

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

**Кафедра генетики и разведения сельскохозяйственных животных
им. О. А. Ивановой**

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ
ОСНОВЫ ПЛЕМЕННОГО
ЖИВОТНОВОДСТВА И
КРУПНОМАСШТАБНАЯ СЕЛЕКЦИЯ**

Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений
высшего образования, обучающихся по специальности
6-05-0811-02 «Производство продукции животного происхождения»

Витебск
ВГАВМ
2024

УДК 636.082

ББК 45.3

О64

Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области сельского хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0811-02 «Производство продукции животного происхождения»

Авторы:

кандидат биологических наук, доцент *Т. В. Павлова*; член-корреспондент Академии наук Республики Беларусь, доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. В. Казаровец*; доктор сельскохозяйственных наук, доцент *Н. И. Гавриченко*; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. Л. Фурс*

Рецензенты:

заведующий лабораторией разведения и селекции молочного скота, РУП «НАЦ НАН Беларуси по животноводству», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. И. Песоцкий*; заведующий кафедрой кормления и разведения сельскохозяйственных животных УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», доктор сельскохозяйственных наук, доцент *И. Б. Измайлович*

О64 Организационно-правовые основы племенного животноводства и крупномасштабная селекция : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0811-02 «Производство продукции животного происхождения» / Т. В. Павлова, Н. В. Казаровец, Н. И. Гавриченко, Н. Л. Фурс. – Витебск : ВГАВМ, 2024. – 92 с.

Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области сельского хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0811-02 «Производство продукции животного происхождения» и содержит методические указания по выполнению практических занятий.

УДК 636.082(07)

ББК 45.3

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Расчет популяционно-генетических параметров	5
2. Оценка племенной ценности крупного рогатого скота молочных пород	15
3. Методические аспекты составления и генетико-экономической оптимизации селекционной программы	32
3.1. Принципы разработки программ крупномасштабной селекции	32
3.2. Организация селекционного процесса по реализации положений программы крупномасштабной селекции	34
4. Особенности селекционного процесса в свиноводстве	45
5. Особенности селекционного процесса в птицеводстве	55
6. Селекция быков-производителей	66
7. Селекция быкопроизводящих коров	70
8. Формирование генеалогической структуры популяции	72
9. Формирование массива скота желательного типа	74
10. Законодательная база в области племенного животноводства Республики Беларусь	78
Литература	81
Приложения	83

ВВЕДЕНИЕ

В результате использования современных достижений науки и передовой технологии, к которым относятся искусственное осеменение животных, консервация и длительное хранение спермы производителей, трансплантация эмбрионов, геномная оценка, создание автоматизированных информационных систем по селекции животных, внедрение в практику племенной работы по скотоводству, птицеводству и свиноводству селекционных программ, направленных на получение гетерозиса, сформировались теория и практика ведения племенной работы в животноводстве в рамках больших регионов – так называемая система крупномасштабной селекции.

Крупномасштабная селекция – это система племенной работы, направленная на генетическое улучшение массивов скота с учетом породной структуры в регионе, проводимая по единому плану, построенная на достижениях популяционной генетики и базирующаяся на интенсивном использовании высокоценных производителей при централизованном управлении селекционным процессом с помощью автоматизированных информационных систем.

Переход на крупномасштабные принципы управления селекцией с использованием современного программного обеспечения изменил традиционное представление о методах племенной работы. В этой связи важно, чтобы специалист после завершения обучения владел методами селекционного процесса в масштабах популяции, начиная с теоретических и практических подходов по разработке оптимизированной селекционной программы, методов оценки племенных качеств животных с использованием достижений популяционной генетики, организации племенной базы и генетической структуры породы.

В рамках данного учебного курса изучаются законодательные основы, позволяющие использовать нормативно-методологическую базу в области племенного животноводства для повышения эффективности хозяйственной деятельности.

Данное методическое пособие позволяет системно, в логической последовательности изучить материал по дисциплине, повысить качество подготовки специалистов зооинженерного профиля.

1. РАСЧЕТ ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Цель занятия: освоить методику расчета и анализа популяционно-генетических параметров селекционных признаков.

Содержание занятия. Генетический анализ признаков, имеющих хозяйственное значение, необходим для управления формообразовательными процессами, протекающими в популяциях сельскохозяйственных животных. Он должен лежать в основе планов племенной работы по улучшению маточного поголовья дойных стад, регионов и породы. При изучении варьирования количественного признака в стаде селекционер не ставит вопрос, сколько именно генов влияет на этот признак и в каких хромосомах расположены эти гены. Он просто выясняет, какова относительная роль генотипа и среды в формировании фенотипического разнообразия в стаде и какова относительная роль аддитивного действия генов. Из практики селекционной работы известно, что при фенотипическом разнообразии селекция далеко не всегда бывает эффективной. Выявлено, что для эффективности отбора необходимо наличие генотипического разнообразия. В стадах сельскохозяйственных животных имеется генотипическое разнообразие по большинству хозяйственно полезных признаков, и чем выше степень этого разнообразия, тем более эффективна будет селекция. Если принять общее фенотипическое разнообразие по стаду за 100%, то можно выделить процент разнообразия генотипического и процент разнообразия паратипического.

Знание закономерностей наследования количественных признаков очень важно для повышения эффективности селекционной работы в молочном скотоводстве. При изучении закономерности наследования количественных признаков следует знать статистические параметры, характеризующие значение селекционируемых признаков. Основными статистическими параметрами количественных признаков являются: средняя арифметическая (\bar{X}), среднее квадратическое (стандартное) отклонение (σ), варианса (σ^2), ошибка средней арифметической или стандартная ошибка ($m_{\bar{X}}$), коэффициент изменчивости (вариации) (C_v).

Изменчивость отдельного признака является ключом к процессу селекции, так как изменчивость количественных признаков представляет результат сложного взаимодействия полигенных систем и многочисленных влияний среды. В стаде со средней молочной продуктивностью 4000 кг отдельные коровы могут давать более 6000 кг, тогда как другие – всего 1500 кг. Это, конечно, крайние величины, но молочная продуктивность отдельных коров в стаде может принимать любые значения между этими двумя крайностями.

Проявление любого количественного признака близко к распределению вариант в кривой нормального распределения Гаусса (рисунок 1). Такая кривая характеризуется средней арифметической (\bar{X}) и отклонением от нее плюс- и минус-вариант. Данное отклонение является важной величиной для суждения об изменчивости и называется средним квадратическим, или стандартным отклонением (σ). Статистический анализ нормального распределения составляет основу нашего знания о принципах селекции.

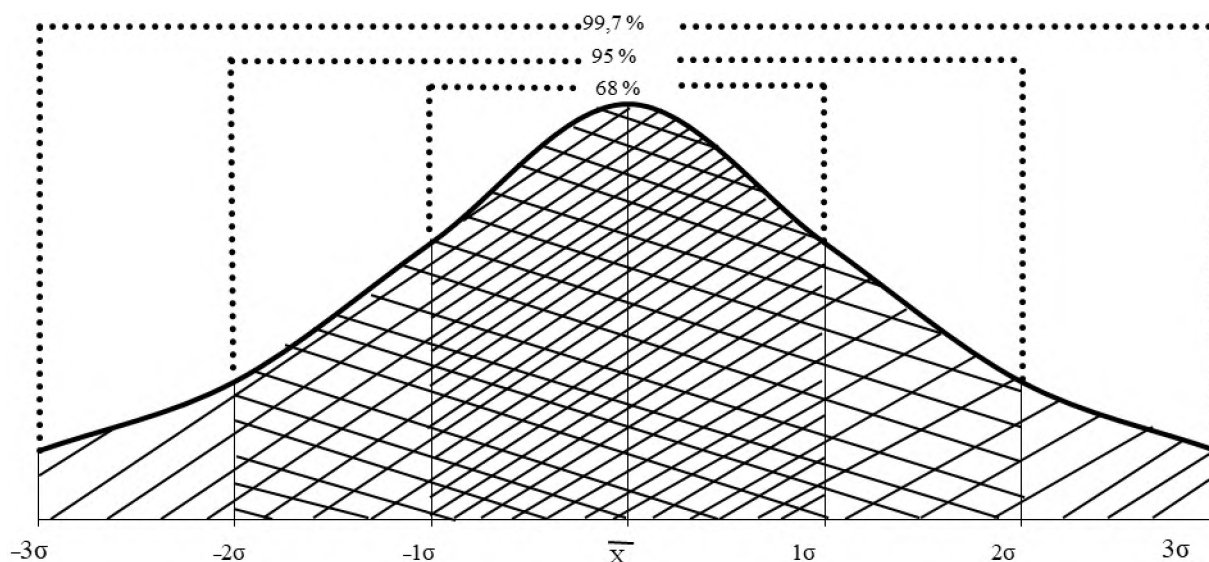


Рисунок 1 - Кривая нормального распределения

При нормальном распределении большинство животных сгруппировано около среднего значения и по мере отдаления в сторону более высокого или более низкого значения признака число животных уменьшается. **Вариация** – это различия индивидуальных значений признака у особей изучаемой совокупности. Вариация является важным параметром, поскольку она частично определяет, насколько значительны генетические изменения, которые можно ожидать от одного поколения к другому.

Мерой фенотипической изменчивости признаков, определяющей возможности отбора, являются дисперсия (варианса) (σ^2), стандартное отклонение (σ) и коэффициент вариации (C_v). Варианса используется при вычислении наследуемости, изменчивости, корреляции, повторяемости. Коэффициент вариации позволяет сравнивать степень изменчивости разных признаков. У молочного скота его значения по каждому признаку колеблются: удой за лактацию, абсолютный выход молочного жира, высший суточный удой – в пределах 20–25%, живая масса взрослых животных – 10–12, содержание в молоке жира – 7–8, белка – 6–7, линейные промеры – 4–6, убойный выход – 2,4–3,5%.

Стандартное отклонение также является мерой распределения данных вокруг среднего значения. В противоположность вариации стандартное отклонение выражается в тех же единицах измерения, что и среднее значение, что делает его интерпретацию более понятной. Стандартное отклонение представляет собой индикатор того, какая доля коров попадает в определенный интервал продуктивности. В случае нормального распределения интервал в одно стандартное отклонение выше и ниже среднего значения содержит 68% всех наблюдений.

Предположение о том, что популяция коров со средним значением 4000 кг молока за лактацию и стандартным отклонением в 800 кг (4000 ± 800), подразумевает, что 68% коров имеют удой в пределах между 3200 ($4000 - 800$) и 4800 кг ($4000 + 800$). Поскольку интервал в плюс или минус три стандартных отклонения

от среднего содержит 99,7% животных популяции, высшая и низшая молочная продуктивность составят приблизительно 6400 и 1600 кг (4000 ± 2400) соответственно.

Таким образом, при той численности групп животных, с которыми работает зоотехник-селекционер, крайние плюс- и минус-варианты отстоят от средней, как правило, не более чем на три средних квадратических отклонения.

Так как средняя величина выборки не совпадает со средней величиной для популяции (стада), вычисляется ошибка средней ($m_{\bar{x}}$). Если нужно сравнить между собой несколько выборок или изменчивость разных признаков, то лучше использовать коэффициент изменчивости, представляющий собой отношение стандартного отклонения к средней арифметической, выраженное в процентах.

Специалистов интересует общая фенотипическая изменчивость признаков и прежде всего ее часть, обусловленная генотипами родителей. Основным генетическим параметром, показывающим долю генотипической изменчивости в фенотипической изменчивости признака и, следовательно, являющимся селекционным показателем, служит коэффициент наследуемости. Данный параметр лежит в основе современной селекции по количественным признакам.

При углубленном ведении селекционной работы необходимо знать долю влияния генотипа и среды в формировании каждого признака, а при оценке племенной ценности животных из общей изменчивости следует исключать влияние средовых факторов. Изменения, вызванные факторами среды, не имеют селекционного значения и не передаются потомству. При неблагоприятных условиях среды генетически обусловленные количественные признаки не получают полного развития.

Наследуются не признаки (удой, живая масса и т. д.), а норма реакции генотипа на условия среды, т. е. от условий взаимодействия генотип – среда зависит выраженность признака. В разных условиях среды один и тот же генотип проявляется неодинаково.

Для количественного определения относительной доли генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости используют коэффициент наследуемости (h^2). Этот показатель может принимать значение от 0 до 1. Нулевое значение он имеет при отсутствии генетической изменчивости, т. е. изменчивость признака зависит только от влияния среды. В этом случае селекция оказывается безрезультатной, так как признак не наследуется.

Максимальное значение коэффициента наследуемости, равное 1, может быть тогда, когда среда совсем не оказывает влияния на изменчивость признака.

При расчете коэффициента наследуемости устанавливают только ту часть генетической вариации, которая обусловлена аддитивным действием генов и является основой всех программ селекции.

В таблице 1 приведены данные Международного института по исследованию и развитию молочного животноводства им. Бабкока (USA) по наследуемости и экономической важности некоторых признаков у молочных коров. Все селекционируемые признаки в зависимости от величины коэффициента насле-

дуюмости подразделяют на низконаследуемые ($h^2 = 0,05-0,25$), средненаследуемые ($h^2 = 0,26-0,59$) и высоконаследуемые ($h^2 = 0,6$ и более).

Продуктивные признаки, так же как и большинство признаков типа, обладают средней наследуемостью, в то время как наследуемость содержания жира и белка в молоке высока. Наследуемость для признаков, касающихся способности к оплодотворению, легкости отела или сопротивляемости маститу низкая (0,01 или ниже), и генетические изменения в результате селекции по этим признакам будут происходить исключительно медленно.

Наиболее распространенными методами оценки наследуемости хозяйственно полезных признаков являются следующие:

$$h^2 = 2r_{pn}, h^2 = 2R_{pn}, h^2 = 4r_{nc}.$$

Согласно путевым коэффициентам Райта, первый и второй методы основаны на удвоении корреляции (регрессии) «потомок–родитель», третий – на учетверении корреляции между полусибсами. Все методы определения коэффициента наследуемости сводятся к сравнению степени фенотипического сходства между животными, имеющими родственные связи.

Таблица 1 - Оценка наследуемости и экономической ценности некоторых признаков у молочных коров

Признаки	Наследуемость (h^2)	Экономическая ценность
Продуктивные признаки:		
надой молока	0,25	Переменная
выход жира	0,25	Переменная
выход протеина	0,25	Переменная
полный выход сухих веществ	0,50	Переменная
содержание жира	0,50	Переменная
содержание протеина	0,50	Переменная
Признаки типа:		
окончательная оценка типа	0,30	Средняя
общий вид	0,40	Низкая
ноги (вид сбоку)	0,16	Низкая
угол копыт	0,10	Низкая
глубина вымени	0,25	Средняя
прикрепление вымени	0,15	Средняя
расположение сосков	0,20	Низкая
Другие признаки:		
скорость доения	0,11	Низкая
мастит (число соматических клеток)	0,10	Средняя
легкость отела	0,05	Низкая
масса теленка при рождении	0,35	Низкая
фертильность (число открытых дней)	0,05	Низкая

В селекции молочного скота используются способы определения наследуемости как на основе фенотипического сходства полусестер по отцу, так и на

основе фенотипического сходства между матерями и дочерьми. Наилучшими оценками наследуемости являются учетверенная корреляция полусестер по отцу и удвоенная внутриотцовская регрессия дочерей на матерей в одном стаде.

Определение коэффициента наследуемости на основе фенотипического сходства полусестер по отцу – наиболее приемлемый способ в условиях искусственного осеменения коров, находящихся в разных хозяйствах. В этом случае селекционер имеет дело с полусибсами, т. е. потомками, имеющими одного и того же отца, но разных матерей.

Наследуемость одного и того же признака значительно варьирует в разных популяциях, стадах или в одном и том же стаде на разных этапах его совершенствования.

Для практики селекции молочного скота важное значение имеет коэффициент повторяемости (r_w). Он является надежным показателем генетической обусловленности признаков и верхней границей коэффициента наследуемости.

Повторяемость – это характеристика признаков, измеряемых более одного раза в течение жизни особи. Повторяемые измерения позволяют исключить отклонения, вызываемые переменными внешними условиями, которые оказывают влияние на отдельную лактацию. Повторяемость вычисляется как коэффициент парной корреляции между последовательными измерениями признака (оценками животных) или путем проведения дисперсионного анализа.

Повторяемость может изменяться от 0, когда между повторяющимися проявлениями признака нет никакой связи, до 1, когда повторяющиеся проявления признака практически постоянны. Например, повторяемость от одного года к другому по числу осеменений, необходимых для того, чтобы корова забеременела, практически равна нулю. Другими словами, число осеменений, необходимых для оплодотворения коровы в данном цикле отела, не несет никакой ценности для предсказания того, сколько осеменений понадобится в следующем цикле.

Повторяемость уровня производства молока составляет около 0,4. Первотелки с высокой продуктивностью обычно остаются высокопродуктивными и в последующих лактациях.

При отборе животных большое значение имеет характер взаимосвязи между селекционными признаками, которая измеряется коэффициентом прямой линейной корреляции и регрессии, корреляционным отношением или методами дисперсионного и регрессионного анализа. Фенотипическая корреляция (r_p) обуславливается одновременным влиянием условий среды на развитие одного и другого признака.

Корреляция между двумя признаками измеряет их тенденцию. Она может изменяться в одном направлении (положительная корреляция) или противоположных направлениях (отрицательная корреляция). В целом корреляции между главными селекционируемыми признаками существенны для предсказания изменения одного признака в ответ на селекцию по другому; определения целесообразности селекции по нескольким признакам одновременно; предвидения общих результатов программы селекции. Данные о корреляции и регрессии

между удоем и содержанием жира в молоке, удоем и живой массой коров за 1-ю лактацию и лучшую с учетом методов подбора предоставляют селекционеру возможность учесть при планировании, например, возможный сдвиг в жирно-молочности животных стада или целесообразности дальнейшего отбора на увеличение массы коров.

Коэффициент корреляции – это число, изменяющееся в пределах ± 1 . Положительная корреляция предполагает, что большие значения одного признака имеют тенденцию случаться одновременно с большими значениями другого, и малые значения обоих признаков также обычно встречаются одновременно. С другой стороны, отрицательная корреляция двух признаков предполагает, что большие значения одного признака имеют место при малых значениях другого и наоборот. Корреляция вблизи нуля означает, что два признака не изменяются одновременно, а скорее наоборот: они не зависят друг от друга.

Коэффициент корреляции можно интерпретировать следующим образом:

- от 0,7 до 1,0 – признаки изменяются *существенно в одном направлении*;
- от 0,35 до 0,7 – изменяются *до некоторой степени в одном направлении*;
- от -0,35 до 0,35 – изменяются *почти независимо друг от друга*;
- от -0,35 до -0,7 – изменяются *до некоторой степени в противоположных направлениях*;
- от -0,7 до -1,0 – изменяются *существенно в противоположных направлениях*.

Генетические корреляции (r_g) показывают степень наследственной связи между селекционными признаками, которая обуславливается взаимосвязанным действием полигенов на отдельные системы, органы и ткани, а также сцеплением двух неаллельных генов одной хромосомы, оказывающих воздействие на два разных признака. Генетические корреляции имеют важное значение, так как селекция по одному признаку вызовет необратимые изменения связанного признака.

При проведении биометрической обработки данных при помощи ПЭВМ рекомендуется использовать в MSEXCEL опцию «Мастер функций» или пакет «Анализ данных».

Расчет популяционно-генетических параметров следует проводить по нижеприведенным формулам.

Среднее арифметическое значение количественных признаков (\bar{x}) определяют по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (1)$$

где X_i – величина варьирующего признака;

n – объем выборки, гол.

В MSEXCEL следует использовать в «Мастере функций» (f_x) функцию СРЗНАЧ (рисунок 2).

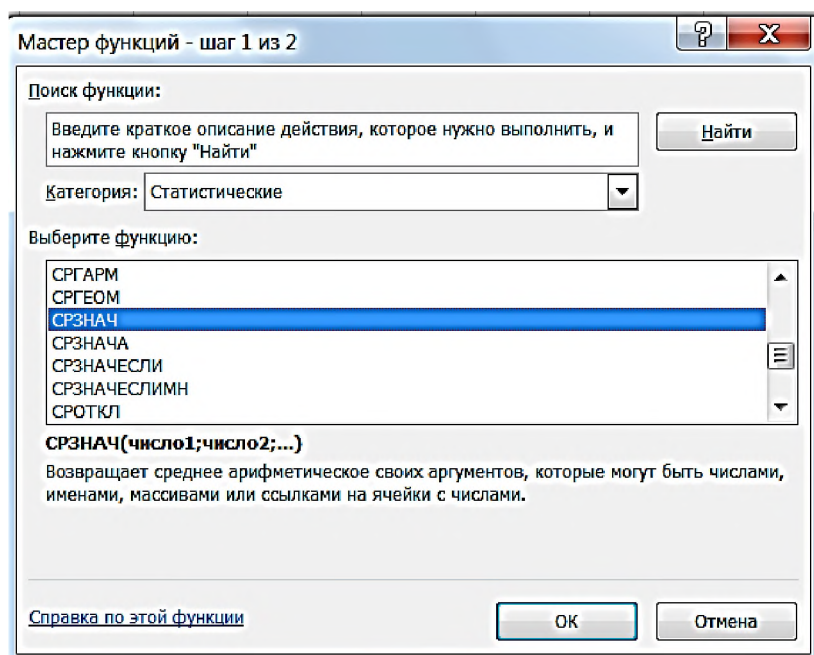


Рисунок 2 - Определение \bar{X} с помощью MSEXCEL

Количество значений в выборке (n) можно определить при помощи MSEXCEL, для этого в «Мастере функций» (f_x) используют функцию СЧЕТ (рисунок 3).

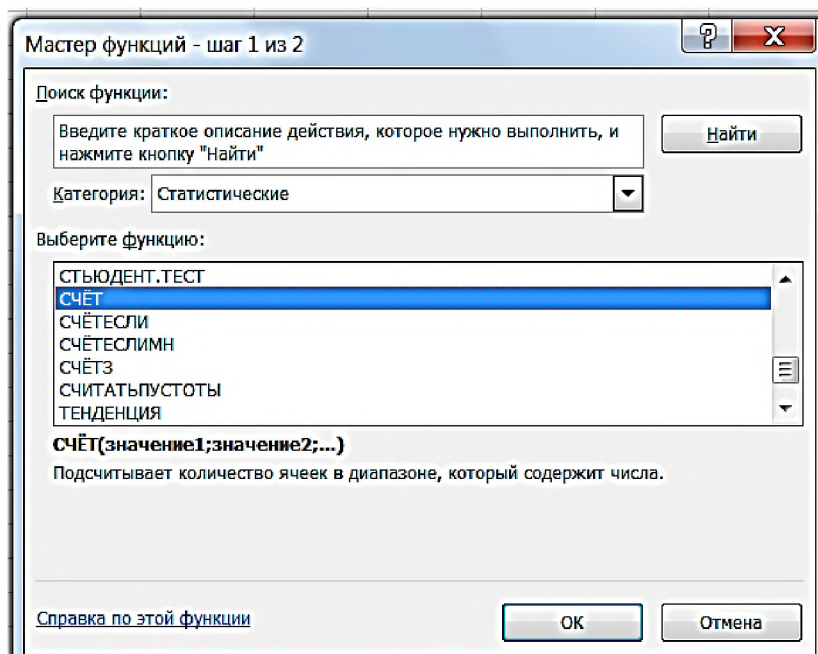


Рисунок 3 - Определение n с помощью MSEXCEL

Среднее квадратическое отклонение (σ) определяют по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}. \quad (2)$$

В MSEXCEL следует использовать в «Мастере функций» (f_x) функцию СТАНДОТКЛОН.В (рисунок 4).

