

УДК 636.082.41:575.14

## **МИНИМИЗАЦИЯ ИНБРИДИНГА ПРИ ЗАКРЫТОМ РАЗВЕДЕНИИ ГЕНОФОНДНЫХ СТАД МОЛОЧНОГО СКОТА**

*В.М. Кузнецов, Н.В. Вахонина*

В результате постоянного снижения поголовья молочного скота и крупномасштабной голштинизации сокращаются как численность, так и число отечественных пород. Из 35 молочных и комбинированных пород, разводимых в начале 90 гг. XX века, осталось 25 [8]. Почти половина из них на грани исчезновения [7]. Чтобы сохранить эти породы, необходимы генофондные стада, в которых разведение животных было бы закрытым [6]. В закрытых стадах неизбежны дрейф генов и родственное спаривание, следствием которых являются инбридинг и инбредная депрессия. Последняя проявляется в снижении репродуктивных качеств и жизнеспособности животных, что может привести к их вырождению. В связи с этим, система разведения закрытого генофондного стада должна быть такой, чтобы темпы аккумуляции инбридинга были бы как можно ниже. Ранее нами было изучено влияние различных зоотехнических мероприятий и факторов на уровень инбридинга [1-5]. Цель настоящих исследований заключалась в разработке системы разведения, способствующей минимизации инбридинга в закрытых генофондных стадах молочного скота.

**Методика.** Предполагали существование только одного генофондного стада исчезающей породы (нет притока генов извне) со статусом «критический» ( $\leq 100$  коров). Рассматривали две системы закрытого разведения с панмиктичным подбором:

1. **Система традиционного разведения (СТР).** Допускали, что бычков начинают использовать после достижения ими репродуктивного возраста и отбора по происхождению, развитию, экстерьеру и т.п. в течение 2-3 лет (во избежание кровосмешения).

2. **Система рекуррентного разведения (СРР),** сущность которой заключается в *повторном использовании в воспроизводстве генетического материала (спермы), полученной от быков стада несколько поколений назад.* Концептуально СРР можно представить так (рис. 1):

1. Отбор (по-возможности, рандомизированный) из пригодных для размножения бычков  $k$ -ой генерации необходимого числа ремонтных (*принятие решения о внедрении СРР*). Эти быки используются для:
  - покрытия (осеменения) коров (1-г) части стада в течение 2-3 лет, и
  - получения необходимого числа спермодоз и их криоконсервации в течение  $d$  поколений (данный процесс можно рассматривать, как «эмиграция генов из стада»).

- Осеменение (по-возможности, рандомизированно) спермой быков  $k$ -ой генерации после  $d$  поколений «ожидания»  $r$ -ой части коров стада генерации  $(k+d)$ . Данный процесс можно рассматривать, как «реэмиграция генов в стадо». Тогда  $r$  - это коэффициент реэмиграции.
- Покрытие (осеменение) оставшейся части коров стада,  $(1-r)$ , генерации  $(k+d)$  ремонтными быками генерации  $(k+d)$ .

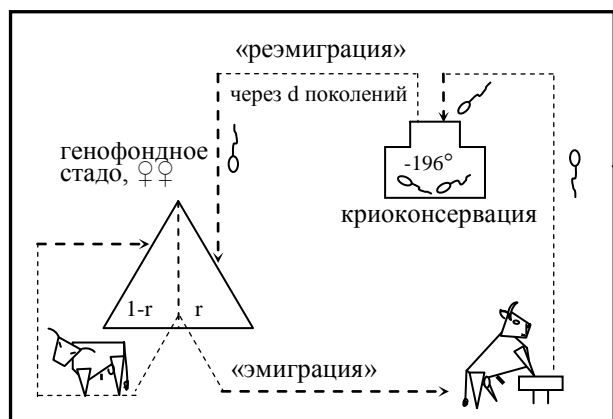


Рис. 1. Схема рекуррентного разведения

Реализация СРР может быть однократной, прерывной (например, СТР→СРР→СТР→...) и перманентной (из поколения в поколение).

Для исследования возможностей СРР была разработана компьютерная программа, которая позволила варьировать параметрами системы и прогнозировать в динамике аккумулированный в стаде инбридинг в течение 10-15 поколений.

Моделировали гипотетическое закрытое генофондное стадо с поголовьем 100 коров. Варьировали следующими параметрами: а) уровень инбридинга в стаде до внедрения СРР - 0, 5, 10, 15% (СТР-инбридинг); б) продолжительность периода криоконсервации ( $d$ ) - 1, 2, 3, 4 поколения; в) коэффициент реэмиграции ( $r$ ) - 0, 20, 40, 60, 80, 100%; г) вариант применения СРР - 1 и 2 цикла, по 2 цикла СРР через один цикл СТР, перманентная СРР; д) число ремонтных быков, вводимых за поколение - 6, 12, 24 голов.

Исходя из теории, изложенной в [2], была разработана формула прогностической оценки инбридинга в  $j$ -ом поколении ( $F_j$ ) при СРР:

$$F_j = r[0,5 R'_{j-1} \sqrt{(1+F_r)(1+F_{j-1})}] + (1-r)[\Delta F + (1-\Delta F) F_{j-1}],$$

где  $r$  - коэффициент реэмиграции;  $R'_{j-1}$  - коэффициент родства быков-реэмигрантов с коровами  $(j-1)$ -го поколения;  $F_r$  - коэффициент инбридинга в поколении быков-реэмигрантов;  $\Delta F$  - приращение инбридинга за поколение.

