

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ГЕНЕТИКИ В ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЕ С КРУПНЫМ РОГАТЫМ СКОТОМ

В статье представлен материал по применению современных методов селекции с симментальской породой крупного скота. Изучены биологические, селекционные параметры данной популяции, и с учетом экономической ситуации в отрасли разработана программа селекции, позволяющая оптимизировать соотношение переменных и постоянных факторов и выявить наиболее оптимальное, при котором получается самый высокий генетический прогресс популяции с наименьшими затратами на ее внедрение.

Возрастающую потребность в животноводческой продукции на фоне сокращения поголовья всех видов сельскохозяйственных животных можно удовлетворить лишь путем повышения их генетического потенциала продуктивности с применением современных методов селекции, совершенствования технологических процессов в данной отрасли и обеспечения животных полноценным кормлением.

В практике племенной работы с домашними животными применялись различные методы, которые имели свои особенности в достижении цели, но цель общая – получение высокопродуктивных животных и их интенсивное использование.

Массовый отбор, давший положительные результаты при становлении отечественного животноводства [8, 14, 12], сменился на более совершенный метод – индивидуальный отбор, в основу которого положена всесторонняя оценка животных и интенсивное использование быков-производителей, проверенных по качеству потомства. Оба эти метода, так же как и применение скрещивания, выведение специализированных линий, их кроссирование, позволили достичь во многих племенных хозяйствах больших результатов в повышении продуктивности животных [10, 9, 11], однако возрастающий объем производства требует увеличения масштабов племенной работы, а применение сложных методов селекции связано с большими затратами труда и средств. На этом этапе зоотехническая наука переходит от генетики отдельных особей к генетике популяций, основы которой были заложены теоретическими и экспериментальными работами отечественных и зарубежных ученых [15, 17, 18].

Согласно положениям популяционной генетики эффективность селекции по любому признаку определяется следующими биометри-

ческими константами: средней арифметической, степенью изменчивости, устойчивости, наследуемости, мерой связи данного признака с другими признаками, селекционным дифференциалом, интервалом между поколениями, интенсивностью отбора.

Современные статистические методы дают возможность осуществлять генетический анализ изменчивости количественных признаков животных и разделить фенотипическую изменчивость на ее составляющие – генотипическую и паратипическую.

Знание доли генотипической изменчивости в общей фенотипической позволяет выявить причины изменения структуры популяции, изучить частоту генотипов и прогнозировать желаемое их соотношение.

Известно, что в популяции передача генов происходит по четырем путям: от отца к сыновьям, от отца к дочерям, от матерей к сыновьям и от матерей к дочерям. Отсюда и различают четыре категории племенных животных: отцы быков (ОБ), отцы коров (ОК), матери быков (МБ), матери коров (МК), которые вносят неодинаковый вклад в генетический прогресс популяции [2, 4].

Селекционный процесс в молочном скотоводстве делят на следующие этапы:

- 1) оценка и отбор матерей быков на основе информации о родителях, собственной продуктивности, продуктивности дочерей;
- 2) оценка и отбор молодых бычков по собственной продуктивности и информации о родителях;
- 3) оценка и отбор быков-производителей по продуктивности дочерей, сестер;
- 4) индивидуальный подбор отцов быков к матерям быков с целью получения производителей нового поколения;
- 5) групповой подбор отцов и отцов быков к матерям коров.

Программа селекции связана, с одной стороны, с затратами на ее внедрение, а с другой - с доходом, отражающим величину генетического прогресса. С помощью генетико-математической модели и экономических расчетов на ЭВМ осуществляется оптимизация программы с учетом сложившихся в популяции биологических, селекционных и экономических параметров (рис. 1).

