92	0,95
Треонин, %	1,00	0,90	0,83	0,81
Триптофан, %	0,27	0,25	0,22	0,20
Аргинин, %	1,48	1,40	1,20	1,23
Валин, %	1,11	1,02	0,90	0,96
ИСО, %	0,93	0,88	0,76	0,81
AFD-ЛИЗп	1,30	1,12	1,00	1,02
AFD-МЕТп	0,71	0,53	0,49	0,51
AFD-М+Цп	1,00	0,86	0,80	0,82
AFD-ТРЕп	0,86	0,75	0,70	0,68
AFD-ТРИп	0,23	0,21	0,18	0,17
AFD-АРГп	1,30	1,22	1,05	1,07
AFD-ВАЛп	0,95	0,85	0,75	0,80
AFD-ИСОп	0,79	0,75	0,64	0,70
Витамин A	15000,00	13000,00	12000,00	12000,00
Витамин D3	5000,00	5000,00	4500,00	4500,00
Витамин E	100,00	75,00	65,00	65,00
Холин	700,00	700,00	840,00	840,00
C18:2 (Линолевая)	2,28	2,97	3,36	3,36

Температура пола птичника при посадке составляет 28-30 ^{0}С. Посадка цыплят производится на весь корпус через «чистый» вход, ящики с цыплятами распределяются от центра птичника. После выгрузки всех ящиков птицеводом осуществляется контрольный подсчет цыплят в нескольких ящиках для уточнения количества цыплят, указанных в паспорте суточного цыпленка. Производится контрольное взвешивание нескольких ящиков с цыплятами для определения средней посадочной массы одного цыпленка. Также измеряется клоачная температура цыпленка, которая должна составлять 39,4-40,5 ^{0}С. Далее цыплята извлекаются из ящиков и размещаются в птичнике. Каждые два часа птицевод наблюдает за поведением цыплят, за наполнением зоба кормом и водой.

В период выращивания птицевод регулирует высоту линий поения и кормления, контролирует бесперебойное наличие корма в кормушках, производит контрольное взвешивание бройлеров на 7, 14, 21, 28 и 35 день откорма, ежедневно собирает падеж, ведет ежедневную сводку (паспорт стада) по следующим показателям: суточное потребление воды, данные контрольных взвешиваний, количество павшей птицы за день, количество и дата загруженного в бункер корма.

В Орловском филиале ООО «ПродМит» выращиваются бройлеры двух промышленных кроссов: «Cobb 500» и «Ross 308». Основное поголовье состоит из кросса «Cobb 500». Инкубационные яйца кросса «Cobb 500» поступают в хозяйство из головного предприятия ООО «ПродМит», расположенного в Ивановской области, где имеется собственный репродуктор II порядка с родительским стадом «Cobb 500». Из-за нехватки объема инкубационных яиц кросса «Cobb 500» для полной комплектации птичников Орловского филиала ООО «ПродМит» предприятие закупает 20-30% инкубационных яиц кросса «Ross 308» в Чехии и Словении.

Выращивание разных кроссов бройлеров осуществляется с применением «Единого подхода» (одна программа кормления, одинаковый режим освещения и обеспечение микроклимата, одна ветеринарная программа). Применяется 4-х фазная система кормления полнорационными комбикормами: с суточного до 9 - дневного возраста - комбикорм марки «Старт», с 10-го по 21-й день –комбикорм марки «Рост», с 22-го по 31-й день - комбикорм марки «Финиш 1», с 32 дня - до убоя - комбикорм марки «Финиш 2» (табл. 1). Комбикорм всех марок производится сторонним комбикормовым заводом по техническому заданию Орловского филиала ООО «ПродМит». В качестве основного сырья в составе комбикорма используется пшеница, кукуруза, соевый жмых, соевый шрот, подсолнечный шрот, мясо-перьевая мука, подсолнечное масло, другие компоненты и 1% премиксы. В состав 1% премиксов включены витамины (A, D3, E, K3, B1, B2, B3, B5, B6, B12, Bc, H), микроэлементы (железо, медь, цинк, марганец, йод, селен), ферменты (фитаза, глюканаза, ксиланаза), а также кормовой антибиотик (мультиомицин) и кокцидиостатик (мониголд форте). Кормовой антибиотик и кокцидиостатик включены только в комбикорма марок «Старт», «Рост» и «Финиш 1», во избежание попадания лекарственных препаратов на последней фазе кормления. Стоит отметить, что предприятие не использует в составе кормов цельное зерно (пшеницу). Стартовый корм представлен в виде крупки, комбикорм марок «Рост», «Финиш 1», «Финиш 2» в виде гранулы 3 мм.

Микроклимат для бройлеров влияет на продуктивность и здоровье птицы, а реализация генетического потенциала требует создания оптимальных условий выращивания, учёта факторов, влияющих на продуктивные качества, и применения соответствующих технологий. Например, хорошо сбалансированный стартерный рацион и соответствующий зоогигиеническим нормативам и рекомендациям по выращиванию кроссов температурно-влажностный режим помогают оптимизировать раннюю скорость роста и снизить частоту метаболических расстройств сердечно - сосудистой системы и смертность от сердечной и легочной недостаточности; эффективный режим освещения и нужное расстояние между кормушками и поилками способствуют снижению процента дефектов конечностей, стимулируя активность и подвижность бройлеров.

Программа освещения и температурно-влажностный режим, применяемые хозяйством при выращивании бройлеров, едины для кроссов «Cobb 500» и «Ross 308» (табл. 2 и 3).

Таблица 2 - Программа освещения для бройлеров

Возраст, дней	Количество часов темноты	Время отключения освещения	Освещённость в часы света, люкс
0	0	-	65-70
1	1	с 24:00 до 1:00	65-70
2-7	1	с 24:00 до 1:00	45
8-30	4	с 18:00 до 19:00 с 24:00 до 2:00 с 6:00 до 7:00	25
31-34	3	с 18:00 до 19:00 с 24:00 до 1:00 с 6:00 до 7:00	20
34-36	2	с 24:00 до 2:00	25
37 и до убоя	1	с 24:00 до 1:00	25

Таблица 3 - Температурно-влажностный режим при выращивании бройлеров

Возраст, дней	Температура в птичнике, ^{0}C	Относительная влажность, %
0	30	65-70
3	28	65-70
6	27	50
9	26	50
12	25	50
15	24	50
18	23	50
21	22	50
24	21	50
27 и до убоя	20 (подлежит коррекции в зависимости от поведения птицы)	50

Ветеринарная программа при выращивании бройлеров в Орловском филиале ООО «ПродМит» включает в себя вакцинацию от болезни Ньюкасла, болезни Гамборо (инфекционной бурсальной болезни) и инфекционного бронхита кур, а также выпаивание антибактериальных средств по мере необходимости.

В 0 день (день вывода) цыплята-бройлеры вакцинируются по стандартной схеме:

- методом спрея через спрей-кабинет вакцинами от инфекционного бронхита кур (штаммы Н120, 4/91), от болезни Ньюкасла (штамм В1);

- инъектирование каждого цыпленка на инъекционных машинках в верхнюю треть шеи векторной вакциной против болезни Ньюкасла и болезни Марека – Вектормун ND.

После заселения, в течение первых трех дней жизни цыплят - бройлеров выпаивают аминокислотными препаратами для поддержания растущего организма и адаптации к новой среде обитания.

В 9 и 15 дней цыплят вакцинируют против болезни Гамборо живой вакциной штамма «БГ».

В 11 и 18 дней – вакцинация против болезни Ньюкасла живой вакциной штамма «Ла Сота», 8 доз/голову.

Также в 11 дней проводят вакцинацию против инфекционного бронхита кур живой вакциной штамма «Н120».

Все вакцины доводят до птицы методом выпаивания.

Антибактериальные средства применяют по показаниям после 18-го дня выращивания в соответствии с инструкцией о применении лекарственного препарата с соблюдением срока выведения антибиотиков из организма птицы к моменту убоя.

С 25-го дня бройлеров выпаивают комплексом органических кислот (муравьиная, пропионовая, лимонная, молочная и др.) в целях санации пищевода бройлеров, обеззараживания питьевой воды в системе поения.

В результате проведенного комплексного анализа производственно-зоотехнических показателей выращивания бройлеров «Cobb 500» и «Ross 308» в 2024-2025 гг. установлено, что сроки откорма бройлеров на предприятии составляли 37-39 дней, сохранность птицы - 93-96%, живая масса 1 головы - 2,4-2,6 кг, конверсия корма - 1,45-1,60 кг, выход живой массы с 1 м² пола - 38-50 кг, Европейский индекс продуктивности находился в пределах 365-450 единиц.

Необходимо подчеркнуть, что целевые (нормативные) показатели продуктивности кроссов «Cobb 500» и «Ross 308», регламентированные селекционными компаниями, являются лишь ориентиром для птицеводческих хозяйств при выборе кросса, а также при оценке результатов выращивания. В зависимости от технологических приемов выращивания, уровня ветеринарного благополучия, а также от целей птицеводческих предприятий результаты выращивания как одного, так и другого кросса могут отличаться от нормативных, как в большую, так и в меньшую стороны. Такое утверждение будет справедливым и для других кроссов бройлеров [9-12].

Учитывая, что нормативные (целевые) показатели по живой массе и среднесуточным приростам бройлеров кросса «Кобб 500» значительно выше аналогичных у кросса «Росс 308», то для их достижения и увеличения выхода мяса следует максимально оптимизировать условия кормления и содержания бройлеров кросса «Кобб 500», а также обеспечить эффективную систему биологической защиты и гигиену производства для снижения риска заболеваемости. Бройлеры кросса «Кобб 500» отличаются высокой интенсивностью роста в оптимальных условиях содержания по сравнению с другими кроссами и более восприимчивы к стрессовым ситуациям и поствакцинальным реакциям. В связи с этим важно обеспечить переход от реагирования на проблемы кормления, содержания, биологической защиты, возникающие в процессе выращивания бройлеров, к их предвидению и индивидуальный подход к каждому конкретному поголовью птицы. Одним из вариантов такого подхода является индивидуализированное многофазное питание бройлеров, основанное на разработке рационов с учетом пола, возраста, здоровья и даже микробиома конкретного поголовья птицы. Управление микробиомом кишечника - ключевой фактор здоровья и высокой продуктивности птицы [13, 14].

В процессе выполнения исследований нами были выявлены следующие основные причины неполной реализации генетического потенциала бройлеров кроссов «Ross 308» и «Cobb 500» в производственных условиях птицефабрик Орловской области:

- нехватка инкубационного яйца собственного производства для комплектации бройлерных площадок;

-проблема качества покупного инкубационного яйца и качества цыплят, выведенных из стороннего (покупного) инкубационного яйца;

- выращивание разных кроссов бройлеров с применением «Единого подхода» (одна программа кормления, одинаковый режим освещения и обеспечение микроклимата, одна ветеринарная программа).

-проблемы качественной подготовки птичников к посадке суточных цыплят и применения системы «пусто-занято».

- недобор до норматива живой массы бройлеров в первые 7 дней выращивания, что отражается на конечном результате откорма;

-трудности в обеспечении нормативных параметров микроклимата, в частности, температуры воздуха в птичниках в летний период года (июнь-июль), что является причиной повышенного отхода птицы из-за теплового стресса.

-проблема обеспечения здоровья бройлеров и эффективной ветеринарной программы.

На основании проведенных исследований считаем возможным рекомендовать для повышения уровня реализации генетического потенциала бройлеров на птицеводческих предприятиях Орловской области:

- расширение собственного родительского стада;

- покупка инкубационных яиц только у благополучных хозяйств;

-исключение комплектации промышленного поголовья из разных кроссов бройлеров;

- разработка и внедрение регламентов на каждом этапе бройлерного производства, включая общий регламент по технологии выращивания бройлеров определенного кросса, а также ряд отдельных регламентов: (по выращиванию бройлеров в первые 7 дней жизни, подготовке корпуса к посадке, посадке бройлеров, мойке корпуса и оборудования, проведению дезинфекционных мероприятий и вакцинаций, взвешиванию бройлеров, оформлению и заполнению оперативной информации, отлову и другие - по рекомендациям ветеринарного врача и главного зоотехника (технолога). При этом в регламентах необходимо обязательно указывать зону ответственности каждого работника предприятия).

На каждом птицеводческом предприятии есть потенциальные возможности повышения продуктивности бройлеров на различных технологических этапах их выращивания. Только комплексный подход при выращивании бройлеров и современная регламентированная система управления позволит раскрыть генетический потенциал кросса с минимальными потерями, обеспечивая рентабельность, безопасность продукции и высокие стандарты благополучия.

Рентабельность производства мяса бройлеров - это один из самых волатильных показателей в агробизнесе. Она может значительно меняться в зависимости от сезона, стоимости зерна и эпидемиологической обстановки. Если усреднить данные по отрасли за последние годы (2023–2025 гг.), то средняя рентабельность производства бройлеров в промышленных масштабах колеблется в диапазоне от 8% до 15% (в докризисные периоды доходила до 20–25%).

На основании проведенных нами исследований, разработаны следующие пути повышения экономической эффективности (стратегические направления):

- снижение доли кормов в себестоимости через улучшение конверсии корма: внедрение прецизионного кормления (фазы, форма корма); инвестиции в здоровье кишечника (кормовые биологически активные добавки, качественная вода);

- строгий контроль микроклимата для поддержания здоровья и нормального аппетита у быстрорастущей птицы;

- увеличение оборачиваемости производственных мощностей: сокращение интервала между партиями бройлеров за счет строгого соблюдения графика «все пусто - все занято»; оптимизация сроков убоя (достижение целевой предубойной живой массы без дополнительных дней выращивания);

- диверсификация продукции и выход на премиальные сегменты: развитие глубокой переработки (полуфабрикаты, готовые изделия), создающие добавленную стоимость; производство охлажденного мяса по специальным стандартам (органик, без антибиотиков);

- вертикальная интеграция и кооперация: контроль над цепочкой от кормопроизводства до переработки снижает риски и маржу посредников; объединение мелких производителей (фермеров и хозяйства населения) для закупок кормов и сбыта;

-цифровизация и data-driven управление: внедрение IoT (датчики микроклимата, массы тела), BI-систем для анализа данных в реальном времени; прогнозное моделирование для оптимизации решений.

Заключение. Генетический потенциал достигается только при идеальном сочетании всех факторов: здоровье птицы, качественный корм, оптимальный микроклимат, бесстрессовое управление всеми производственными процессами. Любое отклонение от оптимума в любой из этих областей вычитает проценты из возможной продуктивности птицы. Современное промышленное птицеводство - это управление деталями. Реализация генетического потенциала бройлеров – это не задача одного специалиста, а результат слаженной работы технологической цепочки, где каждый элемент (от качества цыпленка и корма до климата и цифровых решений) критически важен. Повышение экономической эффективности бройлерного птицеводства - это комплексная задача, которая сводится к трем главным целям: увеличить выход продукции (живая масса, сохранность), снизить затраты (корма, энергия, ветпрепараты) и улучшить качество (убойный выход, сортность тушек). Современные промышленные технологии сместили фокус с простого «откорма» на прецизионное биологическое управление сложным организмом в промышленных масштабах. Будущее за дальнейшей интеграцией этих технологий в единые автономные системы, управляемые искусственным интеллектом, что позволит выйти на новый уровень эффективности и устойчивости производства. В итоге, это единственный путь для сохранения рентабельности в условиях растущей конкуренции, ужесточения стандартов и ограниченности природных ресурсов.

Литература

1. ***Фисинин В.И.*** Динамика и перспективы развития мирового и отечественного птицеводства. Результаты работы яичного и мясного птицеводства России в 2024 году / В.И. Фисинин // Птицеводство. 2025. №3. С. 4-10.
2. ***Фисинин В.И.*** Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография / В.И. Фисинин. М.: Хлебпродинформ, 2019. 470 с.
3. ***Буяров В.С.*** Продуктивность бройлеров и сроки их откорма / В.С. Буяров// Животноводство России. 2005. №2. С. 22-23.
4. ***Лукьянов В.*** В клетке или на полу? / В Лукьянов, Т. Столляр, А. Кавтарашвили, В. Слепухин, В. Буяров и др. // Птицеводство. 2007. № 2. С. 3-12.
5. ***Околелова Т.М., Енгашев С.В.*** Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы: монография. М.: РИОР, 2021. 439 с.
6. Продуктивность и качество мяса бройлеров при различных способах и сроках выращивания / ***В.И. Фисинин, В.С. Лукашенко, И.П. Салеева [и др.]*** // Птицеводство. 2017. № 11. С. 2–5.
7. Новый высокопродуктивный отечественный кросс мясных кур «Смена 9» / ***Ж.В. Емануйлова, А.В. Егорова, Д.Н. Ефимов [и др.]*** // Аграрная наука. 2021. № 7–8. С. 33–36.
8. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / ***В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили, И.П. Салеева [и др.];*** под общ. ред. В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. 103 с.
9. Бройлеры «Кобб 500». Приложение: продуктивность и кормление; www.cobbvantress.com. 2022. 12 с.
10. Бройлеры «Росс-308». Нормативные показатели. Aviagen, 2022. 11 с.
11. ***Лукашенко В.С., Овсейчик Е.А.*** Оценка продуктивности цыплят-бройлеров разных кроссов // Птица и птицепродукты. 2024. № 4. С. 14–17.
12. Современные мясные и яичные кроссы кур: зоотехнические и экономические аспекты / ***В.С. Буяров, И.В. Червонова, А.В. Буяров, Н.А. Алдобаева*** // Вестник Воронежского ГАУ. 2018. № 2 (57). С. 88–99.
13. ***Околелова Т.М.*** О составе микробиоты ЖКТ птицы в норме и при патологии / Т.М. Околелова, Г.Ю. Лаптев, С.В. Енгашев, Д.Г. Тюрина // Наше сельское хозяйство. 2023. №2 (298). С. 42-48.
14. ***Фисинин В.И***. Современные представления о микрофлоре кишечника птицы при различных рационах питания: молекулярно-генетические подходы: монография / В.И. Фисинин, Г.Ю. Лаптев, И.А. Егоров [и др.]. Сергиев Посад: Изд-во ООО «Лика», 2017. 263 с.

Поступила в редакцию: 10.12.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Буяров В.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Полянская Н.П.,** магистрант 3 курса направления подготовки 36.04.02 Зоотехния, **Буяров А.В.**, кандидат экономических наук, доцент ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орел, Россия, e-mail: bvc5636@mail.ru

УДК 636.2.084.1:636.087

Солохина И.Ю., кандидат биологических наук, доцент
Гнеушева И.А., кандидат технических наук, доцент
Лушников А.В., кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия,
e-mail: solohinairina@yandex.ru
Solokhina I.Yu., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Gneusheva I.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Lushnikov A.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Federal State Budgetary Educational Institution higher education
"Oryol State Agricultural University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia, e-mail: solohinairina@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОГО БЕЛКОВО-ВИТАМИННОГО КОМПЛЕКСА В РАЦИОНАХ ТЕЛЯТ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

(The effectiveness of the application feed protein and vitamin complex in the diets of the Simmental breed calves)

Аннотация. Белково-витаминные комплексы, введенные в рацион сельскохозяйственных животных, благоприятно влияют на увеличение суточных приростов телят, повышают молочную продуктивность дойных коров, укрепляют иммунитет животных. Проведено исследование по разработке белково-витаминного кормового комплекса «Пептивит», полученного на основе культивирования микробного продуцента белка *Saccharomyces cerevisiae* ВКПМ Y-365 на модифицированной сахаросодержащей питательной среде, в качестве компонента которой использовали продукты биоконверсии целлюлозосодержащих отходов сельскохозяйственного производства. «Пептивит» содержит в своем составе «сырого» белка не менее 44-47%, витаминов: B_1 – 32-34 мг/г, B_2 – 12-14 мг/г, B_3 – 121-124 мг/г, B_6 – 14-16 мг/г, D_3 – 770-840 мкг/г. Проводили исследование влияния белково-витаминного комплекса (БВК) «Пептивит» на организм телят судили по клиническим показателям, по изменениям показателей белкового, углеводного, минерального и витаминного обмена, интенсивности роста и продуктивности. Установлено, что увеличение показателей прироста живой массы у телят на 11,62% были зафиксированы у группы, получавшей комбикорм с введением 20% БВК «Пептивит» по сравнению с контрольной группой, получавшей комбикорм (соя - 4%, горох - 10%, подсолнечниковый шрот - 8%). Изучение биохимических показателей выявило, что после 20-ти дневного вскармливания контрольной и опытных групп телят белково-витаминного комплексом «Пептивит» увеличилось содержание белка и уровня кальция в сыворотке крови. В частности, у телят третьей опытной группы содержание белка увеличилось на 74,26%, а у телят четвертой группы — на 6,37% по сравнению с контрольной группой, в том числе возрос уровень кальция, причем в третьей опытной группе он увеличился на 30,1% по сравнению с контролем. Оптимальной долей для внесения в комбикорм для животных белково-витаминного комплекса «Пептивит» будет использование 20% в рационе.

Ключевые слова: белково-витаминный комплекс, телята, рацион, комбикорм, биохимические показатели.

Annotation. Protein and vitamin complexes introduced into the diet of farm animals have a beneficial effect on increasing the daily growth of calves, increase the milk productivity of dairy cows, and strengthen the immune system of animals. A study was conducted on the development of the «Peptivit» protein-vitamin feed complex, obtained by cultivating the microbial protein producer Saccharomyces cerevisiae VKPM Y-365 on a modified sugar-containing nutrient medium, which used bioconversion products of cellulose-containing agricultural waste as a component. «Peptivit» contains at least 44-47% of "raw" protein, vitamins: B_1 – 32-34 mg/g, B_2 – 12-14 mg/ g, B_3 – 121-124 mg/g, B_6 – 14-16 mg/g, D_3 – 770-840 mcg/g. A study was conducted on the effect of the «Peptivit» protein-vitamin complex (BVK) on the calves' body, which was judged by clinical indicators, changes in protein, carbohydrate, mineral and vitamin metabolism, growth rate and productivity. It was found that an increase in live weight gain in calves by 11.62% was recorded in the group receiving compound feed with the introduction of 20% BVK «Peptivit» compared with the control group receiving compound feed (soybeans - 4%, peas - 10%, sunflower meal - 8%). The study of biochemical parameters revealed that after 20 days of feeding the control and experimental groups of calves with the «Peptivit» protein-vitamin complex, the protein content and calcium levels in the blood serum increased. In particular, in calves of the third experimental group, the protein content increased by 74.26%, and in calves of the fourth group — by 6.37% compared with the control group, including increased calcium levels, and in the third experimental group it increased by 30.1% compared with the control. The optimal proportion for adding the «Peptivit» protein and vitamin complex to animal feed will be the use of 20% in the diet.

