

На правах рукописи



ТИМКИНА Елена Юрьевна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА BLUP ПРИ ОЦЕНКЕ
БЫКОВ ПО ПОТОМСТВУ В СТАДАХ
ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ**

06.02.01 - Разведение, селекция, генетика
и воспроизводство сельскохозяйственных животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Киров-2002

Работа выполнена в лаборатории популяционной генетики в животноводстве *ГУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого Россельхозакадемии.*

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук
Кузнецов Василий Михайлович.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Карликов Дмитрий Васильевич - РАМЖ;
кандидат сельскохозяйственных наук
Падерина Роза Васильевна - ВГСХА.

Ведущая организация: *Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела.*

Защита состоится *24* декабря 2002 года в *10* часов на заседании диссертационного совета Д 220.022.01 при *Вятской государственной сельскохозяйственной академии* по адресу: 610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

Автореферат разослан ___ ноября 2002 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

В.В. Козлов

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертация является итогом научно-исследовательских работ по популяционной генетике и селекции крупного рогатого скота, выполненных в соответствии с государственными планами НИР ГУ Зонального НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (№ гос. рег. 01970004735).

Актуальность темы. Точный прогноз генотипа быков-производителей играет чрезвычайно важную роль в программах генетического улучшения популяций молочного скота. Проведенные за рубежом и в России исследования свидетельствуют, что эффективность селекции на 60...70% и более определяется отбором проверенных по потомству быков (А. Robertson, J.M. Rendel, 1950; Н. Skjervold, 1972; Н.З. Басовский, В.М. Кузнецов, 1979).

Официальным методом оценки племенной ценности быков по качеству потомства является метод «сравнение со сверстницами» (СС). Метод СС легко применим на практике, но имеет некоторые нежелательные свойства. В частности, он не учитывает генетические различия между группами животных и генетический тренд в популяции. Для того чтобы метод СС давал несмещенный прогноз генотипа быков, необходима закрытая система разведения, что в условиях широкого использования лучшего мирового генофонда невыполнимо. Поэтому применение метода СС не исключает ошибок при оценке племенной ценности быков и, следовательно, при их отборе для племенного использования.

Цель оценки племенной ценности заключается в том, чтобы с максимальной точностью получить суждение о генотипе быка. Известно, что проявление генотипа зависит не только от наследственной основы, но и от тех конкретных условий, на которые данный организм вынужден реагировать (Ф.Ф. Эйсер, Л.К. Эрнст, 1969). Модифицирующие воздействия внешней среды затрудняют оценку генотипа производителей, смещая ее истинное значение. Поэтому проблемой оценки является то, чтобы: а) статистическими методами выявить существенные паратипические факторы, влияющие на продуктивность потомства, б) элиминировать их влияние путем корректировки или включения в статистическую модель и в) по скорректированным данным сделать наиболее точный прогноз генотипа быков.

Этим требованиям наиболее полно отвечает процедура наилучшего линейного несмещенного прогноза (Best Linear Unbiased Prediction - BLUP), основанная на линейных статистических моделях смешанного типа (C.R. Henderson, 1973, 1984). BLUP учитывает как средовые, так и генетические факторы, влияющие на изменчивость признаков молочной продуктивности. Кроме того, все учитываемые в модели факторы оцениваются одновременно. Этим достигается максимально достоверный, несмещенный прогноз генотипа быков и, соответственно, повышается вероятность отбора именно быков-улучшателей. Внедрение BLUP-процедуры в практическую селекцию значительно ускорит темпы генетического улучшения отечественных пород молочного скота.

Вышесказанное определяет актуальность исследований.

Цель и задачи исследования. Целью исследований являлась адаптация и оценка эффективности использования метода наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP) для генетической оценки быков-производителей по качеству потомства в условиях разведения холмогорского скота Кировской области. Необходимо было решить следующие задачи:

- создать компьютерный банк данных по первотелкам;
- исследовать влияние различных паратипических факторов на изменчивость признаков молочной продуктивности;
- оценить уровень генетической дисперсии и ковариации продуктивных признаков;
- специфицировать и апробировать биометрическую модель BLUP;
- исследовать взаимосвязь BLUP-оценок быков с продуктивностью дочерей и женских предков;
- оценить эффективность разных вариантов селекции быков.

