На правах рукописи

Терентьева Нэля Александровна

ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ И ПАРАТИПИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ КОРОВ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ

4.2.5 — разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

п. Лесные Поляны, Московская область, 2023 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» Министерства сельского хозяйства РФ.

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН,
Дунин Иван Михайлович

Официальные оппоненты:
Лебедько Егор Яковлевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» Министерства сельского хозяйства РФ, кафедра кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, профессор кафедры.

Шарафутдинов Газимзян Салимович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет» Министерства сельского хозяйства РФ, кафедра биотехнологии, животноводства и химии, профессор кафедры.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологий — МВА им. К.И. Скрябина» Министерства сельского хозяйства РФ.

Защита состоится «__» _____ 2023 г. в 11-00 часов на заседании диссертационного совета 35.1.001.01, созданного на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» Министерства сельского хозяйства РФ, по адресу: 141212, Московская область, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел: 8(495) 515-95-57.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» и на сайте: www.vniiplem.ru.

Автореферат разослан «____» _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук Тяпугин Сергей Евгеньевич

1. Общая характеристика работы

Актуальность темы исследований. Тема исследования продуктивного долголетия коров отечественной красно-пестрой породы молочного скота и ареала разведения в различных природно-климатических зонах Российской Федерации, повышение конкурентноспособности за счет увеличения сроков хозяйственного использования коров является приоритетным направлением, обозначенным в Программе селекции молочного скота красно-пестрой породы на период 2021-2030гг. (Дунин И.М. и др., 2021).

Выбор темы исследования обусловлен позитивным опытом стран Северной Европы (Швеция, Норвегия, Дания, Финляндия) в селекции молочного скота на основе экономического моделирования (селекционный индекс NTM) продемонстрировавшего наиболее оптимальный баланс между продуктивностью, воспроизводством и здоровьем для достижения наилучшей рентабельности производства молока.

Степень разработанности темы исследований. Оценке продуктивного долголетия коров и племенной ценности быков-производителей по долголетию дочерей в отечественной селекционной практике не уделялось должного внимания. Традиционная селекция учитывала, прежде всего, молочную продуктивность, экстерьер молочного скота. Параметры же здоровья, долголетия, начали первыми успешно использовать в селекционных индексах страны Северной Европы. Это позволило вывести местные породы молочного скота в абсолютные лидеры по генетическим показателям здоровья и продуктивного долголетия коров. Впоследствии, североевропейская модель стала активно использоваться в различных модификациях и в странах-членах INTERBULL. В отечественном молочном скотоводстве с ростом уровня молочной продуктивности также обозначилась тенденция снижения воспроизводительных способностей, продуктивного долголетия молочных коров.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключалась в изучении возможности введения в селекционной процесс с красно-пестрой породой молочного скота дополнительного признака — продуктивного долголетия и определении главных селекционно-генетических параметров для оценки коров по комплексному индексу общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности с учетом экономических значений составляющих признаков. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

— определить признаки продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы молочного скота;

— изучить влияние паратипических и генотипических факторов в фенотипической вариации показателей продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы молочного скота и продуктивности;

— рассчитать оценку наследуемости и генетические корреляции признаков продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы молочного скота и продуктивности;

— определить эффективность селекции коров красно-пестрой породы при комплексной индексной оценке общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности с учетом экономических значений составляющих признаков.

Научная новизна работы: Новизна работы заключается в научно обоснованной возможности использования и впервые апробированной в системе оценки племенной ценности молочных коров отечественной красно-пестрой породы комплексного индекса общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных комплексных научных исследований выявлены и предложены оптимальные методические подходы в селекции отечественной красно-пестрой породы молочного скота позволяющие повысить ее продуктивное долголетие. Полученные результаты позволяют рекомендовать селекционным центрам по породам молочного скота проводить селекцию коров на основе комплексного индекса общей племенной ценности по молочной продуктивности и продуктивному долголетию с учетом экономических значений признаков.

Методология и методы исследований. В ходе проведения исследований по оценке влияния факторов на продуктивное долголетие по выбывшим коровам красно-пестрой породы использовали:

— статистический метод — многофакторный дисперсионный анализ, метод наименьших квадратов, метод учетверенной внутриклассовой корреляции;

— стохастический метод — функцию распределения Вейбулла;

Оценка эффективности селекции коров красно-пестрой породы по комплексному индексу общей племенной ценности по продуктивности и продуктивному долголетию основана на методике одновременного отбора по нескольким признакам Hazel L.H., 1943г.,1994г.; Henderson C.H.,1963г.

Основные положения, выносимые на защиту:

—оценочные показатели продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края;

—анализ фенотипической изменчивости признаков продуктивного долголетия и продуктивности коров красно-пестрой породы Красноярского края;

—анализ выживаемости коров красно-пестрой породы Красноярского края, основанный на концепции функции распределения событий;

—оценка наследуемости и генетических корреляций продуктивного долголетия и продуктивности;

—оценка эффективности селекции коров красно-пестрой породы при комплексной индексной оценки общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности с учетом экономических значений составляющих признаков.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Достоверность представленных результатов научных исследований подтверждается использованием апробированных в мировой селекционной практике методик моделирования селекционного процесса и базируется на больших объёмах выборки коров. Материал статистически обработан с использованием компьютерных программ Stat Soft Statistica 10. Основные материалы научно-исследовательской работы прошли апробацию на: между-

народной научно-практической конференции «Современные проблемы зоотехнии», посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, выдающегося ученого в области генетики и селекции Бакай А.В., ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина», г. Москва, 2021г.; XII международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства», ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, 2021г.; XIII всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Перспективы эффективного развития племенного животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации», ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, 2022г.; VI международной научно-практической конференции «Научное обеспечение животноводства Сибири», г. Красноярск, 2022г.; на заседании ученого совета ФГБНУ ВНИИплем, МО, п. Лесные поляны, 2022г.

