

Калев УЛЬСТ, Рейн ТЕЙНБЕРГ

О ГЕНЕТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ СЕЛЕКЦИИ ЭСТОНСКОЙ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Первые работы по оценке эффективности селекции молочного скота в нашей стране появились уже в 30-х годах (Гаркави, 1928; Серебровский, 1933, 1934; Давыдов, 1932), позже рассматривались вопросы о влиянии оценки производителей на эффективность селекции (максимизация ожидаемого генетического улучшения) (Dickerson, Hazel, 1944). Принципы генетико-экономической оптимизации программы селекции излагались в работах Скьервольда, Лангхольца, Ренделя, Робертсона (Rendel, Robertson, 1950; Skjervold, 1963; Skjervold, Langholz, 1964). Эти работы следует считать классическими при оценке эффективности селекции породы. Позднее методика оценки эффективности разных программ селекции молочного скота была усовершенствована во многих работах зарубежных и отечественных авторов (Brascamp, 1973; Petersen и др., 1974; Lindhe, 1968; Skjervold, 1968; Syrstad, 1966; Кузнецов, 1979, 1984, 1986; Попов, 1987; Басовский, Кузнецов, 1977; Басовский, 1983).

Согласно современной теории селекции, пути передачи генов в популяции молочного скота следующие (Rendel, Robertson, 1950):

Молодые животные, потенциальные родители	Фактические родители	Генетическое превосходство родителей	Средний генерационный интервал	Вторая генерация потенциальных родителей
Быки	отцы быков	I_{BB}	L_{BB}	Бычки
	отцы коров	I_{BC}		
Коровы	матери быков	I_{CB}	L_{VC}	Телочки
	матери коров	I_{CC}		

Взяв за основу формулу вычисления эффективности прямой селекции по одному признаку за поколение

$$I = i \cdot R_{Ia} \cdot \sigma_A,$$

где i — интенсивность селекции; R_{Ia} — точность оценки племенной ценности; σ_A — генетическое стандартное отклонение признака; можно вычислить ожидаемый годовой генетический прогресс (ΔG) сложением всех эффективностей

$$\Delta G = \frac{I_{BB} + I_{BC} + I_{CB} + I_{CC}}{L_{BB} + L_{VC} + L_{CB} + L_{CC}}.$$

Эта формула является основой генетико-экономической оптимизации программы селекции.

Исходя из методических рекомендаций по оптимизации программ селекции (Басовский, Кузнецов, 1977) и соответствующей программы на ЭВМ (Попов, 1987), нами разработана методика и соответствующая программа селекции для оценки на ЭВМ генетико-экономической эффективности разных вариантов селекционных программ.

Материал и методика

Исходными данными служили генетические, селекционные и экономические параметры эстонской черно-пестрой породы (табл. 1). Изменяемыми параметрами были (в скобках соответственно начальное значение, приращение и конечное значение): число линий в популяции (2—1—5); число отцов ремонтных быков в линии (1—1—2); величина банка спермы на одного проверяемого быка (5000—5000—20000 доз); доля активной части популяции (0,1—0,1—0,4); число эффективных дочерей, используемых для оценки одного быка (70—10—150).

Затраты на обработку машинных данных считали равными 50 руб/бык и затраты на иммуногенетическое тестирование потомства проверяемых быков 15 руб/бык. Закупочная цена молока 36 руб/ц, мяса 170 руб/ц. Период времени оценки программы селекции составлял 20 лет.

Темп генетического прогресса по молочной продуктивности ограничивали в рамках 1—3%.

