

УДК 636.082.23(075.8)

ББК 45.3я73

П12

*Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры
31.05.2016 г. (протокол № 9)
и Научно-методическим советом БГСХА
29.06.2016 г. (протокол № 10)*

Авторы:

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

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И. И. Шейко*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. В. Пешко*

Павлова, Т. В.

П12 Крупномасштабная селекция : учебно-методическое пособие /
Т. В. Павлова, И. В. Казаровец, И. И. Гавриченко. – Горки :
БГСХА, 2016. – 80 с.

ISBN 978-985-467-640-1.

Приведены методы расчета популяционно-генетических параметров и определения наследственных качеств племенных животных, методические аспекты составления и генетико-экономической оптимизации селекционной программы, особенности селекционного процесса в свиноводстве и птицеводстве, особенности селекции быков-производителей и быкопроизводящих коров, методы формирования генеалогической структуры популяции и массива скота желательного типа.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 03 01 Зоотехния.

УДК 636.082.23(075.8)

ББК 45.3я73

ISBN 978-985-467-640-1

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2016

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.

Данное методическое пособие позволяет системно, в логической последовательности изучить материал курса, 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), дисперсия (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 (рис. 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.

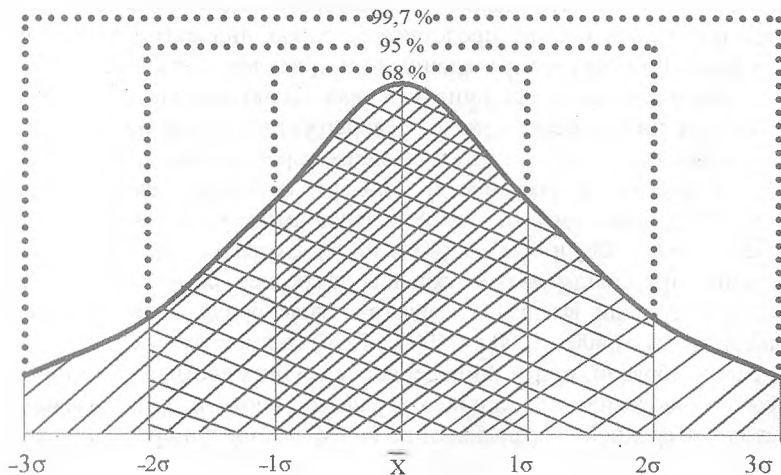


Рис. 1. Кривая нормального распределения

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, повторяе-

мости. Коэффициент вариации позволяет сравнить 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 группы животных, с которыми работает зоотехник-селекционер, крайние плюс- и минус-варианты отстоят от средней, как правило, не более чем на три средних квадратных отклонения. Так как средняя величина выборки не совпадает со средней величиной для популяции (стада), вычисляется ошибка средней (m_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 табл. 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 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).

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:

$$h^2 = 2r_{pn}, \quad h^2 = 2R_{pn}, \quad h^2 = 4r_{nc} \quad \downarrow$$

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 прямолинейной 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 жирномолочности 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 MS EXCEL, 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 MS EXCEL, следует использовать, в «Мастере функций» (f_x) функцию СРЗНАЧ (рис. 2).

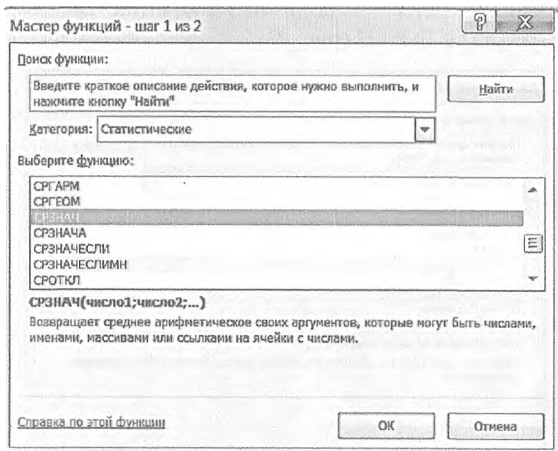


Рис. 2. Определение \bar{X} с помощью MS EXCEL

Количество значений в выборке (n) можно определить при помощи MS EXCEL, для этого в «Мастере функций» (f_x) используют функцию СЧЁТ (рис. 3).

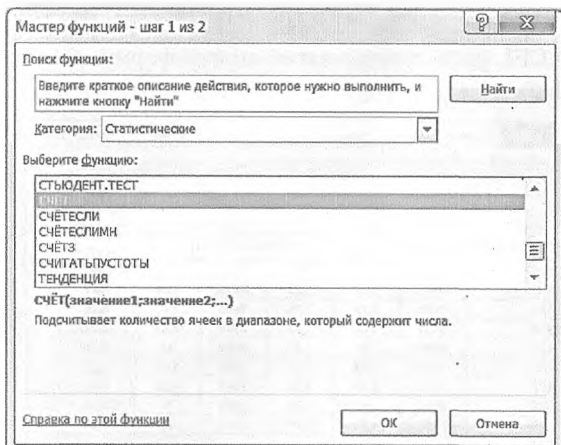


Рис. 3. Определение n с помощью MS EXCEL

Среднее квадратическое отклонение (σ) определяют по формуле

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

В MS EXCEL следует использовать в «Мастере функций» (f_x) функцию СТАНДОТКЛОН.В (рис. 4).

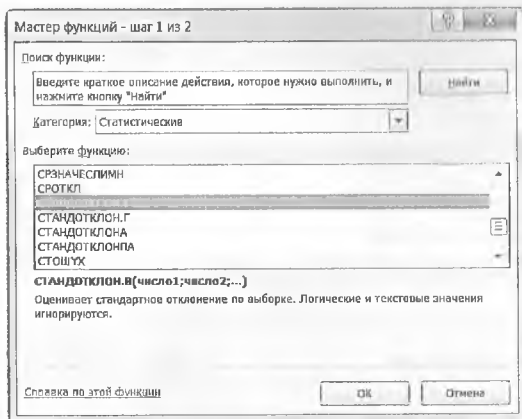


Рис. 4. Определение σ с помощью MS EXCEL

Ошибка средней арифметической ($m_{\bar{x}}$) вычисляют по формуле

$$m_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

В MS EXCEL расчет ведут через строку формул, запись выглядит как = σ /корень(n) (рис. 5).

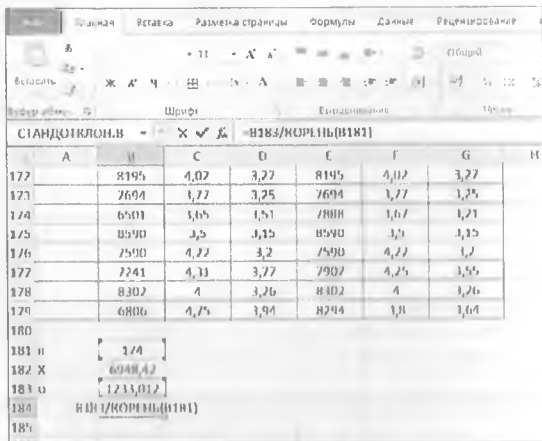


Рис. 5. Определение m с помощью MS EXCEL

Коэффициент изменчивости (C_v) определяют по формуле

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

В MS EXCEL расчет ведут через строку формул, запись выглядит как $=\sigma/\bar{X} \cdot 100$ (рис. 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							
182							
183							
184							
185							
186							

Formula bar: =R183/R182*100

Рис. 6. Определение C_v с помощью MS EXCEL

Коэффициент корреляции (r) определяют через «Мастер функций» (r) MS EXCEL, функция КОРРЕЛ (рис. 7, 8).