Публикация результатов исследований. По результатам исследований опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 136 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методики исследования, результатов собственных исследований, заключения, выводов, предложений и списка литературы, который включает 204 источника, в том числе 115 на иностранном языке; содержит 34 таблицы и 3 рисунка.

2. Материал и методика исследований

Материалом для исследования долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края, послужили данные из информационно-аналитической системы «СЕЛЭКС. Молочный скот». Информация включала записи по выбывшим 13020 коровам с 2000 по 2003 года рождения включительно из 16 племенных хозяйств Красноярского края. Признаками продуктивного долголетия для оценки были выбраны показатели — количество дойных дней, пожизненный удой, пожизненный выход жира и пожизненный выход

белка.

Согласно общей схеме (рисунок 1) на первом этапе исследований применили стохастический метод — функцию распределения Вейбулла для определения уровней опасности стадий лактаций, в которых животные имеют повышенный риск быть выбракованными. На втором этапе применили статистический метод — провели биометрическую обработку данных, сформировали производственные классы фиксированных эффектов различных факторов, провели GLM-анализ фенотипической изменчивости признаков молочной продуктивности и продуктивного долголетия, оценили эффекты влияния градаций, изученных паратипических и генотипических факторов в фенотипической вариации признаков продуктивности и продуктивного долголетия. На третьем этапе провели оценку ко (варианс), оценку фенотипических и генетических корреляций изучаемых признаков и коэффициентов наследуемости.

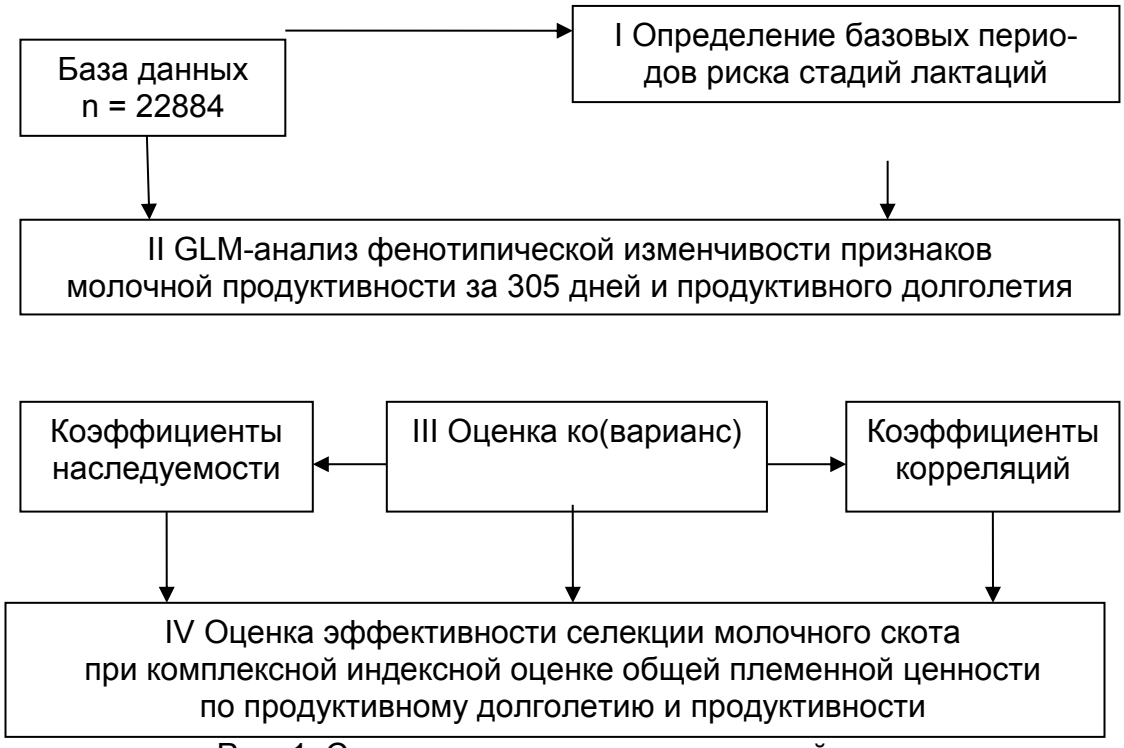

Рис. 1. Схема проведения исследований

На четвертом этапе с помощью коэффициента детерминации определили операционные модели для признаков продуктивности и продуктивного долголетия и оценили эффективность селекции молочного скота при индексной оценке. Статистическую обработку данных проводили с помощью процедуры обобщенных линейных моделей (General Linear Models – GLM). Для

описания уровней опасности стадий лактаций применили функцию распределения Вейбулла. Для оценки компонентов фенотипической изменчивости признаков использовали многофакторный дисперсионный анализ. Эффективность биометрических моделей оценивали с помощью коэффициента детерминации (R^2). Вклад отдельного фактора определяли показателем силы влияния (η^2). По рандомизированным эффектам или вариансам «между отцами» (σ^2□), вариансам ошибки (σ^2_e), методом «учетверенной внутриклассовой корреляции» (r_W) рассчитывали коэффициент наследуемости (h^2). Коэффициенты генетических корреляций рассчитывали из отношения ковариансы «между отцами» признака 1 и 2 ($\sigma_{s_1 \cdot 2}$) к корню квадратному из произведения соответствующих варианс ($\sigma^2_{s_1}$ и σ^2□$_2$). Разработка селекционного индекса по продуктивному долголетию базировалась на методике L.N. Hazel и C.H. Henderson. Обработку данных проводили в программе Stat Soft Statistica 10. Достоверность полученных результатов определяли по критерию Стьюдента и Фишера.