Таблица 1

Главные постоянные параметры

1. Средний удой на корову за 1-ю лактацию, кг	3800
2. Фенотипическое стандартное отклонение удоя, кг	750
3. Коэффициент наследуемости по удою за 1-ю лактацию	0,3
4. Коэффициент наследуемости по трем лактациям	0,4
5. Коэффициент повторяемости удоя	0,5
6. Маточное поголовье	126000
7. Число основных коров для получения одного ремонтного быка, гол	5
8. Число отобранных коров-матерей для получения одного ремонтного быка, гол	3
9. Число лактаций, по которым отбирается мать будущего быка	3
10. Количество спермодоз, необходимых для получения плодотворного осеменения одной коровы	2,5
11. Количество стельных коров, необходимых для получения одной эффективной дочери, гол	4
12. Инбредная депрессия по удою, %	1
13. Доля первотелок в популяции	0,3
14. Средний возраст телок при первом отеле, мес	29
15. Средний возраст телок при третьем отеле, мес	53
16. Межотельный период, мес	12
17. Доля быков, выбракованных по энергии роста	0,05
18. Доля быков, выбракованных по воспроизводительной способности	0,4
19. Доля отбора матерей коров по молочной продуктивности	0,8
20. Генерационный интервал отцов ремонтных быков, лет	7
21. Генерационный интервал быков, отобранных по качеству потомства, лет	7
22. Генерационный интервал проверяемых быков, лет	2,2
23. Генерационный интервал матерей ремонтных телок, лет	5
24. Период использования спермы оцененных быков, мес	24
25. Живая масса быков 12-мес. возраста, ц	3,7
26. Живая масса быков 15-мес. возраста, ц	5,5
27. Живая масса взрослых бычков, ц	10
28. Вероятность окончания 1-й лактации	0,8
29. Доля быков-получателей	0,2
30. Число матерей ремонтных быков, гол	500

Результаты и обсуждение

Лучшие варианты программы селекции приведены в табл. 2.

Оптимальное число линий в популяции составляет 2—4, в наиболее рентабельных вариантах 2. Число отцов будущих быков в линии, как правило, не превышает одного. Количество спермодоз от проверяемого быка не превышает 20 000, обычно 10 000—15 000. Активно используемый племенной материал (активная часть популяции) составляет 20—30%. Число эффективных дочерей на одного проверяемого быка 70—150, в наиболее рентабельных вариантах 100—120.

Таблица 2

Варианты программы селекции для эстонской черно-пестрой породы

Номер варианта	Число линий	Число отцов быков	Кол-во спермодоз от провереного быка	Доля активной части популяции	Число эффективных дочерей	Вклад отцов быков, %	Вклад отцов коров, %	Вклад матерей коров, %	Вклад матерей быков, %	Генетический прогресс, кг	Генетический прогресс, %	Чистый доход от программы селекций, тыс. руб.	Чистый доход на корову, руб.	Рентабельность программы селекций, %
2	2	1	10000	0,30	80	46,8	18,0	4,4	14,4	60,2	1,58	14974	119	514
3	2	1	15000	0,20	70	44,2	20,4	4,4	14,4	58,8	1,55	15298	121	701
4	2	1	15000	0,30	70	45,6	18,0	4,6	14,8	57,1	1,50	14791	117	678
5	2	1	15000	0,30	80	45,6	18,2	4,5	14,8	57,6	1,52	14976	119	697
6	2	1	15000	0,30	90	45,6	18,3	4,5	14,7	58,0	1,53	15135	120	716
7	2	1	15000	0,30	100	45,5	18,4	4,5	14,7	58,7	1,55	15275	121	733
8	2	1	15000	0,30	110	45,5	18,6	4,5	14,7	58,7	1,55	15400	122	750
9	2	1	15000	0,30	120	45,4	18,7	4,5	14,6	59,0	1,55	15512	123	766
11	2	1	20000	0,20	80	43,5	20,5	4,6	14,7	57,4	1,51	14804	117	659
12	2	1	20000	0,20	90	43,3	20,8	4,5	14,6	57,9	1,52	14997	119	676
13	2	1	20000	0,20	100	43,2	21,1	4,5	14,5	58,4	1,54	15172	120	693
19	2	1	20000	0,30	120	44,5	18,8	4,6	14,9	57,1	1,50	14842	118	694
20	2	1	20000	0,30	130	44,5	18,9	4,6	14,9	57,4	1,51	14935	119	706
21	2	1	20000	0,30	140	44,4	19,0	4,6	14,9	57,6	1,52	15020	119	718
22	2	1	20000	0,30	150	44,3	19,1	4,6	14,9	57,8	1,52	15099	120	729
24	2	2	10000	0,30	80	43,6	19,0	4,7	15,2	57,2	1,50	14079	112	483
45	3	1	10000	0,30	70	45,0	18,4	4,6	14,9	57,9	1,52	14228	113	476
46	3	1	10000	0,30	80	45,0	18,6	4,6	14,9	58,5	1,54	14462	115	496
47	3	1	15000	0,20	70	42,4	21,0	4,6	14,9	57,1	1,50	14797	117	678
53	3	1	15000	0,30	120	43,5	19,3	4,7	15,2	57,2	1,51	14979	119	740
90	4	1	10000	0,30	80	43,6	19,0	4,7	15,2	57,2	1,50	14079	112	483