Keywords: protein-vitamin complex, calves, diet, compound feed, biochemical parameters.

Введение. Рацион крупного рогатого скота необходимо тщательно сбалансировать. В нем должны быть белки, жиры, клетчатка, аминокислоты, витамины и минералы. Состав питательных веществ в рационе зависит от стадии развития животного [1].

Введение витаминно-минеральных добавок в рацион животных существенно повышает эффективность животноводства. Молодняк растет и развивается быстрее, а полноценное питание телят закладывает основу для их высокой репродуктивной способности в будущем. Стельные коровы, получающие необхо-

димые витамины и минералы, рождают более здоровое потомство, что приводит к снижению числа абортов. Лактирующие животные демонстрируют увеличение удоев, а качество молока, его вкус и жирность заметно улучшаются. Применение кормовых добавок, содержащих белки, витамины и минералы, в рационе бычков, находящихся на откорме, способствует интенсификации прироста их массы и улучшению качественных характеристик мясной продукции [2].

Белково-витаминные комплексы (БВК), предназначенные для кормления сельскохозяйственных животных, в том числе телят, содержат значительное количество протеинов и жиров, а также все необходимые витамины и минералы. Данные комплексы предназначены для производства комбикормов. Благодаря оптимальному соотношению белков и жиров, а также присутствию аминокислот, витаминов и минералов, они способствуют увеличению суточных приростов телят, повышению молочной продуктивности у дойных коров, укреплению иммунитета животных и обеспечению их полноценного развития [3].

Количество белково-витаминно-минерального концентрата (БВК) в составе концентрированных кормов для телят и дойных коров может достигать 20–25%. Рецепты комбикормов представляют собой сбалансированные смеси зерновых культур, масличных жмыхов и БВК. В частности, используются следующие рецептуры: комбикорм, содержащий 42% ячменя, 15% кукурузы, 10% пшеницы, 13% подсолнечного жмыха и 20% БВК; комбикорм с составом: 25% ячменя, 25% кукурузы, 20% пшеницы и 30% БВК; комбикорм, включающий 5% ячменя, 35% пшеницы и 30% БВК [7].

Премиксы и БВК не могут считаться полноценным кормом. Важно строго соблюдать рекомендованную дозировку, чтобы избежать негативных последствий. Рекомендуется вводить новые корма в рацион животных постепенно, на протяжении 7-10 дней, с постепенным увеличением их доли в питании [6].

В условиях промышленного животноводства в рационах телят значительно уменьшилось использование пастбищных кормов, и увеличилась доля добавок, не характерных для их организма. Это приводит к существенному снижению уровня биологически активных веществ в комбикормах, что негативно сказывается на нормальном росте и развитии животных [8].

Качество кормовых рационов существенно влияет на показатели продуктивности и физиологического развития молодняка крупного рогатого скота. Это воздействие определяется содержанием белков, жиров и углеводов, их биодоступностью для животных, а также уровнем и соотношением незаменимых питательных элементов, таких как витамины, минералы и аминокислоты [9,12].

Нарушение баланса питательных веществ в рационе приводит к снижению генетически заложенного потенциала продуктивности животных и ухудшению их способности превращать корм в прирост массы. Это негативно влияет на скорость роста и репродуктивные функции. Недостаток или полное отсутствие незаменимых аминокислот вызывает нарушение белкового обмена, что проявляется в отрицательном азотистом балансе и прекращении процессов восстановления белков. Это вызывает патологические изменения в функционировании эндокринной и ферментативной систем организма [10,11].

Для предотвращения нарушений протеинового баланса в питании животных важно тщательно регулировать количество белка и аминокислот в их рационе. Это требует включения в рацион жвачных животных кормов с высоким содержанием белка, как растительного, так и животного происхождения. Среди растительных кормов можно выделить зернобобовые культуры, жмых, шрот и травяную муку из бобовых растений. К кормам животного происхождения относятся мясокостная и рыбная мука, а также молочные продукты. В связи с этим, возникает объективная потребность в исследовании и внедрении альтернативных источников белка для кормления животных.

Современные технологии переработки непищевого белкового сырья позволяют получать биологически активные препараты. Особое внимание уделяется препаратам, созданным путем ферментации белковых и витаминных продуцентов на сахаросодержащих питательных средах [4].

Учитывая вышеизложенное, учеными Орловского ГАУ и ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» был разработан новый белково-витаминный кормовой комплекс «Пептивит», полученный на основе культивирования микробного продуцента белка *Saccharomyces cerevisiae* ВКПМ Y-365 на модифицированной сахаросодержащей питательной среде, включающей в себя продукты биоконверсии целлюлозосодержащих отходов сельскохозяйственного производства [5].

Целью данной работы являлось изучение возможности использования в кормлении телят нового кормового белково-витаминного комплекса – «Пептивит», созданного на основе высокопродуктивного микробного продуцента белка *Saccharomyces cerevisiae* ВКПМ Y-365, определение оптимальных доз и оценка его продуктивного действия для предложения данной добавки в качестве дополнительного источника протеинов и витаминов в рационе.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в научно-исследовательской испытательной лаборатории биотехнологии и молекулярной экспертизы кафедры биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, в лаборатории аналитических и регистрационных испытаний ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка».

Белково-витаминный комплекс «Пептивит» содержит в своем составе «сырого» белка не менее 44-47%, витаминов: B_1 – 32-34 мг/г, B_2 – 12-14 мг/г, B_3 – 121-124 мг/г, B_6 – 14-16 мг/г, D_3 – 770-840 мкг/г (см. рис. 1).

Согласно методике, изложенной Дроновым В.В. с соавт. (2015) [6], характере влияния белково-витаминного комплекса (БВК) «Пептивит» на организм телят судили по клиническим показателям, изменениям белкового, углеводного, минерального и витаминного обмена, интенсивности роста и продуктивности.



Рис. 1 – Белково-витаминный кормовой комплекс (БВК) «Пептивит»

Формирование групп проводили с учетом породы, возраста, живой массы и состояния здоровья телят. Для проведения биохимических анализов забор крови осуществлялся из яремной вены посредством венепункции. Процедуру отбора биологического материала проводили в строгом соответствии с установленными протоколами и нормативами. Полученные образцы подвергались дальнейшему анализу с использованием высокоточного биохимического анализатора, который позволяет проводить комплексные исследования с высокой степенью достоверности и воспроизводимости результатов.

Исследования были проведены по методике, изложенной Дроновым В.В. с соавторами (2015) [6]. Методом аналогов сформировали четыре группы телят симментальской породы, каждая из которых включала 20 животных в возрасте 60 дней. Схема опыта приведена на рисунке 1.

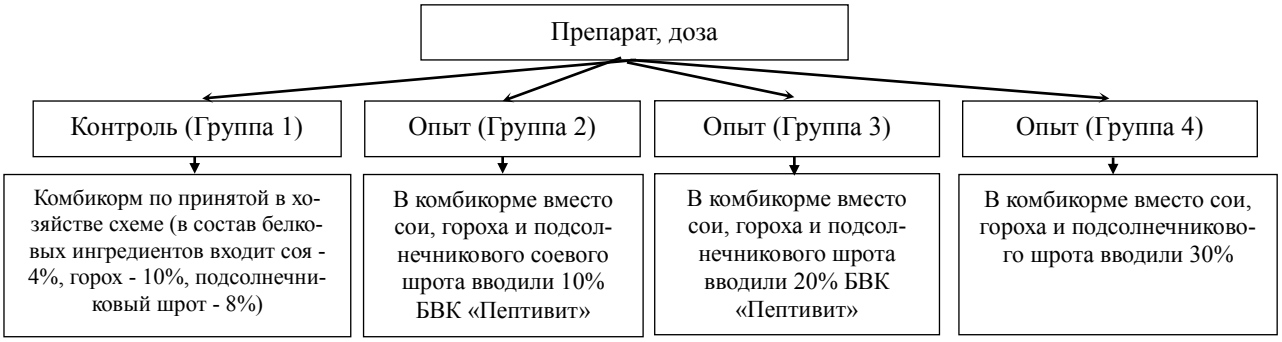


Рис. 1 - Схема опыта на телятах [6]

Контрольная группа телят получала стандартный рацион, принятый в хозяйстве. Второй группе в корм добавляли 10% кормового белка «Пептивит» вместо традиционных белковых компонентов. Третьей группе в рацион вводили 20% «Пептивита», а четвертой – 30%. Эксперимент продолжался 20 дней.

Условия содержания животных в контрольной и опытных группах были одинаковыми. В течение всего экспериментального периода параметры микроклимата соответствовали установленным нормативным требованиям.

Цифровой материал исследований подвергался математической обработке в описании Н.А. Плохинского (1987) с вычислением средних арифметических (M), их среднестатистических ошибок (m) и критерия достоверности (p). Различия считали достоверными при $p<0,05$.

Результаты исследования и обсуждение. Результаты испытания БВК «Пептивит» на телятах представлены в таблице 1. В каждой группе на начало и конец опыта было 20 голов.

Таблица 1 - Результаты исследования эффективности применения белково-витаминного комплекса «Пептивит» в кормлении телят

Показатели		Группы животных			
		контроль	опыт		
		1	2	3	4
Среднесуточный прирост, г	в среднем за 20 дней	884,6	942,3	987,4	965,6
	±к контролю, %	-	+6,52	+11,62	+9,16
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	в среднем за 20 дней	5,84	6,22	6,52	6,37
	±к контролю, %	-	-6,5	-11,64	-9,08

На основании представленных в таблице данных можно сделать вывод о том, что среднесуточные привесы телят, относящихся ко второй, третьей и четвертой опытным группам, превышали контрольные показатели на 6,52%, 11,62% и 9,16% соответственно. Кроме того, конверсия корма у телят, в рацион которых был введен белково-витаминный комплекс (БВК) «Пептивит», также демонстрировала более высокие показатели по сравнению с контрольной группой.

Необходимо подчеркнуть, что наибольшие показатели прироста живой массы и наименьшие затраты кормов были зафиксированы у телят третьей и четвертой опытных групп, которым в рацион вводили 20,0% и 30,0% кормового белково-витаминного концентрата «Пептивит» соответственно. Однако с точки зрения экономической целесообразности оптимальным уровнем введения данного концентрата следует считать 20%.

Исследование лейкограммы животных показало, что введение кормовой добавки не вызвало существенных изменений в популяции лейкоцитов периферической крови. Наблюдаемые незначительные отклонения в лейкограмме не достигли уровня статистической значимости. Полученные результаты свидетельствуют о том, что белково-витаминный комплекс «Пептивит» не обладает иммуногенными свойствами. Анализируя биохимические показатели сыворотки крови (см. рис. 2), можно отметить, что исследуемый препарат оказывал влияние на белковый и минеральный обмен.

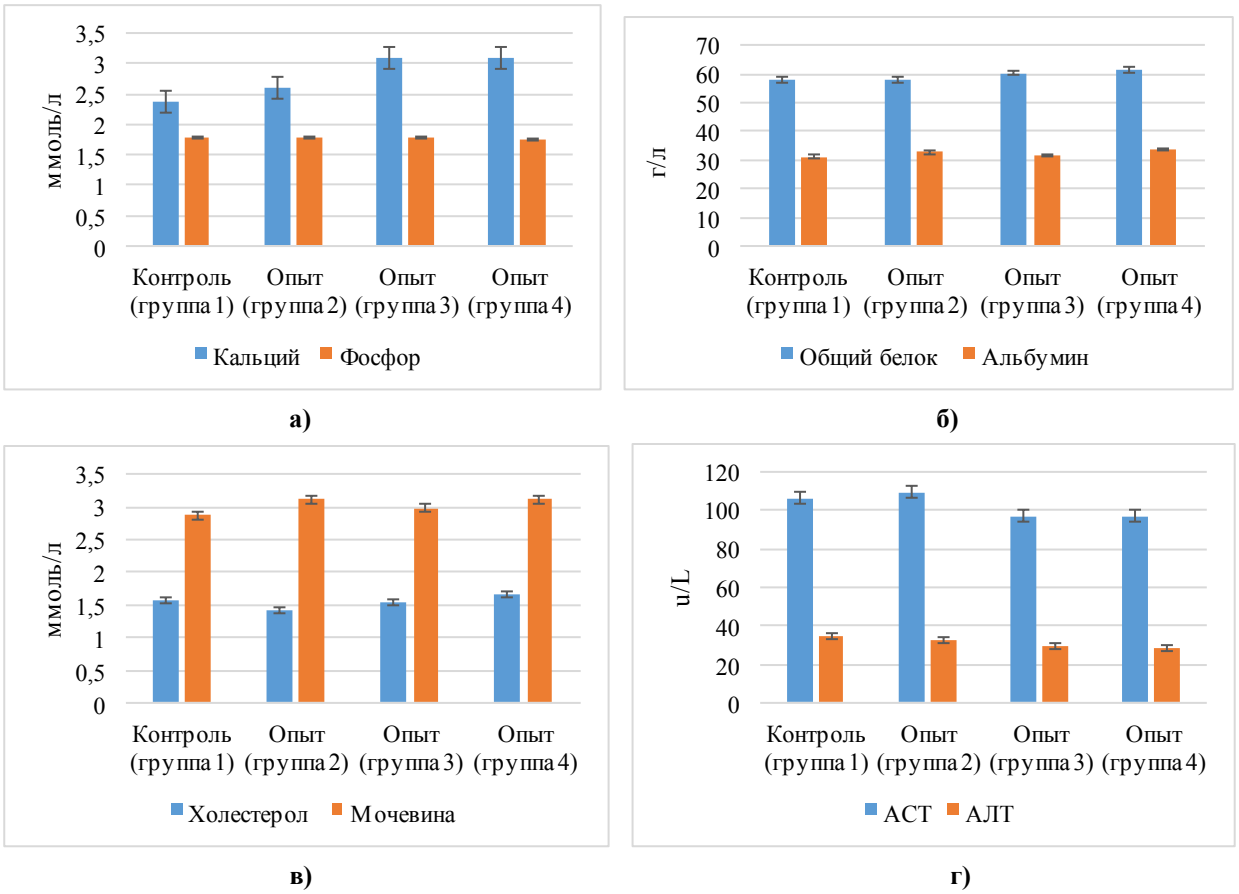


Рис. 2 - Биохимические показатели крови телят после применения в кормлении белково-витаминного комплекса «Пептивит»: а) кальций, фосфор; б) общий белок, альбумин; в) холестерол, мочевина; г) АСТ, АЛТ

На рисунке представлены данные, свидетельствующие о том, что после 20-дневного применения белково-витаминного комплекса «Пептивит» в качестве замены белковых компонентов комбикорма у телят из третьей и четвертой опытных групп наблюдалось значительное повышение уровня белка в сыворотке крови. В частности, у телят III группы данный показатель имел тенденцию к увеличению (на 74,26%, а у животных IV группы — на 6,37% в сравнении с контролем). Уровень кальция также возрос, причем в третьей группе он увеличился на 30,1%. Все эти изменения были статистически значимыми ($p<0,05$-$0,01$).

Во второй опытной группе, где содержание белково-витаминного комплекса «Пептивит» составляло 10%, не было обнаружено статистически значимых различий по уровню белка и кальция по сравнению с контрольной группой. Повышение концентрации этих биогенных элементов можно рассматривать лишь как тенденцию к положительному воздействию.

В завершение экспериментального периода у всех подопытных животных, также как в ранее проведённых исследвоаниях (Дронов В.В. с соавт. 2015) [6] и др.) было зафиксировано увеличение концентрации альбуминов в сыворотке крови и снижение активности ферментов переаминирования. Однако эти изменения не имели статистически значимого различия по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, положительное воздействие препарата на организм животных обусловлено содержанием в его составе белково-витаминного комплекса

(БВК) «Пептивит». Комплекс включает в себя биологически активные вещества, в том числе витамины. Витамины способствуют образованию биокоординационных комплексов с металлами, что повышает их биодоступность и усиливает активность в метаболических процессах, облегчая всасывание в кровь.

Эти данные объясняют, почему телята в опытных группах, особенно в третьей и четвертой, росли быстрее. В этих группах доля белково-витаминного комплекса «Пептивит» в рационе составляла 20 и 30%. Оптимальным и экономически выгодным решением будет использовать 20% «Пептивита» в рационе.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что белково-витаминный комплекс «Пептивит» не только не уступает стандартным белковым ингредиентам в рационе, но и превосходит их по таким показателям, как биодоступность, ростостимулирующая эффективность и положительное влияние на обмен веществ. Нами были в т.ч. получены данные, подтверждающие результаты предыдцщих исследований (Дронов В.В. с соавт. 2015) [6]. Представленный комплекс может быть интегрирован в рацион телят в объеме до 20% от общего рациона, полностью замещая такие источники белка, как соевые бобы, горох и подсолнечный шрот.

Литература

1. ***Абрамкова Н.В.*** Эффективность применения препаратов «Олин» и «Ветелакт» для телят / Н.В. Абрамкова // Вестник аграрной науки. 2020. № 3(84). С. 38-43.
2. ***Белова С.Н.*** Влияние пробиотического препарата Моноспорин на молочную продуктивность коров / С.Н. Белова // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т.32. №12. С.55-56.
3. ***Белова С.Н.*** Эффективность использования кормовой добавки Примасан в рационах молодняка крупного рогатого скота / С.Н. Белова, В.А. Плешков // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т.33. № 12. С.87-89.
4. ***Гнеушева И.А.*** Исследование кинетики и оптимизация условий ферментолиза соломы злаковых культур целевой композицией ферментов / И.А. Гнеушева, И.В. Горькова, И.Ю. Солохина // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2025. Т. 21. № 2. С.15-24.
5. ***Гнеушева И.А.*** Условия ферментативного гидролиза растительного сырья, предобработанного ультразвуком, в технологии кормового белка / И.А. Гнеушева, И.В. Горькова, А.В. Лушников, И.Ю. Солохина // Биология в сельском хозяйстве. 2025. № 1 (46). С.32-36.
6. ***Дронов В.В.*** Эффективность применения новой белково-витаминной добавки в рационах телят / В.В. Дронов, С. Б. Носков, М. Н. Пензева, А. А. Медведев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. № 2-2. С. 853.
7. ***Зубова Т.В.*** Использование экстрактов лекарственных растений для повышения интенсивности роста телят / Т.В. Зубова, С.Ю. Грачёв // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 9 (194). С.33-44.
8. ***Коваленко А.М.*** Антимикробная и обезболивающая активность нового экспериментального препарата на основе наносеребра для лечения маститов крупного рогатого скота / А.М. Коваленко [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 11(181). С.84-98.
9. ***Миргалимова С.С.*** Обменные процессы в организме бычков на фоне применения кормовой минеральной добавки / С.С. Миргалимова, Р.Р. Фаткуллин, С.А. Гриценко // БИО. 2020. № 11(242). С.20-23.
10. ***Новикова В.П.*** Влияние кормовой биодобавки «Янтарная» на рубцовое пищеварение и микробиоценоз кишечника телят / В.П. Новикова // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2019. Т. 55. № 3. С.68-71.
11. ***Сапунова Л.И.*** Эффективность использования сухой кормовой добавки «Полиэкт» в рационах телят / Л.И. Сапунова [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. 2020. № 2 (13). С.112-115.
12. ***Смоловская О.В.*** Использование пробиотических кормовых добавок «Моноспорин» и «Бацелл» при выращивании телят черно-пестрой породы / О.В. Смоловская, В.А. Плешков, Т.В. Зубова, Л.Н. Коробейникова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 10(180). С.86-92.
13. ***Фаткуллин Р.Р.*** Взаимосвязь гематологических показателей и продуктивности животных на фоне применения «Биовител» / Р.Р. Фаткуллин [и др.] // Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарных наук: теория и практика. Материалы национальной научной конференции Института ветеринарной медицины. 2019. С.226-232.

Поступила в редакцию: 15.12.2025 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Солохина И. Ю., ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кафедра Биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской, доцент, кандидат биологических наук, e-mail: SolohinaIrina@yandex.ru, **Гнеушева И. А**., ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кафедра Биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской, доцент, кандидат технических наук, **Лушников А.В**., ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кафедра Биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской, кандидат технических наук, доцент, Россия, г. Орел

УДК 636.2.082:575.1

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

ИНБРИДИНГ В СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА: ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ, ПОСЛЕДСТВИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ*

(Inbreeding in Cattle Breeding: Genetic Basis, Consequences, and Risk Management)

Аннотация. В обзорной статье рассматриваются сущность инбридинга в селекции крупного рогатого скота, его биологические последствия и селекционно-экономическое значение в условиях интенсивного разведения и геномной селекции. Показано, что ключевым механизмом проявления инбридинга является рост автозиготности (IBD-гомозиготности), приводящий к экспонированию рецессивной генетической нагрузки и снижению эффекта гетерозиготности, что в совокупности формирует инбредную депрессию, особенно выраженную по функциональным признакам. Обобщены современные оценки уровней инбридинга в голштинских популяциях в различных странах и охарактеризованы популяционные риски, связанные с концентрацией происхождения, сокращением генерационного интервала и расхождениями между родословными и геномными оценками. Рассмотрены подходы к установлению инбредности животных на основе родословных расчетов и геномных метрик, включая анализ протяженных участков гомозиготности (ROH) и матрицы геномного родства. Представлены ключевые направления управления инбридингом в мировой практике: контроль темпа накопления инбридинга (ΔF) и эффективной численности популяции (Ne), оптимизация генетических вкладов производителей, оптимизация подбора пар и мониторинг рецессивных дефектов. Сделан вывод о необходимости интеграции контроля инбридинга в структуру селекционных программ как обязательного элемента обеспечения устойчивости генетического прогресса и сохранения генетического разнообразия.

Ключевые слова: инбридинг, коэффициент инбридинга, автозиготность, инбредная депрессия, геномная селекция, ROH, генетическое разнообразие, крупный рогатый скот.

