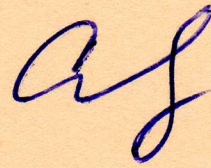


На правах рукописи



СЕМЕНОВА Наталия Валентиновна

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОДУКТИВНЫХ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ГОЛШТИНИЗИРОВАННОГО
МОЛОЧНОГО СКОТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

06.02.07 - Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

П. Лесные Поляны, Московская область
2017 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Научный руководитель: Кузнецов Василий Михайлович,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Официальные оппоненты: Шульга Леонид Петрович доктор
сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный аграрный университет»,
кафедра генетики, разведения и
биотехнологии животных, профессор
кафедры.
Муравьева Надежда Алексеевна
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА»,
кафедра зоотехнии, доцент кафедры.

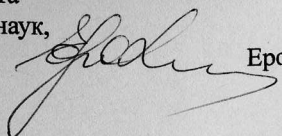
Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт
животноводства имени Л.К. Эрнста»

Защита диссертации состоится 22 сентября 2017 г. в 11-00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.017.01 на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» по адресу: 141212, Московская область, п. Лесные Поляны, ФГБНУ ВНИИплем. Факс: 8 (495) 515-95-57.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «ВНИИплем» www.vniiplem.ru.

Автореферат разослан 10 июля 2017 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук,
профессор


Ерохин Анатолий Сергеевич

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Разведение молочного скота должно быть прибыльным, поэтому вместе с продуктивными признаками необходимо, по возможности, учитывать и другие экономически важные признаки, именно: технологические, репродуктивные, экстерьерные, признаки жизнеспособности и здоровья животных. К технологическим признакам относится интенсивность молокоотдачи, которая влияет на время доения, снижая затраты труда на процесс доения. Было показано, что включение интенсивности молокоотдачи в селекционный процесс может дать экономический эффект (Groen A.F., 1996).

Для прогноза возможностей селекции по продуктивным и технологическим признакам необходимы оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций. За рубежом их рассчитывают с помощью многофакторных статистических моделей (Zwald N.R. et al., 2005; Wiggans G.R. et al., 2006; Samore A.B. et al., 2010). В ряде стран признаки молокоотдачи включают в различные индексы здоровья вымени (Bowman P.J. et al., 1996; Santus E., Bagnato A., 1998; Boettcher P.J., 1998; Rupp R., Boichard D., 1999; Berry D.P. et al., 2004; Rensing S., Ruten W., 2005; Brade E., Brade W., 2009).

Для улучшения свойств вымени и молокоотдачи коров отечественных пород использовались быки зарубежной селекции – голландской, красной датской, айрширской, голштинской (Бич А.И. и др., 1982; Дмитриев В.И., 1986; Прудов А.И., 1987; Логинов Ж.Г. и др., 1989; Дунин И.М. и др., 1997; Вельматов А.П. и др., 2010). Коэффициенты наследуемости, как правило, рассчитываются по однофакторным статистическим моделям. Оценки генетических корреляций интенсивности молокоотдачи с продуктивными признаками в отечественных публикациях отсутствуют.

Современные программы селекции базируются на использовании многофакторных статистических моделей, которые позволяют исключить влияние паратипических факторов и получить несмещенные оценки генетических параметров (Шульга Л.П., 1983; Кузнецов В.М., 1996, 2002; Муравьева Н.А., 2010; Сермягин А.А. и др., 2015). Последние необходимы как для теоретических разработок, так и для практической селекции. В частности, для оценки племенной ценности животных, конструирования селекционных индексов по комплексу признаков, моделирования и оптимизации селекционных программ. В исследованиях по имитационному моделированию были изучены различные соотношения интенсивности отбора групп племенных животных по удою, количеству молочного жира, живой массе и жизнеспособности (Басовский Н.З., 1983; Кузнецов В.М., 1976, 1997, 2008). Однако признаки молокоотдачи не учитывались. В связи с этим возникает необходимость в проведении исследований для получения объективных оценок генетических параметров продуктивных и технологических признаков и использования их при моделировании селекционного процесса.

Цель и задачи. Основной целью исследований была оценка коэффициентов наследуемости и генетических корреляций технологических и продуктивных признаков с последующим использованием их для гармонизации селекционного процесса.

Задачи исследования сводились к следующему:

1. Создать базу данных по первотелкам племенных хозяйств Кировской области, провести многофакторный дисперсионный анализ и оценить влияние различных факторов на изменчивость удоя, количества и содержания жира в молоке, суточного удоя, времени доения и интенсивности молокоотдачи.