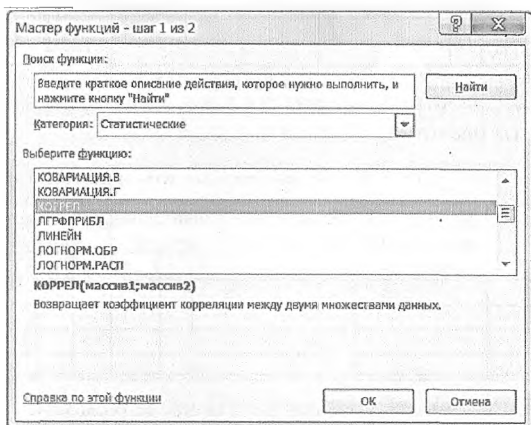


Рис. 7. Определение r с помощью MS EXCEL (шаг 1)

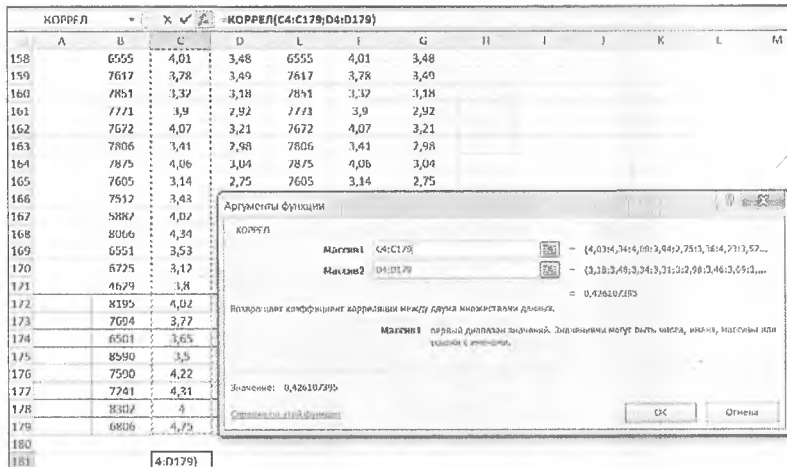


Рис. 8. Определение r с помощью MS EXCEL (шаг 2)

Задание 1. Провести анализ возрастной динамики молочной продуктивности, результаты расчета представить в виде табл. 2. Сделать **ВЫВОДЫ**.

Т а б л и ц а 2. Анализ возрастной динамики молочной продуктивности

Лактация	n	Показатели						Стандарт породы		
		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 матерей и сверстниц, результаты расчета представить в виде табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Расчет показателей изменчивости удоя

Лактация	Количество пар «дочери матери»	Количество пар «дочери сверстниц»	Показатели дочерей			Показатели матерей			Показатели сверстниц		
			\bar{X}	σ	$C_v, \%$	\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 табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Расчет коэффициентов наследуемости удою

Лактация	Метод расчета		
	$h^2=2r_{л/м}$	$h^2=2R_{л/м}$	$h^2=4r_{л/св}$
1-я			
2-я			
3-я и старше			
В среднем по стаду			

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

Т а б л и ц а 5. Вычисление коэффициентов повторяемости молочной продуктивности

Лактации	Учтено пар лактаций	Коэффициенты повторяемости (r_m)		
		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 табл. 6.

Т а б л и ц а 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 высокоразвитых 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.

Согласно зоотехническим правилам «О порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных», утвержденным постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 44 от 03.09.2013, при определении племенной (генетической) ценности крупного рогатого скота учитываются следующие параметры:

- ремонтных быков в возрасте до 24 месяцев оценивают по генотипу, развитию, экстерьеру, воспроизводительным качествам;
- быков-производителей (проверяемых быков) – по качеству потомства: продуктивности, экстерьеру, здоровью вымени, воспроизводительным качествам, продолжительности хозяйственного использования дочерей;
- ремонтных телок – по генотипу, развитию, экстерьеру;
- племенных коров – по продуктивности, экстерьеру, здоровью вымени, воспроизводительным качествам, продолжительности хозяйственного использования.

2.1. Определение племенной ценности быков

Индекс по генотипу (I_r) определяется *при рождении* ремонтного быка происхождением и рассчитывается по формуле

$$I_{\Gamma} = (I_{\text{O}} + I_{\text{M}}) \cdot 0,5, \quad (5)$$

где I_{Γ} – индекс по генотипу (происхождению);

I_{O} – индекс отца;

I_{M} – индекс матери;

0,5 – значение относительной племенной ценности при проверке и оценке быков по потомству.

Индекс матери рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{M}} = h_{\text{M}}^2 \frac{x_{\text{M}} - \bar{x}_{\text{M}}}{\bar{x}_{\text{M}}} \cdot 100 + 100, \quad (6)$$

где x_{M} – удой матери за наивысшую лактацию;

\bar{x}_{M} – средний удой матерей быков с соответствующим номером максимальной лактации;

h_{M}^2 – коэффициент наследуемости удоя (0,25).

В возрасте 6 месяцев племенную ценность ремонтных быков определяют по величине индекса по генотипу (происхождению) и индексу развития по формуле

$$I_{\text{K}} = 0,8 \cdot I_{\Gamma} + 0,2 \cdot I_{\text{P}}, \quad (7)$$

где I_{K} – комплексный индекс;

I_{P} – индекс по развитию;

0,8 и 0,2 – относительные весовые коэффициенты частных индексов.

$$I_{\text{P}} = h_{\text{M}}^2 \frac{M - \bar{M}}{\bar{M}} \cdot 100 + 100, \quad (8)$$

где h_{M}^2 – коэффициент наследуемости по развитию (0,3);

M – живая масса ремонтного быка;

\bar{M} – средняя живая масса по популяции ремонтных быков такого же возраста.

Племенную (генетическую) ценность ремонтных быков **в 12 месяцев** рассчитывают по генотипу, развитию, экстерьеру по формуле

$$I_{\text{K}} = 0,7 \cdot I_{\Gamma} + 0,1 \cdot I_{\text{P}} + 0,2 \cdot I_{\text{Эб}}, \quad (9)$$

где $I_{\text{Эб}}$ – индекс по экстерьеру быка;

0,7; 0,1 и 0,2 – относительные весовые коэффициенты частных индексов.

Оценку по экстерьеру ремонтных быков проводят в возрасте 12 месяцев по десяти основным признакам, используя 9-балльную шкалу, согласно прил. 1.

Индекс по экстерьеру быка ($I_{Э6}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{Э6} = h^2 \frac{I_{Э6100} - \bar{I}_{Э6100}}{\bar{I}_{Э6100}} \cdot 100 + 100, \quad (10)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости экстерьерных признаков (0,3);

$\bar{I}_{Э6100}$ – среднее значение классификационной оценки (по 100-балльной шкале) экстерьера быков в популяции;

$I_{Э6100}$ – классификационная оценка экстерьера быка.

Классификационная оценка экстерьера быка осуществляется по двум группам признаков (общий вид и развитие, конечности) по следующей формуле:

$$I_{Э6100} = 0,5I_{ОВ} + 0,5I_{К}, \quad (11)$$

где $I_{ОВ}$, $I_{К}$ – классификационная оценка соответственно за признаки «общий вид и развитие», «конечности» (определяются в соответствии с прил. 2).

Ремонтные быки, получившие оценку племенной (генетической) ценности 100 единиц и выше, ставятся на проверку по качеству потомства.

Постановка на проверку быков-производителей по потомству проводится начиная с **12 месяцев**. Не менее трех проверяемых быков используются одновременно не менее чем в трех сельскохозяйственных организациях в течение не более 6 месяцев.

Ежемесячно спермой каждого из них осеменяют равное количество коров всех возрастов и телок. Для того чтобы получить максимально достоверную оценку племенной ценности быка, необходимо провести его проверку по 35 эффективным дочерям. Для их получения спермой каждого быка во всех сельскохозяйственных организациях плодотворно осеменяют не менее 250 коров и 50 телок (без выбора).

В возрасте 24 месяцев племенную (генетическую) ценность быков по комплексу признаков определяют по формуле

$$I_{К} = 0,6 \cdot I_{Г} + 0,1 \cdot I_{Р} + 0,1 \cdot I_{С6} + 0,2 \cdot I_{Всеп}, \quad (12)$$

где $I_{\text{Всп}}$ – индекс воспроизводительной способности быка;

0,6; 0,1; 0,1 и 0,2 – относительные весовые коэффициенты частных индексов.

Индекс воспроизводительной способности быка ($I_{\text{Всп}}$) определяется по формуле

$$I_{\text{Всп}} = h^2 \frac{\text{АПЦэф1ос}_6 - \overline{\text{АПЦэф1ос}}_{\text{п}}}{\overline{\text{АПЦэф1ос}}_{\text{п}}} \cdot 100 + 100, \quad (13)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости оплодотворяющей способности спермы быков-производителей (0,04);

АПЦэф1ос_6 – абсолютная племенная ценность быка-производителя по оплодотворяющей способности спермы;

$\overline{\text{АПЦэф1ос}}_{\text{п}}$ – средний показатель величины оплодотворяющей способности спермы быков популяции.