Abstract. This review summarizes the basis of inbreeding in dairy cattle breeding, its biological consequences, and its breeding and economic significance under intensive selection and genomic technologies. Inbreeding is considered through its key quantitative measure, the inbreeding coefficient (F), interpreted as the probability of identity by descent (IBD) at a randomly chosen locus, which reflects an increase in autozygosity. The main biological pathways of inbreeding effects are discussed, including the expression of recessive genetic load and the loss of heterozygote advantage, which together lead to inbreeding depression, typically more pronounced in fitness-related and functional traits than in production traits. The paper also outlines modern approaches to estimating inbreeding at both individual and population levels using pedigree-based and genomic metrics, with special attention to runs of homozygosity (ROH) as an interpretable indicator of realized autozygosity. Key directions for practical inbreeding management in breeding programs are presented, emphasizing population-level control of inbreeding dynamics alongside selection response and the maintenance of genetic diversity.

Keywords: inbreeding, inbreeding coefficient, autozygosity, inbreeding depression, genomic selection, ROH, genetic diversity, cattle.

Генетическая сущность, биологические последствия и селекционное значение инбридинга в скотоводстве. Инбридинг в селекции крупного рогатого скота представляет собой управляемое (либо стихийно накапливающееся) повышение генетического родства родителей, приводящее к росту доли гомозиготных состояний у потомства и, как следствие, к изменению распределения генотипов в популяции. Ключевым количественным параметром служит коэффициент инбридинга (F), интерпретируемый как вероятность идентичности аллелей по происхождению (identical by descent, IBD) в случайно выбранном локусе генома. Данная интерпретация принципиальна для селекционной практики, поскольку связывает инбридинг не с формальным наличием общих предков, а с ожидаемым ростом автозиготности (состояния идентичности аллелей по происхождению), который является непосредственной причиной биологических эффектов инбридинга и его хозяйственно значимых проявлений [1].

Механизм проявления инбридинга в продуктивных популяциях КРС определяется, прежде всего, двумя взаимодополняющими генетическими процессами. Первый процесс заключается в экспонировании

рецессивной генетической нагрузки: по мере увеличения гомозиготности возрастает вероятность фенотипической реализации неблагоприятных рецессивных мутаций и гаплотипов, включая сублетальные варианты, влияющие на жизнеспособность эмбрионов и молодняка, репродуктивные функции и устойчивость к заболеваниям [1]. Второй процесс связан со снижением доли гетерозиготных сочетаний и потерей потенциальных преимуществ гетерозиготности, что особенно заметно по признакам «фитнеса» (воспроизводство, долголетие, резистентность), обладающим, как правило, более выраженной чувствительностью к неаддитивным эффектам и рецессивной нагрузке. Совокупное проявление этих процессов формирует феномен инбредной депрессии, то есть направленное ухудшение средних значений хозяйственно полезных признаков по мере увеличения F [2].

Эмпирические обобщения по молочному скотоводству демонстрируют, что инбредная депрессия является устойчивой закономерностью, при этом выраженность эффекта зависит от структуры популяции, интенсивности отбора и используемой метрики инбридинга. В обзоре M.A. Gutiérrez-Reinoso и соавторов показано, что для признаков молочной продуктивности в современных исследованиях фиксируются оценки порядка −32…−41 кг молока за стандартную лактацию (305 дней) на каждый прирост инбридинга на 1%, а для функциональных признаков отмечаются неблагоприятные сдвиги, включая тенденции к ухудшению показателей здоровья вымени и воспроизводства [2]. Существенно, что функциональные признаки, как правило, реагируют на рост инбридинга сильнее, чем собственно продуктивность, что объясняется их более тесной связью с общей биологической устойчивостью и скрытой рецессивной нагрузкой. В результате селекционный риск инбридинга в условиях интенсивных программ разведения проявляется не только через потенциальное снижение удоя, но и через рост частоты проблем, ведущих к выбраковке и экономическим потерям, что придает контролю инбридинга статус обязательного элемента управления популяцией.

На уровне селекционной технологии инбридинг обладает двойственной ролью. С одной стороны, умеренный управляемый инбридинг (в том числе в форме линейного разведения) может использоваться как инструмент консолидации желательных признаков и повышения предсказуемости наследования, а также как способ выявления неблагоприятных рецессивных вариантов при последующей их элиминации из линии. С другой стороны, при отсутствии целевых ограничений по темпам накопления родства и при чрезмерной концентрации использования отдельных производителей инбридинг становится механизмом системного сужения генетического разнообразия, сопровождающегося прогрессирующей инбредной депрессией.

Современные данные геномной эпохи подтверждают, что повышение точности отбора и сокращение генерационного интервала способны ускорять рост инбридинга при недостаточном управлении вкладом отдельных быков-производителей. Так, C. Maltecca и соавторы на материале голштинской популяции США показали рост коэффициента инбридинга по родословной у молодых быков с 7,06% (2012 г.) до 9,59% (2019 г.) при еще более выраженном росте геномного инбридинга за сопоставимый период (с 7,89% до 13,02%), что отражает усиление накопления автозиготности в когортах животных, формируемых под влиянием геномной селекции и концентрации происхождения [3]. Данный пример демонстрирует необходимость контроля инбридинга как популяционного процесса (включая темпы накопления родства), а не только как набора локальных запретов на отдельные близкородственные спаривания.

Российские исследования также подтверждают практическую значимость инбредной депрессии и необходимость количественного контроля инбридинга в стадах. Так, И.П. Иванова и Н.А. Юрк, анализируя влияние степеней инбридинга на хозяйственно полезные признаки молочного скота, показали выраженное снижение молочной продуктивности у животных из группы тесного инбридинга по сравнению с аутбредными аналогами (разница до −1591 кг), а также указали на допустимость поддержания коэффициента инбридинга на уровнях, не превышающих порог порядка 6,25% в контексте сохранения приемлемых показателей воспроизводства, при одновременном росте рисков при дальнейшем усилении инбридинга [4]. Эти результаты согласуются с зарубежными обобщениями: устойчивость разведения требует баланса между селекционным прогрессом и сохранением генетического разнообразия, поскольку инбридинг в индустриальной популяции при отсутствии популяционных ограничений быстро превращается в ограничивающий фактор.

Таким образом, инбридинг в селекции КРС следует рассматривать как количественно измеряемый генетический фактор, который в умеренных управляемых пределах может использоваться для консолидации признаков, но при превышении популяционно и технологически обоснованных ограничений закономерно приводит к инбредной депрессии, снижению воспроизводительных и функциональных показателей и увеличению экономических потерь вследствие выбраковки. В условиях геномной селекции и высокой концентрации происхождения у быков-производителей контроль инбридинга является не факультативной задачей, а структурным элементом селекционной программы, сопоставимым по значимости с оценкой племенной ценности и управлением воспроизводством.

Уровень инбридинга крупного рогатого скота в России и за рубежом: фактические оценки, популяционные риски и институциональные меры регулирования. В современных популяциях КРС инбридинг формируется преимущественно как следствие структурных особенностей отрасли: высокой интенсивности отбора, широкого применения искусственного осеменения и непропорционального использования ограниченного числа быков-производителей. По этой причине корректная оценка уровня инбридинга требует рассмотрения не только индивидуального коэффициента инбридинга животных, рассчитанного по родословным данным, но и популяционных характеристик, отражающих степень связности генетиче-

ского материала и ожидаемую динамику родства в будущих поколениях. В международной практике такой подход позволяет сопоставлять популяции с разной полнотой родословных и различной долей генотипированных животных, а также фиксировать эффекты глобального обмена спермопродукцией и унификации генетических линий [5].

На уровне обобщающих международных данных для голштинской породы показано, что коэффициент инбридинга по родословным данным у генотипированных самок в разных регионах мира характеризуется сравнительно узким диапазоном и концентрируется на уровне порядка 9% с региональными различиями. Так, в материалах Interbull указано, что средний инбридинг по родословной варьировал от 8,7% (Африка и Океания) до 9,6% (Северная Америка); при этом ожидаемый будущий инбридинг (EFI) имел еще более узкий диапазон (9,0-9,5%), а геномный показатель будущего инбридинга (GFI) составил 9,4-10,4% [5]. Эти значения отражают высокую степень генетической связанности современной голштинской популяции на межстрановом уровне и указывают, что проблема инбридинга в значительной мере имеет наднациональный характер.

Детализированные национальные исследования подтверждают, что переход к геномной селекции сопровождается ускорением накопления инбридинга при отсутствии целевых ограничений на использование отдельных производителей. В США на основе анализа генетических трендов после внедрения геномной селекции показано увеличение геномного инбридинга в голштинской популяции; для 2017 г. приведены оценки 12,7% для быков и 7,9% для коров [6]. Канадские оценки демонстрируют сопоставимую закономерность: по данным B.O. Makanjuola и соавт. средний коэффициент инбридинга по родословной в выборках голштинов оценен на уровне 7,74%, однако геномные оценки оказываются существенно выше, что подчеркивает различие между ожидаемой (по родословной) и реализованной (по геному) гомозиготностью [7]. Аналогичные выводы получены на европейском материале: H.P. Doekes и соавт. при анализе голландской голштинской популяции показали, что после 2010 г. темпы роста инбридинга по различным метрикам достигали 1,8–2,8% на поколение [8].

Для Российской Федерации в открытой литературе преобладают региональные исследования на массивах племенного учета конкретных стад и территорий, что методологически важно учитывать: такие данные не являются национальным средним, однако отражают реальные характеристики крупных племенных массивов и типовые последствия высокой доли голштинизации и активного использования ограниченного круга производителей. В работе И.С. Недашковского, А.Ф. Контэ и А.А. Сермягина на материале популяции черно-пестрого и голштинского скота Московской области (n = 31835) показано, что распределение животных по группам коэффициента инбридинга по родословным данным смещено в сторону низких значений, однако присутствует статистически значимая доля животных со средним и высоким инбридингом: группа Fx = 0,2-1% включала 25 320 голов, Fx = 1,01-6,25% – 6 214 голов, Fx = 6,27-31,25% – 301 голову [9]. Принципиально, что при переходе к более высоким значениям инбридинга авторы фиксируют изменения в структуре выбытия, то есть рост инбридинга проявляется не только как генетический показатель, но и как фактор, ассоциированный с хозяйственно значимыми причинами выбраковки и экономическими потерями [9].

Сопоставление российских и зарубежных данных позволяет выделить несколько устойчивых популяционных проблем. Во-первых, для голштинской породы характерна высокая степень глобальной связанности племенного ядра, вследствие чего снижение инбридинга не может достигаться простым импортом семени без учета родства, поскольку импортируемые производители нередко генетически близки к уже используемым линиям [5]. Во-вторых, внедрение геномной селекции при отсутствии ограничений по ожидаемому приросту инбридинга усиливает концентрацию происхождения, поскольку повышается точность раннего отбора и сокращается генерационный интервал, прежде всего по линии быков [7]. В-третьих, различие между родословными и геномными оценками инбридинга создает риск методологической недооценки проблемы при опоре только на данные происхождения, особенно при неполных или коротких родословных: геномные оценки фиксируют более высокий уровень реализованной гомозиготности и позволяют точнее оценивать накопление скрытого инбридинга [7]. Для России дополнительным ограничением выступает неоднородность качества племенного учета и цифровой инфраструктуры между регионами и организациями, что затрудняет популяционный мониторинг и повышает вероятность неуправляемого накопления родства при массовом использовании ограниченного числа быков-производителей [10].

Институциональные меры регулирования и поддержки племенного животноводства, влияющие на возможность контроля инбридинга, различаются по странам, однако объединяются общей логикой: необходимы правовые и организационные требования к племенным организациям и программам разведения; инфраструктура учета происхождения и продуктивности; экономические стимулы для ведения племенной работы; стандартизованные системы генетической оценки, позволяющие учитывать параметры родства при селекционных решениях.

В Европейском союзе соответствующая рамка закреплена Регламентом (EU) 2016/1012, устанавливающим единый правовой режим для племенных программ, торговли племенными животными и их репродуктивным материалом, а также требования к признанию племенных организаций и ведению племенных книг [11]. В США и Канаде ключевую роль играют отраслевые системы генетической оценки и мониторинга, в которых используются показатели ожидаемого влияния производителя на будущий инбридинг в популяции (EFI) как инструмент управления популяционными рисками на уровне селекционных индексов и интерпретации генетических трендов [12].

В Российской Федерации правовая основа племенного дела установлена Федеральным законом «О племенном животноводстве», определяющим организационные и правовые принципы ведения племенной

работы, статусы племенных хозяйств и племенной продукции, а также полномочия государства в данной сфере [13]. Экономический блок поддержки реализуется через субсидирование организаций по племенному животноводству при соблюдении установленных требований и включении в соответствующие перечни [14]. В научно-практических работах подчеркивается значимость региональных информационно-селекционных центров и цифровых контуров учета как базового условия повышения управляемости селекционного процесса и снижения рисков, связанных с некоординированным использованием племенного материала [10]. Следовательно, в отечественных условиях контроль инбридинга как популяционного процесса функционально связан не только с методами подбора и оценкой производителей, но и с полнотой племенного учета, доступностью единой информационной базы и устойчивостью механизмов государственной поддержки племенного сектора.

Установление инбредности животных и практическая интерпретация степени инбридинга в селекции крупного рогатого скота. Установление инбредности животного в прикладной селекции КРС является процедурой количественной диагностики, направленной на оценку степени накопления родства и связанного с ним роста автозиготности (IBD-гомозиготности) в геноме особи. Практическая значимость такой диагностики состоит в том, что последствия инбридинга определяются не фактом наличия общих предков, а вероятностью того, что у потомка в конкретных локусах окажутся две аллельные копии, идентичные по происхождению, что повышает риск реализации рецессивной генетической нагрузки и инбредной депрессии [1]. Следовательно, оценка инбредности должна опираться на стандартизированные метрики и быть сопоставимой между хозяйствами и поколениями; иначе управление инбридингом превращается в описательную констатацию без селекционных последствий.

В традиционной практике разведения КРС основным способом установления инбредности является расчет коэффициента инбридинга (F) по родословным данным. Расчет выполняют как суммирование вкладов общих предков с учетом числа поколений до общего предка по отцовской и материнской линиям и с поправкой на инбридность самого общего предка. В отечественной методической литературе данный расчет представлен как формула Райта-Кисловского и применяется в селекционных исследованиях при анализе связи F с хозяйственно полезными признаками и причинами выбраковки [15, 9].

Методологически важно, что коэффициент инбридинга по родословным данным отражает ожидаемую долю автозиготности, обусловленную структурой происхождения; при неполных родословных и при условном принятии основателей за неродственных животных такая оценка систематически занижает истинную величину инбридинга. Поэтому для сравнительных выводов требуется фиксировать глубину родословного учета и единый подход к формированию базовой популяции, а для программ интенсивного разведения предпочтительно дополнять родословные оценки геномными методами, позволяющими приблизиться к фактически реализованной автозиготности.

Для прикладной интерпретации инбридинга в племенной работе наряду с абсолютной величиной F используется классификация степени инбридинга по диапазонам коэффициента. В отечественной традиции распространена градация, при которой при $F \geq 25\%$ инбридинг трактуют как тесный, в интервале 12,5-25% как близкий, в интервале 1,56-12,5% как умеренный, а в интервале 0,20-1,56% как отдаленный [15]. Научное значение подобных градаций состоит в стандартизации селекционно-управленческих решений: при переходе в область умеренного и более высокого инбридинга возрастают риски ухудшения функциональных признаков и увеличения выбраковки, что подтверждается при группировке животных по диапазонам F. Так, на крупных массивах племенных данных показано, что рост F сопровождается изменением структуры выбытия по причинам, имеющим непосредственное хозяйственное значение [9].

Вместе с тем современные селекционные программы все чаще требуют перехода от оценки ожидаемой автозиготности к оценке автозиготности, реализованной в геноме конкретного животного. В мировой практике для этого используют геномные методы установления инбредности на основе SNP-генотипирования, среди которых наиболее интерпретируемым считается анализ протяженных участков гомозиготности (runs of homozygosity, ROH). Доля генома, покрытая ROH-сегментами, применяется как оценка коэффициента инбридинга по геномным данным (FROH), отражающая реализованную автозиготность; при этом длина ROH-сегментов имеет биологический смысл, поскольку длинные сегменты преимущественно соответствуют относительно недавним общим предкам, тогда как короткие сегменты отражают более давнюю популяционную историю. На материале сильно инбредной выборки быков показано, что группа с высоким коэффициентом инбридинга по родословным данным характеризуется существенно большей насыщенностью ROH, особенно длинными сегментами, что демонстрирует информативность ROH-подхода для идентификации реализованной автозиготности [16].

Дополнительным направлением геномной идентификации инбредности является расчет геномных оценок родства и производных коэффициентов инбридинга на основе матрицы геномного родства, построенной по SNP-данным. Ключевым методическим источником является работа P.M. VanRaden, предложившая вычислительно эффективные подходы к использованию маркерной информации для геномной оценки и связанных расчетов, включая оценку геномного инбридинга при корректной калибровке частот аллелей базовой популяции [17]. На практике расчет ROH и сопутствующих показателей часто выполняют в программном комплексе PLINK, что обеспечивает воспроизводимость геномных оценок инбридинга в исследовательских и прикладных задачах селекции [18].

Таким образом, установление инбредности животных в современной селекции КРС целесообразно рассматривать как многоуровневую систему: родо-

словные методы обеспечивают массовую сопоставимую оценку ожидаемой автозиготности и позволяют проводить первичную стратификацию поголовья по степени инбридинга, тогда как геномные методы фиксируют реализованную автозиготность и уточняют популяционные риски при высоком селекционном давлении и неоднородном качестве родословного учета. Практическое значение такой системы состоит в создании основы для последующего управления инбридингом, включая ограничения на ожидаемый инбридинг потомства при подборе пар, контроль концентрации использования быков-производителей и мониторинг генетического разнообразия в популяции.

Пути решения проблемы инбридинга в селекционном процессе разведения крупного рогатого скота в мировой практике. Снижение рисков, обусловленных инбридингом в популяциях КРС, в современных условиях следует рассматривать как элемент управления селекционной программой на популяционном уровне, а не как совокупность локальных ограничений на отдельные близкородственные спаривания. Это обусловлено тем, что основной источник роста инбридинга связан со структурой воспроизводства: высокой интенсивностью отбора, широким применением искусственного осеменения, непропорциональным вкладом ограниченного числа быков-производителей и сокращением генерационного интервала. В таких системах инбридинг является предсказуемым следствием концентрации происхождения, поэтому эффективные решения опираются на количественные цели по сохранению генетического разнообразия и поддержанию контролируемого темпа накопления родства при сохранении селекционного ответа.

Базовым принципом устойчивого управления генетическим разнообразием в селекционных программах является переход от контроля абсолютного коэффициента инбридинга отдельных животных к контролю темпа его накопления в популяции за поколение (ΔF) и, как производной характеристики, эффективной численности популяции (N_e). В рекомендациях ФАО подчеркивается, что именно ограничение ΔF является центральным инструментом предотвращения ускоренного сужения вариабельности и роста генетических рисков, поскольку N_e обратно пропорциональна ΔF, а падение N_e сопровождается усилением дрейфа и накоплением автозиготности по происхождению [19]. Применительно к промышленным популяциям молочного скота это означает, что селекционная программа должна задавать допустимые значения ΔF (или целевые значения N_e) как ограничение при принятии решений о выборе родителей и распределении их использования, поскольку без такого ограничения максимизация генетического прогресса закономерно приводит к ускоренному росту родства.

Ключевым инструментом реализации данного принципа в мировой практике является оптимизация вклада производителей в следующее поколение (optimum contribution selection). Методологическая постановка этой задачи сформулирована T.H.E. Meuwissen как максимизация ожидаемого селекционного ответа при заданном ограничении на темп инбридинга, что математически приводит к оптимальному распределению долей участия кандидатов в родители следующего поколения с учетом их генетической ценности и взаимного родства [20]. Практическое значение подхода состоит в предотвращении чрезмерной концентрации происхождения, возникающей при неограниченном массовом использовании наиболее высоко оцененных быков-производителей. В работах J.A. Woolliams и соавторов показано, что оптимизация генетических вкладов является универсальным механизмом, связывающим целевые параметры генетического разнообразия с фактическими решениями по использованию производителей в племенной системе [21].

Переход к геномной селекции усилил необходимость популяционных инструментов управления, поскольку рост точности ранней оценки племенной ценности и сокращение генерационного интервала увеличивают давление отбора и риск ускоренного накопления родства. В обзоре J.T. Howard и соавторов показано, что в геномную эпоху контроль генетического разнообразия становится обязательным компонентом селекционной программы, а управление инбридингом требует интеграции геномных оценок родства и автозиготности в процедуры отбора и подбора [1]. Модели, сравнивающие схемы оптимизации вкладов при использовании геномной информации, демонстрируют: включение геномных показателей родства в ограничения может обеспечивать более точный контроль накопления родства по сравнению с использованием только родословных данных, особенно в популяциях с интенсивным отбором и неоднородной полнотой родословных. Такие выводы представлены, в частности, в работе S.A. Clark и соавторов [22].

Тактическим дополнением оптимизации вкладов является оптимизация подбора пар, поскольку фактическая величина инбридинга в потомстве определяется конкретными спариваниями. В мировой практике задачу подбора пар рассматривают как оптимизационную процедуру, в которой одновременно учитываются ожидаемая племенная ценность потомства, ожидаемый коэффициент инбридинга потомства и технологические ограничения. Концептуальная и алгоритмическая база такого подхода изложена B.P. Kinghorn [23].

В условиях высокой генетической связанности популяций отдельным направлением управления инбридингом становится систематический контроль рецессивной генетической нагрузки и предотвращение спариваний, приводящих к гомозиготизации неблагоприятных рецессивных вариантов. J.B. Cole и соавторы предложили прикладную стратегию управления множеством рецессивных нарушений в программах разведения молочного скота на основе интеграции статуса носительства в процедуры планирования спариваний и отбора [24]. Таким образом, контроль инбридинга в современной селекции дополняется контролем наследственных дефектов и летальных/сублетальных гаплотипов как специфической формы проявления рецессивной нагрузки в высоко связанных популяциях.