3. Результаты собственных исследований

3.1. Применение стохастического метода в оценке коров по продуктивности и продуктивному долголетию

Применение стохастического метода — функции распределения Вейбулл в оценке продуктивного долголетия позволило определить базовые периоды риска в каждой лактации, и долю вероятности выбраковки животных в каждом периоде для определения производственных классов фиксированных эффектов в моделировании селекционного процесса по продуктивности за 305 дней и продуктивному долголетию. Кривые выживаемости для первых трех лактаций представлены на рисунке 2.

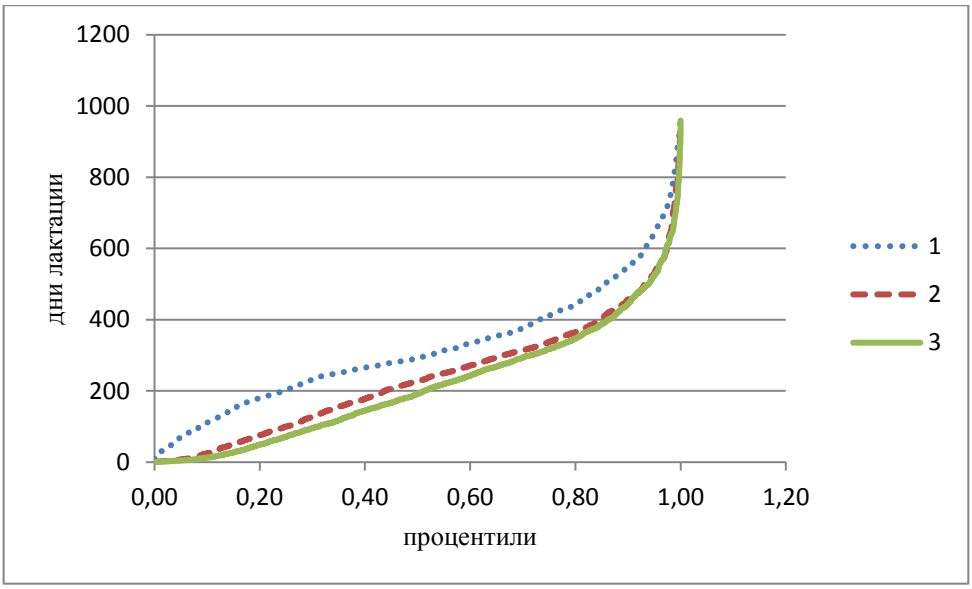

Рис.2 — Кривые выживаемости в разрезе первых трех лактаций.

В каждой из первых трех лактаций, независимо от года отела, был проведен расчет плотности наступления события, предполагая, что влияние отела на вероятность выбраковки в любом возрасте остается неизменным, так как в каждом последующем отеле животные подвергаются новому риску быть выбракованными после сухостойного периода. В каждой лактации опасность медленно увеличивается до 270 дня, и более быстро возрастает в конце после 380 дня. Путем отсечениея процентилей определены периоды с разными базовыми рисками, а критерием определения животных в производственные группы было соответствие их индивидуальных значений базовым периодам.

3.2. Применение статистического метода в оценке коров по продуктивности и продуктивному долголетию

3.2.1. Анализ фенотипической изменчивости продуктивных признаков

Для изучения влияния различных факторов на продолжительность лактации и признаки продуктивности коров за 305 дней красно-пестрой породы Красноярского края методом многофакторного дисперсионного анализа из паратипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: хозяйство, год и месяц отела; живая масса при отеле в кг и возраст отела в мес; среднесуточный удой в кг; содержание жира и белка в молоке в процентах; количество дойных дней за лактацию;

сервис-период и сухостойный период в днях; кратность осеменений. Из генотипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: кровность по голштинской породе в процентах; коэффициент инбридинга в процентах по Райту-Кисловскому и случайный эффект отца быка. Для анализа каждой лактации было сформировано три группы. В первую группу вошли коровы с количеством лактаций не менее одной за всю жизнь, во вторую не менее двух, в третью, не менее трех. Средние популяционные значения признаков представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Средние популяционные значения изучаемых признаков в разрезе первых лактаций

Признаки	Группы		
	I	II	III
Количество коров, голов	13020	10600	8602
Дойных дней в лактации	355±0,83	341±0,80	337±0,85
Удой за 305 дней, кг	4525±9,83	4866±11,61	5188±14,39
МДЖ, %	3,94±0,0018	3,96±0,0022	3,99±0,0026
МДБ, %	2,94±0,0015	2,97±0,0015	3,01±0,0016
Среднесуточный удой, кг	13,25±0,03	14,73±0,04	15,86±0,05
Возраст отела, месяцев	29,5±0,03	43,9±0,07	56,8±0,09
Живая масса при отеле, кг	508±0,32	534±0,38	564±0,50
Кровность%	61,91±0,25*	60,55±0,28*	59,48±0,32*
Инбридинг%	2,97±0,15	2,89±0,15	2,75±0,16
КОС	2,13±0,01	1,82±0,01	1,74±0,02
Сухостойный период, дней	57±0,18	57±0,16	57±0,17
Сервис-период, дней	130±0,84	116±0,81	113±0,87

*— без учета чистопородных коров с нулевой кровностью.