Абсолютная племенная ценность (АПЦэф1ос_6) по оплодотворяющей способности спермы быка рассчитывается по формуле

$$\text{АПЦэф1ос}_6 = \frac{\sum_{i,j} (\bar{x}_{i,j} - \bar{y}_{i,j}) \cdot w_{i,j}}{\sum_{i,j} w_{i,j}}, \quad (14)$$

где $\bar{x}_{i,j}$ – эффективность (оплодотворяемость) от первичного осеменения (первичное осеменение (1ос) – первое в жизни осеменение телки, либо первое осеменение коровы по окончании периода стельности) спермой быка-производителя в i -м хозяйстве, j -м году. Определяется по соотношению количества коров (телок), не пришедших повторно в охоту после первичного осеменения спермой быка на 3–56-й день, ко всем первично осемененным коровам (телкам) за календарный год;

$\bar{y}_{i,j}$ – эффективность от первичного осеменения спермой других быков-производителей в i -м хозяйстве, j -м году;

$w_{i,j}$ – количество эффективных дочерей в i -м хозяйстве, j -м году.

$$w_{i,j} = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}, \quad (15)$$

где n_1 – количество дочерей быка-производителя;

n_2 – количество сверстниц дочерей.

Комплексный индекс племенной ценности быков-производителей рассчитывается по формуле

$$I_k = 0,05 I_r + 0,5 I_{\text{пд}} + 0,12 I_3 + 0,13 I_{\text{пхи}} + \\ + 0,08 I_{\text{зв}} + 0,09 I_{\text{в}} + 0,03 I_{\text{см}}, \quad (16)$$

где I_k – комплексный индекс;

I_r – индекс по генотипу (происхождению);

$I_{\text{пд}}$ – продуктивный индекс дочерей;

I_3 – индекс экстерьера дочерей;

$I_{\text{пхи}}$ – индекс продолжительности хозяйственного использования дочерей;

$I_{\text{зв}}$ – индекс по здоровью вымени дочерей;

$I_{\text{в}}$ – индекс воспроизводительной способности дочерей;

$I_{\text{см}}$ – индекс скорости молокоотдачи дочерей.

0,05, 0,5; 0,12; 0,13; 0,08, 0,09, 0,03 – относительные весовые коэффициенты.

За период оценки по потомству от проверяемых быков регулярно получают сперму при оптимальных режимах их использования с учетом возраста. Сперму накапливают для хранения (селекционный запас) в пределах 10–40 тысяч доз.

Мечение приплода, полученного от коров, осемененных спермой проверяемых быков, проводится в соответствии с Законом об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных и продуктов животного происхождения с учетом наличия мертворожденных и уродливых плодов.

Телок – дочерей проверяемых быков и их сверстниц выращивают по принятой в сельскохозяйственных организациях технологии. Осеменение телок начинают в возрасте 14–16 месяцев при достижении живой массы не ниже 360 кг. Всех коров-первотелок (дочерей проверяемых быков и их сверстниц) ставят на раздой. Молочную продуктивность учитывают индивидуально по каждой корове.

Сравнение показателей продуктивности дочерей и сверстниц осуществляется в рамках стада, года и сезона отела (зима, весна, лето, осень).

Для оценки воспроизводительных качеств проверяемых быков по группам дочерей и сверстниц дополнительно учитывают количество абортос, мертворожденных плодов и дефективных телят, трудных отелов, выбывших в процессе лактации и по окончании лактации коров с

классификацией причин выбытия, время прихода коровы после отела в охоту, кратность осеменений и продолжительность сервис-периода.

Информацию (сведения) по всем событиям в установленном порядке заносят в государственную информационную систему в области племенного дела в животноводстве.

Учитывают показатели селекционируемых признаков всех дочерей.

Количество дочерей, участвующих в оценке, постоянно увеличивается или остается прежним, повторяемость будет возрастать или сокращать прежнее значение. В дальнейшей работе используется информация только по быкам, имеющим повторяемость 50 % и выше. Племенная ценность быков при каждой переоценке может изменяться.

Индекс продуктивности дочерей рассчитывается по формуле

$$I_{\text{ИД}} = 0,6 \cdot \text{ОПЦ}_{\text{У}} + 0,2 \cdot \text{ОПЦ}_{\text{ВМЖ}} + 0,2 \cdot \text{ОПЦ}_{\text{ВМБ}}, \quad (17)$$

где $I_{\text{ИД}}$ – продуктивный индекс дочерей, %;

$\text{ОПЦ}_{\text{У}}$ – относительная племенная ценность по удою;

$\text{ОПЦ}_{\text{ВМЖ}}$ – относительная племенная ценность по выходу молочного жира, кг;

$\text{ОПЦ}_{\text{ВМБ}}$ – относительная племенная ценность по выходу молочного белка, кг;

0,6; 0,2; 0,2 – относительные весовые коэффициенты.

Значения $\text{ОПЦ}_{\text{У}}$, $\text{ОПЦ}_{\text{ВМЖ}}$ и $\text{ОПЦ}_{\text{ВМБ}}$ являются результатом компьютерного расчета оценки быков по качеству потомства продуктивности дочерей.

Относительная племенная ценность (ОПЦ) быка-производителя определяется по формуле

$$\text{ОПЦ} = \frac{\text{АПЦ} + B}{B} \cdot 100, \quad (18)$$

где B – средний показатель величины признака, по которому определяется относительная племенная ценность быка в популяции.

Абсолютная племенная ценность (АПЦ) по молочной продуктивности рассчитывается по формуле

$$\text{АПЦ} = \frac{\sum_{i,j,k} (\bar{x}_{i,j,k} - \bar{y}_{i,j,k}) w_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} w_{i,j,k}}, \quad (19)$$

где $(\bar{x}_{i,j,k} - \bar{y}_{i,j,k})$ – разность между продуктивностью дочерей и сверстниц быка в i -м хозяйстве, j -м году, k -м сезоне отела;
 $w_{i,j,k}$ – количество эффективных дочерей в i -м хозяйстве, j -м году, k -м сезоне отела.

$$w_{i,j,k} = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}, \quad (20)$$

где n_1 – количество дочерей быка-производителя;
 n_2 – количество сверстниц дочерей.

Оценка быков по типу телосложения дочерей (коров-первотелок) проводится в активной части популяции, где проверяют быков по качеству потомства. Оценивают коров-первотелок 3–4 раза в год в период 30–120 дней лактации. Для оценки отбирают не менее 25 дочерей как минимум в трех сельскохозяйственных организациях. При расчетах 15 % лучших и 15 % худших значений по каждому показателю исключаются.

На основе визуального осмотра оцениваются отдельные стати экстерьера по 9-балльной шкале. Для каждого признака определяется оптимальное значение в зависимости от направленности селекции. По результатам приводится линейный профиль производителя.

В систему линейной оценки по типу телосложения дочерей включены 18 основных признаков (прил. 3).

Индекс племенной ценности дочерей быка по экстерьеру (I_3) определяют по формуле

$$I_3 = h^2 \cdot \frac{X_K - \bar{X}_П}{\bar{X}_П} \cdot 100 + 100, \quad (21)$$

где X_K – значение классификационной оценки экстерьера коровы;

$\bar{X}_П$ – среднее значение классификационной оценки экстерьера коров популяции;

h^2 – коэффициент наследуемости экстерьерных признаков (0,3).

Классификационная оценка экстерьера коровы (X_K) определяется по формуле

$$X_K = 0,3 \cdot OВ + 0,3 \cdot К + 0,4 \cdot В, \quad (22)$$

где ОВ, К, В – классификационные индексы, присвоенные корове за общий вид и развитие, конечности и вымя соответственно (определяются в соответствии с прил. 4).

Оценка племенной ценности по продолжительности хозяйственного использования дочерей ($I_{ПХИ}$) производится по отклонению продолжительности хозяйственного использования дочерей быка от средних величин по сверстницам, стаду, популяции с учетом коэффициентов наследуемости и межстадных различий.

Оценке по продолжительности хозяйственного использования дочерей подлежат быки, имеющие в разных стадах не менее 50 дочерей, закончивших 3 лактации и более. Все расчеты ведутся с учетом сезона отела (май – октябрь, ноябрь – апрель).

