

ПРИНЦИПЫ ОТБОРА

Мишель А. Ваттио

Институт им.Бабкока

У молочных коров количественные признаки, такие как выход молока, жира и протеина (белка), являются экономически важными для фермеров во всем мире. Эти признаки отличаются от качественных признаков, таких как цвет шерсти, потому что вместо попадания в отдельные категории (красный, белый, черный) проявления количественных признаков изменяются по непрерывной шкале бесконечных возможностей. Огромное число возможностей проявления количественных признаков имеет место благодаря:

- большому числу генов, участвующих в выражении данного признака, что дает множество возможных генотипов;
- значительному влиянию окружающей среды, придающей дополнительную изменчивость возможным проявлениям признака.

Целью генетического улучшения молочных коров является изменение пропорции определенных генов таким образом, чтобы при данных внешних условиях, в которых будет существовать животное, проявление желательных признаков максимально увеличивало прибыль фермера. Например, генетический отбор по молочной продуктивности старается усилить гены, дающие максимальное производство молока в данной окружающей среде (климат, питание, содержание и т.д.), в которой корова будет реализовывать свой потенциал.

ФАКТОРЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ ЧАСТОТУ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ГЕНОВ

Изменения в генетическом наборе животных происходят естественным образом. Существует четыре основных фактора, изменяющих частоту встречаемости генов в популяции животных. **Мутация** (изменения в структуре генетического материала) и **случайный дрейф** (случайный эффект, особенно в небольшой популяции)

непредсказуемы, и поэтому бесполезны. С другой стороны, с практической точки зрения **селекция** и **миграция** (кроссбридинг) представляют собой доступные животноводам средства изменения генетической ценности стада по конкретному признаку.

Селекция - это процесс, при котором некоторым животным позволяет размножаться больше, чем остальным. В результате, животные с нужным генотипом будут давать больше потомства. По мере использования селекции поколение за поколением некоторые гены начинают встречаться в популяции чаще, в то время, как другие - реже. Таким образом, селекция является двуступенчатым процессом. Сначала необходимо выявить животных с благоприятным генотипом, а затем они должны стать родителями следующего поколения.

Миграция заключается в попадании в данную популяцию животных из другой популяции с отличающейся частотой встречаемости генов. Смешивание местных пород коров (*Bos indicus*) с европейскими молочными породами (*Bos taurus*) является примером миграции генов. Наиболее важной формой миграции генов среди современных популяций молочных коров является международная торговля (импорт и экспорт) спермой быков.

КОНЦЕПЦИИ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ СЕЛЕКЦИИ

Для того, чтобы выяснить, как действует селекция по количественным признакам, необходимо хорошее понимание некоторых важных концепций. Ключом к процессу селекции является изменчивость конкретного признака среди животных. В стаде со средним ежегодным надоем молока в 5500 кг некоторые коровы могут давать более 9000 кг, тогда как некоторые другие могут производить только 2000 кг. Приведенные величины могут

быть крайними значениями, но молочная продуктивность отдельных коров в стаде может принимать любое значение между этими двумя. Даже в стаде, где окружающую среду можно считать одинаковой для большинства животных, только около 25% всех колебаний молочной продуктивности вызывается генетическими причинами (см. наследуемость в Таблице 1).

Нормальное распределение

Распределение отметок молочной продуктивности

Хотя коровы производят разное количество молока, их записи могут быть сгруппированы по категориям. На Рис. 1 приведен пример распределения отметок о молочной продуктивности 200 коров, разбитые на 28 групп. Каждый прямоугольный блок на графике представляет одну корову. Коровы, дающие от 2000 до 2250 кг молока, принадлежат первой группе (крайний левый столбик на графике); двигаясь по оси направо, каждая последующая группа определяется относительно предыдущей. Последняя группа (крайний правый столбик на графике) включает коров, дающих от 8875 до 9000 кг. Такое изображение, называемое гистограммой, дает представление о среднем значении и изменчивости молочной продуктивности. В

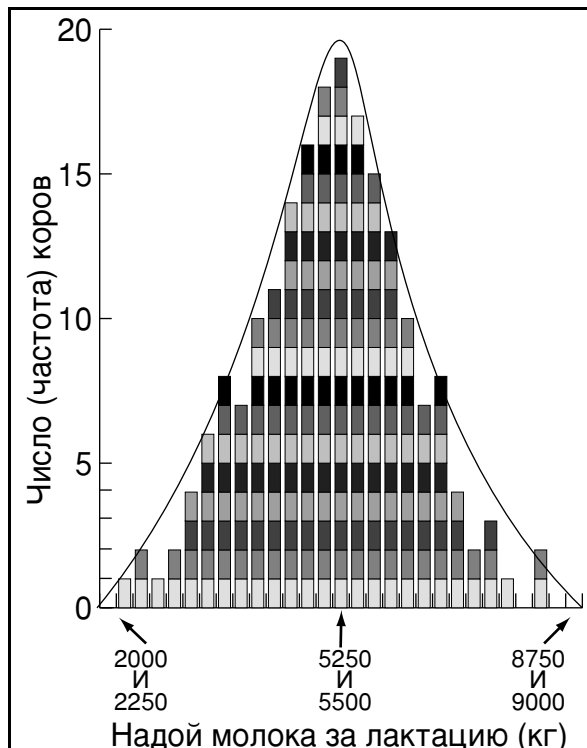


Рис. 1: Распределение отметок молочной продуктивности - кривая нормального распределения.