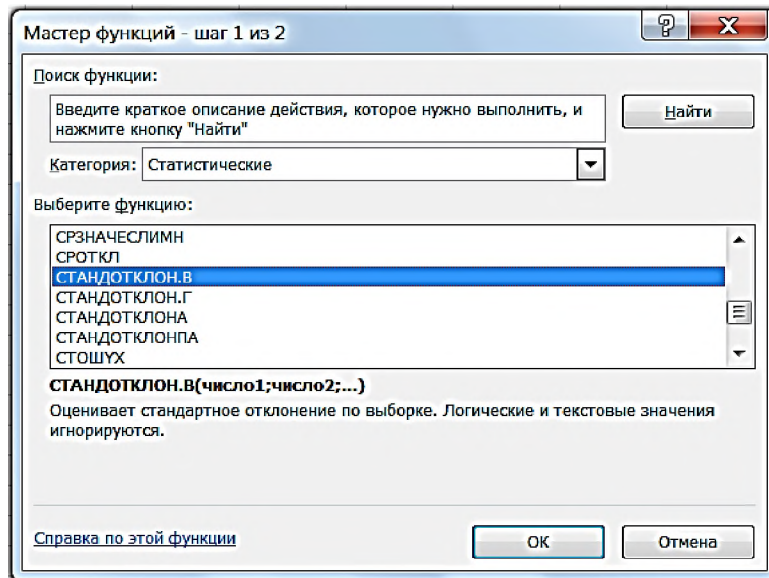


Рисунок 4 - Определение σ с помощью MSEXCEL

Ошибку средней арифметической (m_x) вычисляют по формуле

$$m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

В MSEXCEL расчет ведут через строку формул, запись выглядит как = σ /корень(n) (рисунок 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H
172		8195	4,02	3,27	8195	4,02	3,27	
173		7694	3,77	3,25	7694	3,77	3,25	
174		6501	3,65	3,51	7888	3,67	3,21	
175		8590	3,5	3,15	8590	3,5	3,15	
176		7590	4,22	3,2	7590	4,22	3,2	
177		7241	4,31	3,77	7907	4,25	3,55	
178		8302	4	3,26	8302	4	3,26	
179		6806	4,75	3,94	8294	3,8	3,64	
180								
181	n	174						
182	X	6948,42						
183	σ	1233,012						
184		=B183/КОРЕНЬ(B181)						
185								

Рисунок 5 - Определение m_x с помощью MSEXCEL

Коэффициент изменчивости (C_v) определяют по формуле:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad (4)$$

В MSEXCEL расчет ведут через строку формул, запись выглядит как $=\sigma/\bar{X} * 100$ (рисунок 6).

	A	B	C	D	E	F	G
172		8195	4,02	3,27	8195	4,02	3,27
173		7694	3,77	3,25	7694	3,77	3,25
174		6501	3,65	3,51	7888	3,67	3,21
175		8590	3,5	3,15	8590	3,5	3,15
176		7590	4,22	3,2	7590	4,22	3,2
177		7241	4,31	3,77	7907	4,25	3,55
178		8302	4	3,26	8302	4	3,26
179		6806	4,75	3,94	8294	3,8	3,64
180							
181	n	174					
182	X	6948,42					
183	σ	1233,012					
184	m	93,47443					
185		=B183/B182*100					
186							

Рисунок 6 - Определение C_v с помощью MSEXCEL

Коэффициент корреляции (r) определяют через «Мастер функций» (f_x) MSEXCEL, функция КОРРЕЛ (рисунки 7-8).

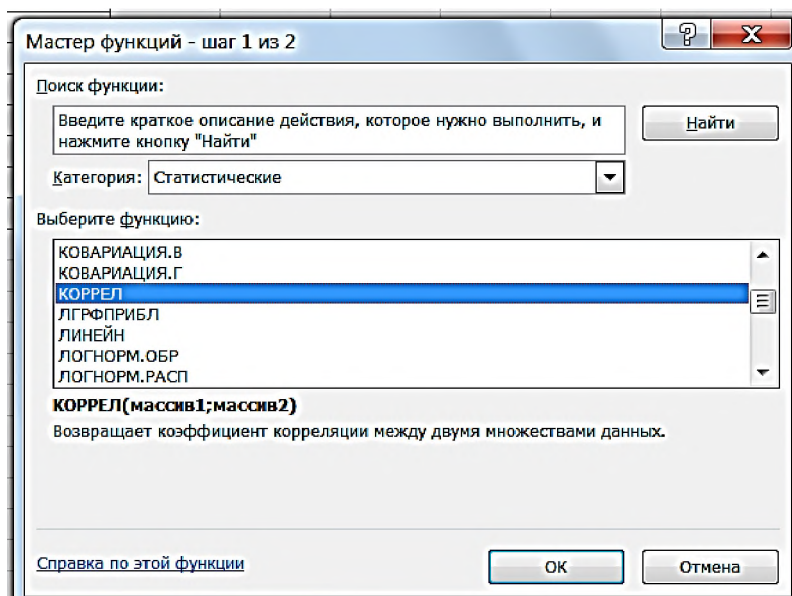


Рисунок 7 - Определение r с помощью MSEXCEL (шаг 1)

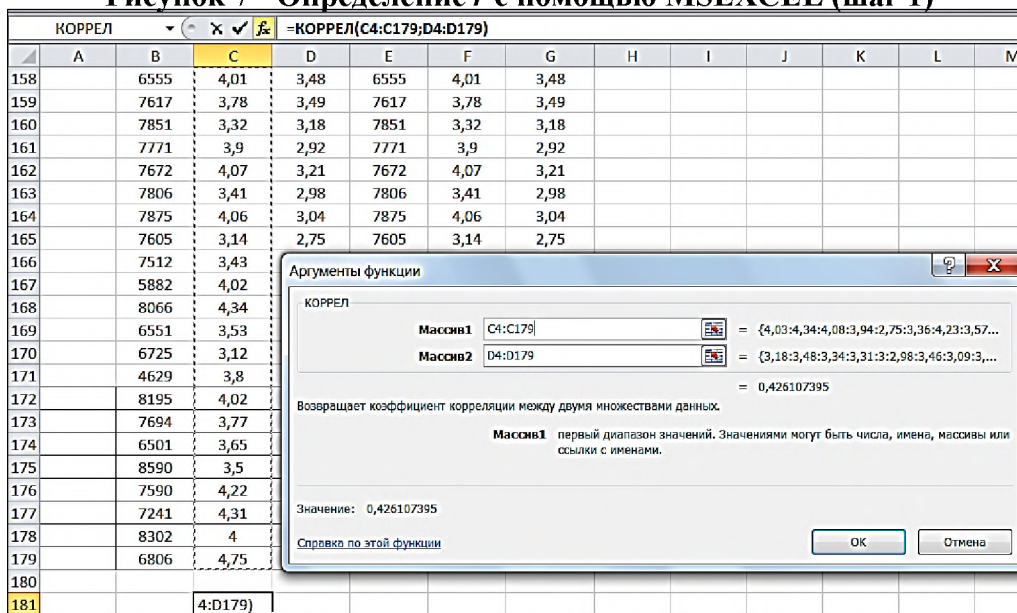


Рисунок 8 - Определение r с помощью MSEXCEL (шаг 2)

Задание 1. Провести анализ возрастной динамики молочной продуктивности, результаты расчета представить в виде таблицы 2. Сделать выводы.

Таблица 2 - Анализ возрастной динамики молочной продуктивности

Лактация	n	Показатели						Средние показатели по популяции		
		Удой, кг		Жир, %		Белок, %		Удой, кг	Жир, %	Белок, %
		$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$			
1-я										
2-я										
3-я и старше										
В среднем по стаду										

Задание 2. Рассчитать показатели удоя дочерей и матерей, результаты расчета представить в виде таблицы 3.

Таблица 3 - Расчет показателей изменчивости удоя

Лактация	Количество пар «дочери – матери»	Показатели дочерей			Показатели матерей		
		\bar{X}	σ	$C_v, \%$	\bar{X}	σ	$C_v, \%$
1-я							
2-я							
3-я и старше							
В среднем по стаду							

Задание 3. Рассчитать коэффициенты наследуемости удоя разными способами, результаты расчета представить в виде таблицы 4.

Таблица 4 - Расчет коэффициентов наследуемости удоя

Лактация	Метод расчета	
	$h^2=2r_{д/м}$	$h^2=2R_{д/м}$
1-я		
2-я		
3-я и старше		
В среднем по стаду		

Задание 4. Вычислить коэффициенты повторяемости молочной продуктивности, результаты расчета представить в виде таблицы 5.

Таблица 5 - Вычисление коэффициентов повторяемости молочной продуктивности

Лактации	Учтено пар лактаций	Коэффициенты повторяемости (r_w)		
		по удою	по жиру	по белку
1–2-я				
1–3-я				
2–3-я				

Задание 5. Определить корреляцию между удоем и другими признаками, результаты расчета представить в виде таблицы 6.

Таблица 6 - Определение корреляции между удоем и другими признаками ($r \pm m_r$)

Лактация	n	Признаки		
		Жир, %	Белок, %	Живая масса, кг
1-я				
2-я				
3-я и старше				
В среднем по стаду				

2. ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МОЛОЧНЫХ ПОРОД

Цель занятия: изучить методику оценки наследственных качеств племенных животных для применения в практической селекции.

Содержание занятия. Выбираются эффективные методы оценки племенных животных и в первую очередь матерей быков и отцов быков. Опыт высоко развитых стран и практика селекционной работы показывают, что односторонний отбор по одному признаку, как правило, не дает должного эффекта. Такой отбор часто ухудшает другие признаки, связанные с селекционируемыми. И в то же время одновременная селекция по многим признакам замедляет процесс улучшения каждого из них, поскольку препятствием для отбора в этом случае является наличие отрицательных корреляций между основными признаками продуктивности.

Выходом из создавшегося положения является использование метода отбора по общей оценке, основанной на расчетах с помощью селекционного индекса. Успех в селекционной работе достигается путем систематического отбора лучших животных, имеющих большие значения индексов племенной ценности.

Внедрение индексной оценки отцов и матерей будущих быков-производителей в популяции молочного скота осуществляется последовательно, через прохождение ряда этапов.

На первом этапе определяются элементы учета продуктивных и индивидуальных особенностей животных, которые сводятся в подсистему оценки особей. Наличие параметров оценки племенных животных позволяет выделить шесть направлений по изучению эксплуатационных показателей животных: продуктивные, экстерьерные, технологические, племенные, воспроизводительные и экономические.

Второй этап предусматривает расчет племенных индексов для оцениваемого животного на основании данных о происхождении, качестве потомства, продуктивных качествах и индивидуальных особенностях. Сегодня в Республике Беларусь селекционные индексы определяются с использованием системы BLUP (best linear unbiased prediction) – наилучший линейный несмещенный прогноз.

Племенную (генетическую) ценность крупного рогатого скота определяют согласно «Зоотехническим правилам оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада их расчета и измерения», утвержденным постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 84 от 17.08.2022.

Измерение и расчет племенной (генетической ценности) селекционируемых признаков в молочном скотоводстве

Измерение селекционируемых признаков молочной продуктивности и скорости молокоотдачи

При определении молочной продуктивности коров учитываются следующие селекционируемые признаки:

- количество надоенного молока, кг;
- количество молочного жира и белка, кг;
- содержание в молоке жира и белка, %.

Расчет показателей ведется за 305 дней лактации.

Контрольная дойка осуществляется сотрудниками, ответственными за проведение данного селекционного мероприятия.

Качественный анализ контрольной пробы молока должен проводиться только в лаборатории по определению качества молока, аккредитованной в порядке, установленном законодательством, с применением средств измерений, обеспечивающих единство измерений.

Днем начала лактации считается следующий день после отела. Окончанием лактации считается начало сухостойного периода. При отсутствии сухостойного периода у коровы днем окончания лактации считается день перед следующим отелом.

Для определения количества надоенного молока используются технические средства измерений: весы с погрешностью взвешивания не более 0,1 кг, мерные емкости, молокомеры и электронные автоматические приборы.

Контрольная дойка проводится в течение суток одновременно у всех животных, подлежащих оценке и содержащихся в одном помещении, за исключением сухостойных коров и новотельных коров до вечера 4-го дня после отела. Контрольная дойка проводится каждые 4 недели. В день контроля применяют такие методы доения и режимы работы, как и в другие дни доения коров.

Количество надоенного молока за контрольные сутки определяется путем суммирования всех удоев, последовательно полученных в течение суток контрольной дойки, с точностью до 0,1 кг.

Удой за контрольный период рассчитывается с точностью до 1 кг. При измерении удоев объемным способом в литрах (молокомером) перевод его в килограммы производится умножением количества литров на коэффициент 1,03 (средняя плотность молока).

Для анализа на содержание в молоке жира и белка в процентах отобранные пробы должны соответствовать количеству молока за каждое доение, это достигается путем использования специально разработанного инструмента, который обеспечивает пропорциональный отбор проб для создания одной смешанной пробы или проведения анализа проб каждого доения с расчетом средней взвешенной величины.

При учете используются данные в соответствии с допустимыми диапазонами ежедневно регистрируемых значений: молоко (кг) минимальное количество – 3,0, максимальное количество – 99,9; жир (%) минимальное количество – 1,5, максимальное количество – 9,0; белок (%) минимальное количество – 1,0, максимальное количество – 7,0.

Определение молочной продуктивности коров осуществляется с использованием процедуры множественных признаков согласно приложению 1.

Содержание в молоке жира и белка в процентах за лактацию вычисляют по формуле:

$$Ж_{\%}, Б_{\%} = \frac{M_{кг}}{Ж_{кг}, Б_{кг}}, \quad (5)$$

где

$Ж_{\%}, Б_{\%}$ – содержание в молоке жира и белка за лактацию, %;

$M_{кг}$ – количество молока, полученное за лактацию, кг;

$Ж_{кг}, Б_{кг}$ – количество молочного жира и белка в молоке за лактацию, кг.

Массовую долю в молоке жира и белка рассчитывают до сотых долей процента, количество молочного жира и белка – до десятых долей килограмма.

Скорость молокоотдачи у коров определяют один раз за лактацию во

время проведения контрольной дойки в период с 30 по 150 день.

При определении скорости молокоотдачи учитывают: общее количество молока за дойку в килограммах; продолжительность доения в минутах с момента надевания стаканов до окончания молокоотдачи; среднее количество молока за учетный день в килограммах, надоенное за минуту.

Измерение селекционируемых признаков экстерьера

В систему оценки по типу телосложения дочерей включено 18 признаков экстерьера. Шкала линейной оценки признаков экстерьера коров (дочерей быков) представлена на рисунке 9.

В оценке быков по типу телосложения дочерей участвуют все дочери оцениваемого быка. Оценивают коров-первотелок в период с 15 по 180 день первой лактации.

По результатам оценки статей экстерьера дочерей формируется линейный профиль экстерьера дочерей быка.

Измерение селекционируемых признаков воспроизводства

К признакам, характеризующим воспроизводительные качества телок и коров, относятся следующие селекционируемые признаки:

- уровень оплодотворяемости;
- количество дней между отелом и первым осеменением;
- количество дней между отелом и плодотворным осеменением (сервис-период);
- легкость отела.

Уровень оплодотворяемости телок и коров рассчитывается по следующей формуле:

$$УО = \frac{100}{КО}, \quad (6)$$

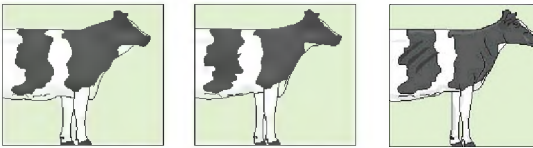
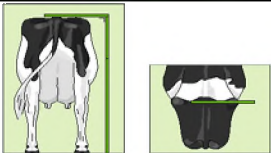
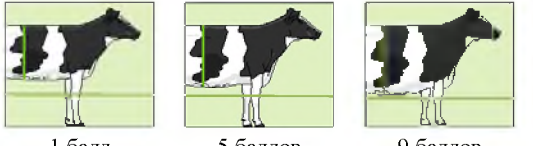





где

УО – уровень оплодотворяемости;

КО – количество осеменений от первого до плодотворного, при количестве неплодотворных осеменений 16 и более присваивается значение 16;

100 – коэффициент уравнения.

Легкость отелов коров учитывают в зависимости от характера протекания отела по шкале оценки легкости отела коров, представленной в таблице 7.

 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	1. Тип телосложения		
	Очень сухой тип, плоские кости, упитанность менее 2 баллов	9	8
	Молочный тип	8	
	Средние показатели выраженности признаков – упитанность 3,5 балла	5-7	
	Ребра плохо просматриваются, округлые, их угол наклона близкий к прямому, упитанность – 4 балла	3-4	
Мясной тип, кости округлые, выражена омускуленность, холка и ребра не просматриваются, упитанность – 5 баллов	1-2		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	2. Крепость телосложения или ширина груди		
	Расстояние между внутренними поверхностями верхней части передних ног. Очень широкая и сильная (24 см и более)	9	7
	Широкая и сильная (20-21 см)	7	
	Средняя (16-17 см)	5	
	Узкая (12-13 см)	3	
Очень узкая и слабая (9 см и менее)	1		
 <p>1 балл 9 баллов</p>	3. Рост		
	Очень высокая (143 см и более)	9	8
	Высокая (140-141 см)	7	
	Средняя (137-138 см)	5	
	Низкая (133-134 см)	3	
Очень низкая (129 см и менее)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	4. Глубина тела		
	Очень глубокое	9	7
	Глубокое	7	
	Среднее	5	
	Мелкое	3	
Очень мелкое	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	5. Положение зада		
	Свислый зад (10 см и более)	9	5
	Скошенный крестец (7-8 см)	7	
	Средний и идеальный наклон (3-4 см)	5	
	Ровный, нет угла наклона (0 см)	3	
Угол обратный, приподнятый зад	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	6. Ширина зада (по центру седалищных бугров)		
	Очень широкий (26 см и более)	9	9
	Широкий (22-23 см)	7	
	Средней ширины (18-19 см)	5	
	Узкий (14-15 см)	3	
Очень узкий (10-11 см)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	7. Постановка задних конечностей (вид сбоку)		
	Очень саблистые, угол менее 134°	9	5
	Саблистые (серповидные)	7	
	Идеальный изгиб, угол 147 °	5	
	Малый изгиб	3	
Слоновая постановка, угол более 160 °	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	8. Постановка задних конечностей (вид сзади)		
	Прямая	9	9
	Имеется очень малый разворот	7	
	Имеется малый разворот	5	
	Имеется средний разворот	3	
Большой разворот скакательного сустава внутрь	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	9. Плоскость задних конечностей и выраженность скакательного сустава		
	Конечности плоские, скакательный сустав сухой	9	8
	Сухой скакательный сустав	7	
	Скакательный сустав средней толщины	5	
	Утолщенный скакательный сустав	3	
Конечности цилиндрические, сильно утолщенный скакательный сустав	1		

 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	10. Постановка задних копыт		
	Торцовая (более 50 °)	9	6
	Оптимальная (45°), высота пятки более 2 см	6	
	Ниже оптимальной (40°)	5	
Плоская (35°)	3		
Острая (менее 30°)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	11. Глубина вымени		
	Очень высокое (мелкое) (более 13 см)	9	5
	Высокое (10 см)	7	
	Оптимальная глубина вымени (5 см)	5	
	На уровне скакательных суставов (0 см)	3	
Глубокое, ниже скакательного сустава (4 см и более)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	12. Прикрепление передних долей вымени		
	Оптимальное, угол более 170 °	9	9
	Сильное, угол 150 ° и более	7	
	Среднее, угол около 130 °	5	
	Слабое, угол 110 °	3	
Очень слабое, угол 90 ° и менее	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	13. Высота прикрепления задней части вымени		
	Очень высокое прикрепление (21 см и менее)	9	9
	Высокое прикрепление (24-25 см)	7	
	Прикрепление средней высоты (28-29 см)	5	
	Низкое прикрепление (32-33 см)	3	
Очень низкое прикрепление (36 см и более)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	14. Ширина задней части вымени		
	Очень широкое – форма прямоугольника (> 16,5 см)	9	9
	Широкая (16,5 см)	7	
	Средней ширины – форма трапеции (14 см)	5	
	Малой ширины (11,5 см)	3	
Очень малой ширины – форма треугольника (<11,5 см)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	15. Центральная связка вымени		
	Очень сильная борозда, основание вымени вогнутое (глубина щели 6 см)	9	9
	Сильная борозда, основание вымени вогнуто (глубина щели 4 см)	7	
	Средняя, борозда слабо выражена, основание вымени вогнуто (глубина щели 2 см)	5	
	Слабая борозда, основание вымени плоское (глубина щели 0 см)	3	
Очень слабая борозда, основание вымени выпуклое (нет щели, +2 см)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	16. Положение передних сосков относительно центра четвертей вымени		
	Крайне близкое	9	6
	Слегка сближенное	7	
	Сосок расположен по центру	5	
	Слегка расширенное	3	
Очень широкое	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	17. Положение задних сосков относительно центра четвертей вымени		
	Узкое (внутрь)	9	5
	Слегка сближенное	7	
	По центру	5	
	Слегка расширенное	3	
Очень широкое (наружу)	1		
 <p>1 балл 5 баллов 9 баллов</p>	18. Длина переднего соска		
	Очень длинный (9 см и более)	9	5
	Длинный (7 см)	7	
	Оптимальный (5 см)	5	
	Короткий (3 см)	3	
Очень короткий (1 см)	1		

Рисунок 9 – Схема линейной оценки экстерьера

Таблица 7 – Шкала оценки легкости отела у коров

Балл (код)	Характеристика легкости отела	Описание
1	Самостоятельный отел	корова (первотелка) отелилась без посторонней помощи
2	Легкое родовспоможение	корова (первотелка) отелилась с помощью одного человека без применения специального инструмента
3	Тяжелый отел	корова (первотелка) отелилась с помощью одного человека с применением специального инструмента либо двоих человек без применения специального инструмента
4	Неправильное предлежание плода	корове (первотелке) при отеле оказана помощь, плод извлечен при тазовом предлежании и расположен в обратном направлении, вверх ногами, головой вниз либо назад
5	Хирургическое вмешательство	корове (первотелке) при отеле требовалось хирургическое вмешательство

Измерение селекционируемых признаков здоровья вымени

Селекционируемым признаком здоровья вымени коров является содержание соматических клеток в 1 мл молока.

Расчет содержания соматических клеток проводится по следующей формуле:

$$ССК = \log_2 \left(\frac{КСК}{1000000} \right) + 3, \quad (7)$$

где

ССК – содержание соматических клеток в 1 мл молока;

КСК – количество соматических клеток, рассчитанное в лаборатории по определению качества молока, аккредитованной в порядке, установленном законодательством;

\log_2 – логарифм по основанию два;

1000000 и 3 – коэффициенты уравнения.

Определение количества соматических клеток в 1 мл молока должно проводиться только в лаборатории по определению качества молока, аккредитованной в порядке, установленном законодательством, с применением средств измерений, обеспечивающих единство измерений, за каждый день контрольной дойки.

Расчет племенной (генетической) ценности селекционируемых признаков в молочном скотоводстве

Расчет племенной (генетической) ценности проводится не реже двух раз в год, официальная публикация результатов оценки быков-производителей – не

реже двух раз в год.

Племенные животные подлежат определению племенной (генетической) ценности селекционируемых признаков: при подборе родительских пар, при рождении, по данным собственной продуктивности, по продуктивности потомства.

Расчет племенной (генетической) ценности проводится:

- по селекционируемым признакам молочной продуктивности расчет племенной (генетической) ценности (EBV) коров и быков молочного направления продуктивности проводится на основе метода BLUP (AM).

Племенная (генетическая) ценность признаков молочной продуктивности (удой 305 дней, кг; жир 305 дней, кг; белок 305 дней, кг; жир 305 дней, %; белок 305 дней, %) рассчитывается по данным первой лактации на основе однопризнаковой модели животного BLUPAM:

$$Y_{ikm} = HYSc_i + AGE_k + a_m + e_{ikm}, \quad (8)$$

где

Y_{ikm} – фенотипические измерения признаков молочной продуктивности;

$HYSc_i$ – фиксированный эффект хозяйства×года×сезона отела;

AGE_k – регрессия на возраст отела;

a_m – рандомизированный аддитивный генетический эффект животного;

e_{ikm} – рандомизированный случайный эффект.

Для оценки используется информация о продуктивности коров по первой лактации за последние 11 лет из хозяйств с уровнем продуктивности животных не меньше 3000 кг. В оценке используется информация за 305 дней или за укороченную (не менее 240 дней) первую лактацию при условии, что возраст первого отела не менее 20 и не более 40 месяцев.

Из оценки исключаются следующие животные: отелившиеся в последнем году оценки и без запуска; с удоем за 305 дней первой лактации меньше 1000 кг молока; со стороны матери встречаются мясные породы; у которых отсутствует регистрационный номер.

Расчет племенной (генетической) ценности производится 2 раза в год по состоянию на 1 января и 1 июля текущего года. Выгрузка данных из государственной информационной системы производится за 30 дней до 1 января и 1 июля текущего года.

Генетическая база для расчета племенной (генетической) ценности (EBV) определяется на основании средней племенной (генетической) ценности (EBV) коров, рожденных в 2015 году (со смещением каждые 5 лет).

Частные индексы племенной (генетической) ценности по признакам молочной продуктивности (RBV) рассчитываются по формуле:

$$RBV = (EBV - \text{Mean}) / SD * 10 + 100, \quad (9)$$

где

EBV – племенная (генетическая) ценность животного;

Mean – среднее значение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных (быков или коров);

SD – стандартное отклонение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных (быков или коров).

Относительный комплексный селекционный индекс молочной продуктивности рассчитывается по формуле:

$$(RM) = RBV_f \text{ жир (кг)} + 2 * RBV_p \text{ белок (кг)} \quad (10)$$

Относительный комплексный селекционный индекс молочной продуктивности стандартизируется относительно среднего значения, приравненного к 100 баллам, при этом каждые 10 баллов равны одному стандартному отклонению.