Для определения $I_{ПХИ}$ используются следующие формулы:

$$I_{ПХИ} = \frac{\overline{АПЦ}_{ПХИ6} + ПХИ_{П}}{ПХИ_{П}} \cdot 100, \quad (23)$$

где $ПХИ_{П}$ – продолжительность хозяйственного использования коров в популяции, выраженная в лактациях;

$\overline{АПЦ}_{ПХИ6}$ – средняя относительная племенная ценность быка-производителя по продолжительности хозяйственного использования дочерей, выраженная в лактациях.

$$ПХИ_{П} = \frac{\sum_{i=1}^n (I \cdot A_{Pi})}{B_{П} + \sum A_{Pi}}, \quad (24)$$

где I – номер лактации;

A_{Pi} – количество коров, выбывших из всех стад популяции за предыдущий год и закончивших i -ю лактацию;

$B_{П}$ – количество коров, выбывших из всех стад популяции до окончания первой лактации за предыдущий год.

$$\overline{АПЦ}_{ПХИ6} = \frac{\sum APЦ_{ПХИi}}{n}, \quad (25)$$

где $APЦ_{ПХИi}$ – относительная племенная ценность быка-производителя по продолжительности хозяйственного использования дочерей в i -м стаде, выраженная в лактациях;

n – количество стад, в которых имеются дочери оцениваемого быка.

$$\text{АПЦ}_{\text{ПХИ}} = h^2(\text{ПХИ}_{\text{Б}} - \text{ПХИ}_{\text{СВ}}) + h_c^2(\text{ПХИ}_{\text{СТ}} - \text{ПХИ}_{\text{П}}), \quad (26)$$

где h^2 – наследуемость функционального срока хозяйственного использования (0,09);

$\text{ПХИ}_{\text{Б}}$ – продолжительность хозяйственного использования дочерей быка в стаде, выраженная в лактациях;

$\text{ПХИ}_{\text{СВ}}$ – продолжительность хозяйственного использования дочерей быков, начавших использоваться в стаде одновременно с оцениваемым быком, выраженная в лактациях (далее сверстниц);

h_c^2 – межстадная генетическая изменчивость (0,1);

$\text{ПХИ}_{\text{СТ}}$ – продолжительность хозяйственного использования коров в стаде, выраженная в лактациях.

$$\text{ПХИ}_{\text{Б}} = \frac{\sum_{i=1}^n (I \cdot A_i)}{B + \sum A_i}, \quad (27)$$

где B – количество дочерей быка, выбывших из стада до окончания первой лактации;

A_i – количество дочерей в стаде, закончивших i -ю лактацию (выбывших и живых).

$$\text{ПХИ}_{\text{СВ}} = \frac{\sum_{i=1}^n (I \cdot A_{\text{СВ}i})}{V_{\text{СВ}} + \sum A_{\text{СВ}i}}, \quad (28)$$

где $A_{\text{СВ}i}$ – количество сверстниц, закончивших i -ю лактацию (выбывших и живых);

$V_{\text{СВ}}$ – количество сверстниц, выбывших до окончания первой лактации.

$$\text{ПХИ}_{\text{СТ}} = \frac{\sum_{i=1}^n (I(A_{\text{СТ}i} + D_{\text{СТ}i}))}{V_{\text{СТ}} + \sum (A_{\text{СТ}i} + D_{\text{СТ}i})}, \quad (29)$$

где $A_{\text{СТ}i}$ – количество коров, выбывших из стада за предыдущий год и закончивших i -ю лактацию;

$D_{\text{СТ}i}$ – количество живых коров в стаде, превысивших по возрасту (в лактациях) среднюю продолжительность хозяйственного использования коров по популяции и закончивших i -ю лактацию;

$V_{\text{СТ}}$ – количество коров, выбывших из стада до окончания первой лактации за предыдущий год.

Оценка здоровья вымени дочерей определяется по количеству соматических клеток в 1 см³ молока.

Индекс племенной ценности по здоровью вымени дочерей ($I_{зв}$) рассчитывается по следующим формулам:

$$I_{зв} = h^2 \frac{\overline{БСК_{п}} - БСК_{к}}{\overline{БСК_{п}}} \cdot 100 + 100, \quad (30)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости соматических клеток (0,25);

$БСК_{к}$ – балл за содержания соматических клеток;

$\overline{БСК_{п}}$ – средний балл за содержание соматических клеток в молоке оцениваемой популяции;

100 – постоянная величина для перевода в относительную величину.

$$БСК_{к} = \log_2(KСК_{к}/100000) + 3, \quad (31)$$

где $KСК_{к}$ – среднее количество соматических клеток на 1 см³ молока за все контрольные доения в первые 305 дней лактации.

Индекс воспроизводительной способности дочерей быка ($I_{в}$) определяется по формуле

$$I_{в} = h^2 \frac{\overline{АПЦ\text{эф}1ос_6} - \overline{АПЦ\text{эф}1ос_{п}}}{\overline{АПЦ\text{эф}1ос_{п}}} \cdot 100 + 100, \quad (32)$$

где $\overline{АПЦ\text{эф}1ос_6}$ – абсолютная племенная ценность быка-производителя по воспроизводительной способности дочерей;

$\overline{АПЦ\text{эф}1ос_{п}}$ – средний показатель величины воспроизводительной способности дочерей быков популяции;

h^2 – коэффициент наследуемости оплодотворяющей способности спермы быков-производителей (0,04).

Абсолютная племенная ценность ($\overline{АПЦ\text{эф}1ос_6}$) по воспроизводительной способности дочерей быка рассчитывается по формуле

$$\overline{АПЦ\text{эф}1ос_6} = \frac{\sum_{i,j,k} (\bar{x}_{i,j,k} - \bar{y}_{i,j,k}) w_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} w_{i,j,k}}, \quad (33)$$

где $\bar{x}_{i,j,k}$ – эффективность (оплодотворяемость) от первичного осеменения (первичное осеменение (1ос) – первое в жизни осе-

менение телки, либо первое осеменение коровы по окончании периода стельности) дочерей быка-производителя в i -м хозяйстве, j -м году, k -м сезоне отела. Определяется по соотношению количества дочерей быка, не пришедших повторно в охоту после первичного осеменения спермой быка на 3–56-й день ко всем первично осемененным дочерям за календарный год;

$y_{i,j,k}$ – эффективность от первичного осеменения сверстниц дочерей быка-производителя в i -м хозяйстве, j -м году, k -м сезоне отела;

$w_{i,j,k}$ – количество эффективных дочерей в i -м хозяйстве, j -м году, k -м сезоне отела.

$$w_{i,j,k} = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}, \quad (34)$$

где n_1 – количество дочерей быка-производителя;

n_2 – количество сверстниц дочерей.

Индекс по скорости молокоотдачи дочерей быка (I_{CM}) рассчитывают по формуле

$$I_{CM} = h^2 \frac{C_M - \bar{C}_M}{\bar{C}_M} \cdot 100 + 100, \quad (35)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости скорости молокоотдачи (0,25);

C_M – скорость молокоотдачи коровы, кг/мин;

\bar{C}_M – средняя скорость молокоотдачи по подконтрольному поголовью, кг/мин

По результатам комплексной оценки определяется:

- стоимость спермопродукции;

- дальнейшее назначение быков-производителей.

При значении комплексного индекса племенной ценности *ниже 96 единиц* и достоверной оценке (наличии более 35 эффективных дочерей) сперма быков производителей *выбраковывается* как селекционный брак.

В *племенных сельскохозяйственных организациях* используют быков, имеющих величину комплексного индекса племенной ценности *не ниже 100 единиц*.

Сперму быков, у которых комплексный индекс племенной ценности находится в пределах *от 96 до 100 единиц*, допускают к использованию

и сельскохозяйственных организациях, имеющих продуктивность коров ниже, чем у дочерей быков.

2.2. Определение племенной ценности маточного поголовья

Племенную ценность для ремонтных телок *при рождении* рассчитывают по генотипу, развитию, экстерьеру.

Индекс по генотипу (I_G) рассчитывают по формуле (5). В случае отсутствия индекса племенной ценности матери его рассчитывают по формуле (6).

Индекс по развитию (I_P) рассчитывают по формуле (8).

Комплексный индекс племенной ценности (I_K) для ремонтных телок *в 6-месячном возрасте* определяют по величине индекса по генотипу (происхождению) и индекса по развитию:

$$I_K = 0,8 \cdot I_G + 0,2 \cdot I_P, \quad (36)$$

где 0,8 и 0,2 – относительные весовые коэффициенты частных индексов.