Научная новизна исследований. Впервые проведены популяционно-генетические исследования молочной продуктивности холмогорского скота Кировской области с использованием многофакторных линейных статистических моделей смешанного типа; определены значимые паратипические факторы и установлена степень их влияния на продуктивные признаки; оценена генетическая изменчивость (наследуемость) удоя, жирномолочности, количества молочного жира и их взаимосвязь (фенотипическая, генетическая, паратипическая); изучена прогностическая

значимость метода BLUP; выявлена информационная ценность продуктивности ближайших женских предков быков-производителей; определены возможности генетического улучшения холмогорского скота.

Практическая значимость. Полученные оценки коэффициентов наследуемости признаков молочной продуктивности были использованы для расчета племенной ценности производителей. По качеству потомства оценено более 150 быков, из которых 75 имели более 15 дочерей и получили племенные категории. Для практического использования выпущен «Бюллетень генетической оценки быков по качеству потомства методом BLUP» (Киров, 1998), разосланный во все племенные хозяйства и племенные службы области, а также НИУ Северо-Восточного научно-методического центра и ведущие НИИ России. Проведенные исследования явились фундаментом для дальнейших работ по актуализации и расширению информационного банка данных не только по холмогорской, но и по черно-пестрой породам с последующей генетической оценкой производителей («Бюллетень генетической оценки быков по качеству потомства методом BLUP».- Киров, 2000).

На защиту выносятся следующие положения:

- влияние паратипических факторов на дисперсию признаков молочной продуктивности холмогорского скота;
- коэффициенты наследуемости и генетических корреляций признаков молочной продуктивности;
- прогностическая значимость BLUP при племенной оценке производителей;
- эффективность отбора быков по BLUP-оценкам.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были доложены на заседаниях Ученого совета ГУ ЗНИИСХ Северо-Востока (1998-2002 гг.), на научно-практической конференции «Эффективность аграрной науки в сельскохозяйственном производстве Евро-Северо-Востока» (Кострома, 1999 г.), на II Съезде Вавиловского общества генетиков и селекционеров (С. Петербург, 2000 г.), на второй научной конференции аспирантов и соискателей «Науке нового века – знания молодых» (ВГСХА, Киров, 2002 г.), на международной научно-практической конферен-

ции «Перспективы развития животноводства в Северо-Западном регионе РФ» (Калининград, 2002 г.).

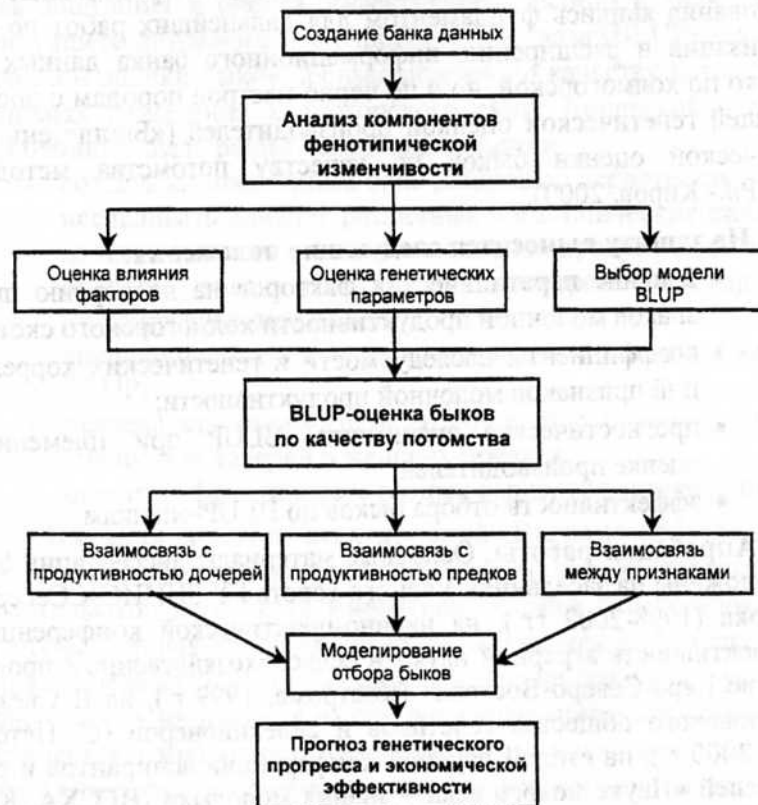
Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано четыре работы.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методики, результатов исследований и их обсуждения, выводов, предложений производству, приложений и списка литературы, включающему 165 источников, в том числе 59 на иностранных языках. Объем работы 121 страница, 39 таблиц, 7 графиков и 3 приложения.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Общая схема проведения исследований дана на рисунке.

СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ



По записям племенных карточек 2-мол был создан компьютерный банк данных на первотелок холмогорской породы шести племенных хозяйств Кировской области. Всего банк данных включал информацию о 4840 дочерях 151 быка (выборка 1).

Для оценки генетических параметров популяции был сформирован набор данных с числом дочерей на быка не менее 10 (выборка 2 - 4623 первотелки, дочери 91 быка).

Влияние факторов внешней среды на молочную продуктивность анализировали по шести линейным статистическим моделям фиксированного типа. Эффективность моделей оценивали коэффициентом детерминации (R^2).

Генетическую дисперсию и ковариацию признаков молочной продуктивности оценивали по линейной статистической модели смешанного типа (с фиксированными и рандомизированными факторами):

$$y = F + Y + S(Y) + A + D + s + e, \quad \text{модель I}$$

где y - продуктивность первотелки; F - эффект фермы (уровня кормления и содержания животных на ферме - фиксированный); Y - эффект года отела (фиксированный); $S(Y)$ - эффект сезона отела внутри года отела (фиксированный); A - эффект возраста при отеле (фиксированный); D - эффект продолжительности лактации (фиксированный); s - эффект $\frac{1}{2}$ аддитивной генетической ценности отца (рандомизированный, со средней равной 0 и дисперсией σ_s^2); e - эффект неучтенных факторов (рандомизированный, со средней равной 0 и дисперсией σ_e^2).

Коэффициент наследуемости (h^2) рассчитывали методом «учетверенной внутриклассовой корреляции» (r_w):

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

Генетические корреляции (r_g) вычисляли из отношения ковариансы «между отцами» двух признаков ($\sigma_{s_{1,2}}$) к геометрической средней дисперсий «между отцами» каждого признака ($\sigma_{s_1}^2$ и $\sigma_{s_2}^2$):

$$r_g = \frac{\sigma_{s_{1,2}}}{\sqrt{\sigma_{s_1}^2 \sigma_{s_2}^2}}.$$

Аналогичным образом вычислялись фенотипические и паратипические коэффициенты корреляции, но с использованием

соответствующих коварианс и дисперсий. Для расчетов использовали компьютерную программу LSMLMW (W.R. Harvey, 1987).

При оценке племенной ценности быков влияние возраста при отеле и продолжительности лактации элиминировали посредством предварительной корректировки продуктивности первотелок. Для этого использовали аддитивные корректур-факторы:

$$\tilde{y}_\ell = y_\ell + KFA_\ell + KFD_\ell,$$

где \tilde{y}_ℓ - скорректированная продуктивность ℓ -ой первотелки; y_ℓ - продуктивность ℓ -ой первотелки; $KFA_\ell = \hat{a} - \hat{a}_f$ - корректур-фактор на возраст при отеле; $KFD_\ell = \hat{d} - \hat{d}_k$ - корректур-фактор на продолжительность лактации; \hat{a} - оценка эффекта базовой градации фактора «возраст при отеле»; \hat{a}_f - оценка эффекта f -ой градации фактора «возраст при отеле»; \hat{d} - оценка эффекта базовой градации фактора «продолжительность лактации»; \hat{d}_k - оценка эффекта k -ой градации фактора «продолжительность лактации».

Чтобы учесть и элиминировать при BLUP-оценке быков эффекты «фермы» (F), «года отела» (Y) и «сезона отела» (S), а также все взаимодействия между ними, эти эффекты были объединены в один эффект «ферма-год-сезон» - FYS. Линейная статистическая модель предварительно скорректированной продуктивности первотелки для BLUP-оценки быков имела вид:

$$\tilde{y}_{ij\ell} = FYS_i + s_j + e_{ij\ell}, \quad \text{модель II}$$

где $\tilde{y}_{ij\ell}$ - продуктивность ℓ -ой первотелки, дочери j -го отца, отелившейся в i -ом ферме-годе-сезоне, скорректированная на возраст при отеле и продолжительность лактации; FYS_{*i*} - эффект i -го фермы-года-сезона (фиксированный); s_j - аддитивный генетический эффект (=1/2 генетической ценности) j -го отца (рандомизированный); $e_{ij\ell}$ - эффект неучтенных факторов, связанный с каждой регистрацией продуктивности первотелки (рандомизированный).

