

УДК 636.22/28.082.2'3

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ РЕПРОДУКТИВНОЙ ЧАСТИ СТАДА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ

Г. П. АНТИПОВ, М. Ю. ГЛАДКИХ

(Кафедра генетики и разведения с.-х. животных)

Предложена математическая модель возрастной структуры маточно-поголовья стада крупного рогатого скота, на которой изучено влияние на интенсивность отбора факторов: сохранности животных, продолжительности их хозяйственного использования и ввода первотелок в стадо.

Предложены таблица интенсивности отбора для конкретных селекционных ситуаций и информационный показатель возрастной структуры стада для ее обобщенной характеристики.

Дан сравнительный анализ изменений возрастной структуры стад учхозов ТСХА «Михайловское», «Муммовское» и «Дружба».

Методы математического моделирования возрастной структуры популяции широко используются для решения ряда оптимизационных задач в социологии, демографии, биологии и животноводстве [1-3]. В биологии эти задачи связаны главным образом с определением оптимального размера промысла в диких популяциях, в животноводстве — с определением наиболее экономически эффективного соотношения половозрастных групп животных в стадах разного направления продук-

тивности. В то же самое время вопросы оптимизации возрастной структуры размножающейся части популяции (или репродуктивной части) в целях повышения эффективности отбора животных изучены недостаточно.

Наиболее общим принципом математического моделирования возрастной структуры является использование так называемых матриц Лесли [4]. В качестве их частного случая нами предложена модель возрастной структуры размножаю-

шейся части популяции крупного рогатого скота, позволяющая оценить степень влияния различных факторов на уровень интенсивности отбора. К основным факторам, лимитирующим интенсивность селекции коров, можно отнести: длительность их хозяйственного использования, сохранность, определяемую степенью вынужденной браковки животных независимо от племенной ценности, количество вводимых в стадо животных (долю первотелок).

Моделировали одноступенчатый массовый отбор по одному признаку (удой за 1-й лактацию) с разбиением животных на 2 группы (племенную и плембрак) и использованием потомства от всех маток для ремонта.

Изучали стационарные структуры при значениях сохранности от 0,70 до 0,85 с шагом 0,05 и продолжительности хозяйственного использования от 6 до 9 отелов; доля первотелок в стаде изменялась от 20 до 42 %.

Сравнивали эффективность оценки возрастной структуры стада двумя методами: определением среднего возраста стада и предлагаемым нами информационным показателем структуры стада.

$$I = 1 - \frac{H_{\Phi}}{H_0},$$

где $H_{\Phi} = - \sum P_i \lg P_i$ — энтропия фактической структуры стада;

$H_0 = \lg 12$ — максимально возможная энтропия для структуры стада с равномерным распределением при 12-летнем предельном сроке хозяйственного использования коров.

Полученные результаты использованы для анализа динамики возрастных структур стад учхозов Тимирязевской академии «Михайловского», «Муммовского» и «Дружба».

Нами была разработана модель возрастной структуры репродуктивной части стада крупного рогатого скота (стационарная структура без отбора), где P_i — доля животных по i -й репродукции (i -му отелу); P_e — сохранность животных независимо от их племенной ценности и возраста; $P_2 = P_1 P_e$; $P_3 = P_2 P_e = P_1 P_e^2$ и т. д.; n — продолжительность хозяйственного использования (отелы):

Количество отелов, i 1 2 3 ... $n-1$ n
Доля животных, P_i $P_1 P_e$ $P_1 P_e^2$... $P_1 P_e^{n-2}$ $P_1 P_e^{n-1}$

При необходимости эта модель позволяет ввести дифференцированную сохранность в зависимости от возраста животных, учитывая, что с возрастом сохранность, как правило, снижается.