Для определения силы и достоверности влияния факторов использовалась статистическая базовая модель смешанного типа для каждой лактации:

$$y=\mu+H+YC+MC+A+W+GCOW+INB+DIM+MY24+PROT+FAT+DD+DO+FI+SIR+e,$$

где μ — среднее значение по выборке; фиксированные эффекты факторов представлены как: H — хозяйство (16 классов); YC — год отела (6 классов первого отела; 7 классов второго отела; 7 классов третьего отела); MC — месяц отела (12 классов в каждом году отела); A — возраст отела (9 классов в первом отеле и 15 классов во втором и третьем отеле); W — живая

масса при отеле (3 класса в каждом отеле); GCOW — кровность по голштинской породе (8 классов в каждой лактации); INBR — коэффициент инбридинга в процентах по Райту-Кисловского (4 класса в каждой лактации); DIM — количество дойных дней в лактации (10 производственных классов в каждой лактации); MY24 — среднесуточный удой (9классов в первой лактации, 11 классов во второй лактации и третьей лактации);FAT —содержанию жира в процентах (7 классов в каждой лактации); PROT — содержание белка в процентах (5 классов в каждой лактации); DO —продолжительность сервис-периода (12 классов в первую лактацию, 10 классов во вторую и третью лактацию); DD — продолжительность сухостойного периода (6 классов в каждой лактации); FI —количество осеменений (6 классов в каждой лактации); а случайные как эффект отца —SIR и е – остаточный эффект (ошибка).

Результаты дисперсионного анализа представлены в таблицах 2—3. Во всех вариантах главным воздействующим фактором был фактор хозяйство (H) и среднесуточная продуктивность коров (MY24). Отсутствие во втором варианте фактора (DIM) увеличило влияние факторов сервис-период (DO) и кратность осеменения (FI), а влияние фактора среднесуточной продуктивности (MY24) уменьшило. Фактор хозяйство (H) относится к паратипическим факторам и отражает влияние «внешней среды», которая включает в себя такие компоненты как кормление, содержание и уход, климат, технология доения и выращивание, менеджмент и квалификация обслуживающего персонала и т.д. В популяции красно-пестрой породы Красноярского края сила влияния фактора хозяйство (H) на удой за 305 дней в обоих вариантах была примерно одинаковой и составляла 31,06 —54,03%, что говорит о существенной разнице в удое животных различных хозяйств. В данной популяции фактор хозяйство (H) отражает влияние и генотипической компоненты «голштинизации», которая имеет разные уровни в хозяйствах.

Таблица 2 — Сила влияние факторов (η^2) на продолжительность лактации и удой за 305 дней в разрезе лактаций, %

Факторы	Дойные дни			Удой 305 дней лактации					
№ лакт	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**3,91**	**3,17**	**2,63**	**54,03**	**51,65**	**31,06**	**51,38**	**50,96**	**31,40**
YC	0,12	0,36	0,52	**4,53**	**2,25**	**3,26**	**4,32**	**2,14**	**3,09**

MC	0,45	0,61	0,26	**2,13**	**2,39**	**1,45**	**2,03**	**2,27**	**1,37**
A	0,06	0,65	1,23	0,02	0,64	0,12	0,02	0,61	0,23
W	0,18	0,35	0,29	0,28	0,35	0,03	0,26	0,33	0,13
GCOW	0,09	0,12	0,10	0,19	0,14	0,24	0,18	0,14	0,11
INBR	0,04	0,05	0,15	0,02	0,03	0,13	0,02	0,03	0,02
DIM	-	-	-	-	-	-	**5,58**	**5,77**	**4,93**
MY24	**52,02**	**46,82**	**24,86**	**11,51**	**14,37**	**33,57**	**32,97**	**35,33**	**56,03**
PROT	0,46	0,19	0,15	0,39	0,09	0,09	0,08	0,01	0,01
FAT	0,13	0,15	0,20	0,07	0,09	0,09	0,01	0,01	0,01
FI	**10,10**	**12,27**	**12,41**	**6,47**	**6,74**	**7,36**	0,29	0,22	0,04
DD	0,15	0,38	0,30	0,20	0,22	0,27	0,01	0,00	0,01
DO	**30,96**	**33,59**	**31,18**	**18,82**	**17,80**	**20,84**	1,64	1,00	1,31
SIR	**1,32**	**1,29**	**1,41**	**1,32**	**1,25**	**1,49**	**1,21**	**1,20**	**1,29**
Модель	**78,30**	**75,78**	**75,72**	**83,03**	**84,64**	**83,61**	**87,23**	**89,02**	**88,17**
e	21,70	21,22	24,28	16,97	15,36	16,39	12,77	10,98	11,83

Вторым по значимости влияния на удой за 305 дней является фактор среднесуточный удой (MY24). Влияние генотипических факторов (GCOW) и (SIR) было небольшим, что позволяет сделать выводы о том, что удой за 305 дней зависит, прежде всего, от технологии выращивания, кормления и содержания животных. Оценки влияния факторов на процентное содержание жира МДЖ% и белка МДБ% представлена в таблице 3. В обоих вариантах основными воздействующими факторами были хозяйство (H) и год отела (YC). Факторы включают компоненты, которые характеризует в большей степени качество кормовой базы, которая со временем может меняться, из-за влияния различных погодных условий при заготовке основных кормов, а также из-за неустойчивости во времени характера используемых технологий в хозяйствах, в том числе кормления.