Существенным компонентом современных программ управления инбридингом является использование геномных метрик, позволяющих оценивать реали-

зованную автозиготность и структуру гомозиготности по происхождению в геноме. Наиболее интерпретируемым инструментом считается анализ ROH с расчетом коэффициента инбридинга по доле генома в ROH-сегментах. Однако корректность интерпретации таких показателей зависит от методических решений, в частности от выбранных порогов длины ROH для разграничения «относительно недавнего» и «давнего» родства. Методические аспекты выбора порогов и интерпретации ROH-показателей применительно к молочному скоту обсуждаются в работах отечественных авторов [25]. В рамках управления селекционным процессом геномные показатели используются не как самостоятельная статистика, а как база для оптимизации вкладов и подбора пар с учетом фактического геномного родства и уровня автозиготности.

Таким образом, эффективность перечисленных инструментов определяется институциональными и организационными условиями их применения. В устойчивых селекционных системах управление инбридингом обеспечивается совокупностью мер: поддержанием полноты и согласованности данных происхождения и продуктивности, стандартизованными системами генетической оценки, программным планированием спариваний с учетом ограничений по инбридингу потомства, а также регламентированием использования отдельных быков-производителей для предотвращения чрезмерной концентрации происхождения. На уровне долгосрочной стратегии дополнительную роль играют программы сохранения генетических ресурсов, включая криоконсервацию генетического материала как инструмент страхования против необратимой утраты вариабельности, что подчеркивается в рекомендациях ФАО [19]. Следовательно, решение проблемы инбридинга в мировой практике представляет собой интегрированную систему популяционного управления, где ограничение темпа накопления инбридинга, оптимизация вкладов производителей, оптимизация подбора пар и геномный мониторинг автозиготности реализуются совместно и поддерживаются инфраструктурой племенного учета и генетической оценки.

Литература

1. ***Howard J. T., Pryce J. E., Baes C., Maltecca C.*** Invited review: Inbreeding in the genomics era: Inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100, No. 8. P. 6009–6024. DOI: 10.3168/jds.2017-12787.
2. ***Gutiérrez-Reinoso M. A., Aponte P. M., Cabezas J., Rodríguez-Alvarez L., García-Herreros M.*** A review of inbreeding depression in dairy cattle: current status, emerging control strategies, and future prospects // Journal of Dairy Research. 2022. Vol. 89, Iss. 1. P. 3–12. DOI: 10.1017/S0022029922000188.
3. ***Maltecca C., Tiezzi F., Cole J. B., Baes C.*** Symposium review: Exploiting homozygosity in the era of genomics: Selection, inbreeding, and mating programs // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103, No. 6. P. 5302–5313. DOI: 10.3168/jds.2019-17846.
4. ***Иванова И. П., Юрк Н.А.*** Влияние степеней инбридинга на хозяйственно-полезные качества молочного скота // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 2(42). С. 62–71. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_2_62.
5. ***VanRaden P. M.*** Breeding programs compared across countries, continents, breeds, and traits: Interbull perspective // Interbull Open Meeting. 2024. (электронный ресурс). URL: https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/download/1919/1923/3870 (дата обращения: 11.02.2026).
6. ***Guinan F. L., et al.*** Changes in genetic trends in US dairy cattle since the implementation of genomic selection // Journal of Dairy Science. 2023. (электронный ресурс, PubMed). URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36494224/ (дата обращения: 11.02.2026).
7. ***Makanjuola B. O., et al.*** Effect of genomic selection on rate of inbreeding and coancestry in Canadian Holstein and Jersey cattle populations // Journal of Dairy Science. 2020. (электронный ресурс, PubMed). URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32278553/ (дата обращения: 11.02.2026).
8. ***Doekes H. P., et al.*** Trends in genome-wide and region-specific genetic diversity in the Dutch-Flemish Holstein-Friesian breeding program // Genetics Selection Evolution. 2018. Vol. 50. Article 15. (электронный ресурс). URL: https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12711-018-0385-y (дата обращения: 11.02.2026).
9. ***Недашковский И. С., Контэ А. Ф., Сермягин А. А.*** Причины выбытия голштинизированного черно-пестрого и голштинского скота в зависимости от уровня инбридинга // Вестник КрасГАУ. 2024. № 7. С. 116–122. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-116-122.
10. ***Мымрин С.В.*** Развитие племенного животноводства Российской Федерации: роль регионального информационно-селекционного центра в системе племенной работы // 2017. (электронный ресурс). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-plemennogo-zhivotnovodstva-rossiyskoy-federatsii-rol-regionalnogo-informatsionno-selektsionnogo-tsentra-v-sisteme-plemennoy (дата обращения: 11.02.2026).
11. ***Regulation*** (EU) 2016/1012 of the European Parliament and of the Council of 8 June 2016 on zootechnical and genealogical conditions for the breeding, trade in and entry into the Union… // EUR-Lex. 2016. (электронный ресурс). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32016R1012 (дата обращения: 11.02.2026).
12. ***Cole J.*** (CDCB). What Role Does Inbreeding Play in Genetic Base Changes? // Council on Dairy Cattle Breeding (CDCB). 2025. (электронный ресурс). URL: https://uscdcb.com/what-role-does-inbreeding-play-in-genetic-base-changes/ (дата обращения: 11.02.2026).

13. ***Федеральный закон от 03.08.1995 № 123-ФЗ «О племенном животноводстве»*** // Официальный интернет-портал. URL: https://www.kremlin.ru/acts/bank/8161 (дата обращения: 11.02.2026).
14. ***Субсидии организациям по племенному животноводству (нормативный материал)*** // КонсультантПлюс. (электронный ресурс). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121639/7fddee877c9045654b9bb2dcd57ca543111daae7/ (дата обращения: 11.02.2026).
15. ***Инбридинг, его степени.*** Расчет коэффициента инбридинга по Райту–Кисловскому: методические указания (электронный ресурс). URL: biblio.bsau.ru/met.html?f=metodic%2F83111.pdf (дата обращения: 11.02.2026).
16. ***Goszczynski D. E., Molina A., Teran E., Morales-Durand H., Ross P., Giovambattista G., Demyda-Peyras S.*** Runs of homozygosity in a selected cattle population with extremely inbred bulls: Descriptive and functional analyses revealed highly variable patterns // PLoS ONE. 2018. Vol. 13(7). e0200069. (электронный ресурс). URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0200069 (дата обращения: 12.02.2026).
17. ***VanRaden P.M.*** Efficient methods to compute genomic predictions // Journal of Dairy Science. 2008. Vol. 91(11). P. 4414–4423. PMID: 18946147.
18. ***Purcell S., Neale B., Todd-Brown K., et al.*** PLINK: a tool set for whole-genome association and population-based linkage analyses // American Journal of Human Genetics. 2007. Vol. 81(3). P. 559–575. DOI: 10.1086/519795. PMID: 17701901.
19. FAO. Breeding strategies for sustainable management of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. Rome: FAO, 2010.
20. ***Meuwissen T. H. E.*** Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding // Journal of Animal Science. 1997. Vol. 75, No. 4. P. 934–940. PMID: 9110204.
21. ***Woolliams J. A., Berg P., Dagnachew B. S., Meuwissen T. H. E.*** Genetic contributions and their optimization // Journal of Animal Breeding and Genetics. 2015. Vol. 132, No. 2. P. 89–99. DOI: 10.1111/jbg.12148.
22. ***Clark S. A., Kinghorn B. P., Hickey J. M., van der Werf J. H. J.*** The effect of genomic information on optimal contribution selection in livestock breeding programs // Genetics Selection Evolution. 2013. Vol. 45. Article 44. DOI: 10.1186/1297-9686-45-44.
23. ***Kinghorn B.P.*** An algorithm for efficient constrained mate selection // Genetics Selection Evolution. 2011. Vol. 43. Article 4. DOI: 10.1186/1297-9686-43-4.
24. ***Cole J. B., Null D. J., VanRaden P. M.*** A simple strategy for managing many recessive disorders in a dairy cattle breeding program // Genetics Selection Evolution. 2015. Vol. 47. Article 94. DOI: 10.1186/s12711-015-0164-9.
25. ***Сермягин А. А., Быкова О. А., Лоретц О. Г., Костюнина О. В., Зиновьева Н. А.*** Оценка геномной вариабельности продуктивных признаков у животных голштинизированной черно-пестрой породы на основе GWAS анализа и ROH паттернов // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 2. С. 257–274. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.2.257rus.

Поступила в редакцию: 15.01.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, **Шендаков А.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия, e-mail: chr98@yandex.ru

*- работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ФГБОУ ВО Орловский ГАУ по теме: «Повышение генетического потенциала селекционных признаков в орловской популяции молочного скота» (FEEF 2024-0011, рег. №10240322800041-7-4.2.1).

УДК 616.15:636.234.1

Кибкало Л.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры частной зоотехнии, Курский ГАУ, г. Курск, Россия
e-mail: kibkaloli2009@rambler.ru
Бледнова Е.М., аспирант, Курский ГАУ
Kibkalo L.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor of the Department of Private Animal Science, Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia,
e-mail: kibkaloli2009@rambler.ru
Blednova E.M., Postgraduate student, Kursk State Agrarian University

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ РАЗНЫХ ЛИНИЙ

(Study of hematological parameters of Holstein cows of different lines)

Проведены гематологические исследования у коров голштинской породы, принадлежащих к разным линиям. Выявлено, что содержание общего белка в крови коров всех линий находится выше норматива. В группе животных линии Монтвик Чифтейн 95679 его выше на 7,14 г/л, в группе Вис Бэк Айдиал 1013415 – на 11,14 г/л и в крови коров линии Рефлекшн Соверинг 198998 на 6,14 г/л. Содержание кальция в крови коров разных линий соответствует нормативу и находится практически на одном уровне. Аналогичные показатели по неорганическому фосфору. Норматив по содержанию каротина показан на стойловый период содержания животных. Его содержание в крови коров линии Монтвик Чифтейн 95679 ниже норматива на 0,7 млг/%, у животных линии Рефлекшн Соверинг 198998 – на 0,02 мг/%. Показатель резервной щелочи у всех групп животных соответствует нормативу.

Ключевые слова: гематологические показатели, коровы, линии, общий белок кальций, каротин, неорганический фосфор, щелочной резерв.

Hematological studies were performed on Holstein cows belonging to different lineages. It was revealed that the total protein content in the blood of cows of all lines is above the norm. In the group of animals of the Montwick Chieftain 95679 line, it is higher by 7.14 g/l, in the Vis Back Ideal 1013415 group – by 11.14 g/l and in the blood of cows of the Reflection Sovering 198998 line by 6.14 g/l. The calcium content in the blood of cows of different lines corresponds to the standard and is almost at the same level. Similar indicators for inorganic phosphorus. The standard for the content of carotene is indicated for the stable period of animal husbandry. Its content in the blood of cows of the Montvik Chieftein 95679 line is lower than the norm by 0.7 mlg/%, in animals of the Reflection Sovering 198998 line – by 0.02 mg/%. The reserve alkali index in all groups of animals corresponds to the standard.

Keywords: hematological parameters, cows, lines, total protein, calcium, carotene, inorganic phosphorus, alkaline reserve.

Введение. Известно, что для всех клеток, тканей и органов животных кровь является необходимой средой. Она выполняет целый ряд важных функций в организме: все клетки и ткани снабжает питательными веществами, доставляет кислород, между органами и системами устанавливает гормональную связь, регулирует осмотическое давление в клетках.

Установлено, что в крови крупного рогатого скота содержится 60% гемоглобина. Многими исследованиями подтверждено, что состав крови в связи с возрастом животных, условиями содержания, кормления, сезона года изменяется.

Вместе с тем, показатели крови обусловлены обменом веществ, сменой природно-климатических условий в течение года. В тоже время по этому вопросу в литературе встречаются противоречивые сведения [1-4].

Важно отметить, что на состав крови крупного рогатого скота большое влияние оказывает уровень кормления и особенно полноценность рационов. Отдельные авторы приходят к выводу, что при голодании животных состав крови существенно не изменяется. Однако, некоторые исследователи при этом находят уменьшение в крови содержания гемоглобина и повышение щелочного резерва.

В основных показателях крови нами не установлено достоверной разницы между группами коров разных линий. В тоже время замечено, что отдельные показатели у коров линии Вис Бэк Айдиал 1013415 выше, чем у животных других линий.

Цель исследований – изучить гематологические показатели голштинских коров разных линий в условиях промышленной технологии.

Материал и методика исследований

Научно-хозяйственный опыт проведен на коровах голштинской породы, принадлежащих к разным линиям. Для опыта были отобраны три группы коров. В первую группу включены животные линии Монтвик Чифтейн 95679, во вторую – Вис Бэк Айдиал 1013415, в третью – Рефлекшн Соверинг 198998. Исследовали общий белок, кальций, каротин, неорганический фосфор, щелочной резерв.

За время проведения эксперимента использовали общепринятые в зоотехнии методики. Лабораторные исследования проведены в Курской областной ветеринарной лаборатории.

Результаты исследований и их обсуждение

В современных условиях в связи с дальнейшим подъемом животноводства и его интенсификации важное значение имеет оценка животных по интерьеру. Такая необходимость возникает в связи с внедрением промышленной технологии производства продуктов животноводства и применением новых приемов кормления, содержания, эксплуатации животных и возникающих при этом стрессах [5, 6, 7].

Исследователей интересует состав крови, её морфологические и биохимические особенности.

По показателям крови можно вести контроль за состоянием здоровья животных и изучением продуктивных показателей.

Морфологический и биохимический состав крови может служить показателем типа конституции животного, функционального состояния организма, его возможностей о повышении продуктивных качеств.

При содержании и эксплуатации коров голштинской породы в условиях крупного молочного комплекса с целью объективного суждения о состоянии их здоровья важно определить биохимический статус организма животных. В качестве критериев для такой оценки мы приняли содержание в крови общего белка, содержание кальция и неорганического фосфора, наличие щелочного резерва.

Результаты этой работы представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Биохимический анализ крови

Показатель	Линии животных			Норма
	Монтвик Чифтейн 95679	Вис Бэк Айдиал 1013415	Рефлекш Соверинг 198998	
Общий белок, г/л	80	84	79	72,86
Кальций, ммоль/л	2,58	2,64	2,55	2,5-3,13
Каротин, мг %	0,33	0,42	0,38	0,4-1,0
Неорганический фосфор, ммоль/л	2,01	1,84	2,01	1,45-1,94
Щелочной резерв, об. % CO_2	53,76	49,28	49,11	46-66

Известно, что основную часть сухого вещества плазмы составляют белки. Общее их количество равняется 6-8 %.

Белки плазмы крови выполняют многообразные функции. Они поддерживают нормальный объем крови и постоянное количество воды в тканях. Оставаясь в крови, они притягивают некоторое количество воды из тканей в кровь и создают онкотическое давление.

Большую роль играют белки в транспорте питательных веществ. Участвуют в свертывании крови, поддерживают кислотное равновесие, стабилизируют кровь, препятствуя чрезмерному оседанию эритроцитов.

В нашем примере содержание общего белка в крови коров всех генеалогических линий находится выше норматива. В группе коров линии Монтвик Чифтейн его выше на 7,14 г/л, в группе Вис Бэк Айдиал – на 11,14 г/л и в крови коров линии Рефлекшн Соверинг на 6,14 г/л.

Данные о содержании кальция свидетельствуют о том, что его содержание в крови животных разных линий находится практически на одном уровне и соответствует нормативу. В тоже время несколько выделяются по этому показателю животные линии Вис Бэк Айдиал.

Что касается неорганического фосфора, то его содержание в крови животных всех генеалогических групп соответствует нормативу. В крови животных линии Монтвик Чифтейн и Рефлекшн Соверинг он находится на одном уровне, в то время как у коров линии Вис Бэк Айдиал его содержание на 0,17 ммоль/л меньше, чем в других группах.

Если анализировать содержание каротина, то следует отметить, что норматив здесь показан на стойловый период животных.

Полученные нами данные свидетельствуют, что содержание каротина в крови коров линии Монтвик Чифтейн на 0,7 мг% ниже норматива, у коров линии Рефлекшн Соверинг незначительное снижение – на 0,02 мг%. В крови линии Вис Бэк Айдиал этот показатель превышает норматив на 0,02 мг%.

Запас щелочных солей в крови, определяющий её буферную способность, называется щелочным резервом. Он обуславливает устойчивость организма при напряженных физиологических процессах животного.

В наших исследованиях этот показатель всех групп животных соответствует нормативу.

Таким образом, содержание в крови животных разных генеалогических линий общего белка, кальция и фосфора объективно свидетельствует о клинико-физиологическом статусе, позволяющем проявлять им высокую молочную продуктивность. Нормальный обмен веществ в организме дает основания считать о высокой адаптационной способности голштинов к различным климатическим и кормовым условиям Центрального Черноземья и возможность использования их для увеличения производства молока.

Выводы. На основании вышесказанного можно заключить, что физиологическое состояние организма и обмен веществ у голштинских коров в условиях Центрально-Черноземного региона нормальные, что, в свою очередь, позволяет утверждать, что они способны и в этом регионе проявлять высокую молочную продуктивность.

Литература

1. ***Александрова Ю.А.*** Динамика биохимических показателей крови коров с разным уровнем молочной продуктивности / Ю.А. Александрова // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. - №3 (3). – С.5-9.
2. ***Киреева К. В.*** Биохимические показатели крови коровы при использовании кормовых добавок / К. В. Киреева, Н. М. Костомахин, Т.В. Куренинова, Н.Ю. Беляева // Главный зоотехник. – 2023. - №10(243). – С.3-15.
3. ***Костомахин Н.*** Хозяйственно-полезные признаки коров в зависимости от их линейной принадлежности / Н. Костомахин, М. Крестьянинов, Ю. Крестьянинова // Главный зоотехник. – 2011. - №4. – С.6-12.
4. ***Красота В.Ф., Джапаридзе Т.Г., Костомахин Н.М.*** Разведение сельскохозяйственных животных. – 5-е изд., перераб. и доп. М.: КолосС, 2005. – 424с.
5. ***Ляшук Р.Н.*** К вопросу о голштинизации черно-пестрого скота в Орловской области / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, М. В. Востров, В.В. Сорокин // Вестник Орловского ГАУ. – 2007. -№1. - С.38-41.
6. ***Самусенко Л.Д.*** Молочная продуктивность коров в зависимости от их линейной принадлежности / Л.Д. Самусенко // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. - №2. – С.30-31.
7. ***Шендаков А.И.*** Оценка эффективности отбора скота черно-пестрой породы по молочной продуктивности / А.И. Шендаков // Вестник Орел-ГАУ. – 2010. - №6. – С.93-100.
8. ***Шендаков А. И.*** Взаимосвязь интенсивности роста с молочной продуктивностью у первотелок голштинской породы / А.И. Шендаков, Т.А. Шендакова // Молочное и мясное скотоводство. – 2025. – № 1. – С. 35-40. – DOI 10.33943/MMS.2025.73.74.006.

Поступила в редакцию: 15.01.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Кибкало Л.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, Курский ГАУ, e-mail: kibkaloli2009@rambler.ru, **Бледнова Е.М.,** аспирант, Курский ГАУ

УДК 633.2.03

Митина Е.В., кандидат с.-х. наук, amigo1870@yandex.ru
Резвякова С.В., доктор с.-х. наук, lana8545@yandex.ru
Митин А.Р., студент 4 курса
Mitina E.V., PhD in Agricultural Sciences, amigo1870@yandex.ru
Rezvyakova S.V., Doctor of Agricultural Sciences, lana8545@yandex.ru
Mitin A.R., student
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
FSBEI of HE «N.V. Parakhin Orel State Agrarian University», Orel, Russia

АНАЛИЗ СХЕМЫ ЗЕЛЕНОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ МОЛОЧНОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ЦЧР РОССИИ

(Analysis of a green conveyor design for dairy cattle in the Central Chemical region of Russia)

Многочисленные литературные источники свидетельствуют, что кормовые культуры, используемые в системе зеленого конвейера должны обладать высокой урожайностью, повышенным содержанием белка, хорошо поедаться крупным рогатым скотом и быть пригодными для использования, как на пастбище, так и в скошенном виде. Заготовкой кормов занимается агрономическая служба и при этом результативность ее работы оценивается показателями общей урожайности и объемом получаемой продукции с единицы площади. Главное внимание в этом процессе уделяется технологии возделывания растений, а требования животноводства сводятся лишь к видовому разнообразию кормов. При этом не учитывается изменение химического состава растений в зависимости от фазы развития и без учета в сезонных изменениях структуры кормовой базы. Такой подход к подбору культур для схем зеленого конвейера существует длительное время. Однако, как показывает практика, для реализации потенциала продуктивности молочных пород крупного рогатого скота необходимо строго нормировать рационы по содержанию питательных веществ и обменной энергии, а следователь подбирать такие звенья конвейера, которые гарантированно позволят получить полноценный зеленый корм с оптимальным соотношением химического состава. Таким образом, в решении вопроса обеспечения кормами необходимо учитывать потребности отрасли животноводства, не нарушая при этом агротехнические требования и обеспечивая экологическую устойчивость и экономическую эффективность. В статье приведена схема зеленого конвейера, разработанная на основе авторских методик оценки кормовых культур с учетом потребности молочного скота в зеленом корме с запланированной продуктивностью для условий Центрально-Черноземного региона России.

Ключевые слова: кострец безостый, суданская трава, травосмеси, индекс нормы рациона, потенциал продуктивности

Abstract. Numerous literary sources indicate that forage crops used in green conveyor systems must have high yields, increased protein content, be easily palatable by cattle, and be suitable for both pasture and mown use. Forage procurement is handled by the agronomic service, and its effectiveness is measured by overall yield and the volume of output per unit area. The primary focus in this process is on crop cultivation technology, while livestock requirements are limited to the diversity of forage species. This approach ignores changes in the chemical composition of plants depending on the development stage and does not account for seasonal changes in the forage supply structure. This approach to selecting crops for green feedstock systems has been around for a long time. However, as practice shows, realizing the productivity potential of dairy cattle requires strictly standardizing diets for nutrient and metabolizable energy content, and then selecting feedstock links that guarantee complete green feed with optimal chemical composition. Therefore, when addressing feed supply issues, it's important to consider the needs of the livestock industry while adhering to agronomic requirements and ensuring environmental sustainability and economic efficiency. The article presents a green conveyor system diagram developed using proprietary methods for evaluating forage crops, taking into account the dairy cattle's green feed needs with planned productivity for the Central Black Earth Region of Russia.