2. Оценить коэффициенты наследуемости и генетические корреляции изучаемых признаков.

3. Исследовать возможность селекции матерей и отцов коров с учетом интенсивности молокоотдачи.

4. Изучить эффективность разных вариантов селекции быков с включением суточного удоя, количества молочного жира и интенсивности молокоотдачи.

Научная новизна. Проведенные исследования позволили:

- оценить вклад паратипических и генетических факторов в фенотипическую (ко)вариацию продуктивных и технологических признаков голштинизированных коров Кировской области и получить оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций;

- выявить целесообразность селекции молочного скота по количеству молочного жира;

- установить, что эффективная селекция по интенсивности молокоотдачи возможна только при оценке и отборе быков-производителей по качеству потомства;

- провести компьютерное моделирование разных вариантов селекции быков, включая поэтапную селекцию по суточному удою, количеству молочного жира и интенсивности молокоотдачи.

Практическая значимость. Проведенные исследования позволили получить объективные оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций технологических и продуктивных признаков, которые могут использоваться в практической селекции для оценки племенной ценности коров и быков, конструирования селекционных индексов по комплексу признаков. На основании модельных расчетов предложен вариант поэтапного отбора быков, именно: I этап – предварительный отбор по суточному удою (выбраковка худших быков 10%), II этап – по количеству молочного жира (60%) и III этап – по интенсивности молокоотдачи (10%), позволяющий дополнительно повысить общий ожидаемый эффект селекции на 5-13%.

Основные положения, выносимые на защиту:

- декомпозиция фенотипической (ко)изменчивости продуктивных (удой, содержание и количество молочного жира) и технологических (суточный удой, время доения, интенсивность молокоотдачи) признаков;

- оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций;

- варианты поэтапной селекции быков.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были доложены на заседаниях Ученого совета ГНУ Зонального НИИСХ Северо-Востока (2009-2012), на конференции «Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на Севере» (Сыктывкар, 2007), на научно-практической конференции «Основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства Евро-Северо-Востока России» (Кострома, 2008), на конференции «Наука в развитии АПК северных территорий» (Архангельск, 2008), на международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.Г. Петского «Современные научные тенденции в животноводстве» (Киров, 2009), на V съезде Вавиловского общества генетиков и селекционеров (Москва, 2009), на научной сессии «Научное обеспечение повышения эффективности отрасли животноводства в условиях Евро-Северо-Востока России» (Кострома, 2009), на всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей «Науке нового века - знания молодых» (Киров, 2010), на конференции «Проблемы и пути развития сельскохозяйственной науки Севера XXI века» (Сыктывкар, 2011), на международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей «Науке нового века - знания молодых» (Киров, 2012), на 1-й молодежной конференции «Молодые ученые - аграрной науке Евро-Северо-Востока» (Киров, 2013), на научно-практической конференции с международным участием «Зоотехническая наука в условиях современных вызовов», посвященной 85-летию со дня рождения академика Льва Константиновича Эрнста (Киров, 2015), на научно-практической конференции «Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве» (Саранск, 2015).

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 16 работ, 4 работы в рецензируемых научных журналах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследования, результатов собственных исследований, обсуждения результатов исследований, выводов, практических предложений. Список литературы включает 173 источника, в том числе 53 зарубежных авторов. Работа изложена на 113 страницах компьютерного текста, содержит 45 таблиц, 4 рисунка, 3 приложения.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Материал исследования

Исследования проводились в течение 10 лет (с 2006 по 2016 гг.) в лаборатории популяционной генетики в животноводстве ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока». Материалом исследования послужили данные информационной системы СЕЛЭКС по 27229 голштинизированным первотелкам, дочерям 329 быков, отелившихся за шестилетний период в 40 племенных хозяйств Кировской области. Ниже представлены средние показатели по выборке (μ), стандартные отклонения (σ) и коэффициенты изменчивости (CV, %) анализируемых признаков.

Признаки	μ	σ	CV, %
Продуктивные:			
- удой, кг	4587	1091	23,8
- жир, %	3,8	0,3	6,7
- жир, кг	173	43	24,8
Технологические:			
- суточный удой, кг	18,1	4,3	24,0
- продолжительность доения, мин	10,7	2,4	24,1
- интенсивность молокоотдачи, кг/мин	1,7	0,4	23,0

2.2 Методика исследования

Общая схема исследований представлена на рисунке.