Таблица 3 — Сила влияние факторов (η^2) на МДЖ% и МДБ% за 305 дней в разрезе лактаций, %

	МДЖ%						МДБ%					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**80,33**	**81,22**	**89,74**	**80,30**	**81,17**	**89,71**	**80,31**	**82,55**	**88,33**	**80,25**	**82,52**	**88,32**
YC	**7,69**	**6,93**	**3,88**	**7,69**	**6,93**	**3,88**	**6,44**	**6,62**	**4,22**	**6,44**	**6,62**	**4,22**
MC	0,23	0,17	0,43	0,23	0,17	0,43	0,19	0,35	1,01	0,19	0,35	1,01
A	0,22	0,11	0,23	0,22	0,28	0,23	0,04	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08
W	0,06	0,09	0,03	0,06	0,09	0,03	0,34	0,06	,08	0,34	0,06	0,08
GCOW	0,37	0,37	0,69	0,37	0,37	0,70	0,26	0,10	0,15	0,26	0,10	0,15
INBR	0,01	0,02	0,07	0,01	0,02	0,09	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04
DIM	-	-	-	0,05	0,84	0,10	-	-	-	0,39	0,26	0,18
MY24	0,11	1,46	0,32	0,09	0,70	0,31	0,54	0,30	0,16	0,21	0,13	0,12
PROT	**7,14**	**6,37**	**2,34**	**7,14**	**6,32**	**2,30**	-	-	-	-	-	-
FAT	-	-	-	**-**	**-**	**-**	**9,44**	**8,54**	**4,82**	**9,44**	**8,48**	**4,78**
FI	0,28	0,07	0,07	0,31	0,05	0,09	0,16	0,10	0,11	0,12	0,07	0,06
DD	0,09	0,11	0,15	0,10	0,11	0,16	0,05	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02
DO	0,20	0,29	0,23	0,15	0,32	0,16	0,25	0,03	0,05	0,27	0,05	0,02
SIR	**3,27**	**2,62**	**1,80**	**3,28**	**2,62**	**1,80**	**1,96**	**1,25**	**0,91**	**1,96**	**1,24**	**0,92**
Модель	**38,03**	**41,05**	**50,15**	**38,04**	**41,08**	**50,16**	**56,69**	**66,72**	**69,04**	**56,72**	**66,67**	**69,02**
e	61,97	58,95	49,85	61,96	58,92	49,84	43,31	33,33	30,98	43,28	33,28	30,96

Большое влияние на удой за 305 дней оказывает продолжительность сервис-периода фактор (DO) и кратность осеменения фактор (FI). Чем позже корова становиться стельной, тем больше выход молока в первые 305 дней лактации.

3.2.2 Анализ фенотипической изменчивости признаков продуктивного долголетия

Анализ влияния фенотипических и генотипических факторов на продуктивное долголетие проводился на выборке животных сформированных, в том числе для анализа продуктивности за 305 дней. Средние популяционные значения изучаемых признаков долголетия представлены в таблице 4. Из паратипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: хозяйство, год и месяц отела; живая масса при отеле в кг и возраст отела в мес; удой за 305 дней в кг; содержание жира и белка в молоке в процентах; количество дойных дней за лактацию; сервис-период и сухостойный период в днях; кратность осеменений. Из генотипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: кровность по голштинской породе в процентах; коэффициент инбридинга в процентах по Райту-Кисловскому и случайный эффект отца быка.

Таблица 4 — Средние популяционные значения изучаемых признаков

Признаки	Группы		
	I	II	III
Количество коров, голов	13020	10600	8602
Количество дойных дней	1406±6,8	1598±6,9	1802±6,9
Пожизненный удой, кг	21271±113,6	24332±116,9	27540±122,4
Пожизненный выход белка, кг	641±3,5	734±3,6	834±3,8
Пожизненный выход жира, кг	849±4,6	972±4,8	1102±5,0

Для определения силы и достоверности влияния факторов, а также эффектов градаций факторов была использована статистическая базовая модель смешанного типа для каждой лактации:

$$y=\mu+H+YC+MC+A+W+DIM+MY305+FAT+PROT+FI+DD+DO+GCOW+INB+SIR+e,$$

где μ — среднее значение по выборке; фиксированные эффекты факторов представлены как: H — хозяйство; YC — год отела; MC — месяц

отела; A — возраст отела в мес; W — живая масса при отеле в кг; DIM — количество дойных дней; MY305 — удой за 305 дней в кг; FAT — содержания жира в процентах; PROT — содержание белка в процентах; FI — кратность осеменения; DD — сухостойный период в днях; DO — сервис-период в днях; GCOW — процент кровности, INB — коэффициент инбридинга; a случайные как эффект отца —SIR и остаточный эффект (ошибка) — e.

Результаты дисперсионного анализа признаков по всем факторам в разрезе групп представлены в таблице 5—6. Во всех вариантах главным воздействующим фактором является хозяйство (H), что говорит о существенной разнице в продолжительности жизни животных и пожизненным выходом продукции в различных хозяйствах. Вторым по величине влияния на продуктивное долголетие является фактор кратность осеменения (FI). Не осемененные коровы, с нарушенной функцией фертильности выбывают из стада, а продуктивное долголетие во многом определяется воспроизводительными способностями животных. На третьем месте по силе влияния на пожизненный удой, выход жира и белка установлен фактор удой за 305 дней (MY305). Из генотипических факторов существенное влияние на долголетие оказывает отец (SIR) и кровность по голштинской породе (GCOW). Хотя разделение коров на группы по проценту кровности носит условный характер, поскольку производится на основании расчетов, а не генетической экспертизы, анализ позволяет установить сокращение продолжительности продуктивной жизни коровы с ростом значения процента кровности в формируемых группах. Чем выше процент кровности, тем ниже результат по продуктивному долголетию. Наибольшее влияние фактор оказывает в первой группе, в третьей снижается за счет влияния увеличения возраста коров и выбытия животных, не приспособленных к технологии в хозяйствах.