Keywords: awnless brome grass, Sudan grass, grass mixtures, ration rate index, productivity potential

Введение Зеленые корма, обеспечивая полноценность питания животных, способствуют повышению продуктивности и улучшению качества получаемой продукции [1]. Известно, что на получение травяного фуража затрачивается незначительное количество трудовых и энергетических затрат. Себестоимость животноводческой продукции в хозяйствах в летний период в 1,5-2 раза ниже, чем в зимний [2, 3].

В хозяйствах Центрально-Черноземного региона, где преобладает стойлово-лагерный метод содержания крупного рогатого скота, целесообразно применять комбинированную модель зеленого конвейера. Этот подход предполагает одновременное использование пастбищ и свежескошенной травы, полученной как с многолетних, так и однолетних посевов кормовых культур.

Основы создания зеленого конвейера тесно переплетаются с научными методами формирования кормовой базы. Зеленый конвейер достигает максимальной эффективности при условии грамотного выбора кормовых культур [4,5].

Цель исследований Цель исследований заключалась в разработке зеленого конвейера для молочного скота на основе принципов и методик, обеспечивающих формирование полноценной кормовой базы при экологической и экономической целесообразности производства в системе: животное-растение-почва.

Условия, материалы и методы. Почва опытных участков серая лесная среднесуглинистая, содержание гумуса (по Тюрину и Кононовой) - 2,4%, pH солевой вытяжки - 4,9, гидролитическая кислотность (по Кирсанову) - 2,71 мг-экв. на 100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) - 37,1 мг./100 г почвы, обменного калия (по Кирсанову) - 13,6 мг/100 г. почвы, NO_3 - 4,40 мг/100 г, NH_4 - 1,9 мг/100 г, подвижных форм микроэлементов-бора - 32,0, никеля - 33,0, йода - 3,4, ванадия - 145,0, молибдена - 3,1, меди - 22%, цинка - 71,5, кобальта - 8,0, марганца - 710,0 мг/кг сухой массы.

Перед закладкой опыта проведено известкование почвы. Внесено 5 т/га известковой муки. Агротехнические мероприятия по каждой культуре проведены в соответствии с технологиями, разработанными и рекомендованными для зоны исследований. В исследованиях использованы методики, позволяющие получить достоверные научные данные в полевых и лабораторных опытах. Полевые опыты проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа [6]. При оценке кормовых культур по технико-экономическим показателям использовали методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур.

Для более полной оценки и характеристики растений, кормов, рационов, кормовой базы и зеленого конвейера в процессе исследований разработаны и использованы критерии их оценки: «энергоемкость кормовых культур», «потенциал продуктивности растений и травосмесей» и «индекс нормы рациона» [7, 8].

Результаты и обсуждение. Изучив современные разработки по организации зеленого конвейера для молочного скота и результаты собственных полевых и аналитических исследований, мы проанализировали схему зеленого конвейера, составленную нами для ЦЧР Российской Федерации с учетом агроэкологических требований и окупаемости затрат совокупной энергии. Схема зеленого конвейера представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема зеленого конвейера для молочного скота

Кормовая культура, травосмесь		Сроки выполнения работ		
		посев	*использование*	
			укосное	*пастбищное*
Вико-ржаная смесь		10-15.08	15.05-20.05 31.09-20.10	-
Кострец	1 цикл	прошлых лет	-	21.05-10.06
	2 цикл		-	21.06-5.07
	3 цикл		-	1.08-15.08
Кострец + клевер	1 цикл	прошлых лет	-	1.06-20.06
	2 цикл		-	16.07-31.07
	3 цикл		-	21.08-30.08
	4 цикл		-	21.09-31.09
Овес + вика		1-15.04	1.07-20.07	-
Суданская трава	1 укос	1-5.05	21.07-5.08	-
	2 укос		11.09-31.09	-
Кукуруза		1-5.05	6.08-10.09	-

В отличие от вариантов, где первой культурой, используемой на зеленый корм, является озимый рапс, мы предлагаем вико-ржаную смесь, которая хорошо адаптирована к местным условиям и дает стабильный урожай зеленой массы высоких кормовых достоинств. При сравнительном использовании зеленого корма из рапса и вико-ржаной смеси в составе зимнего рациона вместо силоса, индекс нормы рациона ($ИНР_{20}$) по 7 энергетическим показателям повышается с 0,71 у рапса до 0,86 у вико-ржаной смеси. Потенциал продуктивности рациона, включающего травосмесь, был равен 16,5 кг, что на 0,5 кг выше планируемого удоя. Кроме того, коэффициент биоэнергетической эффективности вико-ржаной смеси выше, чем у рапса в среднем на 37,9% и составляет 1,32. Поскольку компонентный состав травосмеси меняется в зависимости от фазы вегетации, изменяются и показатели потенциала продуктивности и полноценности корма, регулировать которые можно путем введения новых культур или компонентным составом концентратов (см. таблицу 2).

С 15 мая по 1 июня травостой костреца безостого имеет высоту 20-25 см и пригоден к пастбищному использованию. По нашим данным использование вико-ржаной смеси в количестве 46,7 кг и пастбищного корма из костреца безостого в количестве 23,3 кг повышает кормовые достоинства рациона.

Проанализировав варианты без концентратов и с подкормкой ячменем, мы пришли к выводу, что использование смеси более целесообразно, чем использование рапса, так как высокие показатели энергоемкости - 1,11 и потенциала продуктивности - 17,8 могут быть получены без подкормки концентратами. Включение в рацион ячменя в количестве 2 кг спо-

собствует повышению потенциала продуктивности на 0,9 кг при неизменном $ИНР_{(20)}$. Целесообразность использования концентрированных кормов в данном варианте может быть обоснована дополнительными опытами по кормлению животных.

Таблица 2 - Основные характеристики опытного зеленого конвейера

Вариант	Сроки использования		Количество, кг			$ИНР_{20}$	Энергоемкость	Потенциал продуктивности	Коэффициент биоэнергетической эффективности
	начало	конец	паст.	подкормка	концентраты				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рожь + вика + зимний рацион	15,05	20,05	-	17,0	4,8	0,86	1,03	16,5	1,32
Рожь + вика (87:13%) + костец 1 цикл стравливания	21.05	31.05	23,3	46,7	-	0,29	1,11	17,8	5,80
Костец + (клевер + костец) 1 цикл + ячмень	1.06	10.06	42,2	-	2,5	0,43	1,09	17,4	
Костец + клевер (17:83) + ячмень	11.06	20.06	70,0	-	4,3	0,43	1,01	16,2	
Костец 2 цикл + ячмень	21.06	30.06	60,0	-	1,0	0,14	1,10	17,6	
Костец 2 цикл + вика+овес (45:55, 40:60)	1.07	5.07	20,0	50,0	-	0,29	1,05	16,8	2,49
Овес + вика (60:40) + ячмень	6.07	15.07	-	60,0	2,5	0,43	1,00	16,0	
Овес + вика (83:17) + клевер+ костец (85:15)+ ячмень	16.07	20.07	35,0	35,0	2,0	0,57	1,01	16,2	
Клевер + костец (85:15) + суданка + ячмень	21.07	31.07	40,0	30,0	2,6	0,57	1,00	16,00	2,57
Суданка 1 укос + костец 3 цикл стравливания	1.08	5.08	35,0	35,0	-	0,14	1,09	17,5	
Костец + кукуруза	6.08	15.08	40,0	30,0	-	0,14	1,02	16,3	
Кукуруза + ячмень	16.08	20.08	-	70,0	3,1	0,86	1,0	16,0	2,50
Кукуруза + клевер + костец (85:15) + ячмень	21.08	30.08	40,0	30,0	4,0	0,43	1,01	16,2	
Кукуруза	1.09	10.09	-	70,0	-	0,57	1,11	17,8	
Суданка (2укос) + ячмень	11.09	20.09	-	70,0	0,5	0,86	1,02	16,2	
Суданка + яч-мень+клевер+костец (95:5) 4 цикл	21.09	31.09	20,0	50,0	2,0	0,71	1,02	16,3	
Рожь + вика + зимний рацион	31.09	20.10	-	17,0	4,8	0,86	1,03	16,5	

С 1 по 10 июня к использованию пригоден травостой клеверо-кострецового пастбища, а также пастбищ, состоящих из многолетних злаковых трав - костреца безостого и двукисточника тростникового. Наши наблюдения показали, что в 1 цикле стравливания соотношение компонентов в клеверо-кострецовой смеси составляет 83:17%. Учитывая, что содержание бобовых и злаковых компонентов должно обеспечивать оптимальные показатели полноценности и биоэнергетической эффективности, клеверо-кострецовую травосмесь целесообразно использовать с добавлением злакового компонента.

Проанализировав рацион, состоящий из 42,2 кг клеверо-кострецовой смеси (83:17) и 27,8 кг костреца, мы получили низкие показатели энергоемкости и потенциала продуктивности. При добавлении 2,5 кг концентратов (ячменя) показатели заметно повысились: потенциал продуктивности возрос на 3,2 кг, что выше планируемого удоя на 8,8%, а энергоемкость на 0,18 и достигла уровня - 1,07, $ИНР_{20}$ до 0,43.

При таком сочетании кормов рацион сбалансирован по обменной энергии, сухому веществу и клетчатке, наблюдается избыток протеина на 56,2%, саха-

ра на 57,2%, недостаток крахмала на 28,1% и избыток жира на 75,5%.

Анализ рекомендованного компонентного состава травосмеси (50:50) свидетельствует о несбалансированности корма по важнейшим элементам. Решить его можно путем последовательного увеличения доли злакового компонента. После того как будет установлено оптимальное сочетание компонентов, расчет добавок к основной травосмеси может быть осуществлен описанным выше способом.

В период с 10 по 20 июня на клеверо-кострецовом пастбище целесообразно использовать 4,3 кг концентрата. Количество зерна выбрано не случайно, а в связи с тем, что клеверо-кострецовая смесь в этот период обеспечивает животных в обменной энергии в объеме 104,3 МДж или лишь на 70%. Поэтому, чтобы повысить потенциал продуктивности животных необходимо существенно увеличить энергоемкость корма. В 1 кг зерна ячменя содержится 10,5 МДж обменной энергии. Для того чтобы обеспечить дойных коров в обменной энергии необходимо к зеленому корму добавить 4,3 кг концентрата. Такой корм имеет следующие показатели: $ИНР_{20}$-0,43, что выше на 0,29 индекса при скармливании клеверо-кострецовой смеси без концентратов, а потенциал продуктивности равен планируемому удою и составляет 16,2 кг молока от каждой коровы (таблица 2).

С 20 июня начинается второй цикл стравливания костреца безостого. В течение 10 дней мы предлагаем использовать его в количестве 60 кг, с добавлением 1 кг ячменя, показатели его заметно улучшаются. Сокращение суточной нормы потребления зеленого корма объясняется абсолютной несбалансированностью рациона, состоящего из 70 кг костреца. $ИНР_{20}$ зеленого корма из костреца безостого равен нулю, так как все элементы в нем, за исключением крахмала, находятся в избытке, последний же отсутствует совсем.

Использование же 60,0 кг травы костреца и 1 кг концентрата, приводит к улучшению показателя $ИНР_{20}$ до 0,14, а потенциал продуктивности на 10% превышает планируемый удой. Коэффициент биоэнергетической эффективности костреца при использовании в течение трех лет выше, чем других культур зеленого конвейера и составляет 5,80, что также свидетельствует о целесообразности включения его в летние рационы.

Наши исследования показали, что при посеве вико-овсяной смеси с нормой высева 4,5-5,0 млн. семян на 1 га (овса - 3,3 млн. шт. семян, вики - 1,2 млн. шт. семян на 1 га) соотношение компонентов в зеленой массе существенно изменялось от начала к концу уборки. В фазе колошения овса содержание его по годам исследования колебалось от 40 до 83%. Это свидетельствует о необходимости контроля конкретной ситуации, сложившейся при поступлении основного корма и управления составом травосмеси в желаемых вариантах.

Урожайность вико-овсяной смеси в наших опытах в среднем за 3 года составила 28,7 т/га или 60,3 ГДж/га. Коэффициент окупаемости при затратах совокупной энергии 32,1 ГДж/га равнялся в среднем 1,88, что свидетельствует о рентабельности возделывания травосмеси. При оценке травосмеси состоящей из 54,02 кг костреца и 16,0 кг вико-овсяной травосмеси с соотношением компонентов (злаки - бобовые 40:60%), 29,2 кг костреца и 40,8 кг вико-овсяной смеси следует отметить, что зеленая масса обоих вариантов плохо сбалансирована. Индекс нормы рациона в обоих случаях равен 0,14 и сбалансированность была лишь по показателю обменной энергии. Показатель энергоемкости был выше в первом варианте на 7,8%, а потенциал продуктивности на 1,3 кг. При добавлении к травосмеси ячменя в количестве 2,0 кг индекс нормы рациона в первом случае ухудшился до 0, в связи с увеличением элементов и без того находящихся в избытке, а во втором остался неизменным. Показатели энергоемкости увеличились соответственно на 0,14. Потенциал продуктивности в обоих вариантах возрос в 1,1 раза по сравнению с рационом без применения концентратов. Несмотря на высокие показатели энергоемкости и потенциала продуктивности рекомендованные производству корма несбалансированны практически по всем показателям и нуждаются в тщательной корректировке. Игнорирование этого факта приведет к потере 25-30% кормов, удорожанию и снижению качества животноводческой продукции.

С 5 по 12 августа наряду с зеленым кормом костреца пригодна к использованию горохо-овсяная смесь. Урожайность ее в среднем за 2 года составила 29,0 т/га, что в энергетических показателях равно 54,0 ГДж/га обменной энергии. В составе травосмеси преобладали злаки, доля их составляла до 70%.Индекс нормы рациона при анализе 7 показателей составляет 0,57. Сокращение количества вико-овсяной смеси до 60,0 кг и включение подкормки в виде 2,5 кг ячменя улучшает энергоемкость и потенциал продуктивности корма до нормы. Но снижает $ИНР_{20}$ до 0,43 за счет избытка крахмала, который был в корме в варианте без концентратов. В целом и в том и в другом рационе наблюдается избыток таких питательных веществ, как протеин (на 49,0-54,0%), сахар (26,0-46,0%), жир (на 23,0-27,0%) . Путем подбора других культур, рецепта комбикорма, различных добавок и т.д., используя наши методики индекс рациона можно улучшить, доведя его до нормы.

С 15 июля клеверо-кострецовая травосмесь пригодна к повторному стравливанию. В течение 5 дней возможно ее использование совместно с вико-овсяной травосмесью. В этот период количество ее в рационе может составить около 35 кг. Соотношение компонентов в ней, по нашим учетам, находится в пределах: 83% овса и 17% вики, а клеверо-кострецовая смесь во втором цикле стравливания по нашим наблюдения содержит 85% клевера и 15% костреца. Использование этих травосмесей в равных количествах позволит иметь соотношение бобовых и злаковых компонентов в корме по 50%. Анализ суточного объема корма без концентратов и с концентратами показал, что лучшим будет вариант с использованием концентрированных кормов. Индекс нормы рациона в этом варианте равен 0,57, что превышает показатель травосмеси без ячменя на 0,14. К тому же зеленые корма в чистом виде не обеспечивают получение запланированной продуктивности. Потенциал продуктивности травосмесей равен 13,9 кг. В варианте, где зеленая масса использу-

ется с концентратами, потенциал составляет 16,2 кг, что на 0,2 кг выше планируемого удоя.

В период с 21 июля по 31 июля в качестве злакового компонента к клеверо-кострецовой травосмеси может использоваться суданская трава. Соотношение компонентов в клеверо-кострецовой травосмеси в этот период составляет 85:15%. Расчет показал, что к такой травосмеси необходимо ежесуточно добавлять около 30,0 кг злакового корма. Анализ показателей энергоемкости и потенциала продуктивности свидетельствует о том, что без добавления концентратов использование этих кормов приведет к недополучению ежесуточно от каждой коровы по 2,9 кг молока. Поэтому, для удовлетворения потребности в энергии предлагаем включить в рацион 2,6 кг зерна ячменя. Это улучшит показатель энергоемкости до 1,0 против 0,82 и обеспечит получение запланированной продуктивности. Суточный объем корма в этом случае будет сбалансирован по обменной энергии, сухому веществу, сахарам и жиру. Дисбаланс будет выражен избытком протеина (32,4%) при недостатке клетчатки и крахмала, соответственно на 22-23%. Путем более тщательного расчета возможен подбор кормовых компонентов обеспечивающих улучшение кормов до нормы.

В течение 5 дней с 1 по 5 августа суданская трава может быть использована в смеси с зеленой массой кострецового пастбища. При использовании этих кормов равными объемами по 35,0 кг, мы получили следующие результаты: потенциал продуктивности был равен 17,5, что выше планируемого удоя на 9,4%, индекс нормы рациона составил 0,14 и был не сбалансирован по протеину, сахару, жиру и клетчатке. Все эти показатели находились в избытке. Содержание крахмала было ниже суточной нормы на 94,7%, а, следовательно, одним из вариантов улучшения баланса веществ в корме может быть снижение и замена его на равное по энергии количество концентратов. Такой подход к решению вопроса позволит устранить и дефицит крахмала.

Ситуация, описанная выше, наблюдается и в период с 6 по 15 августа, где злаковый корм представлен зеленой массой кукурузы. При использовании его в количестве 30,0 кг с 40,0 кг зеленой массы костреца показатели энергоемкости и потенциала продуктивности находятся в пределах нормы. Однако $ИНР_{20}$ равен лишь 0,14. Улучшить этот показатель можно тем же способом, что и в предыдущем случае.

С 16 по 20 августа кукуруза находится в фазе цветения и при использовании ее полной нормой не позволяет получить запланированную продуктивность. Однако, как показали наши исследования, добавление 3,1 кг зерна ячменя (именно столько необходимо, чтобы погасить дефицит в обменной энергии) улучшает все исследуемые показатели, а также балансирует суточное количество корма по всем анализируемым веществам, за исключением сухого вещества, которое находится на 34,2% выше нормы. Потенциал продуктивности в этом варианте равен планируемому удою.

С 21 по 30 августа кукуруза в фазе молочной спелости пригодна к использованию в сочетании с третьим циклом клеверо-кострецовой травосмеси. Как показали наши наблюдения, соотношение злаковых и бобовых компонентов в это время равно 85:15. Поэтому для равного количества бобовых и злаковых кормов, которое считается идеальным в литературных источниках, в суточном рационе должно содержаться 40 кг смеси и 30 кг зеленой массы кукурузы. Анализ рационов показал, что использование этих кормов без концентратов не обеспечивает получение планируемого удоя. При изменении злаковых и бобовых компонентов в рационе до соотношения 60:40%, количество смеси должно составить 33 кг, а количество кукурузы - 37 кг. Однако потенциал продуктивности также остается ниже планируемого удоя на 4,2 кг, при изменении соотношения злакового и бобового компонентов до 40:60 также невозможно получение планируемую продуктивность от каждой коровы. Поэтому мы предлагаем, как и в предыдущих вариантах уменьшить долю зеленого корма и добавить концентраты. Добавка ячменя в количестве 4,0 кг не влияет существенно на показатели полноценности корма, но повышает коэффициент энергоемкости с 0,73 до 1,01.

С 1 по 10 сентября кукуруза вступает в фазу молочно-восковой спелости и по рекомендации ряда исследователей может использоваться на корм скоту полной нормой. Анализ полноценности зеленой массы кукурузы показал, что она имеет высокие показатели потенциала продуктивности и энергоемкости (1,11). Индекс нормы рациона, как при использовании концентратов, так и без них равен 0,57. Наблюдается избыток сахара на 46,7-111,6% при недостатке протеина на 23-27%. Несмотря на то, что при изменении фаз вегетации от цветения до молочно-восковой спелости в кукурузе увеличивается содержание крахмала, в исследуемом рационе наблюдался его недостаток на 84.6%. Улучшить полноценность корма можно путем добавления в концентрированные корма бобовых компонентов.

С 11 по 20 сентября возможно использование второго укоса суданской травы. При использовании ее без концентратов потенциал продуктивности ниже планируемого удоя на 0,3 кг, поэтому необходима подкормка ячменем в количестве 0,5 кг. Это повышает все показатели, характеризующие полноценность корма. Индекс нормы рациона увеличивается с 0,71 до 0,86 и сбалансирован практически по всем показателям. Наблюдается лишь нехватка крахмала. Потенциал продуктивности выше планируемого удоя на 1,9%. Коэффициент биоэнергетической эффективности суданской травы равен 2,59. Поэтому по совокупности положительных показателей она является перспективной для зеленого конвейера в исследуемой зоне.

С 21 по 31 сентября суданская трава может быть использована совместно с клеверо-кострецовой смесью четвертого цикла стравливания. Наши наблюдения показали, что в этот период клевер преобладает в травосмеси на 95%, поэтому путем расчетов находим, что количество зеленого корма из суданской травы должно быть около 50,0 кг, при обязательном использовании концентратов. Без них невозможно получение запланированного удоя. Потенциал продуктивности в этом случае равен 12,5 кг (см. таблицу 1). Индекс нормы рациона в обоих вариантах равен 0,71,

наблюдается избыток протеина на 23,0% при дефиците крахмала на 35,5% от нормы.

Завершается зеленый конвейер использованием вико-ржаной смеси в качестве подкормки к зимнему рациону.

Выводы. Таким образом, анализ результатов наших исследований показал, что к формированию схем и структуры зеленого конвейера необходимо подходить с позиции неразрывной взаимосвязи между требованиями нормированного кормления сельскохозяйственных животных, с одной стороны, и агротехникой выращивания кормовых культур - с другой. При несоблюдении этого принципа животные получают несбалансированные по основным питательным веществам и энергии корма, не обеспечивающие планируемых удоев. На примере разработанного нами зеленого конвейера показан механизм контроля и управления организацией его основных схем и структур, а также кормовой базой в целом. Предложенные нами критерии оценки кормовых культур, как традиционных, так и интродуцируемых, позволяют производить подбор растений, отвечающих требованиям полноценного кормления сельскохозяйственных животных, а также прогнозировать продуктивность молочного скота в зависимости от используемого корма.