**Результаты.** Анализ данных, полученных с помощью имитационного моделирования, позволил сделать следующие обобщения:

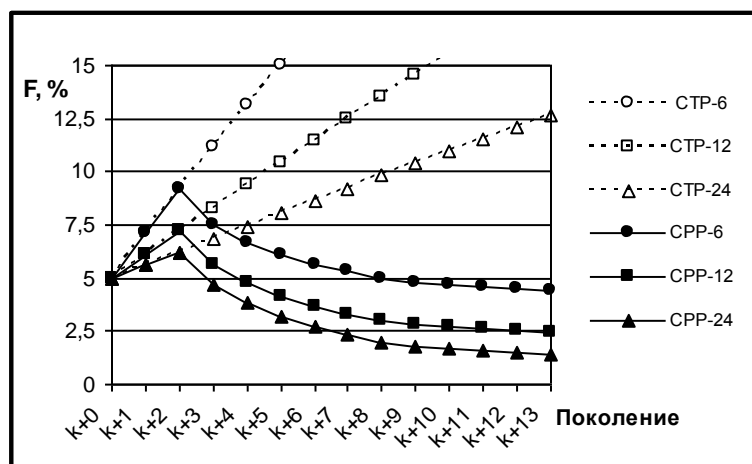
- При СТР закрытого генофондного стада аккумуляция инбридинга шла быстрыми темпами и к 10 поколению достигла уровня 24%.
- Уровень СТР-инбридинга в  $k$ -ом поколении, когда принималось решение о переходе на СРР, влиял на эффективность последней. Внедрение СРР, не дожидаясь накопления в стаде инбридинга, представляется лучшей стратегией - аккумулированный ко второму поколению инбридинг соста-

вил около 4% и продолжал оставаться на данном уровне все последующие поколения.

3. Чем продолжительнее период криоконсервации спермы, тем выше СТР-инбридинг в первом цикле СРР и сильнее редукция инбридинга в последующих поколениях. Так, при «периоде ожидания» 4 поколения СТР-инбридинг в первом цикле СРР повысился до 13%, но к 8 поколению СРР редуцировался до 5% и продолжил медленно снижаться в последующих поколениях.

4. Даже при низком коэффициенте реэмиграции, 20%, имело место значительное, относительно СТР, снижение уровня инбридинга в стаде (до ~9%). При  $r=60\%$  инбридинг редуцировался до допустимого (6%) в поколении  $(k+3)$ , а после  $(k+5)$ -го поколения стабилизировался на уровне 2-3%.

5. При  $X$ -кратном применении СРР, инбридинг снижался в течение  $X$  поколений. Затем темпы аккумуляции инбридинга восстанавливались до уровня, который мог бы быть при СТР. Дискретная (чередующаяся) СРР приводила к флуктуации инбридинга на уровне 6-10%.



**Рис. 2.** Динамика инбридинга (F) при СТР и СРР с 6, 12 и 24 быками за поколение.

Исходный инбридинг 5%;  
постоянная СРР;  
«период ожидания» 2  
поколения и  
реэмиграция 40%

6. СРР обеспечивала закрытое разведение с допустимым уровнем аккумулярованного инбридинга (~5%) даже при вводе 6 быков за поколение (рис. 2). При вводе 24 быков инбридинг снижался еще в 2 раза. Однако этот вариант, по всей вероятности, потребует больших трудовых и финансовых затрат.

7. Для пород со статусом «критический» представляется целесообразной следующая стратегия сохранения: перманентная СРР с криоконсервацией спермы два поколения, коэффициентом реэмиграции 40% и вводом ~12 ремонтных быков за поколение. Её реализация позволит удерживать при *закрытом* разведении инбридинг на минимально низком уровне (2-3%) и сохранять вымирающие породы без их «разбавления» зарубежным генетическим материалом или «распыления» при создании новых селекционных форм.

## Литература

1. **Вахонина Н.В., Кузнецов В.М.** *Влияние различных факторов на инбридинг в малочисленных популяциях.* // V Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров. Часть I. Москва, 21-28 июня, 2009 г.-М., 2009.-С. 69.
2. **Кузнецов В.М.** *Инбридинг в животноводстве: методы оценки и прогноза.* Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2000.-66 с.
3. **Кузнецов В.М.** *Имитационное моделирование линейного разведения в генофондных популяциях.* // Доклады Россельхозакадемии. 2005.-№ 6.-С. 37-40.
4. **Кузнецов В.М., Вахонина Н.В.** *Ограничение инбридинга в малочисленных популяциях и генофондных стадах.* // Ресурсосберегающие технологии для земледелия и животноводства Владимирского ополья: Сб. докл. Всероссийской научно-практической конференции ГНУ ВНИИСХ Россельхозакадемии 17-19 июля 2008 года. Суздаль, 2008.-С. 367-371.
5. **Кузнецов В.М., Вахонина Н.В.** *Влияние демографических процессов в генофондных популяциях на инбридинг.* // Вестник Россельхозакадемии -2009.-№ 3.-С. 82-84.
6. **Иванов К.М., Емельянова Л.Л., Каримов К.К., Убилава Г.Ф.** *Методические рекомендации по сохранению местных локальных пород сельскохозяйственных животных.* Л.: ВНИИРГЖ, 1977. -58 с.
7. **Паронян И.А., Прохоренко П.И.** *Генофонд домашних животных России.* - СПб.: «Лань», 2008. -352 с.
8. **Фисинин В.И.** *Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных России.* // Сборник материалов юбилейной сессии и научной сессии Россельхозакадемии. М.: Россельхозакадемия, 2005.-С. 141-150.