нашем примере 19 коров давали от 5250 и 5500 кг молока, одна корова - от 2250 до 2500 кг, и ни одно животное не давало более 8500 кг молока. Если провести линию, огибающую верхушки столбиков, то получится кривая колоколообразной формы. Большинство количественных признаков описываются кривыми такого типа, называемым также "нормальной кривой" или "нормальным распределением". Анализ данных (надоя молока, оценки типа и т.д.), распределенных по "нормальной кривой", является основой нашего знания генетической ценности коров и быков по любому отдельному признаку.

При нормальном распределении наибольшее число животных сгруппировано вокруг среднего значения (самый высокий столбик), и по мере того, как мы двигаемся в сторону более высокой или более низкой молочной продуктивности, число животных в каждой группе уменьшается. Вид распределения данных вокруг среднего значения характеризуется изменчивостью или стандартным отклонением.

Например, отметки продуктивности дочерей одного быка подчиняются нормальному распределению. Животное, находящееся далеко справа от среднего значения, вероятно имеет высокую генетическую ценность. Однако это не обязательно так, поскольку корова с хорошей генетической ценностью может иметь низкую лактацию из-за плохого кормления, осложнений при отеле и других отрицательных эффектах, связанных с содержанием или внешними условиями. И наоборот, корова может иметь искусственно завышенные отметки продуктивности по сравнению с другими животными в стаде благодаря специальному обращению. Поэтому необходимо тщательно анализировать учетные записи коров и выявлять влияние окружающих условий на их продуктивность. Только таким

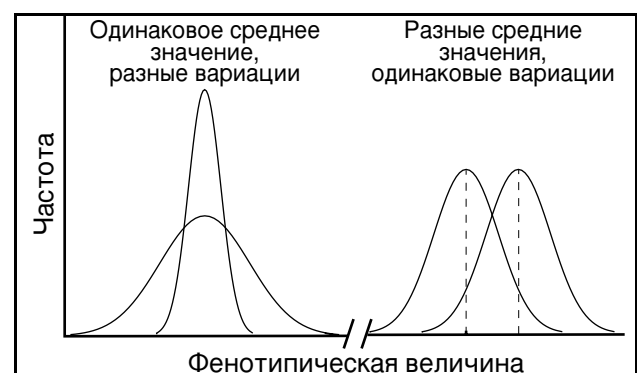


Рис. 2: Среднее значение и изменчивость являются основными характеристиками нормальных распределений.

образом можно определить настоящую генетическую ценность, которая может быть передана следующему поколению.

КЛЮЧИ К ДОСТИЖЕНИЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПУТЕМ СЕЛЕКЦИИ

При селекции, изменения генетической ценности животных в популяции зависят от генетической изменчивости в популяции, интенсивности селекции, точности селекции и интервала между поколениями. Изменение генетической ценности может быть обобщено простым уравнением:

$$\text{Генетическое изменение за год} = \frac{\text{Точность} \times \text{Интенсивность} \times \text{Генетическая Изменчивость}}{\text{Число лет в поколении}}$$

Таким образом, генетическое изменение за год будет наибольшим, когда точность, интенсивность и генетическая изменчивость максимальны, а интервал между поколениями минимален.

Точность отбора коров и быков

Важным фактором, ограничивающим точность оценок генетической ценности коров, является их пребывание внутри стада, т.е. внутри узкого интервала внешних факторов. Быки, напротив, могут тестироваться по отметкам о продуктивности множества их дочерей в разных стадах (проверка по потомству), что позволяет достичь высокой точности определения их генетической ценности.

Наследуемость или h^2

Наследуемостью называется доля полной изменчивости по данному признаку среди животных, которая определяется унаследованными генами (оставшаяся доля определяется окружающей средой). В целом, чем выше наследуемость по данному признаку, тем выше точность селекции и тем больше возможность достижения генетических улучшений путем селекции. Наследуемости, представленные в Таблице 1, могут быть пояснены следующим образом:

- Менее 0,1 - низкие наследуемость и возможность достижения генетического прогресса путем селекции;
- От 0,1 до 0,3 - средние наследуемость и возможность достижения генетического прогресса путем селекции;
- Более 0,1 - высокие наследуемость и возможность достижения генетического прогресса путем селекции;

Таблица 1: Наследуемость и генетическая корреляция некоторых признаков у молочных коров.