Нами для определения вышеуказанных параметров использован материал первичного зоотехнического и племенного учета, статистической отчетности, планы племенной работы в разрезе хозяйств и в целом по симментальской породе в Оренбургской области. В качестве основного селекционируемого признака брали удой, лимитируя в программе нижние границы отбора других хозяйственно-полезных признаков: содержание жира и белка в молоке, ско-

рость молокоотдачи, форма вымени, экстерьер, устойчивость к заболеваниям, воспроизводительная способность и другие учитываемые при отборе матерей быков. Материал был подвергнут математической обработке по общепринятым методикам [3, 13]. Ожидаемый годовой генетический прогресс в популяции симментальского скота определяли по формуле [1]:

$$\Delta G = \frac{J_{\text{ОБ}} + J_{\text{ОК}} + J_{\text{МБ}} + J_{\text{МК}}}{L_{\text{ОБ}} + L_{\text{ОК}} + L_{\text{МБ}} + L_{\text{МК}}}$$

где ΔG – генетический прогресс за год;

J – генетическое превосходство различных категорий племенных животных;

L – генерационный интервал различных категорий племенных животных.

Для расчета 200 вариантов программ селекции нами был разработан модуль, позволяющий использовать различные сочетания между

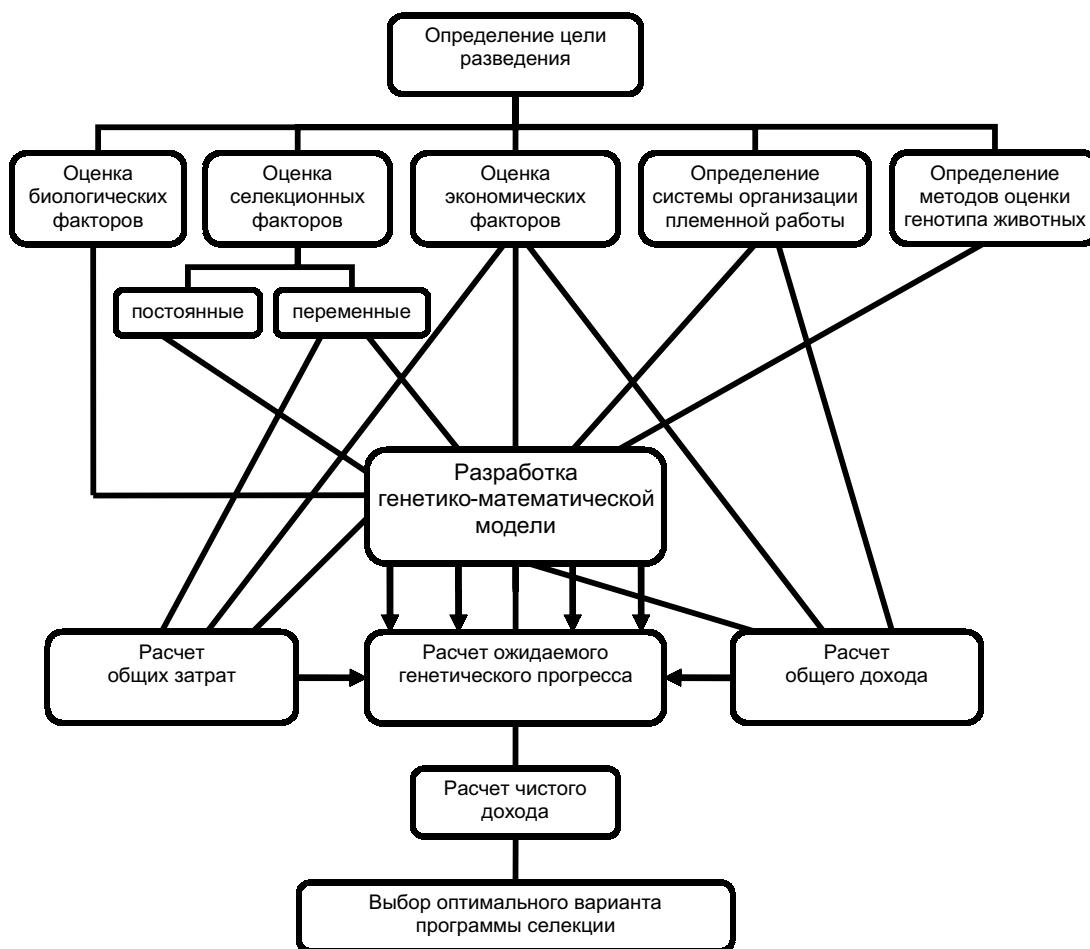


Рисунок 1. Схематическое изображение процесса разработки и оптимизации программы селекции

переменными и постоянными факторами, характеризующие данную популяцию, и выявить наиболее эффективный как по генетическому прогрессу, так и по экономической эффективности. Показатели биологических и селекционных параметров симментальского скота приведены в таблице 1.