Племенную ценность (BV) производителя выражали как удвоенную оценку эффекта отца (\hat{s}):

$$BV = 2 \hat{s}.$$

Расчеты проводили по программе для персональных компьютеров (В.М. Кузнецов, А.А. Шестиперов, В.Н. Егорова, 1987).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Компоненты фенотипической изменчивости

Характеристика банка данных. Описательная статистика выборки 1 представлена в таблице 1. В течение исследуемого пятилетнего периода сперма 57 быков (37,7%) использовалась 1 год, 47 быков (31,2%) – 2 года, 28 быков (18,5%) – 3 года, 17 быков (11,3%) – 4 года и только 2-х быков (1,3%) в течение пяти лет. В среднем продолжительность использования спермы быка составила 2,1 года. В хозяйствах ежегодно использовалась сперма большого числа быков. В то же время следует отметить, что 74% производителей использовались только в одном хозяйстве, 15% – в двух, 9% – в трех и 2% – в четырех хозяйствах.

В среднем на одного производителя приходилось примерно 32 первотелки. По хозяйствам этот показатель варьировал от 9 до 44. Из всего поголовья быков только половина имела более 15 дочерей. По одной дочери было у 26 производителей (17%). По 100 и более дочерей имели всего 11 быков (7%).

1. Структура данных и средняя продуктивность первотелок по хозяйствам

Хозяйство	Число		Признак		
	быков	дочерей	удой, кг	жир, %	жир, кг
Соколовка	36	636	4623	3,63	168
Мухинский	27	631	3983	3,83	153
Новый	63	942	4382	3,74	164
Кр. Октябрь	34	1109	3974	3,97	158
Октябрьский	29	1289	4438	3,98	177
ФСС	26	233	4156	3,81	158
По всем	151	4840	4272	3,86	165

Примечание. ФСС - Фаленская селекционная станция.

Анализ исходных данных свидетельствовал о том, что интенсивность использования быков была низкой, система проверки быков по качеству потомства и программа крупномасштабной селекции с породой отсутствовали.

Эффективность статистических моделей. Для оценки влияния факторов внешней среды на молочную продуктивность холмогорских первотелок была произведена группировка данных

выборки 1 по месяцу отела на три «сезона» (по четыре месяца каждый), возрасту при первом отеле на 6 групп (с разницей в два месяца) и продолжительности лактации на 8 групп (с разницей в 10 дней). Был проведен анализ эффективности шести фиксированных моделей с различным числом включенных паратипических факторов. В таблице 2 представлены коэффициенты детерминации статистических моделей (R^2).

2. Коэффициенты детерминации различных статистических моделей, %

Модель	Признак		
	удой, кг	жир, %	жир, кг
$y=\mu+H+e$	9,3	18,2	7,5
$y=\mu+F+e$	14,4	19,5	12,6
$y=\mu+F+Y+e$	15,0	20,6	13,2
$y=\mu+F+Y+S(Y)+e$	17,5	21,0	15,3
$y=\mu+F+Y+S(Y)+A+e$	19,5	21,1	17,5
$y=\mu+F+Y+S(Y)+A+D+e$	39,7	21,3	37,1

Примечание. y - признак; μ - средняя по выборке; эффекты: H - «хозяйство»; F - «ферма»; Y - «год отела»; $S(Y)$ - «сезон» отела внутри года отела; A - группа возраста при отеле; D - группа числа дойных дней; e - неучтенные факторы.

Наиболее эффективной для характеристики ситуации в изучаемой популяции оказалась последняя модель, включавшая эффекты «фермы», «года отела», «сезона отела», «возраста при первом отеле» и «продолжительности лактации». Следует отметить, что включенные в модель факторы в большей степени влияли на вариацию количества молока и жира (R^2 соответственно 39,7 и 37,1%). На содержание жира в молоке эти факторы действовали слабее ($R^2=21,3\%$).

Вклад различных факторов в общую дисперсию признаков. Для того чтобы оценить долю и достоверность влияния на общую фенотипическую изменчивость признаков паратипических и генетических факторов была использована модель 1. Расчеты проводили по выборке 2. Сумма квадратов отклонений по каждому фактору была выражена в процентах относительно общей суммы квадратов (табл. 3).

Было установлено, что наибольший и достоверный вклад в фенотипическую изменчивость удоя и количества молочного жира внесла компонента «продолжительность лактации» – 20,6 и 20,9%. Затем по силе влияния следовали условия содержания и уровень кормления животных в хозяйствах (фактор «ферма») – 5,0...8,1%. Доля изменчивости, обусловленная возрастом первотелок при отеле, была небольшой, но достоверной 0,2...2,2%. Влияние года и сезона отела на все признаки было тоже небольшим, но достоверным.