Комплексный индекс племенной ценности ремонтных телок (I_K) в 12 и 18 месяцев рассчитывают по формуле

$$I_K = 0,7 \cdot I_G + 0,15 \cdot I_P + 0,15 \cdot I_E, \quad (37)$$

где 0,7; 0,15 и 0,15 – относительные весовые коэффициенты частных индексов.

Оценка экстерьера ремонтных телок проводится по типу телосложения, крепости телосложения, росту, глубине туловища, спине, пояснице, крестцу, постановке задних конечностей и постановке копыт. Индекс по экстерьеру (I_E) рассчитывается в возрасте 12 и 18 месяцев по 10-балльной шкале (прил. 6) по формуле

$$I_E = h_E^2 \frac{\bar{X}_I - \bar{X}_{III}}{\bar{X}_{III}} \cdot 100 + 100, \quad (38)$$

где h_E^2 – коэффициент наследуемости экстерьера (0,35);

\bar{X}_I – балл за экстерьер телки;

\bar{X}_{III} – средний балл экстерьера одновозрастных телок подконтрольного поголовья.

По результатам комплексной оценки племенной ценности ремонтных телок формируют:

- группы для ремонта основного стада;
- группы, предназначенные для реализации другим сельскохозяйственным организациям;
- группы телок, подлежащие выбраковке как селекционный брак.

На основе частных индексов племенной ценности рассчитывается комплексный индекс племенной ценности *коров*:

$$I_K = 0,05I_{\Gamma} + 0,5 I_{\Pi} + 0,11 I_{\Sigma} + 0,15 I_{B} + 0,1 I_{ЗВ} + 0,09 I_{В}, \quad (39)$$

где 0,05; 0,5; 0,11; 0,15; 0,1; 0,09 – относительные весовые коэффициенты.

Комплексный продуктивный индекс коровы (I_{Π}) рассчитывают по формуле

$$I_{\Pi} = 0,6 \cdot \text{ОПЦ}_{\text{У}} + 0,2 \cdot \text{ОПЦ}_{\text{ВМЖ}} + 0,2 \cdot \text{ОПЦ}_{\text{ВМБ}}, \quad (40)$$

где ОПЦ_У – относительная племенная ценность по удою;

ОПЦ_{ВМЖ} – относительная племенная ценность по выходу молочного жира, кг;

ОПЦ_{ВМБ} – относительная племенная ценность по выходу молочного белка, кг;

0,6; 0,2 и 0,2 – относительные весовые коэффициенты.

Относительную племенную ценность (ОПЦ_{У, ВМЖ, ВМБ}) определяют по величине продуктивного индекса коровы, выраженного в процентах, и рассчитывают по формуле

$$\text{ОПЦ}_{\text{У, ВМЖ, ВМБ}} = \frac{A_{1,2,3} - B_{1,2,3}}{B_{1,2,3}} \cdot 100, \quad (41)$$

где $A_{1,2,3}$ – индекс племенной ценности коровы: 1 – по удою за 240–305 дней лактации; 2 – по выходу молочного жира (кг); 3 – по выходу молочного белка (кг);

$B_{1,2,3}$ – средний удой, выход молочного жира, выход молочного белка по подконтрольному поголовью за предыдущий год.

Абсолютную племенную ценность коров по молочной продуктивности определяют по отклонению показателей величины удоя (кг), молочного жира (кг), молочного белка (кг) от средних величин по по-

пуляции на контрольный год с учетом коэффициентов наследуемости и межстадных различий. Расчет по этим признакам проводится по формуле

$$A_{1,2,3} = h^2 (P_{K1,2,3} - P_{СВ1,2,3}) + h^2_c (P_{1,2,3} - B_{1,2,3}), \quad (42)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости: по удою – 0,25; по выходу молочного жира – 0,35; по выходу молочного белка – 0,25;

$P_{K1,2,3}$ – удой, выход молочного жира, выход молочного белка за лактацию оцениваемой коровы;

$P_{СВ1,2,3}$ – средний удой, молочный жир, молочный белок сверстниц в оцениваемой популяции, закончивших аналогичную (1, 2 или 3-ю и старше) лактацию и отелившихся в том же году;

h^2_c – межстадная генетическая изменчивость, равная 0,1;

$P_{1,2,3}$ – средний удой, молочный жир, молочный белок коров в оцениваемой популяции, закончивших аналогичную (1, 2 или 3-ю и старше) лактацию и отелившихся в том же году.

Индекс воспроизводительной способности коровы (I_B) рассчитывается по следующей формуле:

$$I_B = h^2 \frac{СП_{II} - СП_{IK}}{СП_{II}} \cdot 100 + 100, \quad (43)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости плодовитости (0,12);

$СП_{II}$ – средний сервис-период в популяции;

$СП_{IK}$ – сервис-период оцениваемой дочери.

Расчет индекса коров по здоровью вымени, воспроизводительным качествам, экстерьеру осуществляется аналогично с расчетом соответствующих индексов дочерей проверяемых быков.

По результатам оценки формируют:

- селекционное стадо (30–50%), от коров которого выращивают молодняк для воспроизводства основного стада;
- производственное стадо (50–70%);
- группу коров, подлежащих выбраковке и выранжировке из стада (10–20%).

Индексная оценка племенной ценности животных через хорошо налаженный зоотехнический и племенной учет позволяет проводить

отбор лучших особей, осуществлять целенаправленный подбор и прогнозировать племенную ценность потомства.

Задание 6. Рассчитать показатели племенных индексов быкопроизводящих коров, результаты расчета представить в виде табл. 7.

Т а б л и ц а 7. Показатели племенных индексов быкопроизводящих коров

Кличка и номер коровы	И _П	И _Э	И _{ПХИ}	И _{ЗВ}	И _В	И _К

Задание 7. Рассчитать показатели племенных индексов быков-производителей, результаты расчета представить в виде табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Показатели племенных индексов быков-производителей

Кличка и номер быка	И _{ПД}	И _Э	И _{ПХИ}	И _{ЗВ}	И _В	И _К

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. Устаиваются 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 меро-

приятий 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 элеверах 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 (элеверах) 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 (рис. 9) при централизованном управлении селекционным процессом с помощью программного обеспечения (рис. 10).

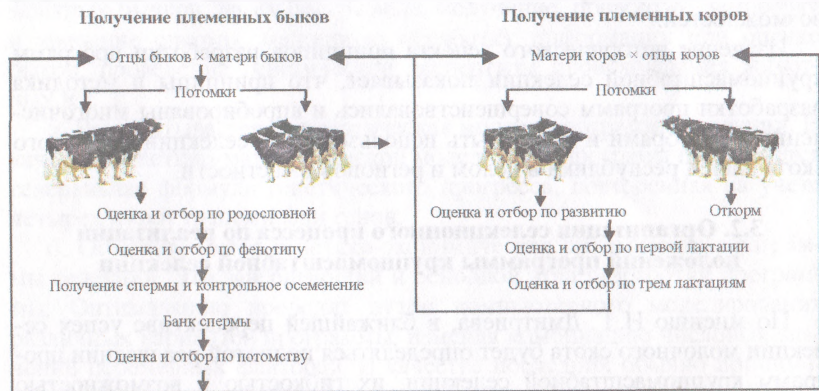


Рис. 9. Схема селекционной работы

Селекционно-биотехнологический центр

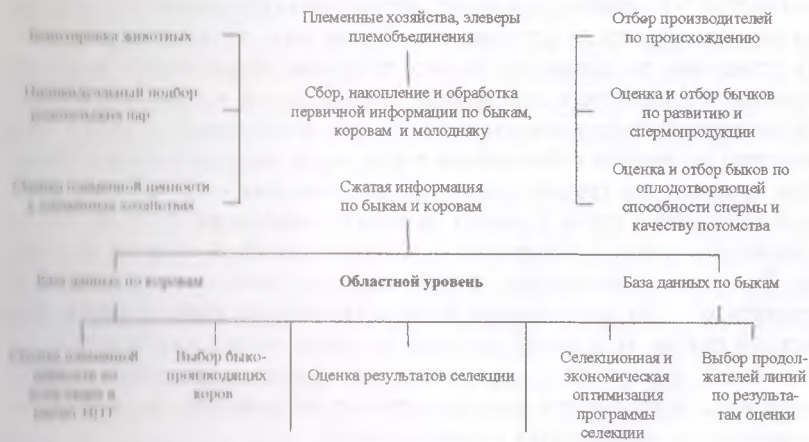


Рис. 10. Организационная структура информационного обеспечения селекционного процесса популяции

Организация селекционного процесса на региональном уровне позволяет получать быков-производителей собственной селекции прогнозируемого генотипа, формировать генеалогическую структуру популяции через выходящих 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 научно обоснованно планировать дальнейшее ее совершенствование.

