

УДК 636.082.2:636.2.034:636.237.21

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ*

© 2012 г. С.В. Титова

ГНУ Марийский НИИСХ Россельхозакадемии, пос. Руэм, Россия,
e-mail: via@mari-el.ru

Поступила в редакцию 2 августа 2011 г. Принята к публикации 22 октября 2012 г.

Изучены биологические и селекционные параметры популяции черно-пестрого скота. Использована генетико-математическая модель, позволяющая выявить оптимальное соотношение переменных и постоянных факторов, при оптимизации программы селекции. Проанализировано влияние переменных факторов (количество отцов ремонтных бычков; доля коров активной части популяции, осеменяемых спермой проверяемых быков; количество эффективных дочерей; банк долговременного хранения спермы на каждого проверяемого быка) на генетический прогресс.

Ключевые слова: молочное скотоводство, черно-пестрая порода, программа селекции, оптимизация.

Вопросы повышения эффективности племенной работы, увеличения продуктивных качеств животных, роста производства продуктов животноводства настоятельно требуют создания и отработки наиболее эффективной современной системы селекционно-племенной работы. Главенствующую роль при этом играют составление и внедрение в практику научно обоснованных долгосрочных программ селекции на основе использования современных достижений зоотехнической практики, биологической науки, популяционной генетики и вычислительной техники, предусматривающих оптимизацию селекционного процесса.

Анализ методик планирования селекционного процесса и возможности их использования с учетом современных условий показал, что применительно к крупным популяциям молочного скота в России достаточно отработанной и научно обоснованной является методика, разработанная Н.З. Басовским и В.М. Кузнецовым (1977, 1982). Ключевым элементом ее является имитационная модель, которая в зависимости от изменения четырех параметров (число отцов быков, доля активной части популяции для осеменения проверяемыми по качеству потомст-

ва быками, число эффективных дочерей для проверки одного быка, банк спермы в расчете на одного проверяемого быка) позволяет проводить оценку показателей варианта программы селекции, а также его генетическую (ежегодный генетический прогресс по надою) и экономическую (чистый доход в расчете на одну корову в год) эффективность (Немцов, 2002). Данная методика была применена в условиях Республики Марий Эл при оптимизации программы селекции животных черно-пестрой породы.

При планировании программы селекции применялись константные параметры биологических факторов, характеризующих фенотипическую и генетическую структуру популяции. Для их оценки использовались генетико-статистические методы. В модельных расчетах допускалось, что селекция направлена главным образом на совершенствование животных по удою. Поэтому основным селекционируемым признаком взят удои. Для других хозяйственно полезных признаков в процессе функционирования программы селекции устанавливали нижние границы.

В основу оценки эффективности программы селекции положен расчет ожидаемого генети-

* Работа была представлена на Международной научной конференции «Экология, генетика, селекция на службе человечества», Ульяновск, 2011.

ческого прогресса по молочной продуктивности, определяемого по формуле:

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

где ΔG – ожидаемый генетический прогресс за год; J – генетическое превосходство различных категорий племенных животных; L – генерационный интервал между поколениями соответствующих категорий животных.

Для оценки эффективности возможных вариантов селекции была использована генетико-математическая модель, объединяющая в единое целое биологические и селекционные параметры популяции. Данная модель позволяет использовать различные сочетания между переменными и постоянными факторами, характеризующими данную популяцию, и выявить оптимальную комбинацию этих

факторов. Значения основных биологических и селекционных параметров популяции чернопестрого скота приведены в табл. 1.

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

Для оптимизации программы селекции переменным факторам задавались следующие значения: 1) количество отцов ремонтных бычков – 4, 6, 8, 10 голов; 2) доля коров активной части популяции (12000 голов), осеменяемых спермой проверяемых быков – 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6;

Таблица 1

Постоянные биологические и селекционные параметры

Факторы	Значения
Средний удой коров за первую лактацию, кг	4100
Фенотипическое стандартное отклонение по удою, кг	650
Коэффициент наследуемости удою за первую лактацию	0,35
Коэффициент наследуемости по трем лактациям	0,40
Коэффициент повторяемости удою	0,40
Размер всей популяции коров, гол.	24000
Количество коров активной части популяции, гол.	12000
Количество потенциальных матерей быков, гол.	400
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	3,6
Количество стельных коров, необходимых для получения одной эффективной дочери, гол.	4
Инбредная депрессия по удою на % коэффициента инбридинга	1
Доля первотелок в популяции	0,25
Средний возраст первого отела коров, мес.	30
Средний возраст третьего отела коров, мес.	55
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	3,5
Живая масса взрослых быков, ц	9,0