3. Вклад различных факторов в общую дисперсию признаков, %

Факторы	Признак		
	удой, кг	жир, %	жир, кг
Ферма	8,1	5,0	5,9
Год отела	0,5	1,0	0,3
Сезон отела	2,5	0,6	1,8
Возраст при отеле	1,9	0,2	2,2
Продолжительность лактации	20,9	0,4	20,6
Отец	4,9	7,7	3,1
Неучтенные факторы	61,2	85,1	66,1

Примечание. Влияние факторов достоверно ($P>0,95$).

Отцы первотелок являются генетической причиной изменчивости продуктивности. Их влияние на вариацию молочной продуктивности дочерей было в пределах 3...7% и достоверным. Это чрезвычайно важно для селекции скота. Из оценок дисперсии и коварианс по отцам были рассчитаны коэффициенты наследуемости признаков молочной продуктивности и генетические корреляции между ними.

Коэффициенты наследуемости и корреляции. В таблице 4 представлены основные селекционно-генетические параметры молочной продуктивности холмогорского скота.

Все оценки коэффициентов наследуемости были достоверными, соответствовали литературным данным и свидетельствовали о достаточной генетической изменчивости для повышения генетического потенциала холмогорского скота по признакам молочной продуктивности. Эти значения были использованы во второй части исследования при BLUP-оценке быков.

Оценки корреляций между признаками молочной продуктивности свидетельствовали о том, что между удоем и жирномолочностью имел место антагонизм – генетическая корреляция была отрицательной (-0,525). В то время как между количеством молока и количеством молочного жира, содержанием жира в молоке и количеством жира генетические корреляции были положительными (+0,776 и +0,123 соответственно). Фенотипические корреляции имели аналогичную направленность. Между удоем и количеством молочного жира, а также между количеством молочного жира и содержанием жира имела место положительная паратипическая корреляция (+0,905 и +0,416). Паратипической связи между удоем и жирномолочностью не установлено.

4. Селекционно-генетические параметры признаков молочной продуктивности

Признак	M	CV,%	Наследуемость и взаимосвязь		
			удой, кг	жир, %	жир, кг
Удой, кг	4272	18,5	0,192	-0,123	+0,881
Жир, %	3,86	7,9	-0,525	0,295	+0,351
Жир, кг	165	19,1	+0,776	+0,123*	0,121

Примечание. M - среднее по выборке; CV - коэффициент изменчивости; по диагонали – коэффициенты наследуемости; выше диагонали – фенотипические, под диагональю – генетические корреляции, * - недостоверно ($P < 0,95$).

По характеру корреляций между удоем и количеством молочного жира, процентом жира и количеством молочного жира можно предположить, что при селекции по количеству молочного жира и генотип, и среда будут способствовать улучшению как удою, так и жирномолочности. Учитывая важность повышения жирномолочности коров, представляется целесообразным использовать при селекции холмогорского скота в качестве основного селекционируемого признака – количество молочного жира.

3.2. Оценка эффективности метода BLUP

Распределение быков по категориям. Из 151 быка, оцененных по качеству потомства методом BLUP (выборка 1, модель II), категории были присвоены 75 (табл. 5). Категорию присваивали при наличии у быка 15 и более дочерей.

5. Распределение быков по категориям

Категория	F++	F+	F0	F-	F--	Итого
Y++	-	-	1	-	1	2
Y+	-	2	10	6	-	18
Y0	3	8	21	9	2	43
Y-	-	2	7	-	-	9
Y--	-	2	1	-	-	3
Итого	3	14	40	15	3	75

Примечание. Y- категория по удою; F-категория по % жира. Категории определены по рекомендациям INTERBULL.

Улучшателей по удою было 20 быков, по содержанию жира в молоке – 17. Потенциально использовать оказалось возможным сперму 48 быков. Быки с плюсовыми категориями составили примерно ¼ от всех категориальных быков.

Взаимосвязь BLUP-оценок быков с продуктивностью дочерей и женских предков. В практической селекции быков (сперму) отбирают, как правило, по продуктивности женских предков. В лучшем случае – по средней продуктивности дочерей. Для оценки прогностической значимости метода BLUP были рассчитаны корреляции BLUP-оценок быков с этими источниками фенотипической информации. Теоретические предпосылки использования корреляции для сравнения разных подходов оценки племенной ценности быков базируются на предположении, что если между методами нет существенных различий, то ожидаемый коэффициент корреляции должен быть равен 1. Принимая, что BLUP является наиболее теоретически обоснованным методом, отклонение фактической корреляции от ожидаемой можно рассматривать как погрешность другого, чем BLUP, критерия отбора (табл. 6).