Расчет генерационного интервала для различных категорий племенных животных проводили при следующих условиях: продолжительность контрольного осеменения коров спермой проверяемых быков - 4 мес., начиная с 15-мес. возраста бычков; сперму производителей, отобранных по качеству потомства, используют 12 мес.; оценка быков-производителей по качеству потомства проводится по законченной первой лактации (табл. 2).

Калькуляция затрат сделана на основании существующих нормативов и результатов производственной деятельности хозяйств и станций искусственного осеменения по Оренбургской области (табл. 3).

Для оптимизации программы селекции переменным факторам задавались следующие значения: 1) количество отцов ремонтных быч-

ков, – 4, 6, 8, 10; 2) доля коров активной части популяции, осеменяемая спермой проверяемых бычков – 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 3) количество эффективных дочерей, необходимое для оценки быка по качеству потомства, – 20, 40, 60, 80, 100, 120; 4) банк долговременного хранения спермы на каждого проверяемого быка – 10, 20, 30, 40, 50 тыс. доз.

Внедрение метода искусственного осеменения коров глубооохлажденной спермой повысило роль быков-производителей в совершенствовании стад. По мнению ряда авторов, вклад отцов быков в общий генетический прогресс популяции составляет от 30 до 52%, матерей будущих быков - 30-45%, отцов ремонтных телок – 10-26% и матерей ремонтных телок – 3-4% [5, 6, 7, 16].

Нами установлено, что интенсивное использование отцов быков и проверяемых бычков оказывает положительное влияние на генетический прогресс популяции (табл. 4).

При использовании в качестве отцов ремонтных бычков 4 производителей генетический прогресс самый высокий и составил 1,14-1,29% в год на корову.

Таблица 1. Постоянные биологические и селекционные факторы

Фактор	Значение
Средний удой коров за 1-ю лактацию, кг	2700
Фенотипическое стандартное отклонение по удою, кг	650
Кoeffициент наследуемости удою за 1-ю лактацию	0,23
Кoeffициент наследуемости удою по трём лактациям	0,3
Кoeffициент повторяемости удою	0,3
Размер всей популяции, гол.	80000
Количество коров активной части популяции, гол.	40000
Количество потенциальных матерей быков, гол.	1200
Количество отобранных коров-матерей для получения одного ремонтного бычка, гол.	3
Количество лактаций, по которым отбирается потенциальная мать будущего быка	3
Количество спермодоз, необходимых для плодотворного осеменения одной коровы	4,5
Количество стельных коров, необходимых для получения одной эффективной дочери, гол.	4,0
Инбредная депрессия по удою на 1% коoeffициента инбридинга, %	1
Доля первотёлок в популяции	0,25
Средний возраст первого отёла коров, мес.	29
Средний возраст третьего отёла коров, мес.	53
Межотельный период, мес.	12
Доля быков, выбракованных по энергии роста	0,10
Доля быков, выбракованных по воспроизводительной способности	0,13
Доля отбора матерей коров по молочной продуктивности	0,80
Живая масса бычков в 12 мес., ц	3,65
Живая масса взрослых бычков, ц	9

Увеличение числа отцов быков с 4 до 10 голов снижает генетический прогресс популяции с 1,14 до 1,03%. Положительное влияние оказывает на общий генетический прогресс популяции увеличение банка долговременного хранения спермы на каждого проверяемого быка независимо от числа отцов быков (на 0,15%).