Таблица 5 — Сила влияние факторов (η^2) на общее количество дойных дней и пожизненный удой, %

Факторы	Общее количество дойных дней						Пожизненный удой					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**61,24**	**56,16**	**48,51**	**61,05**	**56,04**	**48,29**	**44,78**	**42,87**	**40,95**	**44,67**	**42,78**	**40,88**
YC	**5,30**	**5,30**	**4,82**	**5,28**	**5,29**	**4,79**	**3,42**	**2,47**	**1,57**	**3,42**	**2,46**	**1,56**
MC	0,16	0,41	0,32	0,16	0,41	0,31	0,12	1,03	0,88	0,12	1,03	0,87
A	0,50	0,37	1,08	0,50	0,37	1,07	0,72	0,51	0,67	0,72	0,50	0,67
W	0,14	0,29	0,50	0,14	0,29	0,50	0,47	0,19	0,14	0,47	0,19	0,14
GCOW	**3,69**	**4,00**	**3,92**	**3,68**	**3,99**	**3,90**	**3,54**	**3,45**	**3,15**	**3,53**	**3,44**	**3,15**
INBR	0,15	0,16	0,30	0,15	0,16	0,30	0,12	0,10	0,20	0,12	0,10	0,20
DIM	-	-	-	0,37	0,31	0,68	-	-	-	0,28	0,12	0,18
MY305	**2,75**	**2,91**	**2,97**	**2,42**	**2,63**	**2,51**	**12,33**	**12,94**	**14,44**	**12,75**	**13,15**	**14,50**
PROT	**2,95**	**3,37**	**3,33**	**2,92**	**3,36**	**3,30**	**2,93**	**2,89**	**0,88**	**2,94**	**2,91**	**0,92**
FAT	0,27	0,30	0,35	0,27	0,30	0,35	0,38	0,36	0,35	0,40	0,35	0,34
FI	**18,58**	**21,50**	**25,14**	**19,09**	**21,75**	**25,78**	**24,37**	**25,51**	**26,68**	**23,99**	**25,69**	**26,83**
DD	0,15	0,15	1,19	0,17	0,16	1,19	0,40	0,32	1,44	0,37	0,31	1,43
DO	0,50	0,30	0,88	0,16	0,16	0,36	0,40	0,60	0,96	0,21	0,20	0,63
SIR	**3,61**	**4,77**	**6,70**	**3,63**	**4,77**	**6,67**	**6,01**	**6,78**	**7,69**	**6,01**	**6,76**	**7,69**
Модель	**76,14**	**65,44**	**54,24**	**76,38**	**65,58**	**54,50**	**57,70**	**55,20**	**49,50**	**57,84**	**55,32**	**49,58**
e	23,86	34,56	45,76	23,62	34,42	45,50	42,30	44,80	50,50	42,16	44,68	50,42

Таблица 6 — Сила влияние факторов (η^2) на пожизненный выход белка и жира в кг, %

Факторы	Выход белка, кг						Выход жира, кг					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**51,16**	**45,85**	**44,61**	**51,05**	**45,76**	**44,54**	**50,88**	**48,09**	**48,61**	**50,76**	**48,99**	**48,53**
YC	**2,70**	**1,84**	**1,19**	**2,69**	**1,83**	**1,19**	**3,05**	**2,24**	**1,34**	**3,05**	**2,23**	**1,33**
MC	0,11	1,01	0,86	0,11	1,01	0,86	0,11	0,96	0,79	0,11	0,96	0,79
A	0,65	0,47	0,64	0,65	0,47	0,63	0,64	0,45	0,59	0,64	0,45	0,59
W	0,41	0,18	0,17	0,41	0,18	0,17	0,45	0,17	0,11	0,45	0,17	0,11
GCOW	**3,20**	**3,11**	**3,04**	**3,19**	**3,11**	**3,03**	**3,40**	**3,32**	**3,09**	**3,40**	**3,32**	**3,09**
INBR	0,11	0,09	0,19	0,11	0,09	0,19	0,11	0,08	0,16	0,11	0,08	0,16
DIM	-	-	-	0,26	0,10	0,16	-	-	-	0,25	0,11	0,16
MY305	**10,74**	**13,44**	**13,39**	**11,08**	**13,51**	**13,48**	**10,80**	**12,74**	**12,30**	**11,12**	**12,72**	**12,34**
PROT	**3,58**	**3,81**	**1,66**	**3,60**	**3,84**	**1,71**	**3,08**	**2,69**	**0,84**	**3,09**	**2,70**	**0,88**
FAT	0,37	0,32	0,32	0,38	0,33	0,32	0,28	0,21	0,61	0,29	0,25	0,61
FI	**20,86**	**23,86**	**24,63**	**20,56**	**23,14**	**24,74**	**21,11**	**22,68**	**22,89**	**20,86**	**22,00**	**23,00**
DD	0,37	0,31	1,32	0,34	0,30	1,31	0,36	0,27	1,21	0,33	0,27	1,20
DO	0,36	0,53	0,88	0,19	0,17	0,56	0,35	0,51	0,82	0,18	0,17	0,56
SIR	**5,39**	**6,18**	**7,10**	**5,39**	**6,16**	**7,10**	**5,38**	**5,59**	**6,63**	**5,38**	**5,57**	**6,63**
Модель	**61,68**	**58,80**	**51,56**	**61,80**	**58,92**	**51,62**	**62,32**	**60,12**	**55,14**	**62,48**	**60,24**	**55,22**
e	38,32	41,20	48,44	38,20	41,08	48,38	37,68	39,88	44,86	37,52	39,76	44,78