6. Корреляции между BLUP-оценками быков и средней продуктивностью их дочерей

Группа быков	Число быков	Признак		
		удой, кг	жир, %	Жир, кг
Все быки	151	0,618	0,505	0,610
«Категорийные»	75	0,487	0,481	0,484
Лучшие по удою	20	0,164	0,377	0,287

Примечание. Все корреляции достоверны ($P > 0,95$).

Как свидетельствуют данные таблицы 6, вероятность ошибки при отборе быков по средней продуктивности дочерей может достигать 50% и более. Другими словами, метод BLUP повышает эффективность отбора действительно лучших по наследственным качествам быков более чем в два раза.

Еще более низкие коэффициенты корреляции были получены между BLUP-оценками быков и фенотипической продуктивностью женских предков (табл. 7).

7. Взаимосвязь BLUP-оценок категорийных быков с продуктивностью женских предков

Продуктивность	Число быков	BLUP-оценки быков		
		удой, кг	жир, %	жир, кг
Наивысшая				
- матерей	50	+0,232*	+0,302	+0,380
- матерей отцов	49	+0,083*	-0,016*	+0,143*
Индекс	49	+0,297	+0,267	+0,429
Средняя				
- матерей	39	-0,060*	+0,285*	-0,032*
- матерей отцов	31	-0,157*	0,015*	-0,110*
Индекс	29	-0,051*	0,175*	0,040*

Примечание. Индекс=0,5(мать)+0,25(мать отца); *-недостовечно

Самыми высокими были корреляции с наивысшей продуктивностью матерей быков (+0,232...+0,380). С наивысшей продуктивностью бабушек достоверной связи не установлено. Корреляции с фенотипическими индексами (0,5 и 0,25 – коэффициенты для взвешивания продуктивности матери и бабушки быка) по наивысшей продуктивности были +0,267...+0,429 и достоверными. Однако даже при использовании индекса вероятность ошибки при выборе лучшего быка составит 60...70%. Корреляции со средней продуктивностью женских предков были в большинстве случаев отрицательными и недостоверными.

Из данного корреляционного анализа следует, что, во-первых, оценка племенных качеств быков по продуктивности бабушек менее точна, чем по продуктивности матерей; во-вторых, средняя продуктивность женских предков менее информативна, чем наивысшая и, в-третьих, продуктивность женских предков при выборе быков является крайне ненадежным источником информации для характеристики их наследственных качеств.

Моделирование разных вариантов отбора быков. Для сравнения эффективности селекции быков по BLUP-оценкам, средней продуктивности их дочерей и продуктивности женских предков было проведено имитационное моделирование отбора 20, 10 и 5 лучших категорийных быков (табл. 8).

8. Эффективность отбора быков по наивысшей продуктивности матерей, средней дочерей и BLUP-оценкам

Критерий отбора	Отобрано быков	Средняя племенная ценность быков по		
		удой, кг	жиру, %	жиру, кг
Наивысшая продуктивность матери	20 из 75 10 из 75 5 из 75	+88 +101 +107	-0,020 -0,010 -0,010	+2 +3 +4
Средняя продуктивность дочерей	20 из 75 10 из 75 5 из 75	+115 +198 +250	+0,003 -0,001 +0,050	+4 +7 +11
BLUP-оценка по потомству	20 из 75 10 из 75 5 из 75	+203 +238 +291	+0,050 +0,060 +0,080	+10 +12 +14

Наиболее низким было качество быков, отобранных только по наивысшей продуктивности матерей. Разница в генетическом превосходстве с быками, отобранными по BLUP-оценкам, составляла 57...80%. Кроме того, средняя племенная ценность отобранных быков по жирномолочности была отрицательной.

При отборе по средней продуктивности дочерей генетическое превосходство быков было, в целом, положительным. Исключение составила средняя племенная ценность по проценту жира в молоке при отборе десяти лучших быков. Преимущество отбора по BLUP-оценкам по сравнению с отбором по средней продуктивности их дочерей было явным и составляло по разным признакам продуктивности от 14 до 60%.

Племенная ценность быков разных генетических групп. Была изучена средняя племенная ценность шести групп быков с различной кровностью по голштинской породе. Средняя племенная ценность по группам варьировала от +13 до +44 кг молока. Четкой зависимости генетического превосходства быков от уровня кровности по голштинской породе установлено не было.

Взаимосвязь BLUP-оценок быков по признакам молочной продуктивности. Корреляции между признаками по племенной ценности быков подтверждали, в общем, полученные оценки генетических взаимосвязей по модели I (табл. 9).