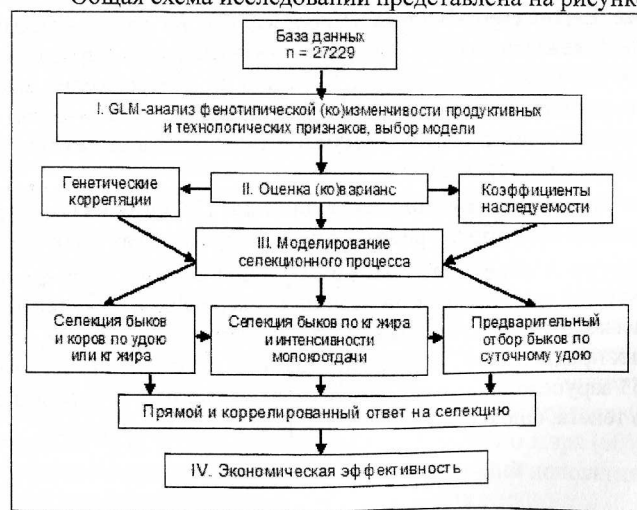


Рис. Схема проведения исследований

Первый этап включал декомпозицию фенотипической (ко)изменчивости продуктивных и технологических признаков. На втором этапе была проведена оценка наследуемости, фенотипических, паратиписических и генетических корреляций изучаемых признаков. На третьем этапе моделировали варианты отбора коров и быков по селекционируемым признакам. На четвертом этапе оценили экономическую эффективность предлагаемого варианта.

Статистическую обработку данных проводили с помощью процедуры обобщенных линейных моделей (General Linear Models, GLM). Для оценки компонентов фенотипической изменчивости признаков был использован мультифакторный анализ. Базовая биометрическая модель фиксированного типа имела вид:

$$y = \mu + N + Y + M + A + W + GCOW + e, \quad \text{модель 1}$$

где y – признак у первотелки; μ – общее среднее; N – эффект стада; Y и M – эффекты года и месяца отела; A – эффект возраста при первом отеле; W – эффект живой массы при отеле; $GCOW$ – эффект генетической группы (% голштинских генов); e – рандомизированное влияние неучтенных факторов.

Для оценки генетических параметров использовали модель смешанного типа:

$$y = SI + HYS + A + W + GCOW + e, \quad \text{модель 2}$$

где y – признак у первотелки; SI – эффект аддитивной генетической ценности отца; HYS – комплексный фактор «стадо-год-сезон отела»; A – эффект возраста при первом отеле; W – эффект живой массы при отеле; $GCOW$ – эффект генетической группы (% голштинских генов); e – эффект неучтенных факторов. Эффекты SI и e – рандомизированные, остальные – фиксированные.

Коэффициенты наследуемости (h^2) рассчитывали методом учетверенной внутриклассовой корреляции:

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2},$$

где σ_s^2 – варианса «между отцами»; σ_e^2 – варианса неучтенных факторов (остаточная).

Ошибку оценки h^2 (s_{h^2}) вычисляли по формуле:

$$s_{h^2} \approx \sqrt{(32 \times h^2) / (n_s k)},$$

где n_s – число быков; k – средневзвешенное число дочерей на быка.

Коэффициенты генетических корреляций (r_{g12}) рассчитали по формуле:

$$r_{s_{12}} = \frac{\sigma_{s_{12}}}{\sqrt{\sigma_{s_1}^2 \sigma_{s_2}^2}},$$

где $\sigma_{s_{12}}$ – коварианса «между отцами» признака 1 и 2.

Для расчёта ошибки коэффициента генетической корреляции (s_{r_g}) использовали формулу:

$$s_{r_g} \approx \sqrt{((1 - r_{s_{12}}^2)^2 / (2h_1^2 h_2^2)) \times s_{h_1^2} s_{h_2^2}},$$

где h_1^2 и h_2^2 – коэффициенты наследуемости признаков 1 и 2 и их ошибки $s_{h_1^2}$ и $s_{h_2^2}$.

Подобным образом вычисляли фенотипические и паратипические коэффициенты корреляций, но с использованием соответствующих коварианс и вариантов. Все вычисления выполняли по компьютерной программе LSMMLW (Harvey, 1987).