Точность оценки племенной ценности производителя зависит от размера потомственной группы и наследуемости признака, по которому проводится селекция. Однако вопрос о количестве дочерей, необходимых для достоверной оценки производителя, является спорным. С этой целью мы провели анализ 36 вариантов программы селекции, в которых переменными факторами были: количество эффективных дочерей и доля активной части популяции, осеменяемая спермой проверяемых быков при постоянном количестве отцов быков (4 быка-производителя) и банке спермы на каждого проверяемого быка 30 тыс. доз (табл. 5). Если принять количество коров, осеменяемых спермой молодых быков, постоянным, то увеличение количества дочерей ведет к уменьшению проверяемых производителей. Следовательно, с увеличением точности оценки племенной ценности производителя снижается возможность интенсивной селекции среди проверяемых быков, что в свою очередь снижает генетическое превосходство отобранных по качеству потомства быков. И наоборот, умень-

шение числа эффективных дочерей повышает интенсивность селекции быков, но снижает точность оценки их племенной ценности, что также приводит к снижению генетического прогресса популяции. В изучаемых сочетаниях переменных и постоянных факторов наибольший генетический прогресс популяции (1,26%, или 34.01 кг молока в год на корову) получен при наличии 40 дочерей и 40% доли коров активной части популяции.

Влияние численности коров активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков, изучали при условии, что количество эффективных дочерей на проверяемого быка было 40, число отцов быков – 6. С увеличением банка спермы оптимальная доля популяции, осеменяемая спермой молодых быков, уменьшается. Так, при 10 тыс. доз она составляет 0,5; 20 – 0,4; 30 – 0,4; 40 и 50 тыс. доз – 0,3 соответственно. Это объясняется снижением интенсивности отбора быков вследствие уменьшения числа проверяемых производителей. Наиболее чувствительны к изменению размера популяции, осеменяемой спермой молодых быков, варианты программы селекции, рассчитанные на небольшой банк спермы от проверяемых быков.

В целом можно констатировать, что при наличии 40 эффективных дочерей на каждого проверяемого быка и отборе в качестве отцов ремонтных бычков 6 производителей размер популяции коров, осеменяемых спермой моло-

Таблица 2. Период оценки, отбора и использования быков-производителей

Период	Возраст быков, мес.
Проверка бычков по собственной продуктивности	1-12
Селекция бычков по скорости роста	12-15
Оценка молодых бычков по спермопродукции	13-15
Контрольное осеменение коров спермой проверяемых быков	15-19
Рождение дочерей проверяемых быков	24-28
Контроль молочной продуктивности дочерей проверяемых быков по I лактации	63-67
Оценка и отбор быков по качеству потомства	68
Осеменение коров популяции спермой отобранных быков	68-80
Рождение потомства от быков, оцененных по качеству потомства	77-89
Генерационный интервал отцов ремонтных бычков, лет	7
Генерационный интервал отобранных по качеству потомства быков, лет	7
Генерационный интервал молодых бычков, лет	2,2
Генерационный интервал матерей ремонтных бычков, лет	7,4
Генерационный интервал матерей ремонтных тёлков, лет	5,4
Генерационный интервал отцов ремонтных тёлков, лет	7
Период использования спермы отобранных быков для осеменения коров популяции, мес.	12

Таблица 3. Экономические параметры и их стоимостные выражения

Параметры	Стоимостное выражение, руб.
Закупочная цена 1 кг молока	5,0
Затраты корма на дополнительно полученный 1 кг молока	2,5
Средняя закупочная цена племенного бычка в возрасте 1-2 мес.	2500
Затраты на содержание одного бычка до 12-13 мес. возраста	6627,3
Затраты на содержание одного взрослого быка в течение года	13730
Средняя закупочная цена 1 ц мяса	4500
Затраты на получение, обработку и заморозку одной спермодозы	0,75
Затраты на хранение одной спермодозы в год	0,09
Затраты на машинную обработку данных племенного учёта при оценке быка по качеству потомства	25
Нормативный коэффициент для приведения разновременных затрат и доходов к основному году	0,08
Период времени оценки программы селекции, лет	20

Таблица 4. Зависимость генетического прогресса популяции от количества отцов и банка спермы на каждого проверяемого быка