Референсная база относительного комплексного индекса молочной продуктивности определяется на основании индексной оценки племенных быков 2009-2011 года рождения (со смещением каждые 5 лет), имеющих не менее 20 дочерей и REL более 50 %.

Критерием публикации результатов для племенных быков является надежность (REL) не менее 50 % и наличие не менее 20 дочерей.

- по селекционируемым признакам экстерьера расчет племенной (генетической) ценности и относительного комплексного индекса линейных признаков экстерьера крупного рогатого скота молочного направления продуктивности проводится методом BLUP (AM).

Для оценки используются данные о коровах по первой лактации за последние 11 лет из хозяйств с уровнем продуктивности животных не меньше 3000 кг. В оценке используется информация за 305 дней или за укороченную (не менее 240 дней) первую лактацию при условии, что возраст первого отела не менее 20 и не более 40 месяцев.

Из оценки исключаются следующие животные: отелившиеся в последнем году оценки и без запуска; с удоем за 305 дней первой лактации меньше 1000 кг молока; со стороны матери встречаются мясные породы, у которых отсутствует регистрационный номер.

Экстерьер коров должен быть оценен в период между 15 и 180 днем первой лактации.

Расчет племенной (генетической) ценности производится 2 раза в год по состоянию на 1 января и 1 июля текущего года. Выгрузка данных из государственной информационной системы производится за 30 дней до 1 января и 1 июля текущего года.

Племенная (генетическая) ценность линейных признаков экстерьера рассчитывается по данным коров первой лактации на основе однопризнаковой модели животного BLUP (AM):

$$Y_{inkm} = NY_i + SL_n + AGEc_k + a_m + e_{inkm}, \quad (11)$$

где

Y_{inkm} – фенотипические измерения признаков молочной продуктивности;

NY_i – фиксированный эффект хозяйства×года отела;

SL_n – фиксированный эффект стадии лактации (11 стадий с 15 по 180 день лактации с шагом в 15 дней);

$AGEc_k$ – регрессия на возраст отела;

a_m – рандомизированный аддитивный генетический эффект животного;

e_{inkm} – рандомизированный случайный эффект.

Частные индексы племенной (генетической) ценности признаков экстерьера (RBV) рассчитываются для всех линейных признаков экстерьера по формуле:

$$RBV = (EBV - Mean) / SD * 10 + 100, \quad (12)$$

где

EBV – племенная (генетическая) ценность животного;

$Mean$ – среднее значение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных;

SD – стандартное отклонение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных.

Так как значения племенной (генетической) ценности статей экстерьера стандартизированы на величину стандартного отклонения, то линейный профиль строится по величине относительной племенной (генетической) ценности стати (RBV) +/- относительно среднего значения, равного 100 баллам.

Расчет субиндексов и относительного комплексного индекса экстерьера проводится по 6 линейным признакам, у которых чем выше RBV, тем больше их вклад в субиндексы, и 12 нелинейным признакам, по которым оптимальное значение RBV соответствует определенному целевому значению (таблица 8), а экстремальные значения в обоих направлениях нежелательны, что ведет к снижению вклада данных признаков в субиндексы в зависимости от расстояния до оптимума.

Пример расчета RBV нелинейных признаков для включения в субиндексы: если RBV у животного по глубине тела составляет 118 (оптимум = 116), то вклад в субиндекс данного признака будет равен 114, если RBV по глубине вымени 124 (оптимум = 100), то вклад в субиндекс данного признака будет равен

76.

Таблица 8 - Оптимальные значения для нелинейных признаков экстерьера

Признаки	RBV	балл
Тип	124	8
Крепость	116	7
Рост	124	8
Глубина тела	116	7
Положение зада	100	5
Постановка задних конечностей (вид сбоку)	100	5
Плоскость задних конечностей и выраженность сустава	124	8
Постановка задних копыт	108	6
Глубина вымени	100	5
Положение передних сосков относительно центра четвертей вымени	108	6
Положение задних сосков относительно центра четвертей вымени	100	5
Длина переднего соска	100	5

Референсная база для признаков экстерьера определяется как средняя относительная племенная (генетическая) ценность быков, имеющих минимум 10 дочерей.

Для расчета относительного комплексного селекционного индекса экстерьера рассчитываются субиндексы телосложения (RBVT), конечностей (RBVF) и вымени (RBVU) с учетом следующих весовых коэффициентов (таблица 9).

Относительный комплексный селекционный индекс экстерьера (RC) рассчитывается по формуле:

$$RC = 0,3*RBVT+0,3*RBVF+0,4*RBVU \quad (13)$$

Субиндексы и относительный комплексный селекционный индекс экстерьера стандартизируются относительно среднего значения, приравненного к 100 баллам, и каждые 10 баллов равны одному стандартному отклонению.

Референсная база для субиндексов и относительного комплексного индекса экстерьера определяется на основании индексной оценки племенных быков 2009-2011 года рождения (со смещением каждые 5 лет), имеющих не менее 20 дочерей.

- по селектируемым признакам воспроизводства расчет племенной (генетической) ценности и относительного комплексного индекса воспроизводства крупного рогатого скота молочного направления продуктивности проводится методом BLUP (AM).

Селекционно-генетические параметры селектируемых признаков пересчитываются по мере совершенствования оценки и изменения параметров оцениваемой племенной популяции и публикуются при оценке (переоценке) животных.

Таблица 9 - Частные индексы племенной (генетической) ценности признаков экстерьера и их весовой коэффициент

Частные индексы племенной (генетической) ценности признаков экстерьера	Весовой коэффициент
Субиндекс телосложения (RBVT)	
Тип телосложения	0,30
Крепость телосложения (ширина груди)	0,15
Рост	0,15
Глубина груди	0,15
Положение зада	0,15
Ширина зада	0,10
Субиндекс конечностей (RBVF)	
Постановка задних конечностей (вид сбоку)	0,20
Постановка задних конечностей (вид сзади)	0,25
Плоскость задних конечностей и выраженность скакательного сустава	0,10
Постановка задних копыт	0,45
Субиндекс вымени (RBVU)	
Глубина вымени	0,16
Прикрепление передних долей вымени	0,18
Высота прикрепления задней части вымени	0,15
Ширина задней части вымени	0,13
Центральная связка вымени	0,16
Положение передних сосков относительно центра четвертей вымени	0,10
Положение задних сосков относительно центра четвертей вымени	0,08
Длина сосков	0,04

Для оценки используются данные о коровах по первой лактации за последние 11 лет из хозяйств с уровнем продуктивности животных не меньше 3000 кг. В оценке используется информация за 305 дней или за укороченную (не менее 240 дней) первую лактацию при условии, что возраст первого отела не менее 20 и не более 40 месяцев.

Из оценки исключаются следующие животные: отелившиеся в последнем году оценки и без запуска; с удоем за 305 дней первой лактации меньше 1000 кг молока; со стороны матери встречаются мясные породы, у которых отсутствует регистрационный номер.

Данные по количеству дней между отелом и первым осеменением должны быть не менее 18 дней.

Расчет племенной (генетической) ценности производится 2 раза в год по состоянию на 1 января и 1 июля текущего года. Выгрузка данных из государственной информационной системы производится за 30 дней до 1 января и 1 июля текущего года.

Племенная (генетическая) ценность признаков воспроизводства рассчитывается на основе однопризнаковой модели животного BLUP (AM):

Для признака уровень оплодотворяемости телок модель имеет вид:

$$Y_{ikm} = NYMi_i + AGEi_k + a_m + e_{ikm}, \quad (14)$$

где

Y_{ikm} – фенотипические измерения признаков оплодотворяемости телок и коров;

$NYMi_i$ – фиксированный эффект хозяйства×года×месяца первого осеменения;

$AGEi_k$ – регрессия на возраст первого осеменения;

a_m – рандомизированный аддитивный генетический эффект животного;

e_{ikm} – рандомизированный случайный эффект.

Для признаков «количество дней между отелом и первым осеменением» и «количество дней между отелом и плодотворным осеменением» модель имеет вид:

$$Y_{ikm} = NYMc_i + AGEc_k + a_m + e_{ikm}, \quad (15)$$

где

Y_{ikm} – фенотипические измерения признаков «количество дней между отелом и первым осеменением» и «количество дней между отелом и плодотворным осеменением»;

$NYMc_i$ – фиксированный эффект хозяйства×года×месяца отела;

$AGEc_k$ – регрессия на возраст отела;

a_m – рандомизированный аддитивный генетический эффект животного;

e_{ikm} – рандомизированный случайный эффект.

Частный индекс племенной (генетической) ценности уровня оплодотворяемости телок (RBV) определяется по формуле:

$$RBV = (EBV - Mean) / SD * 10 + 100, \quad (16)$$

где

EBV – племенная (генетическая) ценность животного;

$Mean$ – среднее значение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных;

SD – стандартное отклонение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных.

Поскольку в принятой системе оценки частных индексов племенной (генетической) ценности значения выше 100 определяются как положительные для использования в селекции, значения частных индексов по селекционируемым признакам «количество дней между отелом и первым осеменением» и

«количество дней между отелом и плодотворным осеменением» должны быть инвертированными по шкале, то есть значение индекса больше 100 должно означать меньшее количество в днях для данных признаков.

Частные индексы расчета племенной (генетической) ценности: количество дней между отелом и первым осеменением, количество дней между отелом и плодотворным осеменением (RBV) определяются по формуле:

$$RBV = (\text{Mean} - EBV) / SD * 10 + 100, \quad (17)$$

где

EBV – племенная (генетическая) ценность животного;

Mean – среднее значение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных;

SD – стандартное отклонение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных.

Референсная база для признаков воспроизводства определяется как средняя относительная племенная (генетическая) ценность быков, имеющих не менее 20 дочерей.

Относительный комплексный селекционный индекс воспроизводства (RF) определяется по формуле:

$$RF = 0,8 * RCRh + 0,1 * RCTF + 0,1 * RDO, \quad (18)$$

где

RF – относительный комплексный селекционный индекс воспроизводства;

RCRh – частный индекс селекционируемого признака «уровень оплодотворяемости телок»;

RCTF – частный индекс селекционируемого признака «количество дней между отелом и первым осеменением»;

RDO – частный индекс селекционируемого признака «количество дней между отелом и плодотворным осеменением».

Относительный комплексный селекционный индекс воспроизводства стандартизируется относительно среднего значения, приравненного к 100 баллам, и каждые 10 баллов равны одному стандартному отклонению.

Референсная база относительного комплексного индекса воспроизводства определяется на основании индексной оценки племенных быков 2009-2011 года рождения (со смещением каждые 5 лет), имеющих не менее 20 дочерей.

Расчет относительной племенной (генетической) ценности RBV по признакам воспроизводительной способности должен быть основан на данных как минимум 20 дочерей быка, молодые быки не смогут получить комплексный индекс RF, так как данные по признакам «количество дней между отелом и первым осеменением», «количество дней от отела до плодотворного осемене-

ния» накапливаются значительно позже уровня оплодотворяемости телок.

Используемый метод расчета BLUP не позволяет рассчитать прогноз племенной (генетической) ценности по всем признакам одновременно на основе генетических корреляций, в сравнении с мультипризнаковым BLUP.

- по признакам здоровья вымени расчет племенной (генетической) ценности и относительного индекса здоровья вымени крупного рогатого скота молочного направления продуктивности проводится методом BLUP (AM).

Селекционно-генетические параметры селекционируемых признаков пересчитываются по мере совершенствования оценки и изменения параметров оцениваемой племенной популяции и публикуются при оценке (переоценке) животных.

Для оценки используется информация о продуктивности коров по первой лактации за последние 11 лет из хозяйств с уровнем продуктивности животных не меньше 3000 кг. В оценке используется информация за 305 дней или за укороченную (не менее 240 дней) первую лактацию при условии, что возраст первого отела не менее 20 и не более 40 месяцев.

Из оценки исключаются следующие животные: отелившиеся в последнем году оценки и без запуска; с удоем за 305 дней первой лактации меньше 1000 кг молока; со стороны матери встречаются мясные породы; у которых отсутствует регистрационный номер.

Данные по содержанию соматических клеток в 1 мл молока должны быть в пределах от 40000 до 1000000 тыс.

Расчет племенной (генетической) ценности производится 2 раза в год по состоянию на 1 января и 1 июля текущего года. Выгрузка данных из государственной информационной системы производится за 30 дней до 1 января и 1 июля текущего года.

Модель: племенная (генетическая) ценность признака по содержанию соматических клеток в 1 мл молока (SCS) рассчитывается по данным первой лактации на основе однопризнаковой модели животного BLUP (AM):

$$Y_{ikm} = HYS_{ci} + AGE_k + a_m + e_{ikm}, \quad (19)$$

где

Y_{ikm} – фенотипические измерения содержания соматических клеток;

HYS_{ci} – фиксированный эффект хозяйства×года×сезона отела;

AGE_k – регрессия на возраст отела;

a_m – рандомизированный аддитивный генетический эффект животного;

e_{ikm} – рандомизированный случайный эффект.

Генетическая база для племенной (генетической) ценности (EBV): средняя племенная (генетическая) ценность (EBV) коров, рожденных в 2015 году.

Относительный индекс здоровья вымени (RSCS): относительное содержание соматических клеток в 1 мл молока рассчитывается по формуле:

$$RSCS = (\text{Mean}_{SCS} - \text{EBV}_{SCS}) / \text{SD}_{SCS} * 10 + 100, \quad (20)$$

где

EBV_{SCS} – племенная (генетическая) ценность животного по содержанию соматических клеток;

Mean_{SCS} – среднее значение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных;

SD_{SCS} – стандартное отклонение племенной (генетической) ценности оцениваемых животных (быков или коров).

Референсная база относительного индекса здоровья вымени определяется на основании индексной оценки племенных быков 2009-2011 года рождения, (со смещением каждые 5 лет), имеющих не менее 20 дочерей и REL более 50 %.

Критерием публикации результатов для племенных быков является точность (REL) не менее 50 % и наличие не менее 20 дочерей.

При подборе родительских пар и при рождении потомства рассчитывается прогнозируемая племенная (генетическая) ценность по родителям.

Прогнозируемая племенная (генетическая) ценность, в том числе частные и комплексные индексы потомка по родителям, определяется по формуле:

$$\text{EBV}_{\text{п}} = 0,5 * \text{EBV}_{\text{о}} + 0,5 * \text{EBV}_{\text{м}}, \quad (21)$$

где

$\text{EBV}_{\text{п}}$ – прогнозируемая племенная (генетическая) ценность потомка по селекционируемому признаку;

$\text{EBV}_{\text{о}}$ – племенная (генетическая) ценность отца по селекционируемому признаку;

$\text{EBV}_{\text{м}}$ – племенная (генетическая) ценность матери по селекционируемому признаку;

0,5 – весовой коэффициент.

Надежность (REL) прогнозируемой племенной (генетической) ценности потомка по родителям определяется по формуле:

$$\text{REL}_{\text{п}} = (\text{REL}_{\text{о}} + \text{REL}_{\text{м}}) / 4, \quad (22)$$

где

$\text{REL}_{\text{п}}$ – надежность оценки племенной (генетической) ценности потомка по селекционируемому признаку;

$\text{REL}_{\text{о}}$ – надежность оценки племенной (генетической) ценности отца по селекционируемому признаку;

$\text{REL}_{\text{м}}$ – надежность оценки племенной (генетической) ценности матери по селекционируемому признаку;

4 – коэффициент уравнения.

Комплексный индекс племенной (генетической) ценности селекционируемых признаков в молочном скотоводстве рассчитывается по формуле:

$$PI=0,7 * RM + 0,1 * RC + 0,1 * RF + 0,1 * RSCS, \quad (23)$$

где

PI – комплексный индекс племенной (генетической) ценности (ProductiveIndex);

RM – относительный комплексный индекс молочной продуктивности (RelativeMilk);

RC – относительный комплексный индекс экстерьера (Relative Conformation);

RF – относительный комплексный индекс воспроизводства (Relative Fertility);

RSCS – относительный индекс здоровья вымени (Relative Somatic Cell Score);

0,7; 0,1; 0,1; 0,1 – весовые коэффициенты.

При отсутствии одного из относительных комплексных индексов, комплексный индекс племенной (генетической) ценности не рассчитывается.

Надежность оценки племенной (генетической) ценности определяется по формуле:

$$REL = r^2 = \left(1 - \frac{SE^2}{\sigma_a^2}\right) \times 100, \quad (24)$$

где

REL (r^2) – надежность оценки племенной (генетической) ценности животного по селекционируемому признаку;

SE – стандартная ошибка расчета племенной (генетической) ценности оцениваемого животного по селекционируемому признаку;

σ_a^2 – аддитивная генетическая изменчивость селекционируемого признака в оцениваемой популяции;

1 и 100 – коэффициенты уравнения.

Задание 1. Определите племенную ценность быков-производителей согласно выданному заданию. Выполните их ранжирование.

Задание 2. Определите племенную ценность коров согласно выданному заданию. Выполните их ранжирование.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТАВЛЕНИЯ И ГЕНЕТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Принципы разработки программ крупномасштабной селекции

Генетическое улучшение хозяйственно полезных признаков животных в процессе селекции зависит от ряда факторов. Величина генетического прогресса определяется биологическими особенностями популяции, структурой селекционных мероприятий, системой разведения скота и методами оценки племенной ценности животных.

Поэтому при планировании программы селекции необходимо оценивать биологические и селекционные параметры популяции, определять систему селекции и методы оценки племенного достоинства животных.

Так как селекция связана, с одной стороны, с затратами на проведение мероприятий по племенной работе, а с другой – с доходами от реализации дополнительной продукции, то при планировании программы селекции производится экономическая оценка ее эффективности.

Методические аспекты составления и оптимизации программы в молочном скотоводстве разработаны В. М. Кузнецовым, Н. З. Басовским и сводятся к следующему:

1. Определяется цель разведения животных, формируются задачи племенной работы, учитывается количество селекционируемых признаков, их генетическое и экономическое значение.

Цель разведения молочного скота – увеличение производства продукции при минимальных затратах труда и средств.

Задачи племенной работы:

а) осуществление генетического улучшения одного или нескольких хозяйственно полезных признаков животных путем отбора для дальнейшего разведения лучших животных по селекционируемым признакам;

б) определение основных селекционных признаков.

Одним из основных средств достижения поставленной цели является генетическое улучшение молочной и мясной продуктивности животных.

В основу генетических моделей современных программ селекции молочного скота положен в основном один критерий – удой, прямая селекция которого, по данным Л. К. Эрнста, Нейманна – Сьоренсена, В. М. Кузнецова, Н. З. Басовского, способствует максимальному генетическому улучшению скота по выходу молочного жира.

В связи с повсеместным использованием молочного и комбинированного скота для производства мяса в качестве второго основного признака при разработке многих программ принимают мясную продуктивность.

По мнению Н. З. Басовского и В. М. Кузнецова, наиболее экономически важной и легко контролируемой в этом плане является живая масса животных в

12-месячном возрасте. Корреляция между этим признаком и удоем практически отсутствует.

Такие признаки, как воспроизводительная способность, здоровье, оплата корма и приспособленность к условиям, учитываются в программах через систему отбора и оценки матерей быков и ремонтных бычков в процессе их выращивания.

2. Устанавливаются главные направления оценки, отбора и использования племенных животных. Схема организации племенной работы по реализации программы селекции включает оценку и отбор отцов и матерей быков, проведение «заказного» подбора, испытание, оценку и отбор племенных быков по собственным показателям и качеству потомства, создание банка спермы от каждого проверяемого быка, интенсивное использование улучшателей.

3. Выбираются эффективные методы оценки племенных животных и в первую очередь матерей быков, ремонтных бычков по собственной продуктивности и отцов быков по качеству потомства. В основу всех моделей определения племенной ценности матерей быков положена формула оценки генотипа животного по его фенотипу.

Индексы племенной ценности матерей быков, применяемых в европейских странах, США и Канаде, включают генотип самой коровы, вычисленный по показателям нескольких лактаций на фоне средней продуктивности стада и породы, а также племенную ценность ее родителей.

Сегодня широкое распространение в странах с развитым животноводством получила геномная оценка, которая позволяет судить о племенной ценности животного сразу после рождения на основании анализа его собственного генома. В нашей стране это направление только развивается.

4. Проводится оценка популяционно-генетических, селекционных и экономических факторов.

К популяционно-генетическим параметрам относят изменчивость, наследуемость и повторяемость признаков.

Селекционными параметрами являются количество ремонтных бычков, интенсивность отбора племенных животных разных категорий, банк долговременного хранения спермы от быка, генерационный интервал и ряд других.

К числу экономических факторов относят затраты на покупку ремонтных бычков, на их содержание, получение, обработку, заморозку и хранение спермы, машинную обработку информации при оценке быков, проведение генетической экспертизы происхождения животных и т. д.

5. Разрабатывается математическая модель программы селекции. В качестве генетико-математической модели всех программ применяется генеральная формула генетического прогресса, построенная на учете четырех путей трансмиссии генов.

6. Осуществляется генетико-экономическая оптимизация программы селекции. Это завершающий и основной этап разработки программы. Оптимизацию проводят путем компьютерного моделирования различных вариантов программы, изменяя комбинацию числовых значений переменных факторов.

В качестве последних обычно принимают число отцов быков, долю активной части популяции, осеменяемую спермой проверяемых быков, количество эффективных дочерей в потомственной группе, банк долговременного хранения спермы на проверяемого быка, процент выбраковки ремонтных бычков по энергии роста и др.

Таким образом, выделение оптимального варианта программы селекции предполагает определение системы организационных мероприятий по племенной работе, т.е. системы оценки, отбора и использования племенных животных.

В условиях крупномасштабной селекции совершенствование популяции осуществляется путем реализации трех последовательных этапов. На первом этапе в племенных хозяйствах создаются высокопродуктивные селекционные стада коров-матерей ремонтных быков, а на госплемпредприятиях или элеварах отбирают быков-лидеров для проведения «заказного» подбора.

Основная задача второго этапа – передача ценной генетической информации в пользовательные стада, что достигается путем воспроизводства, направленного выращивания и оценки быков по собственной продуктивности и качеству потомства в конкретных хозяйственных условиях на комплексах (элеварах) зонального (областного) значения.

На третьем этапе реализация генетической информации осуществляется в пользовательных стадах на основе дифференцированного использования быков, оцененных по качеству потомства.

В каждом конкретном случае на основании компьютерного моделирования и оптимизации селекционного процесса селекционный центр или ГПП должны избрать научно обоснованную систему организации племенной работы с учетом популяционных особенностей и возможностей.

Изучение исторического аспекта принципов разработки программ крупномасштабной селекции показывает, что принципы и методика разработки программ совершенствовались и апробированы многочисленными авторами и могут быть использованы в селекции молочного скота нашей республики в целом и регионов в частности.

3.2. Организация селекционного процесса по реализации положений программы крупномасштабной селекции

По мнению Н. Г. Дмитриева, в ближайшей перспективе успех селекции молочного скота будет определяться полнотой реализации программ крупномасштабной селекции, их гибкостью и возможностью быстрой перестройки в зависимости от изменения конкретных условий.

На основе анализа организации селекционной работы в высокоразвитых странах и изучения опыта ряда областей Нечерноземной зоны Российской Федерации ученые А. А. Игнашкина, В. М. Кузнецов приходят к выводу, что племенная работа с молочным скотом наиболее эффективна в рамках административных единиц (областей) и предусматривает проведение организационных мероприятий с учетом следующих составляющих:

- разработка оптимизированной селекционной программы, обеспечивающей максимальный генетико-экономический эффект;
- соответствующая организация племенной базы и генеалогической структуры популяции;
- широкое использование в системе искусственного осеменения спермы быков-улучшателей;
- систематический анализ фактического эффекта селекции и корректировка действующей селекционной программы;
- централизованное руководство ведущими звеньями селекционного процесса.

Селекционный процесс на популяционном уровне организуется селекционными центрами или ассоциациями по племенной работе и основывается на централизованной системе получения, оценки, отбора и рационального использования племенных быков по всей популяции. Все проводимые мероприятия можно представить в виде схемы селекционной работы (рисунок 10) при централизованном управлении селекционным процессом с помощью программного обеспечения (рисунок 11).