Таблица 2

Период оценки, отбора и использования быков-производителей

Периоды	Возраст быков, мес.
Проверка быков по собственной продуктивности	1–12
Селекция бычков по скорости роста	12–13
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 первой лактации	61–68
Оценка и отбор быков по качеству потомства	69
Осеменение коров популяции спермой отобранных быков	69–81
Рождение потомства от быков, оцененных по качеству потомства	78–90
Генерационный интервал отцов ремонтных бычков, лет	7,0
Генерационный интервал отобранных по качеству потомства быков, лет	7,0
Генерационный интервал молодых бычков, лет	2,2
Генерационный интервал матерей ремонтных бычков, лет	7,2
Генерационный интервал матерей ремонтных телок, лет	5,2
Период использования спермы отобранных быков для осеменения коров популяции, мес.	12

3) количество эффективных дочерей, необходимых для оценки быков по качеству потомства – 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 голов; 4) банк долговременного хранения спермы на каждого проверяемого быка – 10, 20, 30, 40, 50, 60 тыс. доз. Каждая комбинация этих факторов приводила к соответствующему изменению расчетных показателей в модели программы селекции и представляла собой отдельный ее вариант с соответствующей оценкой ожидаемого генетического прогресса.

Анализ полученных вариантов программы селекции позволил изучить влияние отдель-

ных переменных факторов на генетический прогресс и выбрать оптимальный вариант селекции с учетом сложившихся производственно-зоотехнических условий конкретной популяции.

Было установлено, что интенсивное использование отцов быков и проверяемых бычков оказывает положительное влияние на генетический прогресс популяции (табл. 3).

Например, если для получения ремонтных бычков отбирается 4 быка-производителя и создается банк спермы размером 10 тыс. спермодоз на каждого проверяемого быка, то

Таблица 3

Зависимость генетического прогресса популяции от числа отцов быков и банка спермы на каждого проверяемого производителя

Количество отцов-быков	Число спермодоз на каждого проверяемого быка					
	10000	20000	30000	40000	50000	60000
4	1,23	1,32	1,37	1,41	1,42	1,45
6	1,10	1,23	1,25	1,29	1,32	1,43
8	1,11	1,20	1,24	1,28	1,29	1,33
10	1,07	1,15	1,19	1,23	1,24	1,28

ожидаемый генетический прогресс составит 1,23 %, или 50,3 кг молока в год. Увеличение числа отцов быков до 10 голов снижает генетический прогресс в популяции до 1,07 %, или на 7,1 кг молока в год.

С увеличением числа спермодоз, заготавливаемых на длительное хранение от проверяемых быков, генетический прогресс в популяции растет и достигает максимума (1,45 %, или 59,6 кг молока) при 60 тыс. спермодоз и использовании в качестве отцов быков 4 производителей. Минимальный генетический прогресс (1,07 %, или 43,1 кг молока) проявляется при использовании в качестве отцов быков 10 производителей и банка спермы на каждого проверяемого быка в 10 тыс. спермодоз.

Таким образом, увеличение числа отцов быков независимо от уровня банка спермы снижает темп генетического прогресса, выраженного в процентах от средней продуктивности популяции.

Точность оценки племенной ценности производителя зависит от размера потомственной группы и наследуемости признака, по которому проводится селекция. Однако вопрос о количестве дочерей, необходимом для достоверной оценки производителя, является спорным. С этой целью был проведен анализ различных вариантов программы селекции, в которых переменными факторами были: количество эффективных дочерей и доля активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков, при постоянном количестве отцов быков (4 быка-производителя) и банке

спермы на каждого проверяемого быка 20 тыс. доз (табл. 4).

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, уменьшение числа эффективных дочерей повышает интенсивность селекции быков, но снижает точность оценки их племенной ценности, что также приводит к снижению генетического прогресса популяции. Поэтому необходимо искать оптимальное число эффективных дочерей, которое способствует получению максимального эффекта селекции. В изучаемых сочетаниях переменных и постоянных факторов наибольший генетический прогресс популяции (1,46 % или 59,77 кг молока в год на корову) получен при наличии 20 эффективных дочерей и 50 % доли активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков.