Количество отцов быков	Число спермодоз на каждого проверяемого быка				
	10000	20000	30000	40000	50000
4	1,14	1,22	1,25	1,28	1,29
6	1,09	1,17	1,21	1,23	1,24
8	1,06	1,14	1,17	1,2	1,21
10	1,03	1,11	1,14	1,17	1,18

Таблица 5. Зависимость генетического прогресса популяции от количества эффективных дочерей, кг

Доля коров активной части популяции, осеменяемая спермой проверяемых быков, %	Количество эффективных дочерей, голов					
	20	40	60	80	100	120
10	30,81	29,94	28,11	26,02	22,84	20,92
20	32,31	32,83	32,1	30,93	29,73	28,69
30	32,45	33,66	33,32	32,68	31,82	31,04
40	32,33	34,01	33,99	33,61	33,03	32,57
50	31,97	33,62	33,89	33,66	33,24	32,81
60	31,76	32,94	33,37	33,3	33,01	32,71

Таблица 6. Влияние размера популяции, осеменяемой спермой молодых быков, и банка спермы на каждого проверяемого быка на генетический прогресс популяции, кг

Доля коров активной части популяции, осеменяемая спермой проверяемых быков, %	Количество спермодоз на каждого проверяемого быка, тыс. доз				
	10	20	30	40	50
10	26,21	27,02	28,88	29,92	30,72
20	28,01	30,49	31,76	32,29	32,9
30	29,8	31,59	32,47	33,16	33,43
40	30,45	31,87	32,64	33,05	33,55
50	30,59	31,73	32,43	32,8	33,03
60	30,34	31,3	31,76	32,07	32,25

дых бычков, может быть в пределах 30-40%, поскольку в этих вариантах самый высокий генетический прогресс на корову в год 33,43-33,55 кг молока, или 1,24% (табл. 6).

Эффективность программы селекции, как было показано выше, зависит от генетического превосходства четырех категорий племенных животных. В таблице 7 показан вклад каждой из них в общее генетическое улучшение популяции. Количество отцов быков было постоянным - 6 голов и количество эффективных дочерей – 30.

Вклад отцов быков в общий генетический прогресс возрастает с увеличением доли популяции, осеменяемой спермой молодых быков. Такая закономерность характерна для всех указанных уровней спермодоз, получаемых от каждого проверяемого быка. Ее можно объяснить тем, что снижается вклад в общий генетический прогресс отцов коров, вследствие более интенсивного использования проверяемых быков, превосходство которых равно нулю.

Вклад матерей быков с увеличением размера популяции, осеменяемой спермой молодых быков, снижается. При этом если накапливается 10 тыс. спермодоз, то вклад матерей быков меньше, чем отцов быков, на 22,9%. При интенсивном использовании проверяемых по ка-

честву потомства бычков – 30-50 тыс. спермодоз – доля матерей быков (при 10% коров активной части популяции, осеменяемой спермой молодых быков) в общем генетическом прогрессе превышает долю отцов быков на 6,13% и 5,65% соответственно. Вклад матерей коров, вследствие их низкой интенсивности селекции по молочной продуктивности, незначителен. С увеличением размера популяции, осеменяемой проверяемыми быками, а также и при более интенсивном использовании отобранных производителей вклад матерей коров колеблется от 5 до 6,7%.

Из вышеуказанного следует, что наибольший генетический прогресс был получен, когда на одного проверяемого быка заготавливается 50 тыс. доз спермы и под случку выделяют 40% коров активной части популяции. За год продуктивность коров увеличивается на 34,01 кг молока на каждую корову в год, а на все поголовье (80 тыс. голов) – 2754,4 т молока прироста за счет селекции.