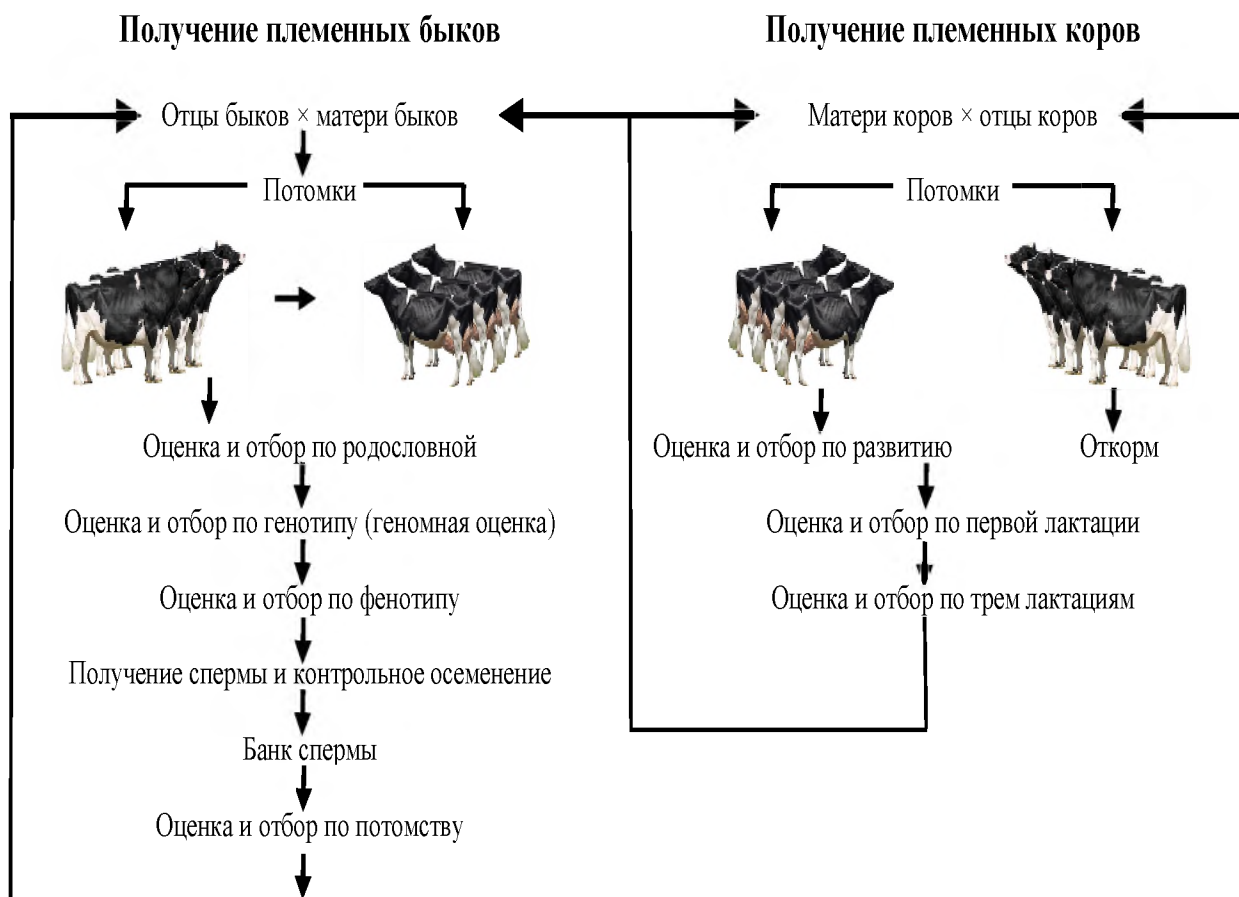


Рисунок 10 - Схема селекционной работы



Рисунок 11 - Организационная структура информационного обеспечения селекционного процесса популяции

Организация селекционного процесса на региональном уровне позволяет получать быков-производителей собственной селекции прогнозируемого генотипа, формировать генеалогическую структуру популяции через выдающихся племенных животных, приспособленных к условиям данной климатической зоны.

Каждая популяция животных характеризуется определенной генеалогической структурой, которая содержит в себе информацию о «системе человеческого труда», вложенного в процесс генетического совершенствования животных. Анализ генеалогической структуры популяции дает возможность оценить эффективность этой «системы» и более обоснованно планировать дальнейшее ее совершенствование.

Оценка состояния генеалогической структуры популяции молочного скота обычно показывает, что поголовье крупного рогатого скота в регионе имеет сложную генеалогическую структуру. Образовавшийся массив скота отличается широким диапазоном изменчивости по типу, продуктивности и генотипу.

Для дальнейшего улучшения массива скота возникает необходимость упорядочения его генеалогической структуры и интенсивной селекции, направленной на консолидацию наследственности в желательном типе. Практикуемая многолинейность в популяции не только затрудняет получение необходимых производителей, но и требует испытания большого числа проверяемых быков по качеству потомства, что крайне усложняет интенсивное использование лучших из них, лидеров среди улучшателей. Кроме того, сложившаяся практика разведения по линиям не решает проблемы

эффективного контроля массового инбридинга при использовании быков в товарных стадах. Проведенный анализ свидетельствует, что формальный подход к разведению по линиям наблюдается и при завозе животных из-за рубежа. Как правило, эти группы скота уже не совершенствуются, поскольку родоначальники групп удалены на многие поколения. В итоге, чтобы обеспечить запросы племенных и товарных хозяйств области на сперму быков многочисленных линий, племпредприятие вынуждено сохранить хотя бы минимальное количество спермы каждой линии. Конечный результат, с одной стороны, не обеспечивает интенсивный отбор быков, а с другой – закрепление всех быков за маточным поголовьем зоны деятельности племпредприятия не позволяет более широко использовать выдающихся производителей.

Таким образом, совершенствование большого числа линий в популяции, особенно в ее активной части, невозможно, так как снижаются требования к отбору животных. Отсутствие консолидированных и четко дифференцированных по продуктивным и племенным качествам линейных животных не дает возможности обеспечить эффект межлинейного гетерозиса при сочетании одинаковых по племенной ценности групп.

Еще профессор Е. А. Богданов в своем знаменитом труде «Как ускорить совершенствование и создание племенных стад и пород (разведение по линиям)» подчеркивал: «Нужна особая «индивидуальная потенция» особи и редкое стечение обстоятельств, чтобы удержать известную свойственную ей совокупность признаков в течение даже сравнительно немногих поколений», а далее предостерегал «...линию определяет не происхождение как таковое («линия крови»), а возможная однородность качества».

Принцип «не по линии крови» успешно принят на вооружение западной селекционной школой. В то же время в нашей теории и практике провозглашается пока разведение по линиям крови (по генеалогическим линиям). Ведь даже в отношении высокопродуктивных потомков нельзя утверждать, что эти качества унаследованы от далекого предка – родоначальника генеалогической линии, а не получены за счет какого-то удачного сочетания более близких родственников, в том числе и не имеющих кровных связей с абсолютизируемым родоначальником формальной генеалогической линии.

При организации селекционного процесса в популяции на основе принципов крупномасштабной селекции регламентируемое селекционной программой оптимальное число быков-лидеров (6 голов) для данной популяции есть число ротационных линий. Каждый бык выступает в роли родоначальника такой линии.

Учитывая, что лидерство не является принадлежностью быка к прямым потомкам какого-то, пусть и выдающегося, предка, необходимо рассматривать селекционную работу по созданию линий как своего рода заказ товарной части популяции на периодическое обновление имеющихся ротационных линий более качественным материалом, т.е. новой ротационной линией. В целом селекционный процесс по получению быков-производителей можно представить в виде схемы (рисунок 12).

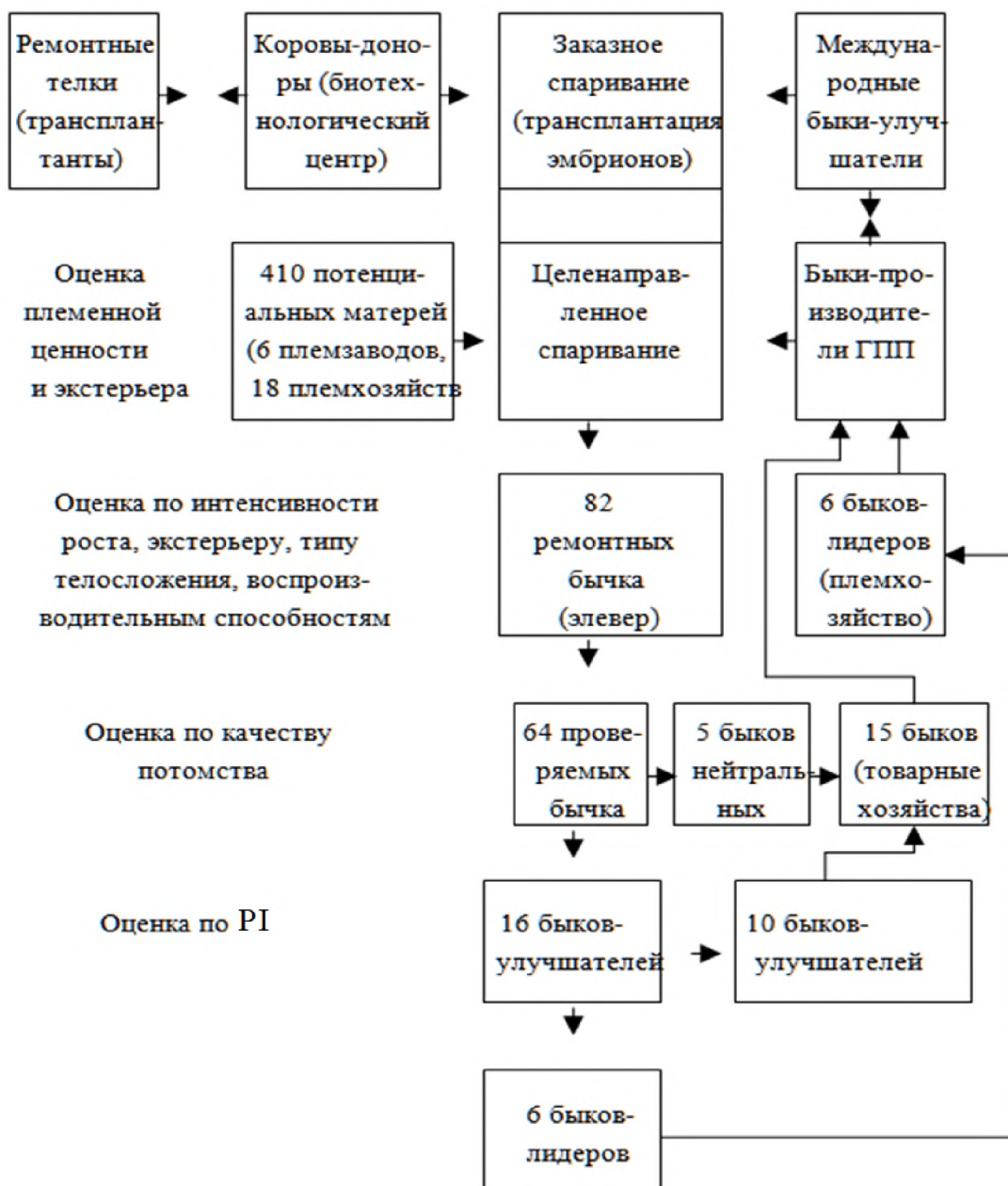


Рисунок 12 - Схема оценки и отбора быков-производителей для селекционно-генетического центра

Следовательно, общее число ротационных линий не может превышать оптимального числа быков-лидеров, определенного селекционной программой. Готовность линии для апробации в качестве селекционного достижения можно определять, по нашему мнению, не только по ее превосходству над среднепопуляционным уровнем, но и по превосходству хотя бы над одной из уже существующих «работающих» ротационных линий в популяции. Длительность использования ротационной линии определяется наличием в каждом последующем поколении одного достаточно ценного (конкурентоспособного) лидера-продолжателя.

Обобщая вышеизложенное, можно привести формулировку ротационной линии в молочном скотоводстве как группу племенных животных от быка-лидера, превосходящую по комплексной оценке хотя бы одну из имеющихся ротационных линий и достигнувшую степени готовности для включения в ротацию товарной части селекционируемой популяции.

В настоящее время в Республике Беларусь во избежание инбридинга при подборе быков-производителей к маточному поголовью используются шесть генеалогических комплексов (таблица 10).

Таблица 10 - Структура голштинской породы молочного скота отечественной селекции в разрезе генеалогических комплексов

№ комп.	Генеалогическая линия	Ветвь	Заводская линия, родственная группа
I	Вис Айдиал 933122	Э. Элевейшн 1491007	Аэростар 383622 Комстар Ли 5757117 В.В. Fanny Freddie 60996956
II	Вис Айдиал 933122	Э. Элевейшн 1491007	Старбук 503327 (<i>кроме Аэростара 383622 и Комстара Ли</i>) Прелюде 392457 Кляйтус 1879085 Ледман 1983348
III	Р. Соверинг 198998	П.Ф.А. Чиф 1427381	Валериан 1650414 (потомки Рокки 1841366 и А. М. Earl 2261692) Блекстар 1929410 (потомки Balisto 70625988)
	Монтвик Чифтейн 95679	Осб. Иванхое 1189870	Белл 1667366
IV	Рефлекшн Соверинг 198998	П.Ф. Арлинда Чиф 1427381	Валериан 1650414 (<i>кроме потомков Rockie 1841366 и А.М. Earl 261692</i>) Блекстер 1929410 Букем 66636657 Блитц 17013604
V	Рефлекшн Соверинг 198998	П.Ф. Арлинда Чиф 1427381	Чиф Марк 1773417 АрлиндаРотейт 1697572 Мелвуд 1879149
VI	Вис Айдиал 933122	Э. Элевейшн 1491007	Сан оф Бова 1665634 (<i>кроме потомков В.В. Fanny Freddie 60996956</i>) Джастик 122358313

В племенных стадах популяции молочного скота, в которых произведена оценка генотипа племенных животных, разработаны критерии для отбора высокопродуктивных коров желательного типа и выделены группы быкопроизводящих коров. В задачу селекционной работы на данном этапе входит закрепление и консолидация желательных качеств создаваемого типа племенных животных.

Проведение целенаправленной племенной работы по использованию различных приемов отбора и подбора, создания соответствующей генетической структуры популяции позволит увеличить численность высокопродуктивных

быкопроизводящих коров нового популяционного типа. Сложившаяся генеалогическая структура стад, их наследственная неоднородность, специфические биологические и хозяйственные особенности, созданные всей предшествующей системой племенной работы, требуют систематической селекционной работы в направлении типизации и обеспечения в каждом последующем поколении достаточно высокого генетического потенциала за счет использования выдающихся продолжателей родственных групп. Поэтому дальнейшее качественное совершенствование родственных групп чернопестрого скота должно проводиться в основном при чистопородном разведении, применении гомогенного подбора (40–45 %) с использованием родственного спаривания в умеренных и отдаленных степенях – III–III, III–IV, IV–III, IV–IV, а в отдельных случаях (с целью получения продолжателей) и более тесных – II–II, II–I. Однако каждый случай такого подбора должен быть обоснованным и находиться под постоянным контролем селекционеров. Применение этих методов позволит уменьшить гетерозиготность, обеспечит постоянное поступательное совершенствование генотипов в желательном направлении. В то же время длительный однородный подбор может привести к одностороннему развитию у животных одних качеств в ущерб другим. В этом случае необходимо прибегать к неродственному подбору для внесения в генотип желательных изменений по селекционируемым признакам путем кроссирования родственных групп. Внутрilineйное разведение и кроссирование будут как бы дополнять, но не исключать друг друга.

Осуществление селекционной работы по размножению животных желательного типа требует от племенной службы выполнения определенных условий:

1) жесткий контроль за направленным выращиванием племенного молодняка последующих поколений как в племенных, так и в товарных хозяйствах;

2) достоверная оценка особей при выборе их для племенных целей (геномная оценка), отражающая достоверность происхождения;

3) поддержание в племенных стадах достаточной изменчивости основных селекционируемых признаков – удоя, содержания жира и белка в молоке путем систематической работы со строго определенными, наиболее перспективными родственными группами;

4) организация ежегодного целенаправленного отбора и подбора с учетом индивидуальных особенностей животных, их происхождения, родственных связей внутри стада и наследственной сочетаемости отдельных структурных элементов популяции;

5) племенная работа при чистопородном разведении молочного скота и совершенствование его продуктивных качеств с использованием преимущественно производителей собственной селекции, при покупке быков-лидеров международного класса для «заказного» подбора – с учетом сложившейся генеалогической структуры стад, наличия маточного и бычьего поголовья животных родственных групп в массиве популяции;

б) улучшение зоотехнического и племенного учета в каждом племенном хозяйстве и популяции в целом.

Предусмотреть подбор коров и их будущего потомства на перспективу (более чем на 10 лет) практически невозможно. Поэтому для каждого племенного хозяйства разрабатываются общие схемы подбора, на основании которых ежегодно составляются индивидуальные планы закрепления.

Цель занятия: овладеть навыками разработки и оптимизации селекционной программы.

Содержание занятия. Общими элементами программ крупномасштабной селекции являются: организация племенной работы в масштабах либо всей породы, либо отдельных ее популяций, выделение категорий матерей быков и отцов быков, централизованная система получения проверяемых быков, их оценки и дальнейшего использования. При расчетах программы селекции устанавливается общая численность коров популяции, доля коров активной части (30 % от общей численности), определяется уровень удоя коров-первотелок, средний удой коров популяции.

Расчет проводится путем варьирования одним или двумя факторами при одновременном фиксированном значении других переменных. При этом учитывается, что при меньшем числе отцов ремонтных бычков увеличивается ожидаемый генетический прогресс в популяции, однако увеличивается и процент инбридинга. В свою очередь, при большом числе отцов быков снижается ожидаемый генетический прогресс. Оптимальное число отцов быков определяется минимальным количеством линий, которое позволяет проводить племенной подбор в стадах, не прибегая к вынужденному родственному спариванию.

С увеличением доли популяции, осеменяемой спермой молодых быков, точность оценки генотипа производителя увеличивается, однако при обусловленной численности подконтрольного поголовья, на котором проводится испытание быков, увеличение числа эффективных дочерей на быка приводит к развитию двух противоположных направленных тенденций: с одной стороны, повышается точность оценки быков, а с другой – сокращается численность поголовья проверяемых быков, снижается интенсивность отбора и их вклад в генетический прогресс популяции. Необходимо найти наиболее выгодное сочетание этих тенденций, которое соответствует оптимальному числу дочерей и максимальному генетическому улучшению.

При постоянном банке спермы повышается объем контрольных осеменений, увеличивается число эффективных дочерей на каждого проверяемого быка, точность их оценки по потомству, вследствие чего генетический прогресс популяции повышается. Однако повышение доли коров активной части, осеменяемой молодыми быками, более 30–40 % не оказывает существенных влияний на генетическое улучшение черно-пестрого скота популяции. Кроме того, следует учитывать состояние генетического и племенного учета в дойных стадах большинства хозяйств. Поэтому при расчете оптимальных параметров процента осеменения маточного поголовья

проверяемыми быками и объема спермобанка необходимо знать состояние современной племенной базы, генеалогическую структуру популяции.

Основные параметры программы селекции рассчитываются по приведенным ниже формулам.

1. Число потенциальных матерей быков (гол.) для получения одного ремонтного бычка:

$$N_m = \frac{1}{A_1 * A_2 * A_3 * A_4 * A_5 * A_6 * A_7}, \quad (25)$$

где A_1 – доля коров, удовлетворительных по скорости молокоотдачи (0,847);
 A_2 – доля коров, удовлетворительных по сопряженному признаку (% жира) (0,78);
 A_3 – доля коров, удовлетворительных по типу телосложения (0,87);
 A_4 – доля коров, удовлетворительных по плодовитости (0,86);
 A_5 – доля вероятности рождения здорового теленка (0,95);
 A_6 – доля вероятности рождения теленка (0,86);
 A_7 – доля вероятности рождения телочки (0,50).

2. Количество отцов ремонтных бычков:

$$ОМБ = Л * N, \quad (26)$$

где $Л$ – число генеалогических комплексов в популяции;
 N – число отцов быков в комплексе, гол.

3. Размер активной части популяции коров:

$$N_a = N * ДАР, \quad (27)$$

где N – размер всей популяции коров, гол.;
ДАР – доля активной части популяции, %.

4. Число отобранных коров-матерей (гол.) для получения одного ремонтного бычка:

$$Д = \frac{1}{A_5 * A_6 * A_7} \quad (28)$$

5. Количество стельных коров (гол.), необходимых для получения одной эффективной дочери:

$$H = \frac{1}{A_5 * A_6 * A_7 * A_8}, \quad (29)$$

где A_8 – доля вероятности отела выращиваемой телки (0,77).

Отношение общего числа первотелок с законченной лактацией к общему числу эффективных, по которым оцениваются быки по качеству потомства, составляет 1:1,265.

6. Число коров (гол.), осеменяемых спермой одного проверяемого быка:

$$B = ND * H, \quad (30)$$

где ND – количество эффективных дочерей (гол.), используемых для оценки быка по качеству потомства.

7. Число коров (гол.), осеменяемых спермой одного проверенного быка:

$$KI = C/O, \quad (31)$$

где C – банк спермы, создаваемый на каждого проверенного быка, тыс. доз;

O – количество спермодоз, необходимое для плодотворного осеменения одной коровы.

8. Число быков (гол.), которых следует поставить на проверку по качеству потомства:

$$NNB = N / (B + KI * RPБ), \quad (32)$$

где $RPБ$ – доля быков-улучшателей, % (0,25).

9. Число коров (гол.), осеменяемых спермой проверяемых быков:

$$K = NNB * B \quad (33)$$

10. Число проверенных быков (гол.), спермой которых осеменяется основная часть популяции коров:

$$NPБ = (N - K) / KI \quad (34)$$

11. Число быков (гол.), которые должны стоять на элевере до окончания оценки по спермопродукции,

$$NSP = NNB / (1 - P_2), \quad (35)$$

где P_2 – доля быков, выбракованных по воспроизводительной способности.

12. Число быков (гол.), которых необходимо поставить на выращивание с целью отбора их по интенсивности роста,

$$NEP = NSP / (1 - P_1) \quad (36)$$

13. Доля всей популяции (%), осеменяемой спермой проверяемых быков,

$$DP = K / N * 100 \% \quad (37)$$

14. Число матерей ремонтных бычков (быкопроизводящих коров), гол.:

$$MOB = D * NEP \quad (38)$$

15. Число потенциальных матерей ремонтных бычков, гол.:

$$NM = N_m * NEP \quad (39)$$

16. Доля активной части популяции, осеменяемая спермой проверяемых быков, %:

$$NaP = K / Na * 100 \quad (40)$$

Задание 1. По предложенным формулам заполнить таблицу 11, обосновать полученные результаты.

Таблица 11 - Основные параметры программы селекции черно-пестрого скота региона

Показатель	Единица измерения	Значение
1. Численность популяции	тыс. гол.	
2. Численность активной части популяции	тыс. гол.	
3. Средний удой коров по первой лактации	кг	
4. Число коров, осеменяемых спермой проверяемых быков	гол.	
5. Число коров, осеменяемых спермой одного проверяемого быка	гол.	
6. Число быкопроизводящих коров	гол.	
7. Число потенциальных матерей ремонтных бычков	гол.	
8. Доля активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков	%	
9. Число быков, поставленных на выращивание	гол.	
10. Число быков, поставленных на проверку по качеству потомства	гол.	
11. Число проверенных быков, спермой которых осеменяется основная часть популяции коров	гол.	

12. Вклад отцов быков в общий генетический прогресс популяции	%	
---	---	--

Продолжение таблицы 11

Показатель	Единица измерения	Значение
13. Вклад матерей быков	%	
14. Вклад матерей коров	%	
15. Вклад отцов коров	%	
16. Средний генерационный интервал четырех категорий родителей	лет	
17. Генетический прогресс на корову за год	кг	
18. Доход от дополнительного получения 1 кг молока за счет программы селекции	долл.	
19. Валовой доход от реализации программы селекции по удою	тыс. долл.	
20. Валовой доход от реализации программы селекции по живой массе	тыс. долл.	
21. Валовой доход от реализации программы селекции	тыс. долл.	
22. Чистый доход от программы селекции	тыс. долл.	
23. Чистый доход от программы селекции в расчете на одну корову	долл.	

Задание 2. Рассчитать оптимальный вариант селекционной программы при нижеследующих значениях переменных факторов:

- число отцов быков (ОБ): 2, 4, 6, 8, 10;
- доля активной части популяции, осеменяемой спермой проверяемых быков (ПБ): 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6;
- количество эффективных дочерей, необходимых для оценки быка по качеству потомства (N_D): 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80;
- банк долговременного хранения спермы на каждого проверяемого быка (C): 10000, 20000, 30000, 40000, 50000 спермодоз и т. д.

4. ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СВИНОВОДСТВЕ

Цель занятия: изучить особенности организации селекционно-племенной работы в свиноводстве.

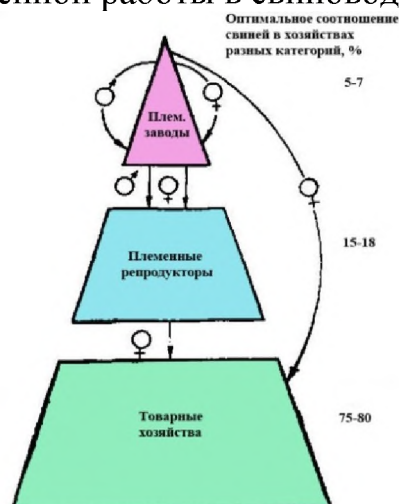


Рисунок 13 - Схема организации крупномасштабной селекции в свиноводстве

Содержание занятия. Отличие племенной работы в свиноводстве и птицеводстве заключается в

селекционно-биологических особенностях данного вида животных и птицы. Организация племенной работы в свиноводстве опирается на иерархическую структуру популяции (рисунок 13), состоящей из нескольких категорий специализированных хозяйств.