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

Для дальнейшего улучшения массива черно-пестрого 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 такого 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

тов члени 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 гол.) 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 рассмотреть селекционную работу по созданию линий как своего рода цикл 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 (рис. 11).

Кandidатно, 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-производителя.

Общая вышесказанное, можно привести формулировку ротационной линии в молочном скотоводстве как группу племенных животных из быков-лидера, превосходящую по комплексной оценке хотя бы одну из имеющихся ротационных линий и достигнувшую степени готовности для включения в ротацию товарной части селекционируемой популяции. Данное определение основывается на результатах собственных исследований и положений, сформулированных в работах ряда исследователей.

В настоящее время в Республике Беларусь во избежание инбридинга при подборе быков-производителей к маточному поголовью используются пять генеалогических комплексов (табл. 9).

В девятилетних стадах популяции молочного скота Могилевской области, в которых проведена оценка генотипа племенных животных, разработаны критерии для отбора высокопродуктивных коров желательности стада и выделены группы быкопроизводящих коров. В задачу

селекционной работы на данном этапе входит закрепление и консолидация желательных качеств создаваемого типа племенных животных.

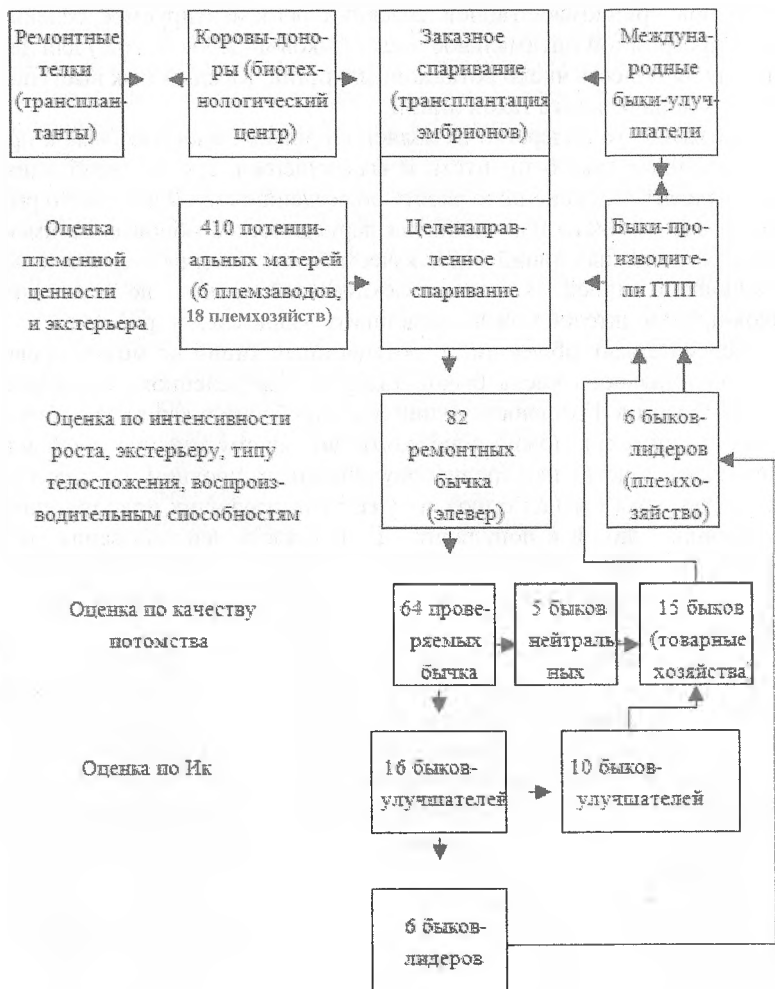


Рис. 11. Схема оценки и отбора быков-производителей для Могилевского ГПП

Таблица 9. Генеалогические комплексы популяции голштинского и черно-пестрого скота Республики Беларусь

Генеалогические линии (ветви)	
1	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Аэроstars (потомки M. Aerostar 383622)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Комстара Ли (потомки Comestar Lee 5757117)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Кляйтуса (потомки В. М. Т. Cleitus 1879085)
2	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Лидмана (потомки R. T. Leadman 1983348)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Старбука (Starbuck 352790) (кроме Аэроstars и К. Ли)
3	П. Чифа – О. Иванхоэ, через Белла (Bell 1667366)
	Р. Соверинг – П. Ф. А. Чифа, через Роки (Rockie 1841366)
	Р. Соверинг – П. Ф. А. Чифа, через Блекстара (потомки Blackstar 1929410)
4	Р. Соверинг – П. Ф. А. Чифа, через Валианта (потомки Valiant 1650414) (кроме Роки)
	П. Ф. А. Чифа через линии В. Ч. Марка (потомки W. Ch. Mark 1773417)
5	П. Ф. А. Чифа через А. Ротейт (потомки Rotate 1697572)
	П. Ф. А. Чифа через Санни Боя (потомки S. SunnyBoy 311651443)
	П. Соверинг (потомки Ned Boy 1189870)
6	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Сан-оф-Бова (потомки RockallySonofBova 1683634)
	П. Абдиал – Т. Б. Элевейши, через Тони (M. E. Tony 1626813)

Проведение целенаправленной племенной работы по использованию различных приемов отбора и подбора, создания соответствующей генетической структуры популяции позволит увеличить численность высокопродуктивных быкопроизводящих коров нового популяционно-родового 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 оставшихся продолжателей родственных групп. Поэтому дальнейшее качественное совершенствование родственных групп черно-пестрого 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 поступа-

тельное 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. Внутрелинейное 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) правильная оценка особей при выборе их для племенных целей, отражающая действительное содержание генотипа предков, установленным методом иммуногенетического контроля;

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 чернопестрого 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;

6) коренное улучшение зоотехнического и племенного учета на основе внедрения компьютерной техники в каждом племенном хозяйстве и популяции в целом.

В обозримом будущем обеспечение населения мясом будет осуществляться за счет говядины, полученной от молочных пород. Поэтому следует проводить скрещивание до получения помесей 3/4 и 5/8 кровности по голштинской породе с последующим разведением их «в

быков. Для получения помесей 5/8 кровности предусматривается подбор полукровных коров к высокоценным быкам 3/4' кровности по голштинской породе.

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 выращивания.

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 быков увеличивается ожидаемый генетический прогресс в популяции, однако увеличивается и процент инбридинга. В свою очередь при увеличении числа отцов быков снижается ожидаемый генетический прогресс. Оптимальное число отцов быков определяется минимальным количеством линий, которое позволяет проводить племенной подбор в скрещивании, но прибегая к вынужденному родственному спариванию.

У увеличением доли популяции, осеменяемой спермой молодых быков, темп темпы оценки генотипа производителя увеличивается, однако при неудовлетворенной численности подконтрольного поголовья, на которой проводится испытание быков, увеличение числа эффективных матерей на быка приводит к развитию двух противоположных направлений генетиче- ской эволюции: с одной стороны, повышается точность оценки быков, а с другой – сокращается численность поголовья проверяемых быков и снижается интенсивность отбора и их вклад в генетический прогресс популяции. Необходимо найти наиболее выгодное сочетание этих генетиче- ских факторов, 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

$$N_m = \frac{1}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6 \cdot A_7}, \quad (44)$$

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 (0,78);

A_6 – доля вероятности рождения теленка (0,86);

A_7 – доля вероятности рождения телочки (0,50).

2. Количество отцов ремонтных бычков

$$\text{ОМБ} = \text{Л} \cdot N, \quad (45)$$

где Л – число линий в популяции;

N – число отцов быков в линии, гол.

3. Размер активной части популяции коров

$$N_m = N \cdot \text{ДАР}, \quad (46)$$

где N – размер всей популяции коров, гол.;

ДАР – доля активной части популяции, %.

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

$$D = \frac{1}{A_5 \cdot A_6 \cdot A_7} \quad (47)$$

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

$$H = \frac{1}{A_5 \cdot A_6 \cdot A_7 \cdot A_8} \quad (48)$$

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.