Данная структура является стационарной и описывает состояние стада при неизменной его численности без отбора. Возможность для отбора животных возникает при увеличении поголовья маток, что может быть достигнуто путем повышения ввода первотелок, степени сохранности животных и продолжительности их хозяйственного использования. Соответствующее значение интенсивности отбора обеспечивает неизменную численность поголовья стада за счет изменения его структуры. Тогда конечная стационарная структура при одноступенчатом отборе животных по первой лактации будет иметь следующий вид:

Количество отелов, i 1 2 3 ... $n-1$ n
 Доля животных, P_i P_1 $P_1 P_1 P_1 P_1 P_1 P_1^2$... $P_1 P_1 P_1^{n-2}$ $P_1 P_1 P_1^{n-1}$

Здесь P_a — доля отбираемых на племя животных, оцененных по 1-й лактации; рассчитывается по формуле

$$P_a = \frac{(1 - P_1)}{P_1} \times \frac{(1 - P_e)}{P_e (1 - P_e^{n-1})}$$

По комплексу изученных стационарных структур были составлены таблицы интенсивности отбора в различных селекционных ситуациях (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Доля отбираемых на племя животных (P_a) при конечном сроке хозяйственного использования 9 отелов

P_1 доля пер- вотелок	Сохранность, %			
	85	80	75	70
0,20	0,970	—	—	—
0,25	0,728	0,900	—	—
0,26	0,690	0,853	—	—
0,27	0,656	0,811	—	—
0,28	0,624	0,771	0,952	—
0,29	0,594	0,734	0,906	—
0,30	0,566	0,700	0,864	—
0,31	0,540	0,677	0,824	—
0,32	0,515	0,637	0,787	0,966
0,33	0,492	0,609	0,752	0,923
0,34	0,471	0,582	0,719	0,883
0,35	0,450	0,557	0,687	0,845
0,36	0,431	0,533	0,658	0,808
0,37	0,413	0,510	0,630	0,774
0,38	0,395	0,489	0,604	0,742
0,39	0,379	0,469	0,579	0,711
0,40	0,364	0,450	0,555	0,682
0,41	0,349	0,431	0,533	0,654

Анализ селекционных ситуаций показал, что наибольшее влияние на уровень интенсивности отбора оказывает доля животных по 1-й репродукции, существенное — естественная сохранность, наименьшее — продолжительность их хозяйственного использования, особенно после 9 отелов.

Установлено, что для конкретных селекционных ситуаций, характеризующихся определенной степенью изменчивости, наследуемости и повторяемости признаков, существует оптимальная возрастная структура стада, которой соответствует максимальная средняя продуктивность стада (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Оптимизация возрастной структуры стада* при конечном сроке использования 9 отелов

Сохранность P_e , %	Доля первотелок, P_1	Доля животных, отобранных на племя, P_a	Условная продуктивность в среднем по стаду
85	0,26	0,690	1,235
	0,27	0,656	1,249
	0,28	0,624	1,234
70	0,36	0,808	1,178
	0,37	0,774	1,183
	0,38	0,742	1,173

* Коэффициент повторяемости удоя — 0,7; условная продуктивность приведена к удою за 1-ю лактацию с использованием следующих возрастных коэффициентов: 1,0; 1,14; 1,28; 1,37; 1,40; 1,43; 1,42; 1,40 (рассчитанных по данным учхоза «Муммивское»).

Наличие оптимума определяется тем, что возрастные изменения продуктивности за счет изменения структуры стада могут превышать изменения продуктивности за счет

прироста генетического прогресса. Другими словами, эффект прироста продуктивности первотелок за счет их слишком высокого ввода и интенсивного отбора в дальнейшем может снизиться и исчезнуть в результате снижения в структуре стада доли полновозрастных коров с высокой продуктивностью.

Однако при скрещиваниях, когда используются производители со значительной степенью генетического превосходства, хозяйственный эффект может быть достигнут именно в результате увеличения ввода первотелок и усиления браковски животных стада. Вследствие этого высокий ввод первотелок в течение первых 5-6 лет от начала скрещивания является эффективной стратегией. Затем, когда рост продуктивности за счет роста генетического прогресса в силу повышения среднего уровня продуктивности стада замедляется, более эффективное решение селекционной ситуации должно включать нахождение соответствующей оптимальной возрастной структуры.

Выявленные закономерности влияния возрастной структуры стада на показатели интенсивности отбора и уровень продуктивности стада позволяют провести сравнительный анализ изменений возрастной структуры стада в хозяйствах с различным уровнем и направлением селекционной работы.