Интересно отметить, что самый большой вклад в генетический прогресс по удою вносили отцы будущих быков (42—47%), меньший — отцы коров (около 20%) и матери быков (около 15%), самый скромный — матери коров (4,5—5%). Это хорошо согласуется с данными других авторов (Басовский, 1983; Кузнецов, 1984).

Генетический прогресс по удою составляет в популяции в среднем 57—60 кг/год, это 1,5—1,6% от среднего удою. Чистый доход от коровы 110—120 руб/год.

Общий чистый доход в результате применения рекомендуемых вариантов программы селекции составляет по эстонской черно-пестрой породе около 15 млн. рублей, а рентабельность селекционной программы — 600—750%. Аналогичные результаты приводит А. Е. Попов (1987), а также П. Петерсен и др. (Petersen и др., 1974). Самыми рентабельными оказались варианты 9 (766%), 8 (750%) и 53 (740%).

В варианте 9 спермой проверяемых быков осеменяется 29% от всех коров в породе. В качестве отцов быков используют только 2 самых лучших быка из 75 проверяемых, число проверенных быков для осеменения основной части коров составляет 15. Спермой одного проверенного быка осеменяют в среднем 6000 коров в год. Потенциальных матерей быков требуется всего 658.

Общие затраты программ селекции составляют около 2 млн. рублей. Из этого 40% приходится на покупку молодых бычков, 15% для содержания их на элевере, 33% для содержания бычков до получения результатов оценки и 12% для иммуногенетического тестирования дочерей. Затраты на обработку данных ЭВМ при оценке племенной ценности быков составляют лишь 0,3%.

В результате исследования разных вариантов программ селекции эстонской черно-пестрой породы можно сделать следующие выводы:

1. Исползованную нами программу ЭВМ можно рекомендовать для генетико-экономической оптимизации плана разведения породы.

2. Оптимальным вариантом селекции для эстонской черно-пестрой породы оказался вариант 9 с числом линий в породе 2, активной частью популяции 0,3 и количеством эффективных дочерей на одного проверяемого быка 120. Генетический прогресс по удою составляет при этом варианте 1,55% от средней по популяции.

ЛИТЕРАТУРА

- Басовский Н. З. Популяционная генетика в селекции молочного скота. М., 1983.
- Басовский Н. З., Кузнецов В. М. Методические рекомендации по разработке и оптимизации программ селекции в молочном животноводстве. Л., 1977.
- Гаркави О. В. Схема селекционной работы с молочным скотом // Вестн. животноводства, 1928, № 3.
- Давыдов С. Г. Основные задачи селекции животных в настоящий момент // Пробл. животноводства, 1932, № 2.
- Кузнецов В. М. Методические основы разработки и оптимизации программ селекции в молочном скотоводстве. Автореф. канд. дис. Л., 1979.
- Кузнецов В. М. Методические основы оценки племенной ценности производителей при крупномасштабной селекции молочного скота // Популяционно-генетические основы селекции молочного скота. Л., 1984, 31—40.
- Кузнецов В. М. Оценка эффективности селекции в молочном скотоводстве // Вестн. с.-х. науки, 1986, № 9, 108—114.
- Попов А. Е. Эффективность различных вариантов программы крупномасштабной селекции симментальского скота УССР. Автореф. канд. дис. Киев, 1987.
- Серебровский А. С. Схема селекционной работы в районе породы // Пробл. животноводства. 1933. № 5.
- Серебровский А. С. К проблеме эффективности селекции // Пробл. животноводства, 1934, № 2.