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

$$B = \underline{ND} \cdot H, \quad (49)$$

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

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

$$KI = C/O, \quad (50)$$

где C — быки-спермы, создаваемый на каждого проверенного быка, тыс. доз,

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

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

$$NNB = N / (B + KI \cdot RPB), \quad (51)$$

где RPB — доля быков-улучшителей, % (0,25).

7. Число коров (гол.), осеменяемых спермой проверяемых быков,

$$K = NNB \cdot B. \quad (52)$$

8. Число проверенных быков (гол.), спермой которых осеменяется необходимая часть популяции коров,

$$NPT = (N - K) / KI. \quad (53)$$

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

$$NSP = NNB / (1 - P_2), \quad (54)$$

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,

$$NEP = NSP / (1 - P_2). \quad (55)$$

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

$$DP = K/N \cdot 100 \%. \quad (56)$$

Задание 8. По предложенным формулам заполнить табл. 10, обосновать полученные результаты.

Т а б л и ц а 10. 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	%	
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 9. 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 (НД): 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80.
- банк долговременного хранения спермы на каждого проверяемого быка (С): 10000, 20000, 30000, 40000, 50000 спермодоз и т. д.

4. ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СВИНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ

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

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 (рис. 12), состоящей из нескольких категорий специализированных хозяйств.

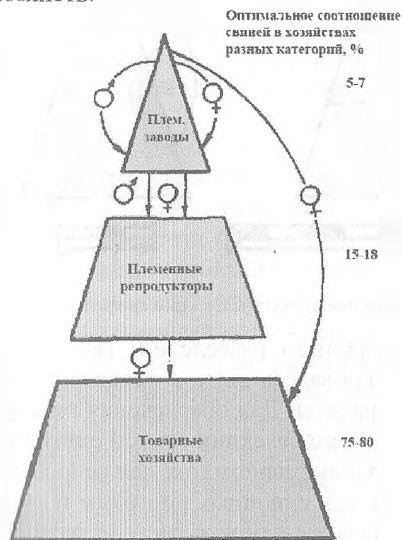


Рис. 12. Схема организации крупномасштабной селекции в свиноводстве

Многоступенчатость селекционной системы обусловливает 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, выведен-

ных 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 рис. 13 показаны три основных варианта переноса генов в пирамидальной системе крупномасштабной селекции свиней.

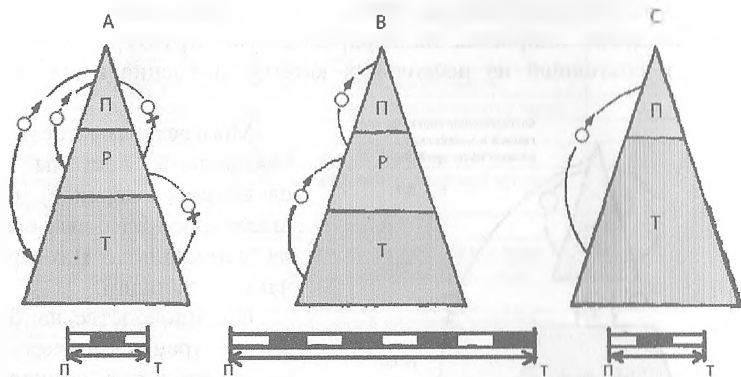


Рис. 13. Варианты организации крупномасштабной селекции свиней

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 *A*. 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 *B* 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 *C* пригодна как для чистопородного разведения, так и для скрещивания и гибридизации. Модель *C* в сравнении с моделью *B* позволяет примерно на половину 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 мышеч-

ной 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.

Согласно зоотехническим правилам «О порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных», утвержденным постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 44 от 03.09.2013, при определении племенной ценности свиней учитывается значение комплексного индекса, включающего значения частных индексов:

- по среднесуточному приросту от рождения до достижения живой массы 100 кг;
- среднесуточному приросту за период выращивания;
- содержанию постного мяса в туше;
- количеству сосков;
- многоплодию;
- массе гнезда при отъеме.

В зависимости от направления продуктивности разводимых пород свиней комплексные индексы подразделяются на отцовские и материнские:

к отцовским породам относятся: пьетрен, джорк, гемпшир, отцовские линии пород йоркшир и ландрас;

к материнским: крупная белая, белорусская мясная, белорусская черно-пестрая, материнские линии пород йоркшир и ландрас.

Комплексные индексы ремонтных хрячков:

для отцовских линий

$$KI_x = 0,30 \cdot I_{сп} + 0,40 \cdot I_{спм} + 0,30 \cdot I_{спв}; \quad (57)$$

для материнских линий

$$КИ_x = 0,35 \cdot I_{сп} + 0,30 \cdot I_{спм} + 0,20 \cdot I_M + 0,15 \cdot I_{кс}. \quad (58)$$

Комплексные индексы хряков-производителей:
для отцовских линий

$$КИ_x = 0,50 \cdot I_{сп} + 0,30 \cdot I_{спм} + 0,20 \cdot I_{спв}; \quad (59)$$

для материнских линий

$$КИ_x = 0,4 \cdot I_{сп} + 0,30 \cdot I_{спм} + 0,30 \cdot I_M. \quad (60)$$

Комплексные индексы ремонтных свинок:
для отцовских линий

$$КИ_c = 0,30 \cdot I_{сп} + 0,15 \cdot I_{спм} + 0,30 \cdot I_M + 0,25 \cdot I_{кс}; \quad (61)$$

для материнских линий

$$КИ_c = 0,30 \cdot I_{сп} + 0,50 \cdot I_M + 0,20 \cdot I_{кс}. \quad (62)$$

Комплексные индексы основных свиноматок:
для отцовских линий

$$КИ_c = 0,30 \cdot I_{сп} + 0,15 \cdot I_{спм} + 0,30 \cdot I_M + 0,25 \cdot I_{мг}; \quad (63)$$

для материнских линий

$$КИ_c = 0,30 \cdot I_{сп} + 0,50 \cdot I_M + 0,20 \cdot I_{мг}, \quad (64)$$

где $КИ_x$ – комплексный индекс хряков;

$КИ_c$ – комплексный индекс свиноматок;

$I_{сп}$ – частный индекс по среднесуточному приросту от рождения до 100 кг;

$I_{спм}$ – частный индекс по содержанию постного мяса в туше;

$I_{кс}$ – частный индекс по количеству сосков;

I_M – частный индекс многоплодия;

$I_{спв}$ – частный индекс среднесуточного прироста на выращивании;

$I_{мг}$ – частный индекс массы гнезда при отъеме.

Индекс среднесуточного прироста от рождения до достижения мас-

сы 100 кг определяется по формуле

$$I_{\text{сп}} = h_{\text{сп}}^2 \frac{P_{\text{сп}} - \overline{P_{\text{сп}}}}{\overline{P_{\text{сп}}}} \cdot 100 + 100, \quad (65)$$

где $h_{\text{сп}}^2$ – коэффициент наследуемости среднесуточного прироста от рождения до достижения живой массы 100 кг (0,35);

$P_{\text{сп}}$ – среднесуточный привес хрячка от рождения до достижения живой массы 100 кг;

$\overline{P_{\text{сп}}}$ – средний среднесуточный привес от рождения до достижения живой массы 100 кг по популяции.

Индекс по содержанию мяса в теле ($I_{\text{спм}}$) рассчитывают по формуле

$$I_{\text{спм}} = h_{\text{спм}}^2 \frac{P_{\text{спм}} - \overline{P_{\text{спм}}}}{\overline{P_{\text{спм}}}} \cdot 100 + 100, \quad (66)$$

где $h_{\text{спм}}^2$ – коэффициент наследуемости содержания мяса в теле (0,60);

$P_{\text{спм}}$ – содержание мяса в теле у оцениваемого хрячка;

$\overline{P_{\text{спм}}}$ – среднее содержание мяса в теле по популяции.

Индекс количества сосков ($I_{\text{кк}}$) рассчитывают по формуле

$$I_{\text{кк}} = h_{\text{кк}}^2 \frac{P_{\text{кк}} - \overline{P_{\text{кк}}}}{\overline{P_{\text{кк}}}} \cdot 100 + 100, \quad (67)$$

где $h_{\text{кк}}^2$ – коэффициент наследуемости количества сосков (0,45);

$P_{\text{кк}}$ – количество сосков у оцениваемой свинки;

$\overline{P_{\text{кк}}}$ – среднее количество сосков по популяции.