Многоступенчатость селекционной системы обуславливает перенос генов высокопродуктивных особей из племенной в товарную часть популяции.

В свиноводстве наиболее распространена трехступенчатая структура популяции, которую можно изобразить в виде пирамиды. На вершине пирамиды находятся племенные заводы, которые выводят высокоценных племенных животных.

В середине пирамиды – племенные репродукторы, которые размножают племенных животных, выведенных в племенных заводах. Основу пирамиды составляют товарные стада, в которых производят откорм потомков, выведенных в племенных заводах и размноженных в репродукторных стадах.

Многоступенчатость селекционной системы обуславливает перенос генов высокопродуктивных животных из племенной в товарную часть популяции. Однако многоступенчатость системы разведения свиней одновременно сдерживает сроки передачи эффекта селекции из племенных в товарные стада. Так, например, в классической датской трехступенчатой структуре «селекция → размножение → производство» с момента выведения генетически ценных животных в племенных стадах до эксплуатации их потомков в товарной части породы проходит в среднем около пяти лет.

Этот срок обуславливается интенсивностью селекции, сроками оценки племенных качеств животных и возрастной структурой популяции на всех ступенях системы.

Из множества возможных моделей на рисунке 14 показано три основных варианта переноса генов в пирамидальной системе крупномасштабной селекции свиней.

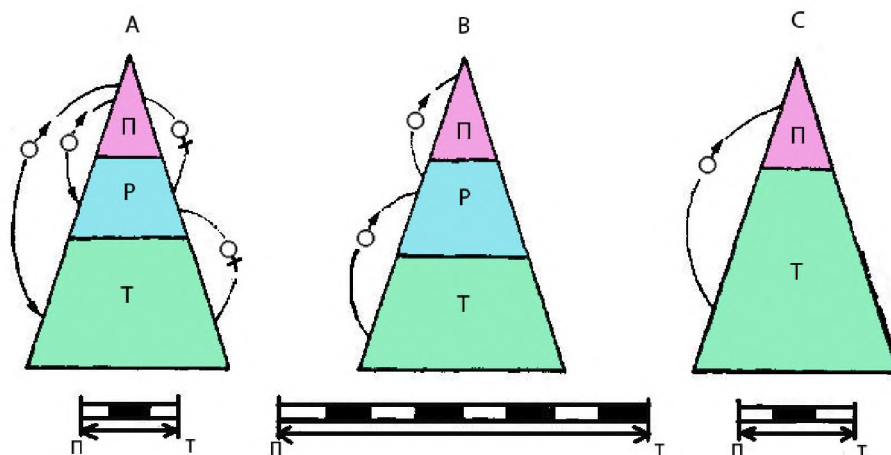


Рисунок 14 - Варианты организации крупномасштабной селекции свиней

В свиноводстве как при чистопородном разведении, так и при скрещивании и гибридизации сформировалась двух- и трехступенчатая система организации племенной работы. Для обеспечения генетического прогресса в региональной системе селекции свиней ежегодно необходимо иметь примерно $2/5$ поголовья свиноматок для репродукции поросят на откорм. В отличие от селекционных программ по молочному скоту, генетическое преобладание самок в системе размножения свиней связано с многоплодием свиноматок. Потребность в племенных хряках, особенно в результате внедрения искусственного осеменения, уменьшается и удовлетворяется в основном за счет чистопородного разведения.

Эта форма организации селекции схематически представлена в модели А. Эта модель – наиболее короткий путь передачи генов из селекционной части популяции в товарную ($L_T + 0,5L_P$), и она больше приемлема для прерывистой промышленной гибридной селекции, чем для чистопородного разведения. По этой модели в соответствии со специализацией хозяйства различных категорий проходят следующие этапы разведения свиней.

В племенных стадах выводятся специализированные линии нескольких пород на основе чистопородного разведения.

В репродукторных стадах получают двухпородных помесных свиноматок путем скрещивания животных специализированных линий, поступивших из племенных стад. В товарных стадах откормочное поголовье поросят получают путем скрещивания двухпородных свиноматок, поступивших из племярепродукторов, с хряками специализированных отцовских линий, поступивших из племенных стад или репродукторов. Такое разведение соответствует системе трехлинейной гибридизации.

Модель В рассчитана на двухступенчатую систему репродукции племенных хряков. Поэтому она имеет наиболее длинный путь передачи генов от первой до третьей ступени системы разведения свиней ($2L_T + 2L_P$). Такая модель характерна для чистопородного разведения. Она позволяет исключить широкое применение искусственного осеменения свиней на стадии размножения животных в репродукторных стадах.

Двухступенчатая модель С пригодна как для чистопородного разведения, так и для скрещивания и гибридизации. Модель С в сравнении с моделью В позволяет примерно наполовину сократить генерационный интервал ($2L_T$), исключить организационные сложности ремонта и комплектования свиноматками товарных стад, что связано с ветеринарно-санитарными трудностями.

При планировании региональных систем разведения свиней следует учитывать не только селекционный эффект в племенной части популяции, но и формирование оптимальной структуры миграции животных во вторую и третью ступень системы, с тем чтобы гарантировать эффективное разведение высокопродуктивных животных в товарной части популяции с определенными качествами.

Эффективность программ разведения свиней во многом зависит также от

направления селекции. Современные селекционные программы направлены на генетическое улучшение следующих признаков: удельного веса мышечной ткани в туше, т. е. уменьшение соотношения жир – мясо, снижение толщины шпика, уменьшение пороков мяса, связанных с чувствительностью животных к технологическим стрессам.

Эффективность селекционных программ в большой степени зависит от откормочных качеств свиней, к которым относятся среднесуточный прирост и затраты корма на 1 кг прироста. Плодовитость свиноматок, а именно число здоровых поросят на один опорос и интервал между опоросами, оказывает решающее значение на пополнение ремонтного и откормочного поголовья свиней на всех этапах крупномасштабной селекции.

Важное значение имеют и другие признаки, такие как адаптационная способность животных, особенно к технологическим стрессам, крепость конституции, тип экстерьера, функциональность сосков и многие другие.

Племенную (генетическую) ценность свиней определяют согласно «Зоотехническим правилам оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада их расчета и измерения», утвержденным постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 84 от 17.08.2022.

Измерение продуктивности племенных свиней производят по следующим селекционируемым признакам:

- продуктивности животного;
- показателям репродуктивных качеств;
- оценке экстерьера.

Селекционируемыми признаками собственной продуктивности свиней являются:

- количество сосков, штук;
- интенсивность роста, г;
- толщина шпика, мм;
- высота (глубина) длиннейшей мышцы спины, мм;
- содержание мяса в теле, %.

Количество сосков определяют у свинок и хрячков путем подсчета количества нормальных развитых сосков отдельно для правой и левой половины туловища.

Для определения интенсивности роста используют среднесуточный прирост животного от рождения до достижения живой массы 100 кг.

Среднесуточный прирост от рождения до достижения живой массы 100 кг определяется у ремонтного молодняка (хрячков и свинок) путем периодического взвешивания животных до достижения живой массы 90–110 кг.

Среднесуточный прирост живой массы до достижения живой массы 90–110 кг (С) вычисляют по формуле:

$$C = (m : n) \times 1000, \quad (41)$$

где m – живая масса животного при последнем взвешивании в диапазоне 90 – 110 кг;

n – фактический возраст животного, дней;

1000 – коэффициент пересчета в граммы.

Для взвешивания используют весы с погрешностью взвешивания не более 0,5 кг.

Толщина шпика и высота (глубина) длиннейшей мышцы спины определяются на живых свиньях ультразвуковыми приборами различной конструкции с погрешностью не более 1 мм, обеспечивающими единство измерений. Допускается пересчет данных показателей в пределах живой массы животного 90 – 110 кг.

Толщину шпика свиней измеряют в точках P_1 и P_2 в соответствии со схемой ультразвукового измерения толщины шпика и высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины свиней (рисунок 15).

Высоту (глубину) длиннейшей мышцы спины измеряют в точке P_2 в соответствии со схемой ультразвукового измерения толщины шпика и высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины свиней (рисунок 15).

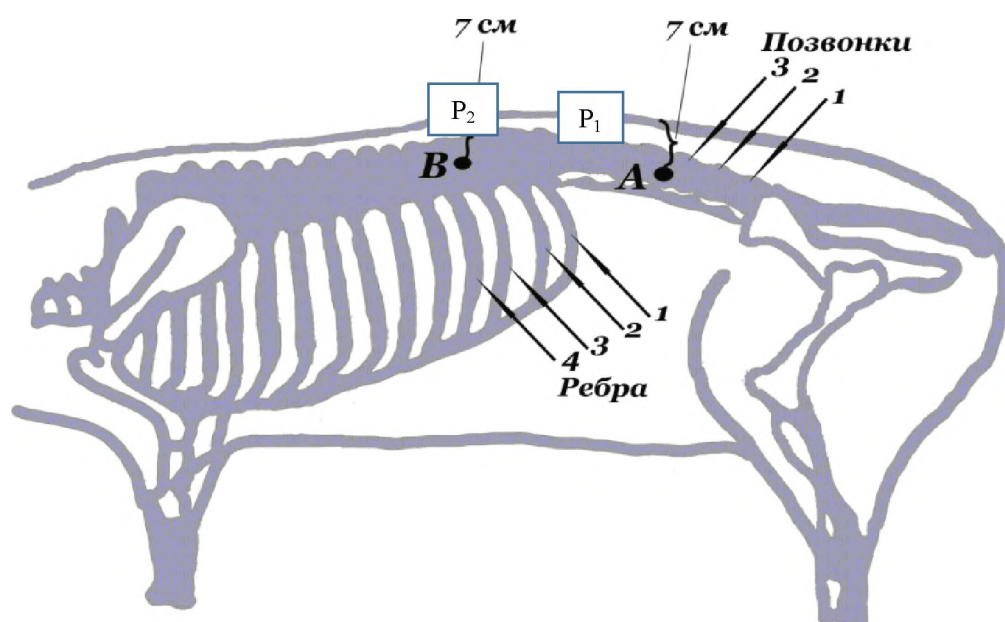


Рисунок 15 – Схема ультразвукового измерения толщины шпика и высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины свиней

Методика пересчета толщины шпика и высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины свиней.

Пересчет толщины шпика и высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины свиней на живую массу 100 кг проводится по следующим формулам:

Толщина шпика в точке P_1

$$x_{100}^1 = \frac{10,563762 * x^1}{0,078491 * P + 2,71714}, \quad (42)$$

Толщина шпика в точке P_2

$$x_{100}^2 = \frac{9,855093 * x^2}{0,069216 * P + 2,939380}, \quad (43)$$

Высота (глубина) длиннейшей мышцы спины в точке P₂

$$x_{100}^M = \frac{47,871808 * x^M}{0,128105 * P + 35,061337}, \quad (44)$$

где

x^1, x^2, x^M – промеры толщины шпика и высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины, мм;

P – масса тела при оценке;

x_{100}^1 – толщина шпика в точке P₁ на 100 кг, мм;

x_{100}^2 – толщина шпика в точке P₂ на 100 кг, мм;

x_{100}^M – высота (глубина) длиннейшей мышцы спины в точке P₂ на 100 кг, мм;

10,563762 – значение толщины шпика в точке P₁ при живой массе 100 кг, рассчитанное по используемой регрессионной модели;

9,855093 – значение толщины шпика в точке P₂ при живой массе 100 кг, рассчитанное по используемой регрессионной модели;

47,871808 – значение высоты (глубины) длиннейшей мышцы спины в точке P₂ при живой массе 100 кг, рассчитанное по используемой регрессионной модели;

0,078491, 2,71714, 0,069216, 2,939380, 0,128105, 35,061337 – коэффициенты регрессии используемых регрессионных моделей.

Селекционируемыми признаками репродуктивных качеств у свиноматок являются:

- многоплодие, определяемое количеством живых жизнеспособных поросят, рожденных от одной свиноматки в одном опоросе, пересчитывается в соответствии с методикой пересчета многоплодия свиноматок согласно приложению 2;

- масса гнезда при отъеме поросят, пересчитывается в соответствии с методикой пересчета массы гнезда при отъеме поросят согласно приложению 3.

Селекционируемым признаком репродуктивных качеств у хряков-производителей, ремонтных хрячков и свинок является многоплодие матери.

Оценка экстерьера племенных свиней проводится визуально по шкале балльной оценки экстерьера свиней (таблица 12) и характеристике признаков экстерьера.

Таблица 12 - Шкала балльной оценки экстерьера свиней

Признаки оценки животного	Баллы
Хрячки	
Общий вид (тип, форма грудной клетки и лопаток, форма хребта, поясницы и крестца, длина бока, форма окорока и т.д.)	50
Ноги (передние и задние)	30
Соски, половые органы	20
Свинки	
Общий вид (тип, форма грудной клетки и лопаток, форма хребта, поясницы и крестца, длина бока, форма окорока и т.д.)	50

Ноги (передние и задние)	20
Соски, вымя	30

При оценке телосложения свиней особое внимание уделяется гармоничности их телосложения, строению и постановке конечностей, способности свободно двигаться, пропорциональности развития тела, развитию мышц хребта и зада, развитию наружных половых органов.

Большие требования предъявляются к соскам как у свинок, так и хрячков. У животных должны быть соски правильной формы, расположенные равномерно попарно. Наличие кратерных сосков является основанием исключения их из использования в воспроизводстве и выбраковки.

При оценке конституции животное следует осматривать сбоку, спереди, сзади, а также в его движении.

При осмотре обращается внимание на следующие стати тела животного:

голова не должна быть слишком большой и иметь прямой или слегка выгнутый профиль (в зависимости от породы);

глаза должны быть живыми, ясными, щеки – нормально развитыми и симметричными;

шея должна быть мускулистая и плавно переходящая в туловище;

туловище – гармоничное, лопатки с развитой мускулатурой, плотно прилегающие к грудной клетке. Вогнутость грудной клетки за холкой или ее сужение за лопатками относятся к серьезным порокам телосложения. Спина должна быть ровной и широкой. Желательно, чтобы холка, спина и зад образовывали одну прямую линию. Линия живота должна идти параллельно линии спины, отвислый живот является пороком. Зад должен быть широкий прямой, слегка округленный. Окорок должен быть хорошо развит и доходить до скакательного сустава;

конечности должны быть крепкими и правильно поставленными, чтобы животное могло легко и свободно двигаться. Конечности должны иметь вертикальную постановку и быть широко расставленными.

У хряков часто встречается порок – мягкая бабка, что обычно связано с икс-образной постановкой передних конечностей, саблеобразной формой задних конечностей, наличием болезненных изменений, например деформация суставов или их утолщение. Неуверенная виляющая походка у племенных животных недопустима;

семенники у хряков должны быть хорошо развиты, иметь одинаковую величину и четко просматриваться разделение друг от друга. Хряки-крипторхи немедленно выбраковываются.

В основу расчета племенной (генетической) ценности селекционируемых признаков в свиноводстве заложен принцип фенотипического превосходства пробанда (животного) над средними значениями оцениваемого признака, приравненного к 100 баллам, стандартизированного на 1/12 часть стандартного отклонения признака по оцениваемой популяции.

Расчет племенной (генетической) ценности селекционируемых признаков: среднесуточный прирост, содержание постного мяса, многоплодие и масса гнезда при отъеме проводится по формуле:

$$\text{ПЦ} = (X - M) / SD * 12 + 100, \quad (45)$$

где

ПЦ – племенная (генетическая) ценность животного;

X – фенотипическое измерение селекционируемого признака у пробанда (животного);

M – среднее фенотипическое значение измерения селекционируемого признака в популяции;

SD – стандартное отклонение фенотипических измерений селекционируемого признака в популяции;

12 – коэффициент, определяющий 1/12 часть стандартного отклонения как 1 балл племенной (генетической) ценности оцениваемого признака;

100 – коэффициент, приравнивающий к 100 баллам среднее значение оцениваемого признака в популяции.

Расчет племенной (генетической) ценности селекционируемого признака «толщина шпика» проводится по следующей формуле:

$$\text{ПЦ} = (M - X) / SD * 12 + 100, \quad (46)$$

где

ПЦ – племенная (генетическая) ценность животного;

X – фенотипическое измерение селекционируемого признака у пробанда (животного);

M – среднее фенотипическое значение измерения селекционируемого признака в популяции;

SD – стандартное отклонение фенотипических измерений селекционируемого признака в популяции;

12 – коэффициент, определяющий 1/12 часть стандартного отклонения как 1 балл племенной (генетической) ценности оцениваемого признака;

100 – коэффициент, приравнивающий к 100 баллам среднее значение оцениваемого признака в популяции.

Расчет комплексных индексов в свиноводстве базируется на соотношении их племенной (генетической) ценности, вклад которой определяется весовыми коэффициентами в соответствии с методикой расчета комплексных индексов в свиноводстве.

Методика расчета комплексных индексов в свиноводстве

Комплексные индексы материнских пород отечественной селекции в свиноводстве определяются по формулам:

для хряков и ремонтных хрячков

$$\text{КИХ} = 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,15 \times \text{ПЦ}_{\text{КС}} + 0,35 \times \text{ПЦ}_{\text{М}}, \quad (47)$$

для ремонтных свинок

$$\text{КИрс} = 0,20 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,30 \times \text{ПЦ}_{\text{КС}} + 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{М}}, \quad (48)$$

для свиноматок

$$\text{КИс} = 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{М}} + 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{МГ}} \quad (49)$$

Комплексные индексы материнских пород импортной селекции в свиноводстве определяется по формулам:

для хряков и ремонтных хрячков

$$\text{КИХ} = 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,15 \times \text{ПЦ}_{\text{КС}} + 0,35 \times \text{ПЦ}_{\text{М}}, \quad (50)$$

для ремонтных свинок

$$\text{КИрс} = 0,20 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,30 \times \text{ПЦ}_{\text{КС}} + 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{М}}, \quad (51)$$

для свиноматок

$$\text{КИс} = 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{М}} + 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{МГ}} \quad (52)$$

Комплексные индексы отцовских пород в свиноводстве определяются по формулам:

для хряков и ремонтных хрячков

$$\text{КИХ} = 0,65 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,35 \times \text{ПЦ}_{\text{СИМ}}, \quad (53)$$

для ремонтных свинок

$$\text{КИрс} = 0,50 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,25 \times \text{ПЦ}_{\text{КС}} + 0,25 \times \text{ПЦ}_{\text{М}}, \quad (54)$$

для свиноматок

$$\text{КИс} = 0,20 \times \text{ПЦ}_{\text{ССП}} + 0,40 \times \text{ПЦ}_{\text{М}} + 0,40 \times \text{ПЦ}_{\text{МГ}}, \quad (55)$$

где

КИх - комплексный индекс хряков и ремонтных хрячков;

КИс - комплексный индекс свиноматок;

КИрс - комплексный индекс ремонтных свинок;

ПЦ_{ССП} – племенная (генетическая) ценность среднесуточного прироста от рождения до 100 кг;

ПЦ_{СПМ} – племенная (генетическая) ценность содержания мяса в теле;

ПЦ_{КС} – племенная (генетическая) ценность количества сосков;

ПЦ_М – племенная (генетическая) ценность многоплодия;

ПЦ_{МГ} – племенная (генетическая) ценность массы гнезда при отъеме.

По направлению продуктивности различают популяции:

- материнских пород отечественной селекции: белорусская крупная белая, белорусская мясная, белорусская черно-пестрая;
- материнских пород импортной селекции: йоркшир, ландрас;
- отцовских пород: дюрок, пьетрен.

Расчет фенотипических средних значений и стандартного отклонения фенотипических измерений селекционируемых признаков, а также определение племенной (генетической) ценности и расчет комплексных индексов проводится не менее двух раз в год, по состоянию на 1 января и 1 июля текущего года, отдельно по направлениям продуктивности.

Задание 1. Определите комплексный индекс хряка-производителя породы пьетрен, если среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг составил ____ г, содержание постного мяса в теле – ____ %.

Задание 2. Рассчитайте комплексный индекс ремонтного хрячка породы ландрас импортной селекции, если среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг составил ____ г, среднее многоплодие матери по 3 опоросам – ____ гол., количество сосков – ____.

Задание 3. Рассчитайте комплексный индекс хряка белорусской крупной белой породы, если среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг составил ____ г, многоплодие матери по двум опоросам – ____ гол., количество сосков – ____ штук.

Задание 4. Определите величину комплексного индекса ремонтной свинки породы пьетрен, если ее среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг составил ____ г, среднее многоплодие матери по четырем опоросам – ____ голов и количество сосков – ____ штук.

Задание 5. Определите величину комплексного индекса свиноматки породы дюрок, если ее среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг составил ____ г, многоплодие – ____ голов и масса гнезда при отъеме – ____ кг.

Задание 6. Рассчитайте комплексный индекс ремонтной свинки породы дюрок, если среднесуточный прирост от рождения до живой массы 100 кг составил ____

г, многоплодие матери по трем опоросам – _____ гол., количество сосков – _____ штук.

5. ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Наследуемость хозяйственно полезных признаков сельскохозяйственной птицы. Расчет эффекта селекции в птицеводстве

Цель занятия. Ознакомиться с характером наследования основных продуктивных признаков сельскохозяйственной птицы и освоить метод расчета ожидаемого эффекта селекции, т. е. теоретически возможного увеличения признака в последующих поколениях птицы при применении того или иного уровня отбора.

Содержание занятия. Основой крупномасштабной селекции в птицеводстве является высокая интенсивность использования ценных производителей с применением искусственного осеменения для совершенствования линий и оценки их на сочетаемость в определенных кроссах.

Основой для выбора программ совершенствования линий и кроссов птицы является определение констант популяционной генетики, которые характеризуют генотипическую структуру селекционируемых линий и ее изменение в процессе селекции.

Наиболее важными генетическими параметрами, характеризующими селекционируемые линии и кроссы и позволяющими оценить эффективность племенной работы, являются наследуемость и изменчивость признаков, корреляция между ними, показатели сочетаемости линий в скрещивании. Эти параметры применяют при проведении крупномасштабной селекции в селекционно-генетических центрах, племптицефабриках.

Коэффициентом наследуемости (h^2) называют ту долю фенотипической изменчивости, которая обусловлена генетическими различиями. Коэффициент наследуемости выражают либо в долях единицы (от 0 до 1), либо в процентах (от 0 до 100 %).

Принято считать, что при коэффициенте наследуемости, равном 0,4 и более, можно успешно вести отбор по фенотипу; в этом случае в значительной степени затрагивается генотип, и от лучших родителей можно ожидать и лучшее потомство (массовая селекция). Массовую селекцию птицы проводят по индивидуальным величинам признака: массе яйца, окраске скорлупы, скорости оперяемости, живой массе во взрослом состоянии.

При достижении высокого уровня селекционируемого признака и уменьшении генетического разнообразия эффективность массовой селекции резко снижается, поэтому необходимо применять такие методы селекции, которые позволят использовать эффект комбинированного действия генотипов родительских особей. Это основано на проявлении благоприятного селекционного действия на признак сочетаемости генотипов самцов и самок.

По признакам с низким коэффициентом наследуемости (меньше 0,4) проводят так называемую семейную селекцию. При семейной селекции оценивают

и отбирают не отдельных индивидуумов, а семьи и семейства на основе оценки фенотипа и генотипа особей. Семья в птицеводстве – это самец – самка – потомки, сибсы (полные братья и сестры), а семейство – самец – спаривающиеся с ним самки – потомки, сибсы и полусибсы (полубратья и полусестры). Семейную селекцию можно успешно проводить по следующим экономически важным признакам: яйценоскости, половой зрелости, инстинкту насиживания, форме яиц, плотности яиц, толщине скорлупы и т. д. Для воспроизводства отбирают, как правило, птицу из тех семей (семейств), которые по селекционируемым признакам превышают средние показатели по линии (породе). В промышленном птицеводстве применяют так называемую комбинированную селекцию – сочетание индивидуальной и семейной селекции. При комбинированном отборе для дальнейшего воспроизводства стада отбирают лучших особей из лучших семей.

Все селекционируемые признаки в зависимости от величины коэффициента наследуемости подразделяют на низконаследуемые ($h^2 = 0,05–0,25$), средненаследуемые ($h^2 = 0,26–0,59$) и высоконаследуемые ($h^2 = 0,6$ и более).