Из 200 вариантов программы селекции на современном этапе племенной работы с популяцией симментальского скота мы выбрали следующие: в качестве отцов ремонтных быков используется 6 производителей, что позволит значительно снизить инбредную депрессию у по-

Таблица 7. Вклад различных категорий племенных животных в общий генетический прогресс популяции

Доля коров, осеменяемая спермой молодых быков		Общий генетический прогресс за год, кг молока	Вклад в общий генетический прогресс, %			
% от активной части	голов, тыс.		отцов		матерей	
			быков	коров	быков	коров
Банк спермы на проверяемого быка 10000 доз						
20	8	26,8	45,88	11,99	35,94	6,23
40	16	30,58	49,81	18,09	26,42	5,68
60	24	30,9	53,89	15,32	22,93	5,85
Банк спермы на проверяемого быка 30000 доз						
20	8	31,55	38,9	25,38	30,44	5,28
40	16	33,04	46	24,35	24,4	5,25
60	24	32,43	53,14	19,49	21,81	5,56
Банк спермы на проверяемого быка 50000 доз						
20	8	32,83	37,28	28,48	29,17	5,06
40	16	34,01	44,55	26,73	23,63	5,08
60	24	32,94	52,22	20,89	21,43	5,47

томков последующих поколений; ежегодная потребность в ремонтных бычках – 127 голов, из которых 100 гол. будут проверяться по качеству потомства; достоверность оценки каждого проверяемого быка определяется по 30 эффективным дочерям; банк спермы на каждого

проверяемого быка – 50 тыс. доз, которой осеменяют 40% активной части популяции. В этом случае среднегодовой темп генетического улучшения популяции составляет 1,28%, или 34,43 кг молока на корову, а размер чистого дохода от программы селекции – 60,02 млн.руб.

Список использованной литературы:

1. Басовский Н.З., Кузнецов В.М. Методические рекомендации по разработке и оптимизации программ селекции в молочном скотоводстве. Ленинград, 1977. – 87 с.
2. Бегучев А.П. Формирование молочной продуктивности крупного рогатого скота. – М.: Колос, 1969. – С. 53-115.
3. Гинзбург Э.Х., Никоро З.С. Разложение дисперсии и проблемы селекции. Новосибирск // Наука, 1982. – С. 106-122.
4. Дмитриев Н.Г. Айрширский скот. – Л.: Колос, 1982. – С. 90-94.
5. Жебровский Л.С. Селекционная работа в условиях интенсификации животноводства. –Л.: Агропромиздат, 1987. – 246 с.
6. Жебровский Л.С., Комисаренко А.Д., Митюлько В.Е. Прогнозирование молочной продуктивности крупного рогатого скота. – М.: Колос, 1980. – С. 16
7. Завертяев Б.П. Генетические методы оценки племенных качеств молочного скота. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 142-208.
8. Иванов М.Ф. Избранные работы по наследственности сельскохозяйственных животных. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 48 с.
9. Иванова О.А. Теоретические вопросы разведения сельскохозяйственных животных по линиям. Теория и практика разведения сельскохозяйственных животных. – М.: МСХ СССР, 1961. – С. 27-38.
10. Иоганссон И., Рендель Я., Граверт О. Генетика и разведения домашних животных. Под. ред. Никоро З.С. – М.: Колос, 1970. – С. 303-323, С. 75-111.
11. Кравченко Н.А. Племенной подбор, 2-е изд. – М.: Сельхозгиз, 1957. – С. 157-201.
12. Петухов В.Л. Наследуемость молочности и жирномолочности крупного рогатого скота в зависимости от уровня продуктивности и показателя ее селекционной оценки. /Автореферат дисс. на соиск. учен. степени к.б.н., Витебск. 1969. – С.19.
13. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
14. Рузский С.А. Теория и практика отбора крупного рогатого скота по молочной продуктивности. /Автореферат дисс. докт. с.-х.н. – М.: 1963, – 29 с.
15. Четвериков С.С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики. /Экспериментальная биология. Серия А., 1926, вып. 1,2.
16. Эрнст Л.К., Цалитис А.А. Крупномасштабная селекция в животноводстве. М.: Колос, 1982, – 238 с.
17. Эрнст Л.К. Как улучшить научное обеспечение племенного дела. // Зоотехния. 1988. №5 – С. 2-4.
18. Fisher R.A. The genetical theory of natural selection. Oxford University Press XIV 1930. – С. 272.