3.3 Оценка наследуемости и взаимосвязи признаков продуктивности и продуктивного долголетия

Значения коэффициентов наследуемости признаков продуктивного долголетия находились в пределах 0,041 — 0,080 и в третьей группе животных имели наибольшие значения за счет влияния возраста и естественного отбора лучших коров по долголетию. Значения коэффициентов наследуемости по признакам продуктивности установлены в пределах 0,13—0,30. Достаточно высокая положительная генетическая корреляция выявлена между всеми признаками продуктивного долголетия в размере 0,86 — 0,99. Между признаками продуктивности и продуктивного долголетия выявлена низкая генетическая корреляция, от минус 0,01 до 0,02. Между удоем за 305 дней и МДЖ%, МДБ% выявлена отрицательная генетическая корреляционная связь минус 0,25 и минус 0,26 соответственно. Значения коэффициентов наследуемости признаков продуктивности и признаков продуктивного долголетия аналогичны тем, что приводятся в литературных данных (национальные системы генетических оценок долголетия стран-членов INTERBULL) и составляют менее 0,1 что указывает на то, что дальнейший прогресс для признаков возможен только посредством улучшения внешних факторов — технологии кормления, содержания и т.д.

3.4 Моделирование селекционного процесса при индексной оценке

Для оптимизации отбора живых коров по комплексному индексу общей племенной ценности использовали два признака, для субиндекса продуктивного долголетия — количество дойных дней, а для субиндекса продуктивность — удой за 305 дней, которые измеряются у большинства животных. Изменение индивидуальных признаков, выражалась как сумма изменений совокупного генотипа животного через линейную функцию:

$$\Delta H=\sum_{1}^{n} a_i \Delta G_i,$$

где H — совокупный генотип, a_i — экономический вес признака i, и Gi — генетическая племенная ценность признака.

Экономическая ценность продолжительности жизни коровы основана на экономической выгоде от увеличения показателя количества дойных дней и уменьшении снижения замены выбракованных коров за лактацию с

учетом стандартной продолжительности в 305 дней, и соответственно увеличении количества выхода телят на 100 коров в год. Для расчетов все признаки были приведены к одному порядку, с учетом экономической значимости признака. Для индексной оценки продуктивного долголетия за три лактации, в которой каждая лактация является отдельным признаком, линейная модель выглядит следующим образом:

$$I=(y-\bar{y})_1+(y-\bar{y})_2+(y-\bar{y})_3,$$

где y — скорректированное значение признака продолжительности лактации коровы, выраженное в количестве дойных дней; $\bar{y}$ — скорректированное среднее значение продолжительности лактации, выраженное в количестве дойных дней в оцениваемой популяции.

Для комплексной индексной оценки общей племенной ценности по продуктивности и продуктивному долголетию линейно-регрессионная модель за каждую лактацию выглядит:

$$I=b_1(y_1-\bar{y}_1)+b_2(y_2-\bar{y}_2),$$

где y_1 — скорректированное значение признака продолжительности лактации коровы, выраженное в количестве дойных дней; $\bar{y}_1$ — скорректированное среднее значение продолжительности лактации, выраженное в количестве дойных дней в оцениваемой популяции; y_2 — скорректированное значение удоя коровы за 305 дней; $\bar{y}2$ — скорректированное среднее значение удоя за 305 дней в оцениваемой популяции; b_1,b_2 — коэффициенты регрессии для соответствующих признаков.

После расчетов весовых коэффициентов с учетом экономических значений признаков, формула селекционного комплексного индекса общей племенной ценности по продуктивности и продуктивному долголетию за каждую лактацию выглядит:

1) $I_1=94,13\times(y_1-\bar{y}_1)+1,05\times(y_2-\bar{y}_2)$

2) $I_2=90,66\times(y_1-\bar{y}_1)+1,04\times(y_2-\bar{y}_2)$

3) $I_3=98,43\times(y_1-\bar{y}_1)+1,04\times(y_2-\bar{y}_2)$,

а расчет оценки коровы по комплексному селекционному индексу общей племенной ценности по продуктивности и продуктивному долголетию за три лактации:

$$I=I_1+I_2+I_3,$$

где I_1 —оценка по комплексному индексу за первую лактацию, I_2 — оценка за вторую лактацию, I_3 — оценка за третью лактацию.

Выводы

1. В ходе проведенных исследований установлено статистически значимое влияние паратипических факторов на изменчивость признаков продуктивности и продуктивного долголетия. Влияние основного фактора хозяйство (Н) на удой за 305 дней лактации составило до 54%; на процентное содержание жира в молоке до 89% и на процентное содержание белка до 88%. На общее количество дойных дней составило до 61%; на пожизненный удой до 44%; на пожизненный выход жира до 50%; на пожизненный выход белка до 51%.

2. Выявлена слабая отрицательная генетическая корреляция (r_g) между удоем за 305 дней и процентным содержанием белка в молоке и процентным содержанием жира минус 0,24 и минус 0,26 соответственно.

3. Достаточно высокая положительная генетическая корреляция (r_g) 0,86 — 0,99 установлена между признаками продуктивного долголетия.

4. Оценки наследуемости (h^2) продуктивных признаков составили 0,13 — 0,30; признаков продуктивного долголетия 0,04 — 0,08.

5. Между признаками продуктивности и продуктивного долголетия, в частности между удоем за 305 дней и общим количеством дойных дней выявлена слабая отрицательная генетическая корреляционная связь (r_g) минус 0,01; между остальными признаками слабая положительная (r_g) 0,0005 — 0,02.

6. Для индексной оценки продуктивного долголетия коров установлена возможность использовать в качестве селекционируемого признака — количество дойных дней за лактацию.