Коэффициенты наследуемости основных селекционируемых признаков у птицы варьируют в довольно больших пределах – от 0,01 до 0,91 (таблица 13). Такие большие расхождения в значении показателей наследуемости могут быть обусловлены следующими причинами: генетическим разнообразием популяции; степенью ее гетерозиготности; природой признака; уровнем кормления и содержания птицы изучаемых линий и пород; использованием разных методов расчета коэффициента наследуемости.

Таблица 13 - Коэффициенты наследуемости селекционируемых признаков у птицы

Признак	Среднее	Пределы
Куры		
Живая масса в 7–8-недельном возрасте	0,40	0,25–0,50
Живая масса во взрослом состоянии	0,47	0,22–0,65
Яйценоскость	0,25	0,11–0,47
Масса яиц	0,60	0,33–0,80
Оплодотворенность яиц	0,10	0,01–0,31
Выводимость яиц	0,15	0,03–0,20
Сохранность молодняка	0,10	0,03–0,16
Сохранность взрослой птицы	0,10	0,01–0,13
Плотность яиц	0,40	0,32–0,56
Толщина скорлупы	0,30	0,15–0,45
Крепость скорлупы	0,44	0,32–0,56
Цвет скорлупы	0,60	0,45–0,76
Индекс формы яйца	0,45	0,30–0,74
Индекс белка	0,40	0,26–0,60
Индекс желтка	0,55	0,45–0,60
Половая зрелость	0,25	0,15–0,45
Оперяемость цыплят	0,28	0,10–0,60
Ширина груди	0,25	0,21–0,30
Угол груди	0,40	0,30–0,45

Длина киля	0,33	0,28–0,38
<i>Продолжение таблицы 13</i>		
Признак	Среднее	Пределы
Куры		
Объем эякулята	0,50	0,34–0,67
Концентрация спермы	0,44	0,37–0,50
Потребление корма	0,70	0,60–0,89
Содержание жира в тушке	0,65	0,48–0,83
Потеря пера в 6–10-недельном возрасте	0,35	0,22–0,54
Интенсивность обмена веществ	0,38	0,16–0,76
Индеек		
Живая масса	0,45	0,33–0,50
Яйценоскость	0,25	0,16–0,40
Масса яиц	0,60	0,55–0,91
Выводимость яиц	0,15	0,12–0,18
Объем эякулята	0,43	0,41–0,45
Активность спермиев	0,32	0,29–0,35
Концентрация спермы	0,70	0,68–0,71
Количество аномальных спермиев	0,25	0,07–0,42
Утки		
Живая масса в 4-, 7-, 21-недельном возрасте	0,45	0,30–0,65
Живая масса в суточном возрасте	0,60	0,55–0,80
Яйценоскость	0,35	0,29–0,53
Масса яиц	0,55	0,52–0,59
Убойный выход	0,59	0,50–0,68
Масса потрошеной тушки	0,78	0,67–0,89
Масса мышц	0,60	0,50–0,88
Гуси		
Живая масса	0,50	0,45–0,55
Масса печени	0,63	0,55–0,72
Половая зрелость	0,32	0,20–0,47
Яйценоскость	0,30	0,28–0,40
Оплодотворенность яиц	0,14	0,12–0,16
Выводимость яиц	0,23	0,19–0,25
Перепела		
Живая масса	0,35	0,20–0,41
Яйценоскость	0,20	0,10–0,23
Оплодотворенность яиц	0,10	0,04–0,13
Выводимость яиц	0,10	0,07–0,15
Оплата корма	0,30	0,18–0,42
Потребление корма	0,58	0,56–0,63

Для определения коэффициента наследуемости существует несколько способов. Наиболее распространен способ вычисления путем удвоения коэффициента корреляции между показателями одного и того же признака родителей и потомства ($h^2 = 2r$). Если продуктивность оценивают от особей одного пола, например яйценоскость, то h^2 выражают удвоением корреляции между продуктивностью матерей и дочерей ($h^2 = 2r_{\text{мд}}$).

Определить коэффициент наследуемости можно также путем удвоения коэффициента регрессии между показателями признака родителей и потомков (h^2

= $2R$ «родители–потомки»).

Однако наилучшим методом измерения степени наследуемости является дисперсионный анализ, позволяющий определить величину фенотипической изменчивости признака и разложить ее на составляющие величины генетической и паратипической (средовой) изменчивости.

Напомним, что коэффициент наследуемости может рассматриваться как показатель эффективности отбора – чем выше наследуемость признака, тем больше фенотипическая оценка соответствует генотипу и, следовательно, массовый отбор будет эффективнее.

По признакам, которые характеризуются высокой наследуемостью, отбор по фенотипу в значительной степени затрагивает генотип; в этом случае от лучших родителей можно ожидать и лучшее потомство. Низкие значения коэффициента наследуемости свидетельствуют о малой эффективности селекции даже при самом жестком отборе.

Коэффициенты наследуемости признаков можно использовать при планировании племенной работы – установлении селекционных дифференциалов, нижней границы продуктивности, от которой следует отбирать особей, определении прогнозируемого эффекта отбора.

Определение племенной ценности птицы

Основная оценка племенных качеств птицы проводится по следующим показателям:

- фенотипу;
- происхождению;
- сибсам и полусибсам;
- качеству потомства.

Из различных методов, которые применяют для оценки качества птицы, наиболее точным является оценка по качеству потомства. Наследственные качества самцов оказывают значительное влияние на яичную продуктивность, а поэтому оценка генотипа производителей по фенотипу потомства имеет большое практическое значение в селекции.

Используют несколько способов оценки производителей по качеству потомства. Чаще всего используют сравнение продуктивности матерей и дочерей, дочерей и сверстниц.

Для получения достоверных результатов оценки по качеству потомства необходимо от каждой курицы испытать не менее 6 дочерей, лучше 7–8, а для оценки петуха – 75–100 дочерей.

При оценке племенной ценности производителя методом матери – дочери сравнивают среднюю продуктивность матерей с потомством оцениваемого производителя. При методе дочери – сверстницы сравнивают среднюю продуктивность потомства оцениваемого производителя со средней продуктивностью сверстниц данного стада. При этом методе используют оценку следующими способами:

- в процентах к среднему (I);
- по пробиту (P);
- по расчету критерия достоверности (Fd).

При оценке в *процентах к среднему* показатель, характеризующий какой-либо селекционируемый признак, делят на показатель средней арифметической признака всей селекционируемой группы птицы (или предков) с переводом этой величины в проценты:

$$I = \frac{X_i \cdot 100}{\bar{X}}, \quad (56)$$

где X_i – значение признака дочерей оцениваемой особи;
 \bar{X} – среднее арифметическое значение признака сверстниц.
 Отбирают особей, получивших оценку выше единицы.

Пробиты – относительные величины, позволяющие судить о фенотипическом отклонении признаков оцениваемой особи от средних величин этого же признака, выраженных в долях среднего квадратического отклонения:

$$P = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} + 5, \quad (57)$$

где P – пробит;
 σ – среднее квадратическое отклонение данного признака (рассчитывается по сверстницам);
 5 – постоянная величина.

Положительно оцениваются особи с величиной пробита выше 5.

Критерий достоверности (Fd), или коэффициент превосходства, – условная величина, позволяющая судить о степени превосходства показателей данной птицы над такими же показателями у сверстниц. Дает основание для суждения о статистической достоверности этого превосходства:

$$Fd = \frac{d^2 n(N-n)}{No_n^2}, \quad (58)$$

где d – разница в показателях селекционируемого признака потомства производителя и его сверстниц (потомства семейства и остальных семейств);
 n – число потомков сравниваемого производителя (семейства);
 N – число потомков всех производителей (сверстниц);
 o_n^2 – варианта случайного разнообразия, обусловленная влиянием внешней среды.

Расчетом Fd учитывается достоверность превосходства потомства производителей над сверстницами. Для племенных целей в качестве улучшателей отбирают производителей, имеющих достоверное превосходство своего потомства, а тех, у которых имеется только превосходство по абсолютным значениям признака, в дальнейшей селекции не используют.

Вычисленные значения Fd определяют по таблице Фишера или стан-

дартному значению критерия F при трех условиях вероятности.

Оценка производителей по качеству потомства с помощью селекционных индексов. Для расчета *сложных* селекционных индексов разработаны специальные формулы с учетом генетических параметров и экономической значимости признаков. Наиболее распространенная из них имеет следующий вид:

$$I = Aa + Bb + Cc + \dots + Zz, \quad (59)$$

где A, B, C, Z – трансформированные значения селекционируемых признаков;

a, b, c, z – индексные коэффициенты каждого признака.

Наиболее просто рассчитать индекс следующим образом. Признаки A, B, C, Z пересчитывают в относительные величины – пробиты (P):

$$P = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (60)$$

Индексные коэффициенты в этом случае могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$I = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{\sigma h^2}, \quad (61)$$

Также вычисляется индексный коэффициент для признака B . В этом случае символы $\bar{x}_i, \bar{x}, \sigma, h^2$ будут иметь другое числовое значение.

Такие расчеты делают по каждому петуху линий, оцениваемых по качеству потомства. Затем сопоставляют эти оценки и отбирают петухов и их потомство с более высоким значением селекционного индекса.

При отборе применяют индексную оценку каждой особи.

Чем больше показателей включено в индекс, тем медленнее идет улучшение каждого из этих показателей. В большинстве случаев, особенно при включении в индекс сведений о разных поколениях птицы, абсолютные величины, характеризующие ее, переводят в относительные. Если же индекс разработан с расчетом на использование абсолютных величин, это отмечают при написании индекса.

Следует иметь в виду, что механически переносить корректирующие коэффициенты с одной популяции птицы на другую нельзя. Их рассчитывают применительно к данной популяции.

Индексы с корректировкой на экономическое значение признака отличаются от других индексов тем, что «вес» признака в индексе тем больше, чем больше экономическое значение того или иного признака, вводимого в индекс. Формула индекса строится по обычному типу множественной регрессии. Определить экономическое значение таких признаков, как яйценоскость или масса яйца, сравнительно просто, если рассчитать цену 1 кг яичной массы.

Расчет эффекта селекции

Для селекционера важно уметь заранее предвидеть, какой эффект в увеличении конкретного признака может быть получен у потомства в результате селекции при определенном уровне отбора. Важно ориентировочно прогнозировать, сколько поколений и сколько лет потребуется для доведения продуктивности птицы до желаемых показателей при принятом уровне отбора и численности отбираемых для селекции особей, если условия кормления и содержания благоприятны.

Для этих целей рассчитывается эффект селекции, который представляет собой обусловленный селекцией сдвиг генетической средней в данной популяции за определенный временной период (за одно или несколько поколений, за один год или несколько лет).

Величина селекционного эффекта зависит от интенсивности селекции, измеряемой селекционным дифференциалом, от коэффициента наследуемости признака и интервала между поколениями.

Селекционный дифференциал (СД) равен разности между средними показателями селекционируемого признака в популяции и средними показателями его у отобранной для дальнейшего воспроизводства птицы:

$$СД = \bar{X}_{\text{отобр.}} - \bar{X}_{\text{попул.}} \quad (62)$$

В этом случае селекционный дифференциал выражается именованной величиной соответственно признаку.

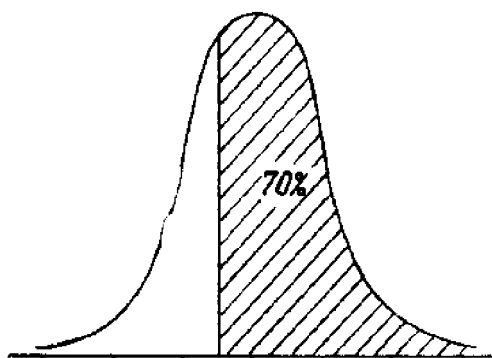
Селекционный дифференциал может быть выражен в условных единицах с помощью квадратического отклонения σ , характеризующего фенотипическую изменчивость признака. В этом случае селекционный дифференциал показывает интенсивность отбора, он называется интенсивностью селекции и обозначается символом i (таблица 14).

Пользуясь данными таблицы 14, можно определить интенсивность селекции по планируемой численности отбираемых из популяции особей, так же как, зная интенсивность селекции, можно определить количество особей, оставляемых для воспроизводства (рисунок 16).

На селекционный эффект существенное влияние оказывает величина коэффициента наследуемости: низкая наследуемость обуславливает уменьшение селекционного эффекта, при коэффициенте наследуемости, равном нулю, селекция не дает результатов.

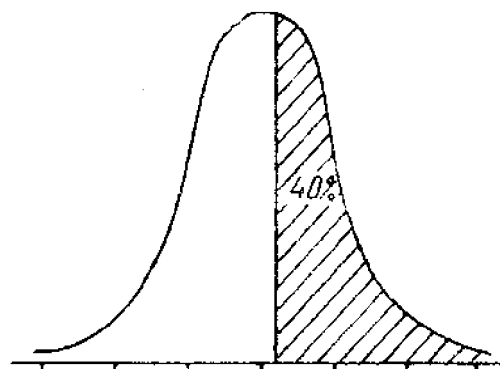
Таблица 14 - Таблица для определения интенсивности селекции

Доля особей, используемых на племя (<i>b</i>)	Число средних квадратических отклонений, характеризующее отличие минимального значения признака от средней в популяции (<i>t</i>)	Интенсивность селекции в стандартных единицах (<i>i</i>)
0,95	-1,64	0,1094
0,90	-1,28	0,1954
0,85	-1,04	0,2732
0,80	-0,84	0,3504
0,75	-0,67	0,4249
0,70	-0,52	0,4970
0,65	-0,39	0,5688
0,60	-0,25	0,6445
0,55	-0,13	0,7193
0,50	0,00	0,7978
0,45	0,13	0,8791
0,40	0,25	0,9667
0,35	0,39	1,0563
0,30	0,52	0,1617
0,25	0,67	1,2748
0,20	0,84	1,4015
0,15	1,04	1,5486
0,10	1,28	1,7590
0,05	1,64	2,0800
0,01	2,33	2,6400



$-3\sigma - 2\sigma - 1\sigma \bar{X} + 1\sigma + 2\sigma + 3\sigma$

$b = 0,70; t = -0,52; i = 0,4970$



$-3\sigma - 2\sigma - 1\sigma \bar{X} + 1\sigma + 2\sigma + 3\sigma$

$b = 0,40; t = 0,25; i = 0,9667$

Рисунок 16 - Связь интенсивности селекции и доли популяции, используемой на племя

Интервал между поколениями представляет собой промежуток времени между рождением родителей и потомков (*I*). У кур смена поколений требует 1,5

года. Однако при отборе на основании учета яйценоскости за первые 4 месяца продуктивности интервал между поколениями сокращается до 1 года.

Для расчета эффекта селекции могут быть использованы две формулы разной степени сложности. Зная величину коэффициента наследуемости (h^2) и величину селекционного дифференциала, можно вычислить эффект селекции (ЭС) на одно поколение по формуле 63, на год – по формуле 64.

$$\text{ЭС}_{\text{пок.}} = \text{СД} \cdot h^2; \quad (63)$$

$$\text{ЭС}_{\text{год}} = \frac{\text{ЭС}_{\text{пок.}}}{I} \quad (64)$$

Эти формулы удобны в тех случаях, когда известно среднее значение признака в популяции и группе птицы, отобранной для воспроизводства.

Расчет эффекта селекции можно выполнить также по формуле

$$\text{ЭС} = h^2 \cdot i \cdot \sigma \quad (65)$$

Формула 64 основана на использовании таблицы 14 и позволяет прогнозировать не только генетический сдвиг в популяции, но и необходимое для этого «селекционное давление», т. е. определить, какая часть популяции должна быть отобрана для дальнейшего воспроизводства. Используя указанную формулу, вначале необходимо определить выраженную в средних квадратических отклонениях разницу между минимальным значением признака в группе отбора и средней яйценоскостью в популяции:

$$i = \frac{X_{\text{минотобр.}} - \bar{X}_{\text{отобр.}}}{\sigma} \quad (66)$$

Пример. В генетическом центре, где ведется селекция на повышение яйценоскости, средняя яйценоскость в популяции равна 281 яйцу при среднем квадратическом отклонении 15 яиц и коэффициенте наследуемости 0,18. Яйценоскость в группе, отобранной для воспроизводства, намечается в среднем 312 яиц, в группу отбираются особи с яйценоскостью не ниже 305 яиц.

1-й метод

При указанном уровне отбора селекционный дифференциал составит: $\text{СД} = \bar{X}_{\text{отобр.}} - \bar{X}_{\text{попул.}} = 312 - 281 = 31$ яйцо. Эффект селекции на одно поколение равен: $\text{ЭС}_{\text{пок.}} = \text{СД} \cdot h^2 = 0,18 \cdot 31 = 5,58$ яйца.

Рассчитанный эффект селекции указывает на то, что яйценоскость дочерей кур, отобранных для воспроизводства, может быть на уровне $281 + 5,6 = 286,6$ яйца. С учетом интервала между поколениями может быть определен эффект селекции за 1 год:

$$\text{ЭС}_{\text{год}} = \frac{\text{ЭС}_{\text{пок.}}}{\Gamma} = \frac{5,58}{1,5} = 3,72$$

2-й метод

Вначале определим выраженную в средних квадратических отклонениях разницу между минимальным значением признака в группе отбора и средней яйценоскостью в популяции:

$$t = \frac{X_{\text{минотобр.}} - \bar{X}_{\text{отобр.}}}{\sigma} = \frac{305 - 281}{15} = \frac{24}{15} = +1,6$$

По таблице 22 определяем, что при $t = +1,6$ интенсивность селекции i равна 2,08, тогда $\text{ЭС} = h^2 \cdot i \cdot \sigma = 0,18 \cdot 2,08 \cdot 15 = 5,62$ яйца, а яйценоскость дочерей кур, отобранных для воспроизводства, может быть на уровне $281 + 5,6 = 286,6$ яйца. Полученные значения близки к рассчитанным по методу 1.

При данном расчете, пользуясь таблицей 22, определяем, что для достижения планируемого эффекта селекции в группу воспроизводства должно быть отобрано всего 5 % кур селекционируемой популяции ($b = 0,05$).

При всех прочих заданных значениях может быть рассчитан также средний уровень продуктивности в отбираемой для воспроизводства материнской группе кур с использованием формулы

$$\bar{X}_{\text{отобр.}} = \bar{X}_{\text{попул.}} + i \cdot \sigma \quad (67)$$

Эта яйценоскость в приведенном примере составляет: $281 + 2,08 \cdot 15 = 312,2$ яйца. В указанном примере эффект селекции за один год составляет: $5,62/1,5 = 3,75$ яйца. Если планом племенной работы предусматривается довести эффект селекции до 15 яиц, на это потребуется 4 года ($15/3,75 = 4$), или 2,7 поколений кур ($4/1,5 = 2,7$).

В свою очередь, когда ведется селекционная работа в течение нескольких поколений, ожидаемый эффект селекции вычисляется путем суммирования селекционных дифференциалов всех поколений.

При расчете эффекта селекции по продуктивным признакам, ограниченным полом (яйценоскость, масса яйца), условно принимают, что влияние отцов на проявление признака у потомства определяется по яйценоскости их сестер и полусестер.

Рассмотренные выше методы расчета полностью приложимы к этим случаям. При определении же селекционного эффекта по признаку, имеющему промежуточный (между обоими родителями) характер, необходимо учитывать значение этого признака как у кур, так и у петухов. В этом случае формула расчета эффекта селекции принимает следующий вид:

$$\text{ЭС} = h_{\text{м}}^2 \cdot \frac{\text{СД}_{\text{м}}}{2} + h_{\text{о}}^2 \cdot \frac{\text{СД}_{\text{о}}}{2}, \text{ или } \text{ЭС} = h^2 \cdot \left(\frac{\text{СД}_{\text{м}} + \text{СД}_{\text{о}}}{2} \right), \quad (68)$$

где h_m^2 и h_o^2 – коэффициенты наследуемости признака по матерям и отцам; $СД_m$ и $СД_o$ – селекционный дифференциал по матерям и отцам.

При одновременной селекции на несколько признаков (n), каждому из которых придается равное значение, селекционный дифференциал для каждого из них составит $\frac{1}{\sqrt{n}}$ той величины, которую он имел бы при селекции только по этому признаку: при селекции на четыре признака он будет вдвое меньше, чем при селекции на один. Следует иметь в виду, что нецелесообразно расплывать «селекционное давление», распределяя его на большее количество признаков, чем это экономически оправдано. В этой связи представляет интерес использование селекционных индексов.

Современные селекционные программы в птицеводстве ориентированы на одновременную селекцию по нескольким признакам. В яичном птицеводстве — это яйценоскость, масса яиц, оплодотворенность и выводимость. В мясном — энергия роста молодняка, выход живой массы молодняка на 1 голову родительского стада, оплата корма приростами, воспроизводительные качества.

Для достижения ощутимого селекционного прогресса ведут отбор по независимым уровням или селекционным индексам. При этом наиболее существенными вопросами являются сроки оценки птицы и, соответственно, интервал смены поколений, а также учет корреляционной зависимости как между селекционируемыми признаками, так и различными периодами испытания продуктивности.

Известно, что основные селекционируемые признаки яичной птицы (яйценоскость и масса яиц) имеют отрицательную зависимость, поэтому преимущественная селекция по одному признаку и может привести к отрицательным результатам.

Большое значение для селекции имеет определение корреляции между признаками у родственников, вскрывающих генетические причинные связи. Если будет обнаружено, что между массой яиц матерей и дочерей отсутствует достоверная корреляция, то это свидетельствует о том, что изменчивость массы яиц дочерей не зависит от ее изменчивости у матерей. Поэтому массовый (фенотипический) отбор в этой популяции не приводит к увеличению массы яиц в следующем поколении.

Задание 1. Исходя из величины коэффициента наследуемости некоторых признаков у птицы (таблица 13), разделите их на три группы. Полученные данные запишите в рабочую тетрадь (таблица 15) и сделайте заключение о наиболее эффективных методах селекции для выделенных групп признаков.

Таблица 15 - Наследуемость некоторых признаков у птицы, %

Признаки	Среднее значение	Пределы колебаний
Высокая наследуемость ($h^2= 60\%$ и выше)		
1. Масса яйца		
2.	60	33–80
Средняя наследуемость ($h^2= 26–59\%$)		
1. Живая масса взрослых кур		
2.	47	22–65

Низкая наследуемость ($h^2 = 5-25\%$)		
1. Выводимость яиц	15	3-20
2.		

Задание 2. Яйценоскость в популяции кур составляет 286 яиц, среднее квадратическое отклонение – 25 яиц, коэффициент наследуемости – 0,20. В выведенную селекционную группу отбираются куры, имеющие яйценоскость не ниже 300 яиц. Определить: эффект селекции, долю отобранной группы в популяции, яйценоскость кур отобранной группы и яйценоскость их дочерей.

Задание 3. Яйценоскость в популяции кур составляет 292 яйца, среднее квадратическое отклонение – 20 яиц, коэффициент наследуемости – 0,16. Сколько потребуется лет для доведения эффекта селекции до 18 яиц при ежегодном отборе в группу для воспроизводства 30 % кур популяции?

Задание 4. Масса яйца в популяции кур составляет в среднем 57,5 г при среднем квадратическом отклонении 1,95 и коэффициенте наследуемости 0,60. В группу для воспроизводства отбираются куры, несущие яйца средней массой не ниже 60 г. Определить: эффект селекции за одно поколение, долю, которую отобранная группа должна составлять в популяции, массу яиц кур отобранной группы и массу яиц их дочерей.

Задание 5. Масса яиц кур в популяции в возрасте 300 дней составляет 56,6 г при среднем квадратическом отклонении 1,80 и коэффициенте наследуемости 0,45. Сколько потребуется лет для доведения эффекта селекции до 5,5 г при отборе в группу для воспроизводства 20 % кур популяции?

6. СЕЛЕКЦИЯ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Цель занятия: приобрести практические навыки в организации племенной работы по получению высокоценных производителей.

Содержание занятия. Селекционно-племенная работа по созданию массива скота желательного типа и дальнейшему его совершенствованию основывается на принятой системе разведения молочного скота, стержень которой – получение, выращивание быков, оценка их по качеству потомства и интенсивное использование улучшателей. Селекционный процесс по выведению высокопродуктивного потомства – это целенаправленное мероприятие, включающее ряд последовательных этапов.

Первый этап – направленный отбор отцов и матерей будущего поколения. В условиях Республики Беларусь при выборе матерей наряду с учетом признаков молочной продуктивности осуществляется оценка функциональных качеств экстерьера. Для сокращения интервала между поколениями и получения наивысшего прогресса селекции все больше должны использоваться телки, полученные путем пересадки эмбрионов.

Высокие показатели родословной являются обязательным условием. Отцы-улучшатели потенциальных матерей быков – аргумент для принятия решения по объективному отбору особей. В качестве отцов быков отбираются только наиболее ценные улучшатели (лидеры), преимущественно зарубежной се-

лекции. Показатели индексов продуктивности родословной отцов быков должны отличаться не менее чем на три стандартных отклонения от средней по популяции. Отцы потенциальных быков-производителей должны иметь выше средней по популяции показатели экстерьера, плодовитости, здоровья, более низкое количество соматических клеток в молоке дочерей и принадлежать к ведущим линиям и семействам.