Литература

1. ***Кузнецов И.Ю***. Зеленый конвейер для КРС / И. Ю. Кузнецов, И. А. Поздняков // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею ученого-селекционера, Заслуженного изобретателя РФ, Заслуженного деятеля науки РСО-Алания, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Сарры Абрамовны Бекузаровой, Владикавказ, 18 февраля 2017 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 240-242
2. ***Ступаков И.А.*** Зеленый конвейер / И. А. Ступаков, А. В. Шумаков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 5. – С. 57-59.
3. ***Павлова С.А.*** Организация зеленого конвейера из районированных многолетних трав в условиях Крайнего Севера / С. А. Павлова, Е. С. Пестерева // Аграрная наука. – 2021. – № 7-8. – С. 93-96
4. ***Кузнецов И.Ю.*** Зеленый конвейер для КРС / И. Ю. Кузнецов, И. А. Поздняков // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею ученого-селекционера, Заслуженного изобретателя РФ, Заслуженного деятеля науки РСО-Алания, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Сарры Абрамовны Бекузаровой, Владикавказ, 18 февраля 2017 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 240-242.
5. ***Векленко В.И.*** Организация зеленого конвейера для производства продукции скотоводства / В. И. Векленко, А. В. Малахов, Р. В. Солошенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3
6. ***Доспехов Б.А.*** Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва: Альянс, 2011. – 350 с.
7. ***Митина Е.В***. Энергетическая оценка кормовых растений в составе рациона / Е. В. Митина // Биологические основы современной агрономии: по материалам научно-практических конференций молодых ученых и аспирантов факультета агробизнеса и экологии, Орел, 01 января – 31 2004 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
8. ***Организация зеленого конвейера на пастбищный период*** / Г. И. Дурнев, В. В. Коломейченко, А. А. Осин [и др.]. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2006. – 16 с.

Поступила в редакцию: 15.01.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Митина Елена Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и защиты растений, amigo1870@yandex.ru, **Резвякова Светлана Викторовна,** доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агроэкологии и защиты растений https://orcid.org/0000-0002-7681-4516, E-mail: **lana8545@yandex.ru** **Митин Артем Романович**, студент 4 курса ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия.

УДК 664.9:613.2

Лазарева Т. Н., кандидат технических наук, директор ИНИИ ЦКП
Мурленков Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
Киреева О. С., кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина», Орел, Россия
Lazareva T. N., Candidate of Technical Sciences, Director of the IRI CUC
Murlenkov N. V., Candidate of Agricultural Sciences, researcher
Kireeva O. S., Candidate of Technical Sciences
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin", Orel, Russia, e-mail: iniic@orelsau.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗИРОВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ В СОСТАВЕ ЗЕРНОВОГО КИСЕЛЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

(Determination of the Optimal Dosage of a Biologically Active Additive in a Cereal Kissel for the Prevention of Metabolic Disorders)

Аннотация. Целью работы являлось обоснование рациональной дозировки биологически активной добавки (БАД) в составе зернового киселя на рисовой основе, предназначенного для профилактической направленности при метаболических нарушениях. Объектом исследования служили рецептуры киселей с фиксированным содержанием рисовой муки (5,74 г/100 мл), лимонной кислоты (0,1 г/100 мл) и воды (99,1 мл) при варьировании дозы БАД. Органолептическую оценку проводили по пяти показателям (цвет, вкус, аромат, консистенция, внешний вид) по 5-балльной шкале с последующим расчетом интегрального балла (0–25). Установлено, что при увеличении дозы БАД от 0,65 до 1,95 г/100 мл интегральная органолептическая оценка возрастает с 19,5 до 22,0 балла, а при дальнейшем повышении до 2,60 г/100 мл снижается до 21,0 балла вследствие ухудшения вкуса и частичного снижения оценки консистенции. По экспериментальным данным локальный максимум органолептической приемлемости достигается при дозе 1,95 г/100 мл.

Ключевые слова: зерновой кисель, биологически активная добавка, метаболические нарушения, органолептическая оценка, регрессионная модель.

Abstract. The study aimed to substantiate a rational dosage of a biologically active additive (BAA) in a rice-based cereal kissel intended for preventive nutrition in metabolic disorders. The object of the study was a set of kissel formulations with a fixed content of rice flour (5.74 g/100 mL), citric acid (0.10 g/100 mL) and water (99.1 mL), while varying the BAA dosage. Sensory evaluation was carried out using five attributes (colour, taste, aroma, consistency, appearance) on a 5-point scale, followed by calculation of an integral score (0–25). It was found that increasing the BAA dosage from 0.65 to 1.95 g/100 mL raised the integral sensory score from 19.5 to 22.0 points, whereas a further increase to 2.60 g/100 mL reduced the score to 21.0 points due to deterioration of taste and a partial decrease in the consistency rating. According to the experimental data, a local maximum of sensory acceptability was achieved at a BAA dosage of 1.95 g/100 mL.

Keywords: cereal kissel; biologically active additive; metabolic disorders; sensory evaluation; regression model.

Введение. Метаболический синдром и связанные с ним нарушения рассматриваются как состояние, в котором питание выступает одним из ключевых управляемых факторов риска и профилактики [1, 6]. В связи с этим, функциональные пищевые продукты и напитки на растительной или зерновой основе остаются востребованным направлением, поскольку позволяют комбинировать снижение энергетической ценности, пищевую ценность и введение биологически активных компонентов в привычную пищевую матрицу [5]. В этом контексте кисель как продукт удобен технологически и потребительски: его рецептура вариативна, он относится к группе пищевых концентратов и изделий на зерновом сырье, а технологические подходы к производству и формированию качества хорошо описаны в литературе [2, 4].

Однако при разработке специализированных безсахарных вариантов возникает практическая задача: обеспечить приемлемые органолептические свойства при внесении функциональных ингредиентов, поскольку рост дозировки БАД может улучшать функциональную направленность, но одновременно ухудшать вкус и консистенцию, снижая потребительскую приемлемость и технологическую воспроизводимость [2 ,5].

Отдельный аргумент актуальности задается наличием отечественной разработки БАД/питательной смеси специализированного назначения для профилактики метаболического синдрома и ожирения, закрепленной патентом, что подтверждает научно-технологическую новизну состава и практическую направленность применения [7]. При этом для реального использования такого компонента в составе конкретного продукта требуется технологическое обоснование дозировки именно в выбранной матрице, с учетом качества по органолептическим показателям и возможности моделирования рецептуры [3, 7]. Следовательно, нерешенной прикладной задачей остается определение рациональной дозировки БАД и верхней границы ее внесения, обеспечивающих компромисс

между функциональной направленностью продукта и его органолептической приемлемостью [2, 3, 5].

Цель исследования: определить рациональную дозировку биологически активной добавки в составе безсахарного зернового киселя на рисовой основе для получения продукта, ориентированного на профилактику метаболических нарушений, при сохранении высоких органолептических показателей.

Задачи исследования: сформировать ряд рецептур киселя с варьированием дозы БАД на основе запатентованного решения специализированного назначения и с учетом подходов к моделированию рецептур специализированных продуктов; провести органолептическую оценку образцов по ключевым показателям качества и рассчитать интегральный органолептический балл для сравнительной характеристики; выполнить математическое моделирование зависимости интегральной органолептической оценки от дозы БАД для обоснования оптимальной дозировки и расчетно допустимой верхней границы внесения (как технологического лимита для специализированных вариантов).

Материалы и методы исследований. Объектом исследования служили рецептуры киселей на зерновой основе, в состав которых включалась биологически активная добавка (БАД) в профилактике метаболических нарушений [7]. Органолептическую оценку проводили по пяти показателям (цвет, вкус, аромат, консистенция, внешний вид) по 5-балльной шкале, в соответствии с ГОСТ 31986-2012 и с последующим переходом к интегральному органолептическому баллу. Математическая обработка включала расчет коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов, оценку коэффициента детерминации и стандартной ошибки, а также использование интерполяционных подходов для выделения органолептически оптимальных и расчетно допустимых зон дозирования в среде IBM SPSS Software.

Результаты исследований и их анализ. Для обоснования рациональной БАД, предназначенной для профилактики ожирения и метаболических нарушений, была проведена серия опытов с зерновым киселем на рисовой основе (см. рис.1).

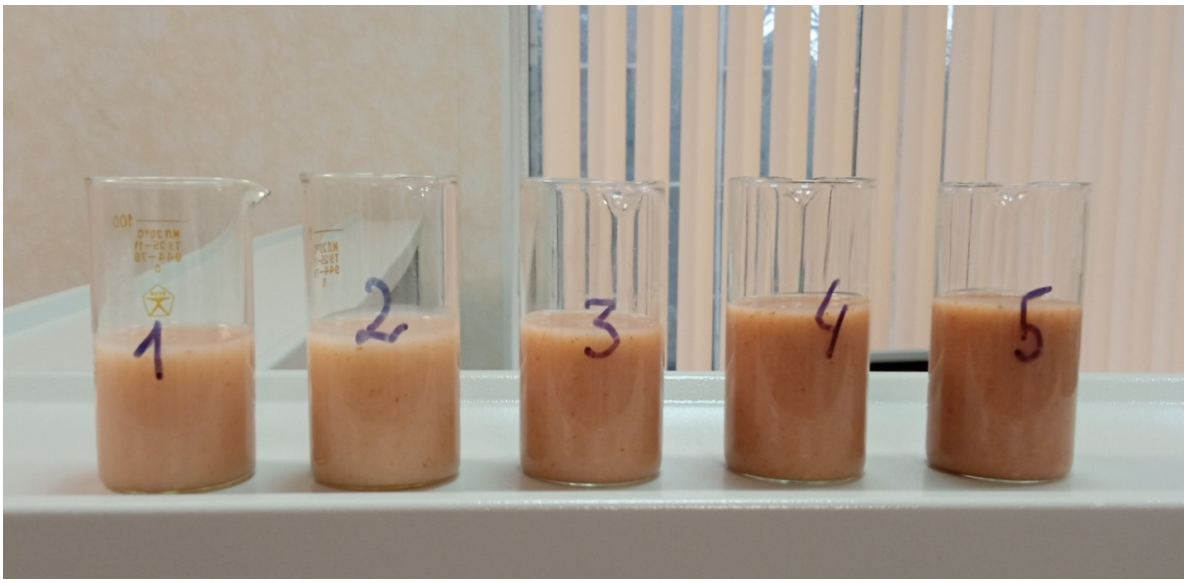


Рис. 1 – Образцы рецептур зерновых киселей

Таблица 1 – Варианты рецептурного состава киселей

Состав	Рецептура				
	№1	№2	№3	№4	№5
Сахар, гр	6,34	-	-	-	-
Мука рисовая, гр	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74
БАД, гр	0,65	0,65	1,3	1,95	2,6
К-та лимонная, гр	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Вода, мл	99,1	99,1	99,1	99,1	99,1

В последующем анализе влияния биологически активной добавки на органолептические показатели и функциональную направленность зернового киселя рецептура №1 была сознательно исключена из расчетов (см. таблицу 1). Данный вариант существенно отличается от остальных тем, что содержит сахар (6,34 г на 100 мл), тогда как рецептуры №2–5 приготовлены без добавления сахара при одинаковом содержании рисовой муки и лимонной кислоты. Включение рецептуры №1 в одноранговый статистический анализ приводило бы к наложению двух факторов – дозы БАД и присутствия сахара как выраженного вкусообразующего и структурообразующего компонента. Это искажало бы оценку собственно влияния БАД на органолептические показатели и не позволяло корректно интерпретировать регрессионные зависимости. Кроме того, разработка рассматриваемого варианта киселя ориентирована на получение продукта с пониженной энергетической ценностью и выраженной функциональной направленностью, что методо-

логически требует отдельного анализа безсахарных рецептур. В связи с этим для математического моделирования, обоснования рациональной дозировки БАД и определения расчетно допустимой верхней границы ее внесения использованы данные только по рецептурам №2–5, в которых варьировалась доза БАД при неизменном составе базовой матрицы продукта.

В рецептурах для каждого образца проводили органолептическую оценку по пяти показателям (цвет, вкус, аромат, консистенция, внешний вид) по 5-балльной шкале (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Органолептические показатели рецептурного состава киселей

Показатели	Рецептура				
	№1	№2	№3	№4	№5
Цвет	4	4	4,5	5	5
Вкус	4	2,5	2,5	2,5	2
Аромат	4	4	4,5	5	5
Консистенция	4	4	4,5	4,5	4
Внешний вид	5	5	5	5	5

Для интегральной характеристики качества рассчитывали суммарный органолептический балл как сумму пяти показателей (максимум 25 баллов). В результате были получены значения: 19,5; 21,0; 22,0 и 21,0 балла для рецептур №2–5 соответственно.

Таблица 3 – Исходные данные для моделирования зависимости интегральной оценки от дозы БАД (рецептуры №2-5)

№ рецептуры	Доза БАД, *x*, г	Интегральный органолептический балл, *y*
2	0,65	19,5
3	1,30	21,0
4	1,95	22,0
5	2,60	21,0

Как видно из таблицы 3, с увеличением дозы БАД от 0,65 до 1,95 г/100 мл происходит поэтапное улучшение интегральной органолептической оценки: суммарный балл возрастает с 19,5 до 22,0. При дальнейшем повышении дозировки до 2,60 интегральная оценка снижается до 21,0 балла за счет ухудшения вкуса и частичного снижения оценки консистенции, при сохранении максимальных показателей по цвету, аромату и внешнему виду. Тем самым в диапазоне доз 0,65-2,60 формируется локальный максимум органолепической приемлемости при дозе 1,95 г/100 мл.

Для количественного описания влияния дозы БАД на интегральную органолептическую оценку были использованы данные по безсахарным образцам (рецептуры №2-5).

Для описания зависимости использовали линейную регрессионную модель вида:

$$y = a + b\,x,$$

где x – доза БАД, г/100 мл; y – суммарный органолептический балл.

Расчет параметров регрессии методом наименьших квадратов показал, что модель может быть представлена в виде:

$$y = 19{,}50 + 0{,}85\,x$$

Наблюдаемые и расчетные значения интегральной оценки, а также остатки (разность между фактическими и прогнозируемыми значениями) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Наблюдаемые, расчетные и остаточные значения интегральной органолептической оценки

№ рецептуры	*x*, г	Наблюдаемое *y*	Расчетное $\hat{y} = 19{,}50 + 0{,}85 \cdot x$	Остаток $e = y - \hat{y}$
2	0,65	19,5	20,05	–0,55
3	1,30	21,0	20,60	+0,40
4	1,95	22,0	21,15	+0,85
5	2,60	21,0	21,70	–0,70

Сумма квадратов остатков составила 1,68 балла, что соответствует стандартной ошибке оценивания порядка 0,9 балла, сопоставимой с типичным разбросом дегустационных оценок. Сводные показатели качества подгонки линейной модели представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сводка регрессионной модели

Модель	*R*	R^2	Скорр. R^2	Стандартная ошибка оценивания
1.1	0,69	0,47	0,21	0,92

Полученное значение коэффициента детерминации R^2=0,47 показывает, что около 47% вариации интегральной органолептической оценки в рассматриваемом диапазоне доз объясняется изменением дозы БАД. Остальная часть вариации обусловлена нелинейным характером связи (наличие максимума при

1,95 г) и дегустационной дисперсией. Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) для линейной модели сведены в таблице 6.

Таблица 6 – Анализ дисперсии (ANOVA) для линейной регрессии

Источник	*SS*	*df*	*MS*	*F*
Регрессия	1,51	1	1,51	1,81
Остаток	1,68	2	0,84	–
Всего	3,19	3	–	–

С учетом малого объема выборки ($n = 4$) и наличия выраженного криволинейного характера зависимости (локальный максимум при 1,95 г) линейная регрессия носит характер описательной модели, позволяющей количественно оценить общий тренд влияния дозы БАД на интегральную оценку, но не предназначенной для строгой статистической проверки гипотез на фиксированном уровне значимости. Оценки коэффициентов регрессии представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Коэффициенты линейной регрессии

Переменная	*B* (коэффициент)	Примечание
Константа (a)	19,50	Условный базовый уровень интегральной оценки при $x = 0$
Доза БАД, x (b)	0,85	При увеличении дозы БАД на 1 г суммарный балл растет в среднем примерно на 0,85

Свободный член $a = 19,50$ характеризует условный базовый уровень интегральной оценки при нулевой дозе БАД и используется как вспомогательный параметр модели. Коэффициент наклона $b = 0,85$ имеет положительный знак, что отражает общую тенденцию роста суммарной органолептической оценки при увеличении дозы БАД в диапазоне 0,65-2,60 г/100 мл. При этом реальная зависимость имеет криволинейный характер: по экспериментальным данным интегральная оценка достигает максимума при дозе 1,95 г, а при дальнейшем увеличении дозировки до 2,60 г несколько снижается.

Прогнозирование интегральной оценки при расчетной дозировке 2,30 г БАД

Для обоснования возможности увеличения дозировки БАД сверх экспериментально проверенного уровня 1,95 г была использована построенная регрессионная модель. Подстановка в уравнение $y = 19,50 + 0,85x$, значения $x = 2,30$ г/100 мл дает прогноз интегральной органолептической оценки:

$$\hat{y} = 19,50 + 0,85*2,30=21,45$$

Сравнение фактических значений для соседних доз и расчетного значения для дозы 2,30 г приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Фактические и прогнозируемые значения интегральной оценки дозировки

Вариант	Доза БАД, x, г	Интегральный балл
Рецептура 4	1,95	22,0 (факт)
Рецептура 5	2,60	21,0 (факт)
Расчетная точка	2,30	21,45 (прогноз по модели)

Выводы. Таким образом, расчет показывает, что при увеличении дозы БАД с 1,95 до 2,30 г/100 мл ожидаемая интегральная органолептическая оценка остается в диапазоне около 21,5 балла, т.е. внутри зоны очень хорошего качества и на уровне, сопоставимом с оценкой варианта с дозой 2,60 г. С учетом стандартной ошибки модели (0,9 балла) различия между 21,5 и 22 баллами лежат в пределах дегустационного разброса, что позволяет рассматривать дозировку 2,30 г/100 мл как органолептически допустимую расчетную верхнюю границу для безсахарного варианта киселя. С учетом этих данных доза 1,95 г БАД/100 мл может быть рекомендована в качестве базовой технологической нормы, а доза 2,30 г/100 мл – как расчетно обоснованная верхняя граница дозирования для специализированных вариантов продукта с повышенной функциональной направленностью, при условии дополнительного подтверждения органолептической приемлемости в расширенных дегустационных испытаниях.

Литература

1. ***Буракова Л.Н.*** Влияние фактора питания на развитие метаболического синдрома / Л. Н. Буракова, М. В. Николенко, М. Н. Школьникова, Е. Д. Рожнов, Д. А. Плотников // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 82-89.
2. ***Зубарева Н. А., Лопаева Н. Л.*** Технология производства киселя // Молодежь и наука. 2023. № 5.
3. ***Лазарева Т. Н., Мурленков Н. В., Березина Н. А.*** Моделирование рецептурного состава питательной смеси специализированного назначения для коррекции избыточной массы тела // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2025. № 4 (93). С. 39-44.
4. ***Мелешкина Л.Е., Снегирева А.В.*** Производство пищевых концентратов киселей на основе зернового сырья // Пищевая промышленность. 2010. № 2. С. 58-59.

5. ***Меренкова С.П., Андросова Н.В***. Актуальные аспекты производства напитков на растительном сырье // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6. № 3. С. 57-67.
6. ***Метаболический синдром: современные представления, критерии диагностики и принципы диетотерапии*** / Х. Х. Шарафетдинов, М. В. Зейгарник, Б. С. Каганов, А. Н. Сафронова, А. В. Юдочкин, Е. А. Зуглова // Вопросы диетологии. 2015. Т. 5. № 4. С. 4-14.
7. ***Питательная смесь специализированного назначения для профилактики метаболического синдрома и ожирения*** / Т. Н. Лазарева, Н. В. Мурленков, О. С. Киреева, Н. А. Березина, О. В. Евдокимова // Патент на изобретение RU 2842287 C1, 24.06.2025. Заявка № 2024137671 от 14.12.2024.

Поступила в редакцию: 15.01.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Лазарева Т. Н., кандидат технических наук, директор Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования, **Мурленков Н. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, **Киреева О. С.**, кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской, г. Орел, Россия, e-mail: iniic@orelsau.ru

* - работа выполнена за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания «Разработка биологически активных добавок к пище на основе плодово-ягодного, овощного и лекарственного растительного сырья» (FEEF-2023-0016, номер государственного учета НИОКТР 1023053100014-0-2.11.1) по заказу Минобрнауки РФ за счет средств федерального бюджета в 2023-2025 г.г.

УДК / UDC 637.358

Сергеева Е.Ю., кандидат технических наук, доцент
Sergeeva E.Yu., candidate of technical sciences, associate professor
Родина Н.Д., кандидат биологических наук, доцент
Rodina N.D., candidate of biological sciences, associate professor
Мамаев А.В., доктор биологических наук, профессор
Mamaev A.V., doctor of biological sciences, professor
Соловьева А.О., кандидат технических наук, доцент
Solovyova A.O., candidate of technical sciences, associate professor
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия
Orel State Agrarian University, Orel, Russia, e-mail: katy31051979@rambler.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРУКТОЗЫ КАК САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ

(The use of fructose as a sugar substitute in processed cheese technology)

Правильное, рациональное, биологически полноценное питание является основой нормального функционирования организма человека на протяжении всей его жизни. Оно играет существенную роль в адаптации человека к условиям окружающей среды, способствует профилактике заболеваний и продлению жизни людей. Поэтому проблеме обеспечения качественного, здорового и доступного питания населения, а также проблемам развития отечественной пищевой отрасли, придается особо важное значение, как одному из приоритетных направлений государственной политики. Российская промышленность выпускает широкий ассортимент плавленых сыров, способный удовлетворить запросы широкого круга потребителей. Бесспорно то, что понижение себестоимости данного вида продукции могло бы увеличить потребительский спрос на нее. Поэтому в настоящее время особо важна проблема снижения стоимости плавленых сыров при одновременном повышении их качества. В статье рассматриваются исследования и возможность производства плавленого сыра с добавлением фруктозы. Определяется необходимость улучшения ассортимента пищевой и биологической ценности, а также органолептических показателей вырабатываемых плавленых сыров. Аналогично является актуальным использование безотходных технологий в производстве молока и молочных продуктов. Разработка нового продукта и ее дальнейшее внедрение технологии является не только актуальной, но и экономически выгодной для предприятия.