7. Оценка полученных генетических параметров — коэффициентов наследуемости и генетических корреляций позволила в качестве основных селекционируемых признаков для оценки коров по комплексному индексу общей племенной ценности использовать удой за 305 дней и количество дойных дней за лактацию, с учетом экономических значений признаков.

Предложения производству

На основе полученных результатов исследований и сформулированных выводов рекомендуем селекционному центру по красно-пестрой породе молочного скота:

— при разработке методов определения племенной ценности коров красно-пестрой породы использовать показатели селекционно-генетических параметров, вычисленных с помощью многофакторных биометрических моделей, а для оценки молочной продуктивности за 305 дней использовать модель тестового дня;

— проводить селекцию коров красно-пестрой породы на основе комплексного индекса общей племенной ценности по молочной продуктивности и продуктивному долголетию, с учетом экономических значений признаков.

Список работ, опубликованных по теме диссертации
публикации в рецензируемых научных изданиях:

1. Терентьева Н.А. Молочная продуктивность коров и факторы, ее обуславливающие /Дунин И.М., Аджибеков К.К., Терентьева Н.А. и [и др.] // Зоотехния. — г. Москва, 2022г. — №11. — С.2—4.

2. Терентьева Н.А. Паратипические и генотипические факторы в оценке продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края / Терентьева Н.А., Дунин И.М., Шичкин Г.И. // Молочное и мясное скотоводство. — г. Москва, 2022г. — № 6 — С.18—22.

3. Терентьева Н.А. Продуктивное долголетие как основное условие отбора коров красно-пестрой породы / Терентьева Н.А., Шичкин Г.И., Нальвадаев Н.Я. // Зоотехния. — г. Москва, 2022г. — №12. — С. 2—6.

4. Терентьева Н.А. Воспроизводительные качества коров красно-пестрой породы / Дунин И.М., Аджибеков К.К., Терентьева Н.А. и [и др.] // Зоотехния. — г. Москва, 2022г. — №12. — С.32—34.

публикации в других изданиях:

5. Терентьева Н.А. Красно-пестрая порода молочного скота России / Дунин И.М., Аджибеков К.К., Терентьева Н.А. и [и др.]. — М: ФГБНУ ВНИИплем, 2021г. — 97с.

6. Терентьева Н.А. Программа селекции красно-пестрой породы молочного скота на период 2021-2030г.г./ Дунин И.М., Голубков А.И., Терентьева Н.А. и [и др.] — М.О. п. Лесные поляны, 2021. — 90с.

7. Терентьева Н.А. Современное состояние и перспективы развития красно-пестрой породы как конкурентноспособной отечественной породы скота молочного направления продуктивности / Дунин И.М., Козанков А.Г., Терентьева Н.А. и [и др.] // Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства: Материалы XII международной научно-практической конференции — Тверь, 2021г. — С. 54 -59.

8. Терентьева Н.А. Рост молочной продуктивности коров красно-пестрой породы в разных регионах разведения в сравнении с основными молочными породами РФ / Козанков А.Г., Аджибеков К.К., Терентьева Н.А. и [и др.] // Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства: Материалы XII международной научно-практической конференции. — Тверь, 2021г.— С. 49—54;

9. Терентьева Н.А. Продуктивные показатели инбредных и аутбредных коров красно-пестрой породы в условиях Воронежской области // Козанков А.Г., Аджибеков К.К., Терентьева Н.А. и [и др.] // Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства: Материалы XII международной научно-практической конференции. — Тверь, 2021г.— С. 44—47.

10. Терентьева Н.А. Применение стохастического метода в оценке долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края / Терентьева Н.А., Семенова Н.В., Нальвадаев Н.Я. // Современные проблемы зоотехнии: Материалы международной научно — практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, выдающегося ученого в области генетики и селекции Бакай А.В. — г. Москва, 2022. — С.157—162.

11. Терентьева Н.А. Основные хозяйственно-полезные признаки коров енисейского типа красно-пестрой породы по стаду и быкопроизводящей группе / Терентьева Н.А., Голубков А.И., Ефимова Л.В. и [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы VI международной научно-практической конференции. — г. Красноярск, 2022г. — С.305—310.

12. Терентьева Н.А. Молочная продуктивность коров красно-пестрой породы енисейского типа по стаду быкопроизводящей группы в зависимости от уровня голштинизации и коэффициента инбридинга / Терентьева Н.А., Козанков А.Г., Голубков А.И. и [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы VI международной научно-практической конференции. — Красноярск, 2022г. — С.310—316.

13. Терентьева Н.А. Влияние фактора кровности по голштинской породе коров красно-пестрой масти на результаты хозяйственной деятельности Красноярского края / Козанков Г.И., Голубков А.И., Терентьева Н.А. и [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы VI международной научно-практической конференции. — Красноярск, 2022. — С.168—174;

14. Терентьева Н.А. Влияние генотипических и паратипических факторов на продуктивность коров красно-пестрой породы Красноярского края / Козанков А.Г., Нальвадаев Н.Я., Терентьева Н.А. и [и др.] // Перспективы эффективного развития племенного животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации: Материалы XIII всероссийской (национальной) научно-практической конференции. — г. Тверь, 2022г.— С.93-97;

15. Терентьева Н.А. Ареал разведения скота красно-пестрой породы в РФ / Козанков А.Г., Аджибеков В.К., Терентьева Н.А. и [и др.] // Перспективы эффективного развития племенного животноводства и кормопроизводства в РФ: Материалы XIII всероссийской (национальной) научно-практической конференции. — г. Тверь, 2022г. — С.97-104.