Второй этап – оценка племенных и индивидуальных качеств ремонтных бычков на пути превращения новорожденного в молодого быка.

Бычки, рожденные от «заказного» спаривания, поступают на элеввер, а затем на госплемпредприятие, если они достигают развития, характерного для их возраста, имеют хороший экстерьер и здоровье. Ежемесячно контролируется соответствие возрастным стандартам по живой массе, высоте, длине туловища и глубине груди быков. Записывается состояние здоровья (учитываются болезни), обследуются половые органы (андрологическое обследование), учитывается потребление корма и качество конечностей.

Отобранных по отмеченным показателям лучших бычков в 10-месячном возрасте передают на племпредприятия, где после прохождения карантина, с 11–12-месячного возраста, начинают их племенное использование. При передаче с элеввера на госплемпредприятие бычок получает статус молодого быка.

Третий этап – период от молодого быка до ожидающего быка. На основе контрольного осеменения подсчитывается оплодотворяющая способность спермы быка, измеряемая процентом маток, не нуждающихся в повторном осеменении.

Количество необходимого для оценки быка осеменяемого маточного поголовья рассчитывается по следующей методике. Вероятность получения жизнеспособных телок в приплоде – 40 из 100 коров. Из них 10 выбраковывают по энергии роста, болезням, травмам и т. п. Случного возраста достигают 30 телок, но 5 из них выбывают до окончания первой лактации в связи с аномалиями родополовых органов, патологическими родами, низким уровнем продуктивности и по другим причинам. Оставшиеся 25 первотелок и есть эффективные дочери.

Чтобы получить 100 эффективных дочерей для оценки производителя, необходимо осеменить 400 коров, израсходовав на это 1200 доз семени.

Быка переводят в положение ожидаемого. В период ожидания собирается резервный банк спермы в размере примерно 3000 доз на случай, если бык умрет до того, как результаты проверки его потомства станут известными.

Четвертый этап – период от ожидающего быка до используемого производителя. По результатам оценки быка по качеству потомства накапливается информация о способности дочерей родить живых, жизнеспособных телят (регистрируется при отеле). Учитывается и просчитывается молочная продуктивность дочерей.

В первую лактацию оцениваются экстерьер и хозяйственные качества потомства. Кроме того, регистрируются плодовитость дочерей, возможные заболевания и число соматических клеток в молоке. Индексы племенной ценности молодых быков высчитываются, когда все данные относительно потомства ста-

новятся доступными.

Для ранжирования быков-производителей по типу телосложения их дочерей применяют линейный метод оценки экстерьера и конституции. Согласно методике линейной оценки каждый из признаков имеет самостоятельное значение и оценивается отдельно от других по шкале от 1 до 9 баллов (прил. 2).

Цель оценки быков по потомству заключается в том, чтобы по имеющимся данным получить как можно более точный прогноз их генотипа (племенной ценности). Для этого устраняется влияние на продуктивность дочерей многочисленных систематических факторов внешней среды (уровня кормления, условий содержания дочерей быков в разных хозяйствах, года и сезона отела, продолжительности лактации и т. д.).

Международный опыт свидетельствует, что получение более достоверных оценок племенной ценности быков возможно при использовании метода наилучшего линейного несмещенного прогноза (*BLUP*).

Быки-производители для воспроизводства отбираются по их способностям передавать потомству как продуктивность (молоко, жирность, протеин), так и тип (особенно вымя и конечности).

Окончательный этап в определении отцов и матерей будущих быков-производителей – индексная оценка, объединяющая генетическую информацию о племенной ценности родителей и фенотипе пробанда.

Сегодня в мире широко используется метод геномной оценки. Современные достижения геномики коренным образом изменили технику оценки быков-производителей по качеству потомства. Геномная селекция позволила преодолеть барьер генерационного интервала. Стало возможным при отборе бычков еще в четырех-шестинедельном возрасте располагать оценкой племенной ценности (ПЦ) животного на основании геномного анализа. Спустя год бычки с более высокой геномной ценностью могут быть реализованы на племя. Ученые подсчитали, что даже при 75 % надежности (точности определения) ПЦ молодых бычков эффективность селекции возрастает в два раза.

С 1 января 2009 г. Министерством сельского хозяйства США была официально введена геномная оценка молочного скота, и в сертификатах племенных быков голштинской и джерсейской пород появилось обозначение *GPTA* (*Genomie Predicted Transmitting Abilities*), или геномная прогнозируемая ценность, которая вычисляется в лаборатории, разрабатывающей программы совершенствования животных (*AIPL – Animal Improvement Programs Laboratory*). Геномная информация стала обязательной при оценке молочного скота в Канаде, Нидерландах, Новой Зеландии, Франции, Дании, Италии, Австралии, Германии и др.

Применение геномной оценки позволило увеличить интенсивность подбора производителей. Если раньше 65 оцененных быков-производителей отбирали из тысячи испытанных по потомству (1:15), то геномная селекция позволяет выбрать 65 лучших из более чем пяти тысяч оцененных кандидатов (1:75).

Геномная оценка основана на использовании так называемых СНИПов (*SNP – Single Nucleotide Polymorphism*, или однонуклеотидный полиморфизм, то-

чечные замены нуклеотидов) и заключается в исследовании ДНК животного и установлении замен единичных нуклеотидов в ее последовательности. Вариации нуклеотидов широко распространены и встречаются с частотой примерно одна замена на 1000 пар нуклеотидов. Примером СНИПа может служить замена нуклеотидов в последовательности *ATGCAT* на *GTGCAT*, где *A* (аденин) заменяется на *G* (гуанин).

Геномная оценка включает в себя 40 000 генетических маркеров – СНИ-Пов на каждое животное. Точнее, одновременно с помощью ДНК-чипа генотируют 58 000 маркеров, из них около 40 000 считают информативными, имеющими влияние на признаки, интересующие селекционеров.

Генетические маркеры, используемые в геномной оценке, покрывают все хромосомы и учитывают передачу по наследству всех участников генома. Каждый из них оказывает разное действие на признак от большого до самого незначительного эффекта. Однако сумма небольших эффектов является существенной для проявления признака. Именно поэтому и учитывают в геномной оценке все 40 000 однонуклеотидных замен.

Задание 1. Произвести подбор производителей к быкопроизводящим коровам.

Задание 2. Оценить качество родословной, результаты расчета представить в виде таблицы 16.

Таблица 16 - Оценка качества родословной

Ряды предков	Тип консолидации родословной					Тип инбридинга			Тип подбора		
	<i>n</i>	прогрессивный	<i>n</i>	смешанный	<i>n</i>	стабильный	внутри-линейный	на линии матери	на посредника	внутри-линейный	кросс

Задание 3. Определить необходимое количество ремонтных бычков при получении быков-лидеров, результаты расчета представить в виде таблицы 17.

Таблица 17 - Определение необходимого количества ремонтных бычков при получении быков-лидеров

Этапы оценки	Племенные животные	Процент браковки
Оценка по интенсивности роста и экстерьеру	Ремонтные бычки, гол.	13
Оценка по воспроизводительной способности	Ремонтные бычки, гол.	10
Оценка по качеству потомства	Проверяемые бычки, гол.	70
Оценка по экстерьеру дочерей	Проверенные быки-производители, гол. Быки-лидеры, 6 голов (10 % от числа быков-улучшателей)	

Задание 4. Составить календарный план получения быков-производителей на ближайшие 7 лет, результаты расчета представить в виде таблицы 18.

Таблица 18 - Календарный план получения быков-производителей на _____ гг.

Мероприятия	Период, лет	Год	Месяц
Планирование заказного подбора	0		
Рождение бычка	0,75–0,80		
Начало испытания	1,90		
Рождение первых телят	2,70		
Оценка дочерей	4,40		
Первая оценка племенной ценности (100 сут.)	4,70		
Окончательная оценка племенной ценности	5,40		

7. СЕЛЕКЦИЯ БЫКОПРОИЗВОДЯЩИХ КОРОВ

Цель занятия: освоить методические подходы в организации селекционного процесса по получению матерей быков-производителей.

Содержание занятия. Матерей быков отбирают из числа лучших коров племенных стад. Благодаря высокому дифференциалу вклад матерей быков в общее генетическое улучшение популяции составляет около 30 %.

Селекционный процесс по формированию группы матерей производителей осуществляется в несколько этапов.

На первом этапе отбора исходным материалом являются нетели, лучшие по происхождению, развитию и экстерьеру. После их отела производится оценка за 100 дней лактации. Учитывается удой, тип телосложения, технологичность. После окончания первой лактации отбор производится по продуктивным качествам и устойчивости лактации.

Второй этап отбора матерей ремонтных бычков предусматривает повторную оценку по фенотипу. В начале лактации коров второго отела учитывается продолжительность сервис-периода, а затем повторяемость удоя, молочного жира и белка. По окончании лактации 3–5 % коров выделяется в резервную группу матерей быков.

На третьем этапе предусматривается использование селекционных индексов, учитывается состояние здоровья животных, качество потомства и выделяется группа признанных матерей быков. У всех быкопроизводящих коров происхождение подтверждается данными генетической экспертизы. Коровы с сомнительным происхождением в группу быкопроизводящих не включаются.

Такой подход позволяет ранжировать высококлассных коров по показателям их племенной ценности и на этой основе выявлять лучших особей для их

дальнейшего использования.

Задание 1. Оценить качество родословной нетели, результаты расчета представить в виде таблицы 19.

Таблица 19 - Оценка качества родословной нетели

Кличка, номер	Тип подбора		Тип консолидации родословной			Наличие инбридинга
	Внутрилинейный	Кросс	Прогрессивный	Смешанный	Стабильный	

Задание 2. Провести оценку потенциальной матери быка-производителя, результаты расчета представить в виде таблицы 20.

Таблица 20 - Оценка потенциальной матери быка-производителя

Кличка, номер коровы	Продуктивность			Живая масса, кг	Сервис-период, дн.	Приплод		И _к
	удой, кг	жир, %	белок, %			пол	живая масса, кг	

Задание 3. Рассчитать параметры оценки матерей быков, результаты расчета представить в виде таблицы 21.

Таблица 21 - Параметры оценки матерей быков

Лактация	Продуктивность			Скорость молокоотдачи, кг/мин	Оценка телосложения, балл	Живая масса, кг	Племенная ценность
	удой, кг	жир, %	белок, %				
1-я							
2-я							
3-я и старше							

8. ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ

Цель занятия: овладеть навыками применения селекционных приемов формирования оптимальной генеалогической структуры популяции.

Содержание занятия. Структура популяции является сложной динамичной системой, изменяемой в результате селекционной работы – отбора и подбора производителей. Одним из средств оптимизации генеалогической структуры является регулирование количества отцов быков в пределах популяции, селекционируемой по единой программе. Общая закономерность такова, что темпы генетического прогресса популяции возрастают при уменьшении числа отцов быков.

Динамику генеалогической структуры определяют два дополняющих друг друга фактора: во-первых – генеалогическая структура быков госплемпредприятий и, во-вторых, количество и качество быков, используемых в племенных хозяйствах. Изучение динамики генеалогической структуры популяции осуществляют по материалам госплемкниг, племенных карточек используемых быков-производителей.

Используя данные зоотехнического и племенного учета, проводят анализ закрепления быков-производителей за 15–20-летний период. Учитывается количество быков, их линейная принадлежность и породность. Оценивается роль использования производителей, закрепленных в других странах, влияние на продуктивные качества и формирование типа телосложения потомства. Определяется линейный состав используемых производителей.

В племенной работе с линиями принципиальное значение имеет отдаленность быков, закрепляемых за маточным поголовьем популяции, от родоначальников. Коэффициент генетического сходства потомка с родоначальником в третьем поколении составляет 12,5, четвертом – 6,2, пятом – только 3,1 %. Поэтому заводская линия на третьем-четвертом поколении прекращает свое существование, «уходит в матки», «затухает». Путем применения близких и умеренных степеней инбридинга генетическое сходство потомков с родоначальником можно поддерживать и в более отдаленных поколениях.

Большая линейная пестрота используемых производителей, отдаленность их от родоначальников, закрепление большого количества быков разной селекции повышает генеалогическую раздробленность маточного поголовья, снижает адаптационные возможности потомства.

На рисунке 15 представлена генеалогическая схема линии РефлекшнСоверинга в стаде РУП «Учхоз БГСХА».

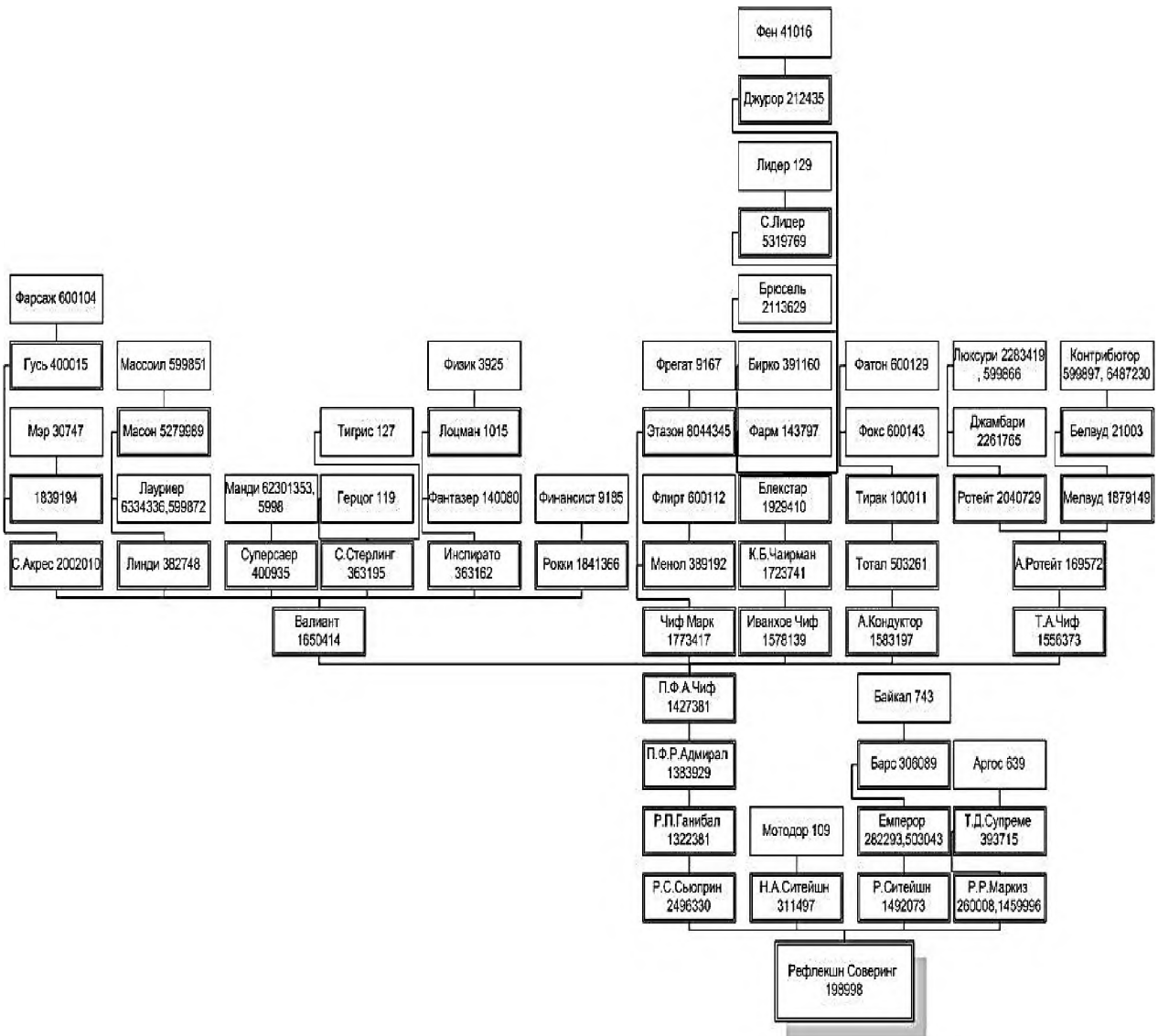


Рисунок 17 - Генеалогическая схема линии Рефлекшн Соверинг в стаде РУП «Учхоз БГСХА»

Задание 1. По данным информационной системы (ИС) «Племдело – КРС» (plem.givc.by) установить генеалогическую структуру популяции региона, результаты расчета представить в виде таблицы 22.

Таблица 22 - Генеалогическая структура популяции региона

Генеалогическая линия, ветвь	Число быков	
	ГОЛ.	%

Задание 2. Используя родословные быков, сравнить их генетические сходства с родоначальником в разрезе линий.

Задание 3. Оценить продуктивные качества женских предков производителей в зависимости от генотипа (порода, породность, линия, страна селекции), результаты расчета представить в виде таблицы 23.

Таблица 23 - Оценка продуктивных качеств женских предков производителей в зависимости от генотипа

Генотип	n	М				ММ				МО			
		удой, кг		жир, %		удой, кг		жир, %		удой, кг		жир, %	
		$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m$	$C_v, \%$

9. ФОРМИРОВАНИЕ МАССИВА СКОТА ЖЕЛАТЕЛЬНОГО ТИПА

Цель занятия: получить практические навыки по разработке параметров отбора животных желательного типа.

Содержание занятия. При разработке селекционной стратегии специалистами в странах с высокопродуктивным молочным скотоводством определяющим является обоснование цели селекции, которая заключается в достижении (создании) желательного типа животного, стада, популяции. В каждом случае понятие «желательный тип» конкретизируется по времени и количеству селекционируемых признаков с учетом достигнутого уровня их развития и биологической возможности улучшения.

Под желательным типом понимают совокупность морфологических и функциональных особенностей животных, обеспечивающих в конкретных природных и хозяйственных условиях наилучшее развитие их продуктивных качеств при сохранении здоровья и высокой плодовитости.

Селекционная работа по разработке параметров желательного типа молочного скота популяции проводится в несколько этапов.

Первый этап предусматривает комплексную оценку экстерьерно-конституциональных, продуктивных, племенных и других особенностей животных активной части популяции. С учетом огромного влияния быков-производителей при использовании искусственного осеменения на популяцию в первую очередь производится их оценка по фенотипу с учетом генотипа.

На втором этапе используется индексная оценка. Выбор индексов в разных странах зависит от уровня ведения племенной работы и компьютеризации селекционного процесса. Согласно зоотехническим правилам оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада их расчета и измерения племенную ценность определяют по системе BLUP.

Наличие объективных критериев по определению параметров желательного типа позволяет селекционерам приступить к третьему этапу селекционной работы, который заключается в оценке производственной типичности племенных животных и разработке стандартов их отбора по фенотипу. На рисунке 18 приведена корова желательного типа телосложения.



Рисунок 18 - Корова желательного типа телосложения

Определение критериев желательного типа для маточного поголовья активной части популяции производится по данным планов племенной работы племенных стад путем тщательной оценки фенотипических показателей (продуктивность, живая масса, экстерьер), расчета селекционно-генетических параметров. Параметры желательного типа рассчитываются отдельно для коров первой и третьей лактаций (таблица 24).

Таблица 24 - Параметры отбора коров-первотелок желательного типа для воспроизводства стада в племенных хозяйствах

Признак	Значение
Удой, кг	8750
Жир, %	3,83
Белок, %	3,45
Живая масса, кг	570
Высота в холке, см	136
Высота в крестце, см	142
Ширина груди, см	22
Глубина груди, см	80
Косая длина туловища, см	170
Обхват груди, см	200
Обхват пясти, см	19
Коэффициент молочности	15,0

Конкретные критерии устанавливают для животных разных возрастов при оценке в племенных стадах и в целом по популяции коров разной кровности. Проводится корреляционный анализ между удоем и различными технологическими показателями, полученные в результате обработки средние параметры селекционируемых признаков принимают за нижнюю границу отбора.

Формирование массива скота желательного типа можно реализовать либо за счет массового закупа молочного скота соответствующего генотипа и телосложения из других стран, либо путем разработки ряда научно-методических и технологических мероприятий по последовательному формированию массива

скота, адаптированного к условиям обитания конкретного региона и способного показывать высокие продуктивные качества на протяжении продолжительного периода эксплуатации.

В свою очередь, получение животных желательного типа в масштабах популяции может быть достигнуто за счет повышения продуктивных, племенных качеств и улучшения экстерьерных особенностей быкопроизводящих коров и быков-производителей.

Системный подход к формированию животных, приспособленных к условиям обитания, способных показывать высокие продуктивные качества при минимальных затратах кормовых средств и труда позволяет рассматривать проблему как цепь последовательных этапов племенной работы на уровне популяция – племенное хозяйство – племенное животное – среда (рисунок 19).



Рисунок 19 - Этапы системного подхода по формированию массива скота желательного типа

Такой подход дает возможность разработать методологические принципы планирования исследований и на основе их результатов получить комплексную информацию о современном состоянии животных активной части популяции и организации племенной работы по получению потомства, отвечающего параметрам желательного типа с учетом факторов реальной эксплуатации.

В связи с этим при оценке эксплуатационных показателей племенного животного для системного исследования принимается трехуровневая структура (рисунок 20). Из рисунка 20 видно, что подсистемы первого уровня характеризуются основными показателями оценки животного, а на низшей ступени иерархической структуры находятся показатели, определяющие его параметры в условиях эксплуатации.

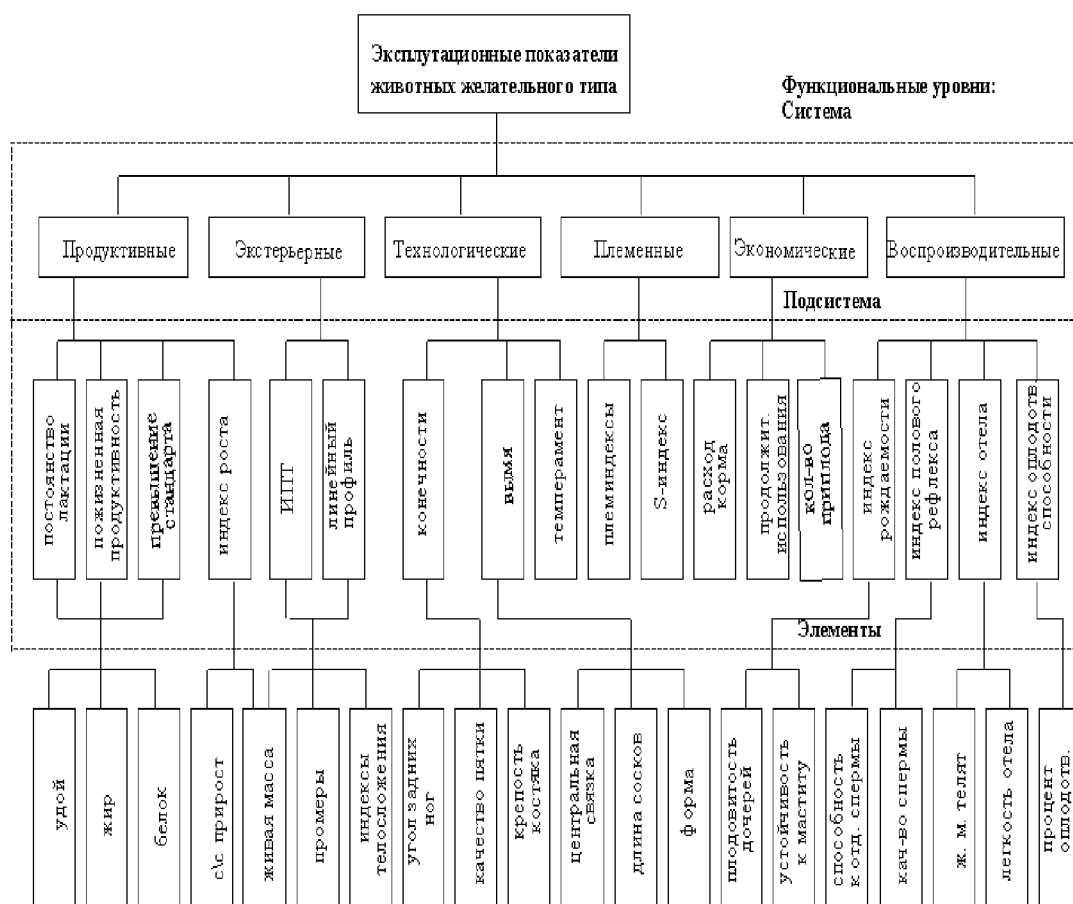


Рисунок 20 - Оценка эксплуатационных показателей племенных животных в виде иерархической системы

Практика использования племенных животных в условиях сельскохозяйственного производства показывает, что короткий срок эксплуатации во многом определяется действием естественного отбора, неквалифицированным обращением при обслуживании, наличием большого количества приплода от импортных производителей, недостаточной кормовой базой.