Оценка генетической эффективности селекционного процесса базировалась на подходах, изложенных в работах В.М. Кузнецова (1976, 2001, 2008):

• ожидаемый генетический прогресс за год ($\Delta G_{j/y}$) при прямой селекции по признаку (j)

$$\Delta G_{j/y} = \frac{I_{S_j} + I_{D_j}}{L_s + L_D},$$

где I_{S_j} и I_{D_j} – генетическое превосходство отобранных быков и коров по j-му признаку (средняя племенная ценность отобранных животных); L_s и L_D – генерационный интервал для быков и коров.

• генетическое превосходство коров (I_{D_j})

$$I_{D_j} = i_{D_j} \times \sqrt{h_j^2} \times \sigma_{A_j},$$

где i_{D_j} – интенсивность отбора коров по j-му признаку; h_j^2 – коэффициент наследуемости по j-му признаку; σ_{A_j} – аддитивная генетическая изменчивость j-го признака.

• генетическое превосходство быков (I_{S_j})

$$I_{S_j} = i_{S_j} \times \sqrt{REL_j} \times \sigma_{A_j},$$

где i_{S_j} – интенсивность отбора быков по j-му признаку; REL_j – надежность (достоверность) оценки племенной ценности быка по j-му признаку ($= n / (n + (4 - h_j^2) / h_j^2)$); n – число дочерей быка.

• коррелированный генетический прогресс за год ($\Delta G_{k/y}$) по признаку (k) при прямой селекции по признаку (j)

$$\Delta G_{k/y} = r_{g_{kj}} \times \frac{\Delta G_{j/y}}{\sigma_{A_j}} \times \sigma_{A_k},$$

где $r_{g_{kj}}$ – генетическая корреляция между признаками k и j; σ_{A_k} – аддитивная генетическая изменчивость для признака k.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Декомпозиция фенотипической изменчивости

В табл. 1 представлена декомпозиция фенотипической изменчивости признаков по модели 1.

Таблица 1 – Вклад компонентов фенотипической изменчивости признаков, %

Причина изменчивости (компонент)	df	Признаки					
		продуктивные			технологические		
		удой	жир(%)	жир(кг)	суточный удой	время доения	интенсивность доения
H	39	34,1	24,0	35,7	25,4	22,5	20,6
Y	5	3,9	0,6	4,3	1,7	0,2	0,9
M	11	1,9	0,6	1,6	0,9	0,5	0,1
A	6	0,4	0,1	0,4	0,5	0,3	0,0
W	6	0,4	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1
Gcow	5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1
Модель, R ²	73	61,6	26,5	62,1	38,6	25,4	27,6
e	-	38,4	73,5	37,9	61,4	74,6	72,4

Примечания: df – число степеней свободы; R² – коэффициент детерминации; для всех факторов фактические уровни значимости меньше $\alpha=0,05$.

Преобладающее влияние на изменчивость признаков оказал фактор «стадо» (H): для продуктивных признаков – 24...35, технологических – 20...25%. Вторыми по силе влияния были факторы «год отела» (Y) и «месяц отела» (M): для продуктивных признаков – 0,6...4,3, технологических – 0,1...1,7%. Вклад других «организованных» факторов не превышал 1%. Включенные в модель факторы оказывали наибольшее влияние на вариацию количества молока и жира (R² = 61...62%). По остальным признакам коэффициенты детерминации были в пределах 25...39%. Кроме того между разными градациями паратипических факторов: года и месяца отела, возраста и живой массы при первом отеле имели место значительные различия в оценках по продуктивным и технологическим признакам.

В табл. 2 представлены оценки коэффициентов детерминации по семи биометрическим моделям для всех признаков. Вместо факторов H, Y и M был включен комплексный фактор «стадо-год-сезон отела» (HYS) (модели 1 и 3; 2 и 6), который привел к повышению коэффициента детерминации примерно на 10%.