Ключевые слова: фруктоза, сахарозаменитель, технология, плавленые сыры.

Proper, balanced, and biologically complete nutrition is the foundation for the normal functioning of the human body throughout life. It plays a significant role in human adaptation to environmental conditions, contributes to disease prevention, and prolongs life. Therefore, the issue of providing high-quality, healthy, and affordable food for the population, as well as the development of the domestic food industry, is particularly important as a priority area of state policy. Russian industry produces a wide range of processed cheeses capable of satisfying the needs of a wide range of consumers. It is undeniable that reducing the cost of this type of product could increase consumer demand. Therefore, the issue of reducing the cost of processed cheeses while simultaneously improving their quality is currently of particular importance. This article examines research and the feasibility of producing processed cheese with added fructose. The need to improve the range of nutritional and biological value, as well as the organoleptic properties of the processed cheeses produced, is identified. Similarly, the use of waste-free technologies in the production of milk and dairy products is relevant. The development of a new product and its subsequent implementation of technology is not only relevant, but also economically beneficial for the enterprise.

Key words: fructose, sweetener, technology, processed cheeses.

Введение. Промышленная переработка молока представляет собой сложный комплекс последовательно выполняемых и взаимосвязанных химических, физико-химических, микробиологических, биотехнологических, теплофизических и других технологических процессов, которые направлены на выработку молочных продуктов, содержащих либо все компоненты молока, либо их часть. При производстве плавленых сыров задействуют компоненты, которые в иных случаях могли бы считаться отходами или браком (незрелая сырная масса, остатки твердых и полутвердых сыров после нарезки и фасовки и т.д.). Следовательно, производство плавленых сыров можно отнести к безотходным или малоотходным производствам в пищевой промышленности.

Актуальностью данной статьи является решение продовольственной проблемы и обеспечение населения низкокалорийными продуктами.

Целью данной работы является разработка плавленых сыров с использованием фруктозы в качестве подсластителя для обеспечения населения полезными углеводами, а также определение органолептических, физико-химических, микробиологических показателей и разработка рецептур [7].

Плавленый сыр представляет собой пищевой продукт, вырабатываемый из различных видов сыров, масла, творога, консервов и других молочных продуктов с вкусовыми наполнителями и специями или без них путем тепловой обработки смеси с добавлением специальных солей-плавителей. Энергетическая цен-

ность 100 г плавленого сыра составляет 372 -1452 кДж. Плавленые сыры имеют длительный срок хранения (6-12 месяцев) по сравнению с натуральными сырами, что достигается за счет тепловой обработки и добавления консервантов, также устойчивы к расслоению при нагревании. Благодаря использованию в технологии солей-плавителей плавленые сыры дольше сохраняют свежесть после вскрытия, не крошатся и не сохнут по краям при правильном хранении. Удобны в использовании, существует огромное количество разного формата упаковки: ломтики для сэндвичей, бруски для нарезки, пастообразная масса для намазывания, порционные мини-упаковки для перекуса.

Фруктоза относится к моносахаридам, используется в качестве замены классического сахара. Обычно именно фруктозные сиропы и сладости предлагают больным сахарным диабетом, которые не могут употреблять в пищу обычный сахар. Для тех, у кого организм не справляется с переработкой глюкозы, это неплохой выход, однако, всем остальным фруктоза может нанести вред. Следует осторожно относиться к введению специальных продуктов в свой рацион.

Этот натуральный сахар считается самым сладким, для подслащивания пищи его нужно совсем немного. В процессе обмена веществ он не поступает в кровоток и расщепляется в печени. Организму требуется довольно много времени для обработки фруктозы, большая часть которой впоследствии превратится в жир.

С одной стороны, фруктозу можно употреблять диабетикам, так как повышения сахара в крови не происходит. Но с другой, печень испытывает перегрузку при переработке фруктозы. Согласно исследованиям Калифорнийского университета, в больших количествах этот вид подсластителя наносит ощутимый вред печени, провоцирует дисфункциональные расстройства и вырабатывает невосприимчивость к инсулину.

Материалы и методы исследований. По результатам раннее проведенных медико-биологических, гигиенических, биохимических, морфологических и физико- химических исследований на живой организм, было доказано, что фруктоза, при длительном ее употреблении, абсолютна безвредна, в отличие от используемых в настоящее время синтетических заменителей сахара: сахарина, ацесульфата, аспартама и др., имеющих ряд серьезных отрицательных побочных эффектов

Таблица 1 - Рецептура на сыр плавленый сладкий «Омичка»

Сырье	Расход сырья, кг
Сыры сычужные натуральные с массовой долей сухих веществ 56%, с массовой долей жира в сухом веществе 45%	190
Творог 9% жирности с массовой долей сухих веществ 27%, с массовой долей жира в сухом веществе 9%	138
Масло крестьянское с массовой долей сухих веществ 75%, жира в сухом веществе 72,5%	285,1
Молоко сухое обезжиренное с массовой долей сухих веществ 96%	26,8
Сливки 35% жирности с массовой долей сухих веществ 41,1%, с массовой долей жира в сухом веществе 35%	120
Сахар-песок	164,8
Ванилин	0,1
Соли–плавители с массовой долей сухих веществ 20%	103
Вода питьевая	2,2
Всего	1030
Выход	1000

Таблица 2 –Рецептура на плавленый сыр с содержанием фруктозы 0,4%

Сырье	Расход сырья, кг
Сыры сычужные натуральные с массовой долей сухих веществ 56%, с массовой долей жира в сухом веществе 45%	225,29
Творог 9% жирности с массовой долей сухих веществ 27%, с массовой долей жира в сухом веществе 9%	163,63
Масло крестьянское с массовой долей сухих веществ 75%, жира в сухом веществе 72,5%	338,05
Молоко сухое обезжиренное с массовой долей сухих веществ 96%	31,78
Сливки 35% жирности с массовой долей сухих веществ 41,1%, с массовой долей жира в сухом веществе 35%	142,29
Порошок фруктозы	4,12
Ванилин	0,11
Соли - плавители с массовой долей сухих веществ 20%	122,13
Вода питьевая	2,61
Всего	1030
Выход	1000

Были составлены три образца, с различным содержанием фруктозы, в которых проводили исследования по физико-химическим и органолептическим показателям. Основной целью исследования образцов является выбор оптимального по физико-химическим, органолептическим, микробиологическим показателям образца.

Образец № 1 – содержание фруктозы составляет 0,4 % от массы смеси.

Образец № 2 – содержание фруктозы составляет 0,8 % от массы смеси.

Образец № 3 – содержание фруктозы составляет 1,2 % от массы смеси.

Контрольный образец с сахаром.

Рецептуры на сыр плавленый «Омичка» и на сыры плавленые с использованием порошка фруктозы представлены в таблицах 1, 2, 3, 4. После выработки и проведенной дегустации выбран образец оптимальный по органолептическим и физико-химическим показателям.

Таблица 3 - Рецептура на плавленый сыр с содержанием фруктозы 0,8%

Сырье	Расход сырья, кг
Сыры сычужные натуральные с массовой долей сухих веществ 56%, с массовой долей жира в сухом веществе 45%	224,38
Творог 9% жирности с массовой долей сухих веществ 27%, с массовой долей жира в сухом веществе 9%	162,97
Масло крестьянское с массовой долей сухих веществ 75%, жира в сухом веществе 72,5%	336,69
Молоко сухое обезжиренное с массовой долей сухих веществ 96%	31,65
Сливки 35% жирности с массовой долей сухих веществ 41,1%, с массовой долей жира в сухом веществе 35%	141,71
Порошок фруктозы	8,24
Ванилин	0,12
Соли - плавители с массовой долей сухих веществ 20%	121,64
Вода питьевая	2,6
Всег	1030
Выход	1000

Таблица 4 –Рецептура на плавленый сыр с содержанием фруктозы 1,2%

Сырье	Расход сырья, кг
Сыры сычужные натуральные с массовой долей сухих веществ 56%, с массовой долей жира в сухом веществе 45%	223,48
Творог 9% жирности с массовой долей сухих веществ 27%, с массовой долей жира в сухом веществе 9%	162,31
Масло крестьянское с массовой долей сухих веществ 75%, жира в сухом веществе 72,5%	335,33
Молоко сухое обезжиренное с массовой долей сухих веществ 96%	31,52
Сливки 35% жирности с массовой долей сухих веществ 41,1%, с массовой долей жира в сухом веществе 35%	141,14
Порошок фруктозы	12,36
Ванилин	0,12
Соли - плавители с массовой долей сухих веществ 20%	121,15
Вода питьевая	2,59
Всего	1030
Выход	1000

Основной целью исследования образцов является выбор оптимального по физико-химическим, органолептическим, микробиологическим показателям образца.

Результаты исследований. Одним из главных физических показателей плавленых сыров являются температуры плавления и отвердевания непосредственно готового продукта с фруктозой. На заключительном этапе производства продукты проходят мягкую пастеризацию и расфасовываются в герметичную упаковку.

Таблица 5 - Температуры плавления и отвердевания исследуемого продукта

Образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Аналог
Температура плавления, ^{0}C	52,5	51	50	52
Температуры отвердевания,^{0}C	21	21,5	22	21

По полученным результатам, можно сделать вывод, что чем больше содержание фруктозы, тем выше температура отвердевания, а температура плавления ниже. Следовательно, видно, что прослеживается прямая зависимость.

Проведены исследования физико-химических показателей опытных образцов плавленых сыров с фруктозой, результаты которых представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Результаты физико-химических показателей опытных образцов плавленых сыров с фруктозой

Образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Аналог
Титруемая кислотность, ^{0}Т	28	28	28	29
Активная кислотность, pH	5,6	5,6	5,6	5,5
Содержание влаги, %	54,0	53,2	53	52
Содержание сухого вещества, %	46,0	46,8	47,0	48,0
Содержание NaCl, %	0,2	0,3	0,3	0,3
Содержание жира, %	30,0	30,0	30,0	30,0
Содержание жира в сухом веществе, %	50	50	50	50
Содержание углеводов, в том числе сахарозы, %	3,8	4,0	4,0	16,0

Результаты таблицы 6, свидетельствуют о том, что активная кислотность - pH для плавленого сыра, в норме, составляет 5,5–5,6. При более высокой кислотности, сыр является не пригодным для употребления в пищу. Содержание влаги в готовом продукте не превышает допустимых норм. Для определения безвредности плавленого сыра с фруктозой определяли содержание хлористого натрия, содержание которого находится в пределах нормы. Содержание жира в сухом веществе в аналоговом продукте и в испытуемых образцах одинаково. Количество углеводов, в том числе сахарозы в образцах ниже, чем в аналоге, поэтому может использоваться в диетическом питании. Следовательно, все значения опытных образцов находятся в регламентированных пределах (ГОСТ 32261-2013 и ТР ТС 033/2013).

Проведены исследования микробиологических показателей безопасности опытных образцов плавленых сыров с сахарозаменителем-фруктозой в соответствии с ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Результаты исследований представлены в таблице 7.

Для определения количества бактерий необходимо приготовить среду для культивирования и разведения. Затем подсчитать количество колоний.

Таблица 7 - Микробиологические показатели безопасности опытных образцов плавленого сыра

Образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Аналог
Количество бактерий, тыс.	300	300	300	300
Количество плесени, КОЕ/г	100	100	100	100

Как видно из таблицы 7, по микробиологическим показателям опытные образцы плавленых сыров не превышают допустимого уровня, а значит, соответствуют требованиям ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 021/2011, следовательно, все образцы безопасны.

Органолептические показатели плавленых сыров представлены в таблице 8. По органолептическим показателям выработанные образцы соответствуют требованиям технического регламента.

1. Сыры имеют однородную, связную консистенцию и равномерный цвет теста по всей массе.

2. В случае использования красителей цвет теста обусловлен внесенным красителем, соответствующим применяемым наполнителям.

3. Допускаются для реализации сыры, имеющие на разрезе небольшое количество воздушных пустот и не расплавившихся частиц, количество которых определяется формой сыра.

4. Допускаются для реализации сыры, имеющие легкую деформацию формы: отклонение от геометрической формы, незначительное сдавливание стаканчиков.

Установлен срок хранения готового продукта по изменению активной кислотности и органолептических показателей контрольного и опытных образцов плавленого сыра в процессе хранения.

Органолептические показатели продукта в процессе хранения приведены в таблице 9.

Таблица 8 - Органолептические показатели исследуемого сыра

Наименование показателя (характеристики)	Содержание характеристики для сыра
Внешний вид	Сыр плотно упакован в полимерные стаканчики, закрытые съемной крышкой, герметично укупоренные термосвариваемым слоем фольги и полимерного материала. После удаления покрытий поверхность сыра чистая, неподсохшая, неплесневелая.
Вкус и запах	Чистый, молочный, сладкий, с легким привкусом стевии.
Консистенция	Нежная, пластичная, мажущаяся, с наличием частиц порошка стевии.
Цвет теста	От белого до светло-желтого или от светло-желтого до желтого.
Вид на разрезе	Отсутствие рисунка, наличие частиц порошка стевии.

Таблица 9 - Органолептические показатели продукта в процессе хранения

Наименование	Продолжительность хранения, сутки											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Внешний вид и консистенция												
Образец №1 Образец №2 Образец №3 Контрольный образец	Сыр плотно упакован в полимерные стаканчики, закрытые съемной крышкой, герметично укупоренные термосвариваемым слоем фольги и полимерного материала. После удаления покрытий поверхность сыра чистая, неподсохшая, неплесневелая. Консистенция нежная, пластичная, мажущаяся											Консистенция неоднородная, мажущаяся
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вкус и запах												
Образец №1 Образец №2 Образец №3 Контрольный образец	Чистый, молочный, сладкий.											Сладкий, с легким затхлым запахом.
Цвет теста												
Образец №1 Образец №2 Образец №3 Контрольный образец	От белого до светло-желтого или от светло-желтого до желтого.											От белого до светло-желтого или от светло-желтого до желтого.
Вид на разрезе												
Образец №1 Образец №2 Образец №3 Контрольный образец	Отсутствие рисунка.											Отсутствие рисунка

Из таблицы 9 видно, что первые 60 суток у всех образцов хорошие органолептические показатели, далее появляются признаки порчи продукта. Отсюда следует, что хранить продукт следует не более 60 суток.

Из графика, представленного на рисунке, видно, что наиболее высокие баллы в процессе хранения получил образец № 3.

Таблица 10 - Оценка органолептических показателей продукта в процессе хранения (баллы)

Наименование	Продолжительность хранения, сутки											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Образец №1	30				29			28			27	25
Образец №2	30				28			28			27	26
Образец №3	29				27			27			27	26
Контроль	30				29			27			27	25

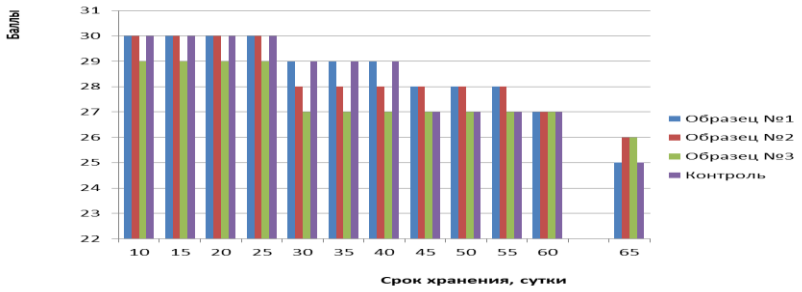


Рис. 1 - График балльной оценки готового продукта в процессе хранения

Таблица 11 - Динамика кислотообразования образцов в процессе хранения

Продолжительность хранения, сутки	Активная кислотность, pH			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Контроль
Выработанный продукт	5,5	5,5	5,5	5,5
10 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
15 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
20 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
25 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
30 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
35 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
40 сутки	5,5	5,5	5,5	5,5
45 сутки	5,5	5,7	5,7	5,7
50 сутки	5,7	5,7	5,7	5,7
55 сутки	5,8	5,8	5,9	5,8
60 сутки	5,9	5,9	6,0	6,0

Из таблицы 11 видно, что в течение 50 суток хранения показатель pH не изменялся, т.е. находился в пределах 5,5 - 5,7. На 55 сутки pH держится на верхней границе, 5,7. На 60 сутки уровень pH приближается к предельной кислотности, т.е. 5,8. Таким образом, срок годности плавленых сыров 60 суток, после чего употребление в пищу нежелательно.

Сравнительная характеристика, полученного плавленого сыра с добавлением фруктозы и плавленого сыра «Омичка» с сахаром представлены в табл. 12.

Таблица 12 - Сравнительная характеристика плавленого сыра с добавлением фруктозы и плавленого сыра с сахаром

Показатели	Плавленый сыр с фруктозой	Плавленый сыр «Омичка»
Физико–химические:		
Массовая доля влаги, %, не более	53,2	52
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	46,8	48
Массовая доля жира, %, не менее	30,0	30,0
Массовая доля жира в сухом веществе, %, не менее	50,0	50,0
Активная кислотность	5,6	5,5
Микробиологические: БГКП (колиформы)	Не обнаружены	Не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	Не обнаружены	Не обнаружены
Органолептические показатели: Внешний вид	Сыр плотно упакован в полимерные стаканчики, закрытые съемной крышкой, герметично укупоренные термосвариваемым слоем фольги и полимерного материала. После удаления покрытий поверхность сыра чистая, неподсохшая, неплесневелая.	
Вкус и запах	Чистый, молочный, сладкий	
Консистенция	Нежная, пластичная, мажущаяся	
Цвет теста	От белого до светло-желтого или от светло-желтого до желтого.	
Вид на разрезе	Отсутствие рисунка	
Содержание NaCl, %	0,3	0,3
Энергетическая ценность, ккал	358	372
Срок хранения, сутки	не более 60	не более 60

Из таблицы видно, что полученный продукт не уступает по физико-химическим показателям обычному плавленому сыру с сахаром. В плавленом сыре с фруктозой хорошие органолептические показатели, а по содержанию витамина С и минеральных веществ превосходит сравниваемый продукт.

По полученным результатам можно сделать вывод, что при включении в состав плавленого сыра 1,2 % фруктозы массовая доля жизненно необходимых микроэлементов в его составе возрастает.

Таким образом, фруктоза обладает высокими технологическими свойствами: приятным сладким вкусом, способствует развитию молочнокислой микрофлоры. Олигосахариды фруктозы не сбраживаются в присутствии микроорганизмов, этот факт указывает на то, что использование фруктозы вместо сахара продлевает срок годности кисломолочных продуктов.

После удаления фольги или покровного материала на поверхности сыров допускается наличие воздушных пустот. При вскрытии тары допускается прилипание сыра к внутренней поверхности стаканчика.

Сыры должны храниться упакованными в картонные ящики, уложенными штабелями по высоте не более 1,3 м. Сроки годности сыров должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 13.

Таблица 13 - Сроки годности сыров с фруктозой

Наименование сыра	Вид упаковки	Срок годности, суток, не более
Плавленый сыр с фруктозой	Полимерные стаканчики (герметичная упаковка)	60

Хранение сыров должно производиться при температуре (+2±2) ^{0}С и относительной влажности воздуха не более 85 %.

Выводы. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований доказана целесообразность использования природного сахара фруктозы в технологии плавленого сыра. Проведенная комплексная оценка подтвердила высокие вкусовые достоинства, повышенные значения пищевой, биологической и физиологической ценности разработанного продукта. Также анализ полученных результатов, позволил сделать следующие выводы:

1. Оптимизирована рецептура производства плавленого сыра с добавлением фруктозы, установлено, что оптимальным количеством порошка фруктозы для производства 1 т готового продукта составляет 12,36 кг, что обеспечивает высокие потребительские характеристики разработанного продукта.

2. Проведена сравнительная характеристика, полученного плавленого сыра с добавлением фруктозы и плавленого сыра «Омичка» с сахаром. Выявлено следующее, что полученный продукт не уступает по органолептическим и физико-химическим показателям обычному плавленому сыру с сахаром. В плавленом сыре с фруктозой хорошие органолептические показатели, а по содержанию витамина С и минеральных веществ превосходит сравниваемый продукт. При включении в состав плавленого сыра 1,2 % фруктозы массовая доля жизненно необходимых микроэлементов в его составе возрастает.

3. По микробиологическим показателям плавленый сыр с фруктозой соответствуют требованиям ТР

ТС 033/2013 и ТР ТС 021/2011, следовательно, разработанный продукт безопасен.

4. Определены рекомендуемые сроки хранения разработанного продукта: при температуре (+2±2) 0С и относительной влажности воздуха не более 85 не более 60 суток.

5. Данный продукт будет конкурентоспособным на отечественном рынке, то есть, способен противостоять продуктам подобной группы.

Литература

1. ***Артюхова С. И.*** Биотехнология производства десертных биопродуктов для функционального питания: монография / С. И. Артюхова, А. А. Макшеев; Омский государственный технический университет. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 122 с. – Текст: непосредственный.
2. ***Бибик Е.Ю.*** Исследование показателей глюкозы и холестерина при избыточном потреблении пальмового масла / Е.Ю. Бибик, Д.В. Романенко // Украинский морфологический альманах. -2015.-Т.13.-Вып.1.-С.3-6..
3. ***Брацихина М.А.*** Совершенствование технологии функциональных кисломолочных продуктов с лактулозой: специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / М. А. Брацихина. – Ставрополь, 2013. – 24 с. – Текст: непосредственный.
4. ***Ганина В.И.*** Научные подходы применения пробиотических бактерий в пищевой промышленности – важный шаг в выполнении федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» / В. И. Ганина. – Текст: непосредственный // Актуальная биотехнология. – 2019. – № 3 (30). – С. 277-279.
5. ***Горбатов А.В.*** Качество сельскохозяйственной продукции, сырья, продуктов питания и обеспечение продовольственной безопасности России / А.В. Горбатов, О.А. Криошина, Д.В. Тютин // Журнал аллея науки.-2018.-Т.2-Вып.10(26).-С.458- 467.
6. ***Горощенко Л.Г.*** Тенденции развития российского рынка молочных продуктов/ Горощенко Л.Г.// Молочная промышленность. 2009. №3.с. 10-11.
7. ***Даниленко А.Л.*** Изучение антиокислительной активности инулина в модельных тест-системах / А.Л. Даниленко, А.Н. Мамцев, Р.Р. Максютов и др. // Технологии 21 века в пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности. – 2013. – № 7. – С. 142-149.
8. ***Ивановская Л.С.*** Планирование экономических показателей хозяйственной деятельности предприятий молочной промышленности: Метод. указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 271100. / С.-Пб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 28 с.
9. ***Крусь Г.Н., Храмцов А.Г., Волотинена З.В, Карпычев С. В.*** Технология молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2004. -450с.
10. ***Кузнецов В. В., Шиллер Г. Г.*** Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. Часть 1. / М.: Де Ли принт, 2008. – 552 с.
11. ***Ландиховская А.В.*** Экспериментальное обоснование и разработка технологии молочного мороженого с фруктозой и трегалозой: автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Ландиховская Анна Валентиновна. – Москва, 2022. – 24с.
12. ***Назаренко М.Н.*** Совершенствование технологий получения инулина и фруктозо-глюкозного сиропа из топинамбура и их применения в производстве функциональных молочных продуктов: автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 и 05.18.01 / Назаренко Максим Николаевич. – Краснодар, 2014. – 21 с.
13. ***Озерова В.*** Стевия. Медовая трава против диабета. – М.: Весь. -2005-64с.
14. ***Пономарев А. Н., Мерзликина А. А., Жужжалова Т. П.*** Диетические продукты с подсластителем // Пищевая промышленность. 2007. № 1. С. 82.
15. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Утв. Распоряжение Правительства 29 июня 2016 г. №1364-р.