Если учитывать, что интенсивность эксплуатации высокопродуктивных животных в сельскохозяйственном производстве постоянно повышается, при этом значительно увеличивается рентабельность производимой животноводческой продукции, а животное остается прежним, то становится актуальным вопрос системного подхода селекционной работы по созданию животных, приспособленных к современным требованиям эксплуатации. Введение последней составляющей (окружающая среда) обуславливается эксплуатацией племенных животных в различных природно-климатических зонах, с различной температурой, влажностью воздуха, кормовыми возможностями, которые в той или иной мере влияют на продуктивные качества животного.

Задание 1. Выбрать из списка коров, оцененных по продуктивности и экстерьеру, животных желательного типа.

10. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ ПЛЕМЕННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Цель занятия: ознакомиться с основными документами, регламентирующими деятельность в сфере племенного животноводства.

Содержание занятия. Для Республики Беларусь рынок племенных животных имеет большую значимость в связи с ускоренным развитием интеграционно-экономических отношений с иными странами. Приоритетным направлением развития племенного животноводства в нашей стране является повышение эффективности отрасли.

В Республике Беларусь порядок ведения работы в племенном животноводстве регулируется рядом перечисленных далее нормативно-правовых актов:

1. Закон Республики Беларусь от **18 апреля 2022 г. № 162-З** об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве», определяющий правовые и организационные основы упомянутого вида деятельности, направлен на создание условий для получения и использования качественной племенной продукции (материала).

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от **27 сентября 2022 г. № 96** «О реализации Закона Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г. № 162-З «Об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве»».

3. Этим документом обоснована необходимость утверждения государственных программ в области племенного дела (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от **1 февраля 2021 г. № 59** «О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы»).

4. Постановление Совета Министров сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от **17 августа 2022 г. № 84** Об утверждении Зоотехнических правил оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада, их расчета и измерения.

5. Постановление Совета Министров сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от **17 августа 2022 г. № 85** Об изменении постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 30 августа 2013 г. № 42.

6. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от **23 сентября 2022 г. № 633** О реализации Закона Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г. № 162-З «Об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве»».

7. Постановление Совета Министров сельского хозяйства Республики Беларусь от **22 июня 2022 г. № 68** «О требованиях к организации и проведению апробации новых пород, типов, линий и кроссов животных».

8. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от **22 сентября 2020 г. №113** «Об утверждении порядка проведения апробации новых пород, типов, линий, кроссов сельскохозяйственных животных в государствах – членах Евразийского экономического союза».

9. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от **21 ноября 2023 г. №159** «О внесении изменений в Порядок проведения апробации новых пород, типов, линий, кроссов сельскохозяйственных животных в государствах –

членах Евразийского экономического союза».

10. Постановление Совета Министров сельского хозяйства Республики Беларусь от 30 августа 2022 г. № 89 «О порядке организации молекулярной генетической экспертизы».

11. Закон Республики Беларусь от 15 июля 2015 г. № 287-З «Об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных (стад), идентификации прослеживаемости продуктов животного происхождения».

Изучив Закон Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г. № 162-З об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве» выполните задания 1-4.

Задание 1. Дайте определения основным терминам, используемым в настоящем Законе.

Задание 2. Как происходит государственное регулирование и управление в области племенного дела?

Задание 3. Перечислите основные виды субъектов племенного животноводства и укажите их основные задачи.

Задание 4. Укажите, какие мероприятия проводятся в области племенного дела согласно закону.

Изучив Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27 сентября 2022 г. № 96 «О реализации Закона Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г. № 162-З «Об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве», выполните задания 5-8.

Задание 5. Укажите минимальные требования, предъявляемые к племенным хозяйствам по разведению крупного рогатого скота молочных пород.

Задание 6. Укажите минимальные требования, предъявляемые к племенным хозяйствам по разведению крупного рогатого скота мясных пород.

Задание 7. Укажите минимальные требования, предъявляемые к селекционно-генетическим центрам по разведению крупного рогатого скота и племенным репродукторам по выращиванию ремонтных бычков.

Задание 8. Отметьте минимальные требования, предъявляемые к племенным хозяйствам, к селекционно-генетическим центрам и к селекционно-гибридным центрам по разведению свиней.

Задание 9. Укажите минимальные требования, предъявляемые к племенным хозяйствам по разведению различных видов и пород птицы.

Изучив Зоотехнические правила о порядке создания и использования генофондных стад, банков спермы и эмбрионов (Постановление Совета Министров сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 30.08.2013 г. № 42 (в редакции постановления Совета Министров сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 17 августа 2022 г. № 85)), выполните задание 10.

Задание 10. Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Какие породы относятся к генофондным?
2. В каком случае создаются генофондные стада, банки спермы и эмбрио-

нов?

3. Кем и с какой целью создаются банки спермы, эмбрионов от племенных животных?

4. Что предпринимается в генофондном хозяйстве с целью избежания проявления генетических аномалий?

5. Что относится к субъектам племенного животноводства?

6. Кто является объектом племенного животноводства?

7. С какой целью формируется банк данных генетических исследований племенных животных?

Изучив Постановление Совета Министров Республики Беларусь 23 сентября 2022 г. № 633 О реализации Закона Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г. № 162-З «Об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве», выполните задание 11.

Задание 11. Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Укажите порядок регистрации в реестре субъектов племенного животноводства и выдачи паспорта субъекта племенного животноводства.

2. Укажите порядок формирования банка данных генетических исследований племенных животных.

На основании информации, содержащейся в Решении Коллегии Евразийской экономической комиссии от 22 сентября 2020 г. № 113 «Об утверждении порядка проведения апробации новых пород, типов, линий, кроссов сельскохозяйственных животных в государствах – членах Евразийского экономического союза», выполните задания 12-14.

Задание 12. Дайте определение основным понятиям: «апробация», «кросс», «линия», «тип».

Задание 13. Перечислите условия, которые следует соблюдать при проведении апробации.

Задание 14. Запишите требования к минимальной численности поголовья племенных животных, апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов (приложение 1).

На основании информации, содержащейся в Решении Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21 ноября 2023 г. №159 «О внесении изменений в Порядок проведения апробации новых пород, типов, линий, кроссов сельскохозяйственных животных в государствах – членах Евразийского экономического союза», выполните задание 15.

Задание 15. Сделайте краткий конспект оценки апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов крупного рогатого скота (*Bos primigenius* Bojanus) на отличимость, однородность, стабильность и устойчивость к заболеваниям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаровец, Н. В. Разработка и оптимизация программ крупномасштабной селекции в молочном скотоводстве : учебное пособие / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, Н. И. Гавриченко. – Горки, 2002. – 40 с.
2. Казаровец, Н. В. Селекционная работа по формированию массива скота желательного типа : учебное пособие / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, Н. И. Гавриченко. – Горки, 2002. – 24 с.
3. Казаровец, Н. В. Селекция черно-пестрого скота : учебно-методическое пособие / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, Н. И. Гавриченко. – Минск, 2002. – 78 с.
4. Казаровец, Н. В. Белорусская популяция черно-пестрого скота: история формирования, направления совершенствования : монография / Н. В. Казаровец, И. П. Шейко, Т. В. Павлова. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – 208 с.
5. Крупномасштабная селекция в животноводстве / Н. З. Басовский [и др.]. – Киев : Ассоциация «Украина», 1994. – 373 с.
6. Новая геномная оценка молочного скота / Т. И. Епишко [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XV Международной научно-практической конференции, Гродно, 18 мая 2012 г.: в 2 ч. / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2012. – Ч. 1 – С. 223–225.
7. О племенном деле в животноводстве : Закон Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г., № 162-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс].
8. О требованиях к организации и проведению апробации новых пород, типов, линий и кроссов животных : постановление Совета Министров сельского хозяйства Республики Беларусь от 22 июня 2022 г., № 68 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс].
9. Об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных (стад), идентификации прослеживаемости продуктов животного происхождения : Закон Республики Беларусь от 15 июля 2015 г., № 287-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс].
10. Об изменении Закона Республики Беларусь «О племенном деле в животноводстве» : постановление Совета Министров Республики Беларусь 23 сентября 2022 г., № 633 О реализации Закона Республики Беларусь от 18 апреля 2022 г., № 162-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс].
11. Об утверждении Зоотехнических правил оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада их расчета и измерения : постановление Совета Министров сельского хозяйства и продо-

вольствия Республики Беларусь от 17 августа 2022 г., № 84 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс].

12. Павлова, Т. В. Селекция сельскохозяйственной птицы : методические указания и задания к лабораторным занятиям для студентов специальности «Зоотехния» (специализация «Птицеводство») / Т. В. Павлова, Е. В. Давыдович, И. Б. Измайлович ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Кафедра разведения и генетики сельскохозяйственных животных. – Горки : БГСХА, 2014. – 56 с.
13. Петухов, В. Л. Генетические основы селекции животных / В. Л. Петухов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 448 с.
14. Племенная работа в молочном скотоводстве : монография / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2012. – 424 с.
15. Племенная работа по формированию массива скота желательного типа : монография / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск, 2008. – 237 с.
16. Племенная работа, организация воспроизводства и полноценного кормления в молочном скотоводстве / Н. С. Яковчик [и др.] ; под общ. ред. Н. В. Казаровца. – Минск : БГАТУ, 2021. – 364 с.
17. Селекционно-племенная работа в молочном скотоводстве : методическое пособие для преподавателей, студентов, учащихся и специалистов зоотехнического профиля / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск, 2002. – 96 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1
к Зоотехническим правилам оценки
селекционируемых признаков
племенного животного, племенного
стада, их расчета и измерения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ коров с использованием процедуры множественных признаков

Использование множественных признаков для определения молочной продуктивности коров (далее – многопризнаковая процедура) позволяет рассчитать продуктивность за 305 дней лактации для удою, кг, молочный жир и белок, кг и соматические клетки, используя информацию о стандартных лактационных кривых и ковариациях между продуктивностью по удою, жиру, белку и соматическим клеткам. Продуктивности за контрольные дойки рассчитываются согласно их относительным дисперсиям и стандартным лактационным кривым коров со сходной породой, регионом, номером лактации, возрастом и сезоном отела и используются для оценки параметров лактационной кривой для каждой коровы.

Многопризнаковая процедура позволяет использовать контрольные дойки с большими интервалами, контрольные дойки только с данными по удою, и делать прогноз на основании всего одной контрольной дойки для коровы. Многопризнаковая процедура также позволяет рассчитывать пиковую продуктивность, день с пиковой продуктивностью, стабильность продуктивности, ожидаемую продуктивность для контрольной дойки.

Метод многопризнаковой процедуры основан на модели Вилминка в совокупности с использованием стандартных лактационных кривых коров со сходными характеристиками. Функция Вилминка для одного признака и рассчитывается по формуле:

$$y = A + Bt + C_{\exp(-0.05t)} + e,$$

где

y – продуктивность на день;

t – день лактации;

A , B и C – параметры, определяющие форму лактационной кривой;

e – неучтенная изменчивость.

Параметры A , B и C определяются для каждого признака. Признаки продуктивности высоко коррелированы и многопризнаковая процедура учитывает эти корреляции. Использование многопризнаковой процедуры позволяет оценивать продуктивность, даже если для коровы имеются данные не по каждой контрольной дойке.

Вектор параметров, рассчитываемый для каждой коровы, определяется:

$$\hat{c} = \begin{pmatrix} A_M \\ B_M \\ C_M \\ A_F \\ B_F \\ C_F \\ A_P \\ B_P \\ C_P \\ A_S \\ B_S \\ C_S \end{pmatrix},$$

где

M, F и P обозначают удой, жир и белок;

S – соматические клетки.

Вектор \hat{c} рассчитывается для каждой коровы на основании доступных данных контрольной дойки (вектор параметров c_0 , рассчитывается на данных всех коров со сходными характеристиками);

y_k – вектор продуктивности и соматических клеток в контрольной дойке в любой день лактации t ;

k – день лактации;

t – номер лактации.

$$Y_k = \begin{pmatrix} M_k \\ F_k \\ P_k \\ S_k \end{pmatrix}$$

Матрица инциденции, X'_k строится следующим образом:

$$X'_k = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ t & 0 & 0 & 0 \\ \exp(-0.05t) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & t & 0 & 0 \\ 0 & \exp(-0.05t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & t & 0 \\ 0 & 0 & \exp(-0.05t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & t \\ 0 & 0 & 0 & \exp(-0.05t) \end{pmatrix}$$

Уравнения МТР следующие:

$$(X'R^{-1}X + G^{-1})\hat{c} = X'R^{-1}y + G^{-1}c_0 ,$$

где

$$X'R^{-1}X = \sum_{k=1}^n X'_k R_k^{-1} X_k$$

и

$$X'R^{-1}y = \sum_{k=1}^n X'_k R_k^{-1} y_k$$

и n – количество контрольных доек для коровы. R_k – матрица 4x4, содержащая дисперсии и ковариации между признаками на контрольную дойку в день t лактации:

$$R_k = \begin{pmatrix} \Gamma_{MM}^{(t)} & \Gamma_{FM}^{(t)} & \Gamma_{PM}^{(t)} & \Gamma_{SM}^{(t)} \\ \Gamma_{MF}^{(t)} & \Gamma_{FF}^{(t)} & \Gamma_{PF}^{(t)} & \Gamma_{SF}^{(t)} \\ \Gamma_{MP}^{(t)} & \Gamma_{FP}^{(t)} & \Gamma_{PP}^{(t)} & \Gamma_{SP}^{(t)} \\ \Gamma_{MS}^{(t)} & \Gamma_{FS}^{(t)} & \Gamma_{PS}^{(t)} & \Gamma_{SS}^{(t)} \end{pmatrix}$$

Элементы R_k получены в результате регрессионного анализа фенотипических дисперсий и ковариаций по формуле:

$$r_{ij}(t) = \beta_{0ij} + \beta_{1ij}(t) + \beta_{2ij}(t^2),$$

где

β – коэффициенты регрессии;

G – матрица 12x12, содержащая дисперсии и ковариации между параметрами в векторе c , и отражает вариацию параметров между коровами, включающую генетические и средовые эффекты, но не учитывает генетические ковариации между коровами.

Параметры для G и R_k варьируют между породами и должны быть известны.

Если для коровы в контрольную дойку известен только удой, расчеты ведутся по следующей формуле:

$$y_k = \begin{pmatrix} M_k \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

и

$$R_k = \begin{pmatrix} \Gamma_{MM}^{(t)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Матрица, обратная R_{k_1} – обратная матрица ненулевой подматрицы R_{k_1} , игнорирует нулевые ряды и столбцы. Таким образом, факт отсутствия признаков на контрольной дойке учитывается в многопризнаковой процедуре.

Точность прогнозируемой суммарной продуктивности за 305 дней лактации зависит от количества контрольных доек за лактацию и соответствующие им дни лактации. Таким образом, каждая оценка требует выставления достоверности и отражение их вместе с оценками, особенно если малое количество контрольных доек с нерегулярными интервалами распространено в учете продуктивности.

На данный момент применяется приближенный метод, использующий обратные элементы:

$$(X'R^{-1}X + G^{-1})^{-1}$$

Примеры расчетов: четыре контрольные дойки 25-месячной коровы голштинской породы, отелившейся в июне, приведены в таблице:

Номер контрольной дойки	День лактации (t)	Удой, кг	Жир, кг	Белок, кг	Соматические клетки в молоке, млрд шт.
1	15	28,8			3,130
2	54	29,2	1,12	0,87	2,463
3	188	23,7	0,97	0,78	2,157
4	250	20,8			2,619

В двух контрольных дойках отсутствует продуктивность по жиру и белку, а интервалы между контрольными дойками нерегулярные и большие. Вектор стандартных параметров лактационной кривой, основанных на всех доступных данных сходных коров:

$$\hat{c} = \begin{pmatrix} 27.533957 \\ -0.024306 \\ -2.996587 \\ 0.874776 \\ -0.000044 \\ 0.172253 \\ 0.801297 \\ -0.000208 \\ -0.109917 \\ 2.042824 \\ 0.001917 \\ 0.997263 \end{pmatrix}$$

Для каждой контрольной дойки должны быть построены матрицы R_k . Матрицы R_k основаны на регрессионных уравнениях. Уравнения для голштинской породы:

$$\begin{aligned} r_{MM}(t) &= 71.0752 - 0.281201t + 0.0004977t^2 \\ r_{MF}(t) &= 2.4365 - 0.013274t + 0.0000302t^2 \\ r_{MP}(t) &= 2.0504 - 0.008286t + 0.0000163t^2 \\ r_{MS}(t) &= -1.7993 + 0.013209t - 0.000056t^2 \\ r_{FF}(t) &= 0.1312 - 0.000725t + 0.000001586t^2 \\ r_{MM}(t) &= 0.0739 - 0.000386t + 0.000000926t^2 \\ r_{MM}(t) &= -0.0386 + 0.000292t - 0.000001796t^2 \\ r_{MM}(t) &= 0.066 - 0.000267t + 0.0000005636t^2 \\ r_{MM}(t) &= -0.0404 + 0.000369t - 0.000001743t^2 \\ r_{MM}(t) &= 3.0404 - 0.000083t + 0.000006105t^2 \end{aligned}$$

Матрицы R_1, R_2, R_3, R_4 , обратные матрицам дисперсии-ковариации для продуктивности четырех контрольных доек (из вышеуказанного примера), приведены ниже:

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.0151259 & 0 & 0 & 0.0080354 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0080354 & 0 & 0 & 0.3334553 \end{pmatrix}$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.1685584 & 0.345947 & -4.851935 & 0.0254775 \\ -0.345947 & 26.830915 & -17.40281 & -0.041445 \\ -4.851935 & -17.40281 & 187.18579 & -0.584885 \\ 0.0254775 & -0.041445 & -0.584885 & 0.3365425 \end{pmatrix}$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} 0.2620161 & 0.1479068 & -7.943903 & 0.0316069 \\ 0.1479068 & 54.446977 & -56.01333 & 0.3306741 \\ -7.943903 & -56.01333 & 317.9609 & -0.92601 \\ 0.0316069 & 0.3306741 & -0.92601 & 0.3654369 \end{pmatrix}$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0.0329465 & 0 & 0 & 0.0251039 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0251039 & 0 & 0 & 0.3981981 \end{pmatrix}$$

Матрица G^{-1} 12x12 одинакова для всех коров одной породы и представлена в разделенной форме:

Верхняя левая 6x6

$$\begin{pmatrix} 0.1071767 & 0 & 0 & -0.136926 & 0 & 0 \\ \dots & 7715.8655 & 0 & 0 & -17488.1 & 0 \\ \dots & \dots & 0.0081987 & 0 & 0 & -0.01643 \\ \dots & \dots & \dots & 23.298605 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1758757 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1.235102 \end{pmatrix}$$

Верхняя правая 6x6

-3.277253	0	0	0.0159958	0	0
0	-216515.9	0	0	2036.696	0
0	0	-0.2011	0	0	0.002507
-18.22036	0	0	0.1014891	0	0
0	-1261220	0	0	8337.366	0
0	0	-0.585594	0	0	-0.00712

Нижняя правая 6x6

135.02387	0	0	-0.425106	0	0
...	8761798.3	0	0	-29796.5	0
...	...	7.648804	0	0	-0.04183
...	...	...	0.2667083	0	0
...	...	...	...	18672.44	0
...	...	...	...	...	0.021171

Включение только ковариаций между одинаковыми параметрами для разных признаков позволяет существенно снизить ошибки оценок.

Элементы уравнений многопризнаковой процедуры для коровы в примере представлены ниже в разделенной форме:

$X'R^{-1}X =$

Верхняя левая 6x6

0.4786468	66.824686	0.0184957	-0.19804	9.125325	-0.023239
...	11814.771	0.7230498	9.125325	4218.8356	-1.253252
...	...	0.0041365	-0.023239	-1.253252	-0.001563
...	...	...	81.227893	11684.901	1.8078249
...	...	...	...	2002612.9	98.228104
...	...	...	...	...	0.1212006

Верхняя правая 6x6

-12.79584	-1755.458	-0.326758	0.0902237	13.714392	0.0055107
-1775.458	-294917.5	-17.73328	13.714392	2762.2093	0.1499179
-0.326758	-17.73328	-0.021917	0.0055107	0.1499179	0.001908
-73.41614	-11470.26	-1.174292	0.2892287	59.928675	-0.002758
-11470.26	-2030482	-64.03474	59.928675	11566.49	-0.14526
-1.174292	-64.03474	-0.078612	-0.002758	-0.14526	-0.000187

Нижняя правая 6x6

505.14668	69884.681	12.607147	-1.510895	-205.6737	-0.039387
...	11783844	684.32233	-205.6737	-34434.43	-2.137195
...	...	0.8455549	-0.039387	-2.137195	-0.002642
...	...	...	1.4336329	191.42681	0.1801651
...	...	...	...	28859.772	3.5902121
...	...	...	...	...	0.0759252

$$X'R^{-1}y = \begin{pmatrix} 1.813004 \\ 257.30912 \\ 0.24295 \\ 18.048269 \\ 2762.4114 \\ 0.3174273 \\ 3.6520902 \\ 653.97454 \\ 0.0166432 \\ 4.9935515 \\ 678.86668 \\ 0.6708264 \end{pmatrix} \quad G^{-1}c_0 = \begin{pmatrix} 0.2378446 \\ -137.8976 \\ -0.002795 \\ 2.2183526 \\ 624.94513 \\ 0.3192604 \\ 1.1512642 \\ 3441.8785 \\ -0.380704 \\ 0.7334103 \\ -7.895393 \\ 0.0169737 \end{pmatrix}$$

Вектор решений для коровы:

$$\hat{c} = \begin{pmatrix} 28.875659 \\ -0.028768 \\ -0.454583 \\ 0.9842104 \\ -0.000124 \\ 0.3339813 \\ 0.8375506 \\ -0.00034 \\ -0.038198 \\ 2.084599 \\ 0.0017539 \\ 1.9446955 \end{pmatrix}$$

Для оценки продуктивности за 305 дней Y_{305} :

$$Y_{305} = \sum_{t=1}^{305} (A + Bt + C_{\exp(-0.05t)}) = 305(A) + 46665(B) + 19.504162(C)$$

Расчет производится отдельно для каждого признака (удой, жир, белок, соматические клетки). Результаты для данной коровы: 7456 кг молока, 301 кг жира, 239 кг белка. Результат для соматических клеток делится на 305 для получения среднесуточного количества соматических клеток 2,477.

Приложение 2
к Зоотехническим правилам оценки
селекционируемых признаков племенного
животного, племенного стада, их расчета и
измерения

МЕТОДИКА ПЕРЕСЧЕТА
многоплодия свиноматок

Методика пересчета многоплодия свиноматки согласно номеру опороса определяется путем суммирования поправочного коэффициента с фактическим многоплодием свиноматки, соответствующим номеру опороса.

Номер опороса	Многоплодие по модели	Поправочный коэффициент
1	10,2	1,1
2	10,9	0,4
3	11,2	0,1
4	11,3	0,0
5	11,3	0,0
6	11,2	0,1
7	10,9	0,4
8	10,7	0,6
9 и более	10,5	0,8

Приложение 3
к Зоотехническим правилам оценки
селекционируемых признаков племенного
животного, племенного стада, их расчета и
измерения

МЕТОДИКА ПЕРЕСЧЕТА
массы гнезда при отъеме поросят

Методика пересчета массы гнезда при отъеме поросят на расчетный возраст отъема 30 дней определяется путем умножения поправочного коэффициента на фактическую массу гнезда при отъеме поросят в соответствии с их фактическим возрастом отъема.

Возраст при взвешивании, дней	Коэффициент	Возраст при взвешивании, дней	Коэффициент	Возраст при взвешивании, дней	Коэффициент
21	1,47	35	0,86	49	0,54
22	1,40	36	0,82	50	0,52
23	1,32	37	0,79	51	0,51
24	1,26	38	0,76	52	0,50
25	1,20	39	0,73	53	0,48
26	1,15	40	0,70	54	0,47
27	1,14	41	0,68	55	0,46
28	1,07	42	0,66	56	0,45
29	1,04	43	0,64	57	0,44
30	1,00	44	0,62	58	0,42
31	0,97	45	0,60	59	0,41
32	0,94	46	0,58	60	0,40
33	0,91	47	0,57	61	0,39
34	0,88	48	0,55	62	0,38

Учебное издание

Павлова Татьяна Владимировна,
Казаровец Николай Владимирович,
Гавриченко Николай Иванович,
Фурс Надежда Леонтьевна

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ
ОСНОВЫ ПЛЕМЕННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА
И КРУПНОМАСШТАБНАЯ СЕЛЕКЦИЯ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Т. В. Павлова
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор Н. Л. Фурс
Компьютерная верстка Е. В. Морозова
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 26.09.2024. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,75. Уч.-изд. л. 4,27. Тираж 60 экз. Заказ 2520.

Издатель:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>