Таблица 2 – Коэффициенты детерминации признаков, %

№	Факторы модели	удой	жир (%)	жир (кг)	суточный удой	время доения	интенсивность доения
1	H, Y, M, A, W, GCOW	61,6	26,5	62,1	38,6	25,4	27,6
2	H, Y, M, A, W, GSI	61,6	26,6	62,1	38,6	25,4	27,8
3	HYS, A, W, GCOW	66,4	39,9	67,8	47,1	36,6	37,6
4	HYS, GCOW	65,6	39,8	67,1	46,4	36,2	37,5
5	HYS, HFCOW регрессор	65,6	39,8	67,1	46,4	36,1	37,4
6	HYS, A, W, GSI	66,4	39,9	67,8	47,1	36,5	37,6
7	HYS, GSI	65,4	39,8	67,1	46,4	36,2	37,6

Исключение из модели возраста (A) и живой массы (W) при отеле незначительно снизило эффективность биометрических моделей (модели 3 и 4; 6 и 7). Замена генетической группы первотелки «GCOW» на генетическую группу отца «GSI» (модели 4 и 7) не отразилась на эффективности моделей. Включение в модели кровности первотелки, как непрерывной, независимой переменной «HFCOW регрессор», вместо генетической группы первотелки «GCOW» (модели 4 и 5) также не сказалось на величине коэффициентов детерминации.

В табл. 3 представлены оценки генетических групп и тренды, рассчитываемые методом наименьших квадратов (LS). LS-оценки и их статистическая значимость выражены относительно 1-ой группы.

Таблица 3 – LS - оценки генетических групп и трендов

GCOW	HFCOW	n	удой, кг	жир, %	жир, кг	суточный удой, кг	время доения, мин	интенсивность доения, кг/мин
1	до 25%	4868	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00
2	25-36	7157	+59	-0,00*	+2,3	+0,0*	-0,2	+0,03
3	37-49	5800	+130	-0,00*	+4,7	+0,3	-0,0*	+0,03
4	50-61	3298	+159	-0,01*	+5,8	+0,5	+0,2	+0,02
5	62-74	2549	+274	-0,01*	+10,2	+0,7	+0,2	+0,03
6	≥ 75	4326	+290	-0,01*	+10,9	+0,8	+0,2	+0,04
Регрессия на +10%HF генов			+41,6	-0,002*	+1,5	+0,11	+0,05	+0,002*
Ошибка регрессии, ±			2,4	0,009	0,1	0,015	0,009	0,002

Примечания: здесь и далее * – оценки статистически незначимы ($\alpha > 0,05$). Остальные оценки статистически значимы при $\alpha < 0,05$.

В целом, влияние голштинских генов на удой, количество молочного жира, суточный удой и интенсивность молокоотдачи было положительным. По времени доения превосходство имели только группы первотелок с кровностью $\geq 50\%$. Однако тренды, оцениваемые линейной регрессией, были статистически значимы только по удою, молочному жиру, суточному удою и времени доения.

3.2 Наследуемость, фенотипические, паратипические и генетические корреляции признаков

В табл. 4 представлены оценки фенотипической и генетической изменчивости признаков, вычисленные по модели 2.

Таблица 4 – Фенотипическая и генетическая изменчивость признаков

Признак	μ	σ_p	$CV_p, \%$	σ_A	$CV_A, \%$	$h^2 \pm$ ошибка
удой, кг	4587	677	15	383	8	0,32 $\pm 0,025$
жир, %	3,8	0,2	6	0,1	4	0,44 $\pm 0,027$
жир, кг	173	27	16	16	9	0,35 $\pm 0,032$
суточный удой, кг	18	3,4	19	1,7	9	0,23 $\pm 0,019$
время доения, мин	10,7	2,2	21	1,1	11	0,26 $\pm 0,021$
интенсивность доения, кг/мин	1,7	0,4	20	0,2	10	0,24 $\pm 0,020$

Примечания: μ – среднее; σ_p и σ_A – фенотипическое и генетическое стандартные отклонения; CV_p и CV_A – коэффициенты фенотипической и генетической изменчивости; h^2 – коэффициент наследуемости.

Коэффициенты наследуемости продуктивных признаков были в пределах 0,3...0,4, технологических – 0,2...0,3. Оценки коэффициентов наследуемости технологических признаков были в среднем на 30% ниже таковых для продуктивных признаков, но вполне достаточны для их улучшения посредством селекции.

В табл. 5 даны коэффициенты корреляций между продуктивными признаками.

Таблица 5 – Фенотипические, паратипические и генетические корреляции между продуктивными признаками

Признаки	r_p	r_u	$r_g \pm$ ошибка
удой \times жир(%)	-0,10	-0,15	-0,02 $\pm 0,063$
удой \times жир(кг)	0,93	0,94	0,91 $\pm 0,011$
жир(%) \times жир(кг)	0,19	0,27	0,39 $\pm 0,053$

Примечания: здесь и далее r_p – фенотипическая, r_u – паратипическая, r_g – генетическая корреляции.