9. Корреляции между BLUP-оценками быков по признакам молочной продуктивности

Группа быков	Число быков	Удой x жир, %	Удой x жир, кг	Жир, % x жир, кг
Все быки	151	-0,159	+0,880	+0,321
«Категорийные»	75	-0,254	+0,825	+0,330
Лучшие по удою	20	-0,252	+0,537	+0,671

Примечание. Все корреляции достоверны ($P > 0,95$).

Целесообразность и возможность селекции холмогорского скота по количеству молочного жира были исследованы посредством моделирования прямой селекции быков по удою и по количеству молочного жира (табл. 10).

10. Прямой и коррелированный ответ на селекцию быков по удою и количеству молочного жира

Критерий отбора	Отобрано быков	Средняя племенная ценность быков по		
		удою, кг	жиру, %	жиру, кг
Племенная ценность по удою	20 из 75	+255	-0,03	+7,9
	10 из 75	+317	-0,05	+9,3
	5 из 75	+376	-0,10	+9,4
Племенная ценность по количеству жира	20 из 75	+203	+0,05	+10,0
	10 из 75	+238	+0,06	+12,0
	5 из 75	+291	+0,08	+14,0

Прямая селекция по удою обеспечивала максимальное генетическое превосходство отобранных быков по количеству молока. Однако по жирномолочности оно было отрицательным. При селекции быков по количеству молочного жира их генетическое превосходство по удою было ниже на 20...25%, но по содержанию жира в молоке составило +0,05...+0,08%. Это, в целом, обеспечило большее на 25...50% генетическое превосходство отобранных быков по выходу молочного жира, относительно прямой селекции по удою.

Целенаправленным отбором, регулируя его интенсивность, реально добиться не только стабилизации процента жира в молоке при увеличении удоя, но и способствовать в дальнейшем увеличению процента жира за счет изменения взаимосвязи между удоем и жирномолочностью.

Ожидаемый генетический прогресс. При внедрении программы крупномасштабной селекции, основанной на оценке быков по качеству потомства методом BLUP (75% случного поголовья осеменяется быками-улучшателями), ожидаемый генетический прогресс составит +41 кг молока на корову в год – при прямой селекции по удою и +31 кг молока – при прямой селекции по количеству молочного жира (табл. 11).

11. Ожидаемый генетический прогресс

Селекционируемый признак	Генетический прогресс на корову в год		
	удой, кг	жир, %	жир, кг
Удой, кг	+41	-0,012	+1,0
Жир, кг	+31	+0,003	+1,9

В последнем случае снижение жирномолочности коров не ожидается, а по выходу молочного жира эффективность селекции будет почти в 2 раза выше.

Ожидаемая экономическая эффективность. Был рассчитан ожидаемый *дополнительный* доход на корову в год (R) от программы селекции с BLUP-оценкой быков по качеству потомства. Методика расчета основана на исследованиях В.М. Кузнецова (1992):

$$R = (f \times \Delta G - \Delta g) \times (S - c_1 - c_2) \left[1 + I_s \left(\frac{1}{1+r} \right)^L \right] =$$

$$= (0,75 \times 41 - 17) \times (4 - 0,56 - 0,76) \left[1 + 0,5 \left(\frac{1}{1+0,10} \right)^{5,6} \right] \approx 48 \text{ руб.},$$

где ΔG - ожидаемый генетический прогресс по удою от внедрения программы селекции (41 кг/корова/год); Δg - фактический генетический прогресс (17 кг/корова/год (В.М. Кузнецов, 2002)); f - вероятность реализации ожидаемого генетического прогресса (0,75); S - закупоч-

ная цена 1 кг молока (4 руб); c_1 - затраты на заработную плату (0,56 руб); c_2 - затраты на корма для получения дополнительного 1 кг молока (0,76 руб); g_s -коэффициент родства между родителями и потомками (0,5); g - нормативный коэффициент (0,10); L - средний генерационный интервал (5,6 лет).

Можно предположить, что научно-обоснованная программа крупномасштабной селекции с регулярной BLUP-оценкой быков по качеству потомства будет способствовать получению дополнительного дохода около 48 рублей на корову в год.

4. ВЫВОДЫ

1. Установлено значительное и достоверное влияние на изменчивость молочной продуктивности холмогорских первотелок таких паратипических факторов как продолжительность лактации (до 20%), уровень кормления и условия содержания животных на ферме (5...8%), возраст при первом отеле (1,9...2,2%), год и сезон отела (около 3,5%). При оценке генетических параметров и племенной ценности быков влияние этих факторов должно быть элиминировано.