Признаки	Наследуемость	Генет. корреляция ¹
<i>Продуктивные признаки:</i>		
Надой молока	0,25	1
Выход жира	0,25	0,75
Выход протеина	0,25	0,82
Общий выход сухих веществ	0,25	0,92
Содержание жира	0,50	-0,40
Содержание протеина	0,50	-0,22
<i>Признаки типа:</i>		
Окончательная оценка типа	0,30	-0,23
Стойка	0,40	--
Ноги (вид сбоку)	0,16	--
Угол копыт	0,10	--
Глубина вымени	0,25	--
Прикрепление вымени	0,15	--
Расположение сосков	0,20	--
<i>Другие признаки:</i>		
Скорость доения	0,11	--
Число соматически-клеток ²	0,10	--
Легкость отела	0,05	--
Вес теленка при рождении	0,35	--
Фертильность (число открытых дней)	0,05	--

¹ Генетическая корреляция с молочной продуктивностью

² Степень подверженности маститу

Интенсивность селекции коров и быков

Интенсивность селекции зависит только от доли популяции, отобранной в качестве будущих родителей. Она отражает, насколько средняя величина для отобранных родителей превышает среднюю величину по популяции до отбора. Даже при хорошем уровне воспроизводства интенсивность селекции коров в стаде является минимальной по сравнению с интенсивностью селекции быков. В результате основная часть генетического прогресса в стаде обеспечивается использованием спермы отборных быков, получаемой от организаций по искусственному осеменению. Потенциальное генетическое улучшение, достижимое при селекции коров,

ограничено требованием содержания коров в стаде для поддержания его размера и тем, что число потомства (используемого для проверки по потомству) гораздо меньше у коров, чем у быков.

Генетическая изменчивость (стандартное отклонение)

Генетическая изменчивость может быть проиллюстрирована шириной колоколообразной кривой вокруг среднего значения. Небольшая изменчивость дает узкую кривую, а большая - широкую кривую (Рис.2). Величина генетической изменчивости влияет на величину генетического прогресса, получаемого от программы селекции - чем больше изменчивость, тем больше результат селекции. Однако генетическая изменчивость является характеристикой популяции и не может быть изменена животноводом.

В США стандартные отклонения для надоя молока, выхода жира и протеина равны 560, 22,5 и 19 фунтов соответственно. Меньшее стандартное отклонение для выхода протеина по сравнению с выходом жира указывает на то, что более трудно достичь генетического прогресса по выходу протеина, чем по выходу жира. В странах, где средняя молочная продуктивность меньше, чем в США, стандартные отклонения будут также пропорционально меньше.

Интервал между поколениями

Интервал между поколениями - это средний возраст родителей при рождении их первого теленка. Возраст полового созревания и длительность беременности не могут быть изменены; однако интервал между поколениями может существенно возрасти при высокой смертности потомства или низком проценте зачатий. Типичный интервал между поколениями равен времени, необходимому для завершения генетической оценки быка для искусственного осеменения: 9 месяцев беременности до рождения теленка, 2 года до начала лактации у телки и еще 10 месяцев до завершения лактации. Таким образом, в нашем примере интервал между поколениями составил около 4 лет.

Чем короче интервал между поколениями, тем большего генетического прогресса можно достичь за год. Однако более длинный

интервал может повысить точность селекции, т.к. большее количество информации становится доступным с течением времени (учет продуктивности дочерей).

КОРРЕЛИРОВАННЫЙ ОТКЛИК

Когда селекция проводится по некоторым признакам, другие признаки меняются независимо, или изменяются в том же (положительная корреляция) или противоположном (отрицательная корреляция) направлении. Величины корреляции между двумя признаками, представленные в Таблице 1, можно пояснить следующим образом:

- От 0,7 до 1,0 - признаки меняются практически в одном направлении;
- От 0,35 до 0,7 - признаки меняются приблизительно в одном направлении;
- От 0 до 0,35 - признаки меняются практически независимо друг от друга.

Например, отрицательная корреляция между надоем молока и содержанием жира в молоке (Таблица 1) затрудняет отбор коров с высокой продуктивностью и высоким содержанием жира одновременно. И наоборот, корреляция между надоем молока и потреблением кормов существенно положительна (+80). Поэтому обычно коровы, отобранные по высокой молочной продуктивности, также больше едят.

Международный Институт по Исследованию и Развитию Молочного Животноводства им. Бабкока является подразделением Университета Висконсина.

Эта публикация финансировалась специальным Грантом от USDA CSRS номер Гранта 92-34266-7304, а также U.S. Livestock Genetics Export, Inc.

Номер публикации DE-RG-7-080996-R

Эта и другие публикации могут быть затребованы из Института им. Бабкока по следующему адресу:

240 Agricultural Hall
1450 Linden Drive
Madison, WI 53706-1562 USA
Tel. (608) 262 4621
Fax (608) 262 8852

babcock@calshp.cals.wisc.edu
<http://babcock.cals.wisc.edu>