Из табл. 3 видно, что устойчивый рост продуктивности стада или длительное поддержание ее на высоком уровне обеспечивается при сохранении стационарного состояния возрастной структуры, близкого к оптимальному. Особенно ярко это проявляется на примере учхоза «Михайловское». Возрастная структура стада учхоза находится дли-

тельное время (с 1976 по 1987 г.) в близком к стационарному состоянии и характеризуется постоянно высоким (около 4500 кг) уровнем продуктивности при устойчивом его повышении.

Переход к более оптимальным и стационарным возрастным структурам в учхозе «Муммовское» также стал сопровождаться устойчивым ростом молочной продуктивности (с 3250 до 4114 в течение 10 лет).

Напротив, нестационарности возрастной структуры стада учхоза «Дружба» и ее хаотическим изменениям соответствуют значительные колебания продуктивности по годам при выраженной тенденции к ее снижению.

Следует подчеркнуть, что информационный показатель (I), отражая отклонение конкретной возрастной структуры от ее равномерного распределения, улавливает в гораздо большей степени воздействия различных факторов на структуру, чем используемый в настоящее время показатель среднего возраста стада. Так, при значительных изменениях возрастной структуры стада в учхозах «Михайловское» (1980 и 1986 гг.) и «Дружба» (1976 и 1982 гг.) средний возраст стада остался неизменным, в то время как информационный показатель отразил изменения в структуре стада. Причем с повышением уровня интенсивности селекционного процесса и соответственно продуктивности повысилось и значение информационного показателя возрастной структуры данного стада.

Поэтому информационный показатель структуры стада может быть использован с большим эффектом для сравнения возрастных распределений маточного поголовья с точки зрения степени селекционного

Возрастная структура стад утхозов ТСХА

Отелы	«Михайловское»			«Муммовское»			«Дружба»		
	1976	1980	1985	1975	1980	1986	1976	1982	1985
1	23,9	23,0	22,2	7,7	25,8	35,7	13,7	16,2	22,0
2	20,2	18,9	21,1	15,0	11,0	16,0	20,3	12,3	22,7
3	16,5	18,3	15,3	13,0	16,4	8,0	14,1	14,3	14,6
4	12,8	11,2	13,0	13,0	13,3	11,0	14,6	19,8	10,0
5	10,7	9,2	10,5	14,3	11,2	9,5	11,8	12,5	4,4
6	5,4	7,3	8,0	5,0	8,3	8,0	10,4	9,4	9,0
7	5,5	2,3	3,9	6,3	10,2	4,2	4,2	7,2	6,5
8	2,5	2,9	3,0	4,7	3,3	3,0	4,6	3,6	5,0
9	1,2	1,3	1,0	3,3	0,5	2,6	4,2	2,2	3,4
10	0,7	1,3	2,0	1,4	—	2,0	1,7	1,3	2,2
11	0,3	0,8	—	3,3	—	—	0,3	0,6	—
12	0,3	0,2	—	3,3	—	—	0,5	0,4	—
Поголовье, гол.	1492	1406	1886	300	360	400	644	720	643
Средний удой, кг	4334	4330	4970	3252	3229	4110	3021	2579	2852
Средний возраст, отелы	3,74	3,46	3,47	5,22	3,99	3,30	4,07	4,06	3,75
I, информ. показатель	0,059	0,096	0,136	0,033	0,142	0,116	0,077	0,042	0,102

воздействия, чем общепринятый средний возраст стада в отелах. Предложенный подход позволяет оптимизировать возрастную структуру репродуктивной части стада (маточного поголовья) в конкретных хозяйственных и селекционных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коли Г. К. Анализ популяций позвоночных/Пер. с англ. Е. П. Крюковой, под ред. А. Д. Базыкина.—

М.: Мир, 1979.— 2. Павлов Б. К. Управление популяциями охотничьих животных.— М.: Агропромиздат, 1989.— 3. Саркисян М. А. Оптимизация структуры стада КРС различными экономико-математическими моделями.— В сб. науч. тр. Омск. с.-х. ин-та, 1975, т. 145, с. 17-22.— 4. Свирежев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978.

Статья поступила
31 марта 1994 г.

SUMMARY

A mathematical model for cow herd age structure evaluation has been suggested. The effect of animals' survival, the duration of their commercial farming life and the rate of first calvers were estimated.

The tables of selection intensity for specific breeding situations and the information index for generalized estimation of cow herd age structure are developed.

A comparative analysis of the age structure changes in different herds has been done.