- Brascamp, E. W.* Model calculations concerning economic optimization of AI-breeding with cattle. // *Z. Tierz. Zücht Biol.*, 1973, **90**, 1—15.
- Dickerson, G. E., Hazel, L. N.* Effectiveness of selection on progeny performance as a supplement to earlier culling in livestock // *J. Agric. Res.*, 1944, **69**, 459—476.
- Lindhe, B.* Model simulation of AI-breeding within a dualpurpose breed of cattle // *Acta Agric. Scand.*, 1968, **18**, 33—41.
- Petersen, P., Gjøf Christensen, L., Bech Andersen, B., Ovesen, E.* Economic optimization of the breeding structure within a dualpurpose cattle population // *Acta Agric. Scand.*, 1974, **24**, 247—259.
- Rendel, J. M., Robertson, A.* Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle // *J. Genet.*, 1950, **50**, 1—8.
- Skjervold, H.* The optimum size of progeny groups and optimum use of young bulls in AI-breeding // *Acta Agric. Scand.*, 1963, **13**, 131—140.
- Skjervold, H., Langholz, H. J.* Factors affecting the optimum structure of AI-breeding in dairy cattle // *Z. Tierz. Zücht Biol.*, 1964, **80**, 25—40.
- Skjervold, H.* Kombinierte Selektion // *Acta Agric. Scand.*, 1968, **18**, 65—79.
- Syrstad, O.* Studies on dairy herd records. III. Estimation of genetic change // *Acta Agric. Scand.*, 1966, **16**.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
25/IV 1989

Kalev ULST, Rein TEINBERG

EESTI MUSTAKIRJU KARJA SELEKTSIOONI PROGRAMMI GENEETILIS-ÖKONOOMILISEST OPTIMEERIMISEST

Eesti mustakirju karja selektsiooni programmi optimeerimisel võeti aluseks J. Rendeli ja A. Robertsoni (1950) koostatud mudel. Geneetilised ja ökonoomilised parameetrid on toodud tabelis 1. Muutuvad parameetrid olid: liinide arv populatsioonis, pulliisade arv liinis, spermadooside arv, populatsiooni aktiivne osa ja ühe pulli hindamiseks vajalik efektiivsete tütarde arv.

Tabelist 2 nähtub, et parimad selektsiooni programmi variandid on 9, 8 ja 53, puhastulu nendes on kõige suurem. Populatsiooni geneetiline progress piima tootmisel on keskmiselt 57—60 kg aastas. Puhastulu lehma kohta on 110—120 rbl. aastas. Üldine puhastulu selektsiooni programmi parimate variantide kasutamisel on eesti mustakirjul karjal umbes 15 miljonit rubla aastas. Üldkulud selektsiooni programmile on 2 miljonit rubla aastas, sellest 40% moodustavad kulud noorte pullide ostmiseks, 15% läheb nende pidamiseks noorpullide kasvatuses, 33% on nende pidamiseks kuni hinnangu saabumiseni ja 12% on arvestatud tütarde immunogeneetiliseks testimiseks.

Kalev ULST, Rein TEINBERG

ON GENETIC-ECONOMIC OPTIMIZATION OF ESTONIAN BLACK-AND-WHITE BREED SELECTION PROGRAM

The optimization of the selection program of Estonian Black-and-White cattle breed was carried out on the basis of the model proposed by Rendel and Robertson (1950). The genetic and economic parameters are performed in Table 1 and in the list. The variable parameters were: the number of lines in population, the number of bull fathers in a line, the amount of sperm doses for one young testing bull, the active part of population, and the number of effective daughters used for the estimation of the breeding value of young bulls.

According to Table 2, the 9th, 8th and the 53rd are the best variants of the selection program. The net income was the highest in these variants. We presume that genetic progress in milk yield will be 57—60 kg per year (1.5—1.6 per cent) and the net income for one cow 110—120 roubles per year. The overall net income for the breed as a result of the application of the best selection program will be over 15 million roubles per year. The expenses of the selection program will be about 2 million roubles a year, including the buying of young bulls (40 per cent), their management in an elever (15 per cent), keeping of young bulls till the results of their breeding value are available (33 per cent).