Поступила в редакцию: 10.02.2026 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

Сергеева Е.Ю., к.т.н., доцент кафедры Технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, **Родина Н.Д.,** к.б.н., доцент, доцент кафедры Технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, **Мамаев А.В.,** профессор кафедры Технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, **Соловьева А.О.**, к.т.н., доцент кафедры Технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

УДК 664:634.775+634.775:631.5+582.661.56](72)

[1]**Евдокимова О.В.,** доктор технических наук, профессор
Evdokimova O.V., Doctor of Technical Sciences, Professor
[2]**Эспиноса Арсате Синтия Вероника,** аспирант 2 курса
Espinosa Arzate Cynthia Veronica, 2st year postgraduate student
[3]**Пьяникова Э.А.,** кандидат технических наук, доцент
P'yanikova E.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
[1,2]ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия
[3]ФГБОУ ВО Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕКСИКАНСКОГО НОПАЛА (СЕМЕЙСТВА КАКТУСОВЫХ)

(Industrial potential, food value and processing technologies of nopal (cactus family))

Указана роль напала или опунции (Opuntia) в технологиях мексиканских перерабатывающих предприятий с учетом модернизации агротехнологий и повышения производительности культуры. Приведены сведения по объемам сырьевого экспорта из Мексики и основных странах экспортерах нопала. Дана характеристика условий произрастания и наиболее распространенные виды для промышленной культивации, приведены ботанические особенности строения напала, указаны органолептические показатели плода, общий химический состав и пищевая ценность. Учитывая круглогодичный сбор, высокое содержание воды в плодах и низкую способность к хранению, приведены методы обработки и способы переработки нопала.

Ключевые слова: нопал (опунция), кактус, пищевая ценность, химический состав, продукты переработки, традиционные и инновационные технологии консервирования,

The role of prickly pear (Opuntia) in Mexican processing plants is discussed, taking into account the modernization of agricultural technologies and increased productivity. Information is provided on the volume of raw material exports from Mexico and the main nopal exporting countries. Growing conditions and the most common species for industrial cultivation are described, along with the botanical features of the nopal plant structure, organoleptic properties of the fruit, its general chemical composition, and nutritional value. Considering the year-round harvest, high water content, and poor shelf life, processing methods and techniques for nopal are presented.

Key words: nopal (prickly pear), cactus, nutritional value, chemical composition, processed products, traditional and innovative canning technologies.

Современная ситуация характеризуется глобализацией, что делает обеспечение продовольственной безопасности приоритетной задачей. Российская Федерация активно импортирует продукты питания и сырье из различных регионов планеты, включая Мексику. Статистика показывает, что мексиканские товары представлены практически во всех категориях международной торговли, среди которых выделяются овощи, съедобные корнеплоды и клубнеплоды, а также посадочный материал растений.

Несмотря на незначительную долю импорта из Мексики – всего около 0,08%, возникает необходимость расширения ассортимента импортного продовольствия путем поиска новых видов продукции, богатой биологически активными веществами, что позволит создать инновационные пищевые продукты, соответствующие потребностям отечественного и зарубежного рынка.

В рамках поддержки международного сотрудничества и привлечения талантливых специалистов российские университеты предоставляют иностранным студентам возможность учиться в аспирантуре. Например, в «Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина» проходит обучение аспирантка из Мексики, специализирующаяся в области пищевых систем. Ее научные исследования направлены на изучение воздействия переработанных продуктов нопала (разновидность кактуса) на показатели качества и пищевую ценность растительных продуктов питания, на примере кетчупов.

Цель исследований

Целью настоящей работы является проведение аналитического исследования мексиканских научных и технических источников, отчетов таможенной статистики, направленных на оценку сырьевого потенциала и перспектив использования нопала в качестве пищевого ингредиента в технологиях пищевых продуктов.

Объекты и методы исследования

Объект исследования: Опунция или кактус нопал (*Opuntia ficus-indica*) – это вид из рода *Opuntia* семейства *Cactaceae*.

Методы исследования:

Анализ предметной области: изучены теоретические основы, используемые в соответствующей научной области.

Систематический обзор литературы: проведен обзор и анализ существующих научных публикаций по теме исследования, определены направления дальнейших исследований.

Анализ стран-партнеров: выявлены основные торговые партнеры, рынки сбыта

Результаты и обсуждение

Опунция (Opuntia), известная в Мексике как напал, представляет собой семейство кактусов, широко используемых в пищевых технологиях местных перерабатывающих предприятий. Род насчитывает

около 200 разновидностей, половина из которых произрастают именно в Мексике. Официально зарегистрирован 61 сорт данного растения.

Сегодня в Мексике отмечается повышенный рост производства нопала, обусловленный высоким спросом и значимой пищевой ценностью продукта. Продолжаются исследования по происхождению кактусовой культуры *Opuntia ficus-indica* и изучению ее новых свойств [7].

За последнее десятилетие площадь выращивания увеличилась лишь на 2,6%, однако общий урожай вырос на 23%. Это демонстрирует эффективность модернизации агротехнологий и повышение производительности культуры.

Ежегодно производится примерно 840 тыс. тонн нопала, при этом рекордный показатель зафиксирован в 2019 году – 892 тыс. тонн. Средняя норма потребления на одного жителя достигает 6,4 кг, занимая 5,4% национального объема овощеводства.

Производственная стоимость нопала оценивается в 2,981 млн. песо, средняя рыночная цена составляет 3,417 песо за тонну. Наибольший спрос приходится на весенне-летний сезон (март–июнь), тогда как зимой (декабрь–январь) потребление снижается.

Общее количество предприятий, занятых производством нопала, составило 28 единиц в 2022 году. Экспорт продукции постоянно растет, достигнув пика в 2021 году с объемом 61387 тонн стоимостью 22,1 млн долларов. Основными направлениями экспорта являются США, Южная Корея, Канада, Малайзия и Нидерланды. [5]

Нопал (опунция) обладает уникальными характеристиками, позволяющими успешно выращивать его в регионах с засушливым климатом. Его листья способны поглощать углекислый газ ночью, минимизируя потери влаги днем, что помогает растению выживать даже в самых суровых условиях нехватки воды. Благодаря этому качеству растение применяется в проектах восстановления лесных массивов на малопригодных землях.

Опунция способна адаптироваться к колебаниям температуры и нестабильным осадкам, сохраняя способность эффективно усваивать углекислый газ из атмосферы. Она также служит важным элементом природоохранной среды, обеспечивая защиту биоразнообразия региона.

Наиболее распространенными видами, используемыми в агропромышленном производстве, являются *Opuntia ficus indica*, *O. amyclaea*, *O. xoconostle*, *O. megacanth ba* и *O. streptacantha*. Только один из них, *Opuntia ficus indica*, получил широкое распространение в мировом сельском хозяйстве.

Корневая система растения включает центральный корень, от которого отходят боковые разветвленные корни. Они отличаются значительной толщиной и постепенно утолщаются вместе с ростом надземной части.

Ствол опунции плотный, прямой и покрыт плотной восковой оболочкой, защищающей растение от испарения влаги. Во время засухи ствол грубеет и сокращается в размере. Основная функция ствола заключается в осуществлении процесса фотосинтеза и поддержании общей структуры растения.

Листья покрыты колючками, которые выполняют дополнительную функцию фотосинтеза.

Цветы появляются на краях верхних частей листьев и распускаются весной. Их размеры варьируются от 7 до 10 сантиметров, окраска бывает яркой и разнообразной: красная, розовая, оранжевая или желтая.

Плоды нопала, известные как опунции, представляют собой сочную ягоду округлой или овальной формы размером от 4 до 12 см. Внутри плода содержится большое количество семян плоской формы, похожих на чечевицу.

Плод богат водой (до 95%), кальцием, магнием, железом, алюминием и марганцем. Мякоть плодов отличается приятным вкусом и ароматом, часто употребляется в свежем виде или перерабатывается в соки и десерты.

Съедобная часть составляет 78% плода, энергетическая ценность 27 ккал, белков содержится 2г/100г. съедобной части, жиров – 0,32г., углеводов – 5,6г. Содержание кальция составляет 93 мг/100г., железа – 2,34 мг/100г., тиамина – 0,03 мг/100г., рибофлавина – 0,06 мг/100г., ниацина 0,3 мг/100г., аскорбиновой кислоты – 8,0 мг/100 г. [9].

Углеводы, входящие в состав нопала включают различные виды сахаров: полисахариды, моносахариды и пентозы, а также целлюлозу, крахмал и декстрины, проводятся исследования по их извлечению, очистке, исследованию характеристик полисахаридов [2]. Белок представлен аминокислотами: аргинином, гистидином, лизином, метионином и треонином.

Во время основного периода сбора урожая объемы нопала превышают потребности рынка, избыток продукции ведет к большим потерям, доходящим иногда до 60% от всей массы урожая. Большое значение имеют исследований, направленные на изучение влияния стадии зрелости на химический состав овощной опунции [8].

Учитывая круглогодичный сбор и высокое содержание в плодах воды, вызывающей быстрое снижение показателей качества при хранении, особое значение приобретает использование традиционных и инновационных технологий консервирования.

Основными методами переработки нопала являются сушка и замораживание. Для высушивания применяются вальцовые и распылительные сушилки либо традиционная солнечная сушка [3, 4, 6].

Кроме того, мякоть кактуса применяют для приготовления пюре, как ингредиента в кондитерских изделиях, джемах и напитках. Некоторые производители добавляют мякоть кактуса в йогурт, создавая уникальный аромат и улучшая консистенцию продукта [16].

Одним из перспективных направлений переработки является получение ценных биоактивных компонентов, таких как антиоксиданты, витамины и минеральные вещества. Исследования показывают, что экстракты из плодов кактуса обладают антимутагенными свойствами и способствуют снижению риска развития онкологических заболеваний.

Интерес представляет использование кактуса в разработке экологически чистых упаковочных материалов. Натуральный полимер, содержащийся в слизи

кактуса, может стать основой для создания биоразлагаемых пленок и контейнеров, которые будут устойчивы к воздействию окружающей среды и смогут заменить традиционные пластиковые материалы [11, 12, 13].

Продолжаются исследования по изучению возможности дальнейшего повышения характеристик порошков и экстрактов из кактуса, с целью расширения сферы их применения и повышения конкурентоспособности продукции с их использованием на международном рынке. Основные задачи дальнейших разработок направлены на улучшение вкуса, цвета и функциональных свойств готовой продукции, обогащенной продуктами переработки нопала [10].

В настоящее время озон нашел широкое применение в пищевой промышленности, где он используется для обеззараживания питьевой воды, санитарной обработки производственных помещений и дезинфекции исходного сырья, в том числе нопала. Помимо озона, в пищевой индустрии активно применяются натуральные эфирные масла и специальные органические соединения с выраженным бактерицидным действием [1].

Мякоть кактуса стала популярным ингредиентом для приготовления мороженого, придающего продукту яркие оттенки и насыщенный вкус, увеличивается производство варенья из кактуса с добавлением лимона. При этом, с целью избавления от чрезмерной слизистой консистенции, кусочки кактуса обрабатывают раствором гидроксида кальция [13].

Ферментацию используют при изготовлении напитков, приготовленных из красной опунции, при получении уксуса из оранжевых опунций, используя побочные продукты алкогольного брожения, получая уксусы интенсивного, прозрачного янтарного цвета, с хорошим ароматом и хорошим визуальным восприятием [15].

Мексиканские компании производят разнообразные нектары и соки с добавлением мякоти кактуса и комбинации разных фруктов и ягод [16].

В Мексике применяются и внедряются способы производства сока из нопала, например, использование импульсных электрических полей (PEF), высокого гидростатического давления (HHP), микроволнового нагрева, ультразвука и мембранные методы. Некоторые из них используются в качестве предварительной обработки при экстракции сока или одновременно с другими распространенными методами, что обеспечивает сохранение биологически активных веществ [14].

Исследователями установлено, что применение высоких импульсов электрических полей или высокоимпульсных электрических полей (PEF) увеличивает количество экстрагируемого сока с 4,48% (без обработки PEF) до 52,2% (с обработкой PEF), улучшает антиоксидантные свойства и органолептические показатели (Хименес-Альварадо и др., 2015), цит. по (Каракабей и др., 2021). Для получения лучших результатов показателей качества сока из нопала используют комбинированную обработку, (дополнительную водную экстракцию и высокоимпульсное электрическое поле), при этом улучшается экстракция красителей. По мнению Бехеры и др. (2021), эти технологии консервирования максимально сохраняют пищевую ценность соков.

Проведенный анализ показал, что плоды кактуса нопал представляют значительный интерес для пищевой и перерабатывающей индустрии благодаря своим уникальным свойствам и разнообразию способов обработки. Обладая богатым составом, включая витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, плоды нопала являются источником ценных биологически активных веществ, необходимых организму человека.

Широкое разнообразие методов переработки плодов нопала позволяет извлекать и сохранять из сырья ценные пищевые вещества. Продукты переработки нопала используются в кондитерском и молочном производстве, приготовлении десертов и продуктов функционального назначения.

Особое значение имеет технология извлечения сока, богатого антиоксидантами и минеральными веществами, который нашел применение в диетическом питании и фитотерапии. Натуральная форма нопала способствует улучшению пищеварения, снижению уровня холестерина и поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы.

Выводы:

1. Опунция (Opuntia), особенно разновидность нопал, является важным сельскохозяйственным продуктом в Мексике благодаря высокому потребительскому спросу и растущему экспортному потенциалу. Несмотря на незначительный прирост площади культивации (всего +2,6%), объемы урожая значительно увеличились (+23%) за последнее десятилетие, демонстрируя высокую продуктивность технологии выращивания. Ежегодная производственная масса приближается к миллиону тонн, при средней стоимости в пределах нескольких тысяч мексиканских песо за тонну. Основной период потребления — весна-лето, а зима характеризуется снижением спроса. Значительное расширение экспорта позволило Мексике стать крупным поставщиком нопала на рынки Северной Америки, Азии и Европы.

2.Нопал (опунция) приспособлен к выращиванию в засушливом климате благодаря способности поглощать углекислый газ ночью, уменьшая дневные потери влаги. Эта особенность делает его востребованным в программах восстановления земель и защиты биоразнообразия. Наиболее популярный сорт — Opuntia ficus indica, активно используемый в сельском хозяйстве многих стран. Структура растения включает толстый центральный корень, мясистый стебель с восковым покрытием и колючие листья, обеспечивающие дополнительные возможности фотосинтеза. Весной растение покрывается яркими цветами разных оттенков.

3. Плоды нопала богаты влагой и содержат важные минеральные вещества (кальций, магний, железо), витамины группы В и витамин С, энергетическая ценность низкая (27 ккал/100 г), преобладают углеводы (5,6 г/100 г), в состав белков входят незаменимые аминокислоты. Высокое содержание влаги вызывает проблемы хранения, приводящие к значительным потерям урожая, что вызывает необходимость дальней-

ших исследований способов переработки и сохранения продуктов из нопала.

4. Перспективным направлением переработки нопала является извлечение антиоксидантов, витаминов и минеральных веществ, необходимых для здорового питания. Изучение природных полимеров, содержащихся в нопале, открывает возможность создания экологичных упаковочных материалов. Применение современных методов обработки (электрические поля и ультразвук) повышает выход сока и сохраняет пищевую ценность плодов. Разрабатываются новые пищевые продукты, включая напитки, джемы и мороженное, обогащённые биологически активными веществами нопала, использование ферментативных процессов расширяет ассортимент продуктов питания, улучшая их качество и привлекательность для потребителей.

Таким образом, плод кактуса нопал представляет большой потенциал как источник здорового питания и ценный компонент пищевой промышленности. Дальнейшие исследования и разработки новых технологий позволят расширить ассортимент продуктов, созданных на основе нопала, обеспечивая потребителей экологически чистыми и полезными продуктами питания.

Литература

1. ***Bobo, G., y La Farga, T. (2018).*** Estudio de tecnologías aplicadas a Transformados Vegetales. Retos y oportunidades de I+D. INCREA. Innovación y Creatividad Alimentaria. Gobierno de la Rioja. Dirección General de Innovación. https://www.increa.es/descargas/
2. ***Cai, W; X. Gu and J. Tang.*** 2008. Extraction, purification, and characterization of the polysaccharides from Opuntia milpa alta. Carbohydrate Polymers, 71(3): 403–410.
3. ***Chou, S.K. y Chua K.J.*** 2001. New hybrid heat pump drying technologiesstatus and potential for drying food and heat sensitive materials. Proceedings of Second Inter-American Drying Conference. Boca de Río, Veracruz, México. 69-90.
4. ***Durán, G, et al.*** (2011). Ensayos de secado de nopalito (Opuntia ficus indica l. millar) en un secador solar pasivo de uso doméstico. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. 2011.
5. ***Flores-Valdez C.A.*** 2003. Producción y comercialización de nopalitos. In: nopalitos y tunas. Florez-Valdez C. A. (Ed). Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM-Programa nopal. 19-37 pp.
6. ***Gharsallaoui, A.,Roudaut, G.,Chambin, O.,Voilley, A.,Saurel, R.*** 2007. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. Food Res. Int. 40(9): 1107–1121
7. ***Griffith, P.*** 2004. The origins of an important cactus crop, Opuntia ficus-indica (Cactaceae): new molecular evidence. Am. J. Bot. 91:1915-1921.
8. ***Hernández, Evangelina; Ramírez, María Eugenia; Corzo, Luis Jorge.*** 2010. Efecto del estado de madurez sobre la composición química del nopal verdura (Opuntia ficus-indica) var. Milpa Alta. En Extensos del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica-VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica-VIII Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular. 24-26 Marzo. Acapulco, Guerrero, México. http://biomedbiotec.homelinux.org/congreso2010/Extensos/Alimentos/ALI271MER20091217.pdf /
9. ***Hernández-Urbiola, Margarita, I.; Pérez-Torrero, Esther and Rodríguez-García, Mario E.*** 2011. Chemical analysis of nutritional content of prickly pads (Opuntia ficus indica) at varied ages in an organic harvest. International Journal of Environmental Research and Public Health. 8(5):1287-1295.
10. ***León-Martínez, F. M.; L. L. Méndez-Lagunas and J. Rodríguez-Ramírez.*** 2010. Spray drying of nopal mucilage (Opuntia ficus-indica): Effects on powder properties and characterization. Carbohydrate Polymers, 81(4): 864–870.
11. ***Leon-Martínez, F.M.; J. Rodriguez-Ramírez; L. L. Median-Torres; L. L. Méndez-Lagunas and M.J. Bernad-Bernard.*** 2011. Effects of druing conditions on the rheological properties of reconstituted mucilage solutions (Opuntia ficus-indica). Carbohydrate Polymers, 84(1): 439-455.
12. ***McGarvie, D., P. H. Parolis.*** 1981b. The acid-labile, peripheral chains of the mucilage of Opuntia ficu-indica. Carbohydrate Research, 94: 57–65.
13. ***Medina-Torres, L.; E. Brito-De La Fuente; B. Torrestiana- Sánchez, and R. Katthain.*** 2000. Rheological properties of the mucilage gum (Opuntia ficus-indica). Food Hydrocolloids, 14: 417-424.
14. ***Rodiles-López, José Octavio et al*** (2016). Elaboración de una botana de nopal obtenida por deshidratación osmótica. Sociedad Mexicana de Ciencias y Tecnología de Superficies y Materiales A.C. [En Línea]. 2016, 29(2), pp. 49-54. [Consulta: 28 de Julio de 2020]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/942/94246523004.pdf /
15. ***San Martín, A.*** 2004. Efecto del secado por ciclos de atemperado sobre la actividad enzimática del nopal deshidratado. Tesis para optar al título de Maestro en Ciencias con Especialidad en Alimentos, ENCB. IPN. México D.F.
16. **Tenelema, Jennifer** (2017). Estudio del efecto de la adición de pulpa de nopal (opuntiaficusindica) en la elaboración de láminas de uvilla (Physalis peruviana L.) (TrabajodeTitulación). 2017. http://192.188.51.77/bitstream/123456789/16717/1/69706_1.pdf. /

Поступила в редакцию: 10.08.2025 г.
Принята к публикации: 04.03.2026 г.

[1]**Евдокимова О.В.,** доктор технических наук, профессор, [2]**Эспиноса Арсате Синтия Вероника,** аспирант 2 курса, [3]**Пьяникова Э.А.,** кандидат технических наук, доцент, [1,2]ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия, [3]ФГБОУ ВО Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

Специальности и отрасли наук
журнала «Биология в сельском хозяйстве»

Согласно рекомендации президиума ВАК, распоряжением Минобрнауки России от 11 декабря 2023 года № 428-р издание «Биология в сельском хозяйстве» включено в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим специальностям и отрасляим наук:

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки),
4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (ветеринарные науки),
4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки),
4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки),
4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки),
4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Наука и образование