2. Выявлена достаточная для проведения эффективной селекции генетическая изменчивость признаков молочной продуктивности. Коэффициенты наследуемости были для удоя 19%, жирномолочности - 30%, количества молочного жира - 12%.

3. Между удоем и жирномолочностью установлена достоверная отрицательная генетическая корреляция (-0,53), которая указывала на то, что селекцию холмогорского скота необходимо вести либо по селекционному индексу, включающему удой и содержание жира, либо по количеству молочного жира. В пользу последнего говорили достоверные положительные генетические корреляции между количеством молочного жира и удоем (+0,78), количеством молочного жира и жирномолочностью (+0,12).

4. Специфицирована статистическая модель для BLUP-оценки быков по качеству потомства, которая включала совместный эффект фермы-года-сезона отела, аддитивный генетический эффект отца и эффект неучтенных факторов. Влияние на продуктивность возраста при отеле и продолжительности лактации

должно устраняться предварительной корректировкой исходных данных. Аддитивные корректур-факторы должны рассчитываться методом наименьших квадратов по статистической модели I.

5. Корреляции между BLUP-оценками и средней продуктивностью дочерей быков находились в пределах +0,48; между BLUP-оценками и продуктивностью женских предков в большинстве случаев были близкими к нулю (-0,16...+0,38) и не достоверными. Полученные оценки свидетельствовали о чрезвычайно высокой прогностической значимости биометрической модели BLUP.

6. Имитационное моделирование отбора быков подтвердило эффективность BLUP-селекции. Было установлено, что средняя племенная ценность быков, отобранных по BLUP-оценкам, превышала таковую у быков, отобранных по средней продуктивности дочерей, на 14...60%, при отборе по продуктивности матерей - на 60...80%.

7. Исследованиями не установлено четкой зависимости племенной ценности быков, относящихся к разным генетическим группам, от уровня голштинских генов. Для успешной племенной работы представляется более важным достоверный прогноз генотипа быков, их жесткий отбор на основании этого прогноза и интенсивное использование спермы лучших производителей.

8. Корреляции между признаками по племенной ценности быков подтвердили оценки генетических взаимосвязей. Моделирование прямого и коррелированного ответа на селекцию по удою и количеству молочного жира показало, что в последнем случае генетическое превосходство отобранных быков по жирномолочности было положительным, а по выходу молочного жира выше на 25...50%.

9. Программа крупномасштабной селекции с регулярной ежегодной BLUP-оценкой быков по качеству потомства может обеспечить генетический прогресс в холмогорской породе в пределах 40 кг молока на корову в год. Ожидаемая экономическая эффективность от такой программы селекции оценивается в размере 48 рублей на корову в год.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендуется продолжить работу по формированию областного информационного банка данных по племенному молочному скоту и организации на этой основе регулярной ежегодной генетической оценки производителей по качеству потомства методом BLUP.

2. Учитывая экономическую важность повышения содержания жира в молоке коров, рекомендуется проводить селекцию холмогорского скота по количеству молочного жира.

Список опубликованных работ

1. Кузнецов В.М., Тимкина Е.Ю. *Компоненты фенотипической изменчивости молочной продуктивности холмогорского скота* // Эффективность аграрной науки в сельскохозяйственном производстве Евро-Северо-Востока: Материалы научно-практической конференции 14...16 июля 1999 года.- Киров, 2000.- С. 133-139.

2. Тимкина Е.Ю. *Генетическая оценка быков по качеству потомства и метод BLUP* // II Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров: Тезисы.- С. Петербург, 2000.- С. 60.

3. Кузнецов В.М., Тимкина Е.Ю. *Оценка холмогорских производителей методом BLUP* // Зоотехния.- 2000.- № 5.- С. 2-4.

4. Тимкина Е.Ю. *Эффективность метода BLUP при генетической оценке быков по качеству потомства* // Перспективы развития животноводства в Северо-Западном регионе РФ: Материалы международной научно-практической конференции. - Калининград, 2002.- С. 72-73.

УТВЕРЖДЕНО

1. В соответствии с требованиями...

2. Настоящий документ...

Содержание

1. Общие сведения...

2. Технические характеристики...

3. Требования к качеству...

4. Заключение...

Лицензия ЛР № 020767 от 08.04.98г.
Подписано в печать 18 ноября 2002 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. п.л. 1,0. Тираж 90.Заказ № 124
Отпечатано с оригинал-макета.
Тилография ГУ ЗНИИСХ Северо-Востока им. Рудницкого
610007, г. Киров ул. Ленина, 166а