Эффект, вызываемый изменением размера популяции, осеменяемой спермой молодых быков при различном уровне спермодоз, накапливаемых от каждого проверяемого быка, представлен в табл. 5.

Как видно, с увеличением банка спермы оптимальная доля популяции, осеменяемой спермой молодых быков, уменьшается. Так,

Таблица 4
Зависимость генетического прогресса популяции от количества эффективных дочерей

Доля коров активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков, %	Количество эффективных дочерей, гол.					
	20	40	60	80	100	120
10	46,80	36,77	32,10	28,87	23,34	22,98
20	50,95	45,24	40,63	35,95	29,92	26,03
30	52,82	48,16	44,77	41,76	38,82	35,68
40	56,98	50,87	48,11	45,81	43,73	41,74
50	59,77	51,96	49,47	47,45	45,66	44,01
60	57,87	52,82	50,47	48,63	47,03	45,57

Таблица 5

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

Доля коров активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков, %	Число спермодоз на каждого проверяемого быка					
	10000	20000	30000	40000	50000	60000
10	35,52	41,49	44,47	44,47	46,56	47,92
20	43,45	47,23	49,66	51,48	51,48	52,99
30	46,56	49,41	51,70	54,46	54,46	55,15
40	49,62	53,53	53,84	54,37	54,37	54,66
50	52,78	53,20	53,58	53,69	53,69	54,00
60	43,63	46,97	48,33	50,21	50,21	53,34

при 10 тыс. доз семени она составляет 0,5; при 20–30 тыс. – 0,4; при 40–60 тыс. – 0,3. Это объясняется снижением интенсивности отбора быков вследствие уменьшения числа проверяемых производителей.

Была выявлена корреляция между вариантами программы селекции, рассчитанной на небольшой банк спермы от проверяемых быков, и размером популяции, осеменяемой спермой молодых быков. Так, при получении от каждого проверяемого быка 10 тыс. спермодоз в размере популяции, осеменяемой спермой молодых быков 10 %, ожидаемый генетический прогресс составляет 35,52 кг молока, а при 60 % – 43,63 кг молока. В то же время при накоплении банка спермы в 50 тыс. доз эти показатели составляют соответственно 46,56 и 50,21 кг. То есть в первом случае разница составит 8,11, во втором – 3,65 кг молока. В целом можно отметить, что при отборе в качестве отцов ремонтных бычков 4 производителей изменение размера популяции коров, осеменяемой спермой молодых бычков, в пределах 30–60 % незначительно влияет на ожидаемый генетический прогресс популяции. Особенно это проявляется при накоплении банка спермы от каждого проверяемого быка в 40–60 тыс. доз. При наличии 30 эффективных дочерей на каждого проверяемого быка и отборе в качестве отцов ремонтных бычков 4 производителей размер популяции коров, осеменяемых спермой молодых бычков, может быть в пределах 30–40 %, поскольку в этих вариантах самый

высокий генетический прогресс на корову в год 53,53–54,46 кг молока, или 1,31–1,33 %.

Эффективность программы селекции зависит от генетического превосходства четырех категорий племенных животных: отцов и матерей ремонтных бычков, отцов и матерей ремонтных телок. Каждая категория племенных животных имеет неодинаковый вклад в общее генетическое улучшение популяции вследствие различий в точности оценки племенной ценности, интенсивности селекции и использования. В табл. 6 показан вклад каждой категории племенных животных в общее генетическое улучшение популяции черно-пестрого скота в зависимости от размера создаваемого банка спермы на одного проверяемого быка.

В зависимости от варианта программы селекции для черно-пестрого скота вклад отцов будущих быков в общий генетический прогресс составляет 35,10–59,45 %, матерей будущих быков – 0,78–36,56 %, отцов ремонтных телок – 13,25–42,43 % и матерей ремонтных телок – 3,75–5,61 %.

Как показывают данные, 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. Это можно объяснить снижением вклада в общий генетический прогресс отцов коров вследствие более интенсивного использования

Таблица 6

Вклад различных категорий племенных животных
в общий генетический прогресс популяции

Доля коров, осеменяемых спермой молодых быков		Общий генетический прогресс за год, кг молока	Вклад в общий генетический прогресс, %			
% от активной части	голов		отцов		матерей	
			быков	коров	быков	коров
Банк спермы на проверяемого быка 10 тыс. доз						
10	1200	40,83	44,58	13,25	36,56	5,61
20	2400	47,17	47,79	23,14	24,22	4,86
30	3600	49,97	50,19	27,41	17,82	4,59
40	4800	53,07	53,30	29,96	12,42	4,32
50	6000	56,34	55,77	32,97	7,20	4,07
60	7200	54,52	59,45	35,48	0,87	4,20
Банк спермы на проверяемого быка 30 тыс. доз						
10	1200	49,78	36,57	28,84	29,99	4,60
20	2400	53,38	42,23	32,08	21,40	4,54
30	3600	55,11	45,51	34,18	16,16	4,36
40	4800	58,29	48,53	36,23	11,31	4,25
50	6000	61,14	51,40	38,23	6,63	4,16
60	7200	59,22	54,73	40,60	0,80	3,96
Банк спермы на проверяемого быка 50 тыс. доз						
10	1200	51,86	35,10	31,70	29,99	4,42
20	2400	55,20	40,83	34,32	20,69	4,15
30	3600	56,87	44,10	36,21	18,66	4,03
40	4800	60,12	47,06	28,17	10,97	3,81
50	6000	63,05	49,84	40,10	6,43	3,63
60	7200	61,11	53,05	42,43	0,78	3,75

проверяемых быков, генетическое превосходство которых равно нулю.

Вклад матерей быков с увеличением размера популяции, осеменяемой спермой молодых быков, снижается. Вклад матерей коров вследствие низкой интенсивности их селекции по молочной продуктивности незначителен и почти не меняется с увеличением размера популяции, осеменяемой проверяемыми быками, а также и при более интенсивном использовании отобранных производителей. Для популяции черно-пестрого скота Республики Марий Эл доля матерей коров в общем генетическом прогрессе не превышает 6 %.

Из всех вариантов программы селекции, рассчитанных для черно-пестрого скота Республики Марий Эл, был выбран вариант, обеспечивающий максимальный ожидаемый генетический прогресс по удою, который принят нами как оптимальный.

Согласно оптимальному варианту программы селекции, предусматривается: в качестве отцов ремонтных бычков использовать 4 производителя; ежегодно отбирать от заказного спаривания 96 ремонтных бычков, из которых 75 голов будут ставиться на проверку по качеству потомства; спермой проверяемых быков должно осеменяться 50 % коров активной части

популяции; достоверность оценки каждого проверяемого быка определяется по 20 эффективным дочерям; банк долговременного хранения спермы от каждого проверяемого быка составит 30 тыс. спермодоз.

В этом случае среднегодовой темп генетического улучшения популяции составит 1,5 %, или 61,14 кг молока на корову в год. Размер чистого дохода от программы селекции – 3,7 млн рублей, что в пересчете на одну корову в год составит 156 рублей.

ЛИТЕРАТУРА

- Басовский Н.З., Кузнецов В.М. Методические рекомендации по разработке и оптимизации программ селекции в молочном животноводстве. Л.: ВНИИРГЖ, 1977. 87 с.
- Басовский Н.З., Кузнецов В.М. Методические рекомендации по генетико-экономической оптимизации программ крупномасштабной селекции в молочном скотоводстве. М.: ВАСХНИЛ, 1982. 35 с.
- Немцов А.А. Об оптимизации программ селекции в молочном скотоводстве // Докл. РАСХН. 2002. № 3. С. 36–39.

APPLICATION OF MODERN BREEDING METHODS TO DAIRY CATTLE

S.V. Titova

Research Institute for Agriculture, Ruem Village, Mary-El, Russia,
e-mail: via@mari-el.ru

Summary

Biological and breeding parameters of populations of black-and-white cattle have been studied by using a genetic-mathematical model to identify the optimal ratio of variable and fixed factors in the optimization of breeding programs. The influence of the variables (the number of replacement bull fathers, the proportion of cows of the active part of the population fertilized with sperm of checked bulls, the number of effective daughters, and a bank for long-term storage of sperm for each checked bull) on the genetic progress has been investigated.

Key words: dairy cattle, black-and-white breed, breeding program, optimization.