Индекс по многоплодию ($I_{\text{м}}$) рассчитывают по формуле

$$I_{\text{м}} = h_{\text{м}}^2 \frac{P_{\text{м}} - \overline{P_{\text{м}}}}{\overline{P_{\text{м}}}} \cdot 100 + 100, \quad (68)$$

где h_M^2 – коэффициент наследуемости многоплодия (0,15);

P_M – среднее многоплодие матери, дочери, свиноматок;

$\overline{P_M}$ – среднее многоплодие по популяции.

При расчете частного индекса по многоплодию для ремонтных хрячков, свинок и хрячков-производителей используются данные многоплодия матери. Для свиноматок используются фактические данные многоплодия.

Индекс по среднесуточному приросту на выращивании ($I_{СПВ}$) рассчитывают по формуле

$$I_{СПВ} = h_{СПВ}^2 \frac{P_{СПВ} - \overline{P_{СПВ}}}{\overline{P_{СПВ}}} \cdot 100 + 100, \quad (69)$$

где $h_{СПВ}^2$ – коэффициент наследуемости среднесуточного прироста на выращивании (0,50);

$P_{СПВ}$ – средняя длина туловища среднесуточного прироста на выращивании;

$\overline{P_{СПВ}}$ – средний среднесуточный прирост на выращивании.

Индекс по массе гнезда при отъеме ($I_{МГ}$) рассчитывают по формуле

$$I_{МГ} = h_{МГ}^2 \frac{P_{МГ} - \overline{P_{МГ}}}{\overline{P_{МГ}}} \cdot 100 + 100, \quad (70)$$

где $h_{МГ}^2$ – коэффициент наследуемости массы гнезда при отъеме (0,20);

$P_{МГ}$ – средняя масса гнезда при отъеме свиноматки;

$\overline{P_{МГ}}$ – средняя масса гнезда при отъеме по популяции.

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. При разработке программы селекции в птицеводстве в первую очередь учитывают тип наследования признака (аддитивный, доминирование, сверхдоминирование). При аддитивном типе наследуемости продуктивность потомков

близка к средним значениям обоих родителей. Если принять, что лучшая линия (A) имеет продуктивность 260 штук яиц, а худшая (a) – 200, то при аддитивном наследовании получим потомство (P) с продуктивностью 230 штук яиц:

$$P = \frac{A+a}{2} = \frac{260+200}{2} = 230. \quad (71)$$

При доминировании в сторону лучшего родителя продуктивность потомства превышает среднюю от обоих линий, а при полном доминировании равна лучшей линии:

$$A > P > \frac{A+a}{2} > a, \text{ т. е. } 260 > 240 > 230 > 200. \quad (72)$$

При доминировании в сторону худшего родителя продуктивность потомства ниже ожидаемой средней от обоих родителей:

$$A > P > \frac{A+a}{2} > a, \text{ т. е. } 260 > 240 > 230 > 200. \quad (73)$$

При сверхдоминировании продуктивность потомства превышает лучшего родителя:

$$P > A > \frac{A+d}{2} > d, \text{ т. е. } 280 > 260 > 230 > 200. \quad (74)$$

В селекционных программах наиболее эффективно используется аддитивное действие генов. Этот тип действия генов позволяет улучшить продуктивность птицы при линейном разведении, выборе лучших генотипов на основе фенотипической оценки. Признаки, определяемые аддитивным действием генов, высоко наследуются. Однако большинство хозяйственно полезных признаков птицы наследуется по другому типу – доминирование и сверхдоминирование, вызванному взаимодействием аллелей одного локуса. Наиболее часто с таким типом наследования связывают проявление эффекта гетерозиса.

Задание 10. Составить иерархическую структуру селекционно-биотехнологического свиноводческого центра, определить соотношение поголовья свиней, сравнить с оптимальными параметрами.

Задание 11. Изучить сочетаемость 4–6 линий в птицеводстве, установить тип наследования признака.

5. 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 селекции. 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 элеватор, 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 поло-

вые 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 элевера 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 маточно-го 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 становятся 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* (*Genomic 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-

Т а б л и ц а 12. 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 ИПТ и экстерьерному профилю дочерей	Проверенные быки-производители, гол. Быки-лидеры, 6 гол. (10 % от числа быков-улучшателей)	

Т а б л и ц а 13. Календарный план получения быков-производителей на 2015–2022 гг.

Месяц	Год	Период, лет	Мероприятия
Ноябрь	2015	0	Планирование заказного подбора
Август	2016	0,75–0,80	Рождение бычка
Сентябрь	2017	1,90	Начало испытания
Июнь	2018	2,70	Рождение первых телят
Март	2020	4,40	Оценка дочерей
Июнь	2020	4,70	Первая оценка племенной ценности (100 сут.)
Январь	2021	5,40	Окончательная оценка племенной ценности

6. 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 удои, 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 оте-

ла 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 16. Оценить качество родословной нетели, результаты расчета представить в виде табл. 14.

Т а б л и ц а 14. Оценка качества родословной нетели

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

Задание 17. Провести оценку потенциальной матери быкопроизводителя, результаты расчета представить в виде табл. 15.

Т а б л и ц а 15. Оценка потенциальной матери быка-производителя

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

Задание 18. Рассчитать параметры оценки матерей быков, результаты расчета представить в виде табл. 16.

Т а б л и ц а 16. 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							

7. 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 по-

томка 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 маточно-поголовья, снижает адаптационные возможности потомства.

На рис. 14 представлена генеалогическая схема линии Рефлекшн Соверинга в стаде РУП «Учхоз БГСХА».

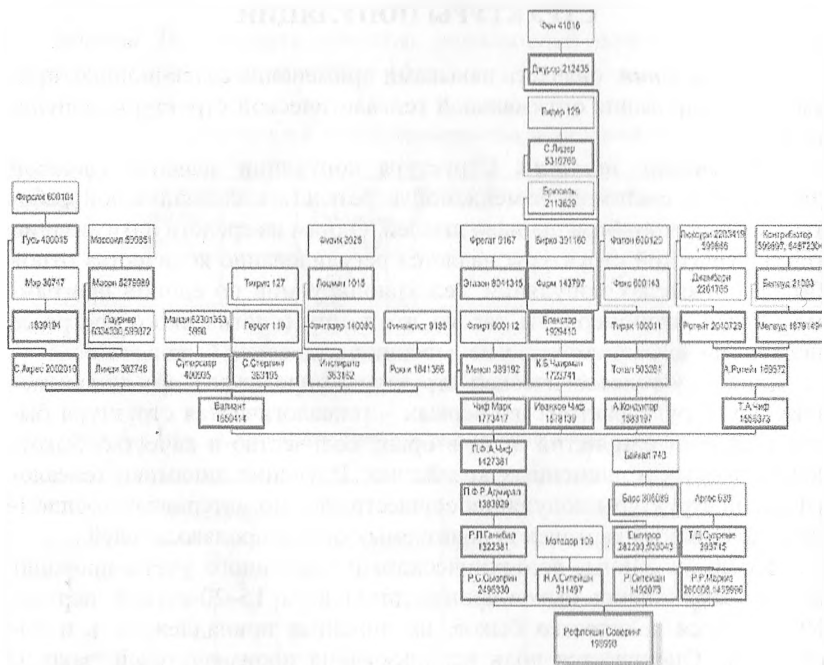


Рис. 14. Генеалогическая схема линии Рефлекшн Соверинга в стаде РУП «Учхоз БГСХА»

Задание 19. По данным программы «База данных «Племенное дело» установить генеалогическую структуру популяции региона, результаты расчета представить в виде табл. 17.

Т а б л и ц а 17. Генеалогическая структура популяции региона

Генеалогическая линия, ветвь	Число быков	
	гол.	%

Задание 20. Используя родословные быков, сравнить их генетические сходства с родоначальником в разрезе линий.

Задание 21. Оценить продуктивные качества женских предков производителей в зависимости от породной принадлежности и породности, результаты расчета представить в виде табл. 18.

Т а б л и ц а 18. Оценка продуктивных качеств женских предков производителей в зависимости от породы и породности

Порода, породность по голштин- ской породе	n	М				ММ				МО			
		удой, кг		жир, %		удой, кг		жир, %		удой, кг		жир, %	
		$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$
Черно-пестрая, чистопородная													
Голштинская, чистопородная													
1/2													
1/4													
3/4													
3/8													
5/8													
7/8													

Задание 22. Провести анализ однородности потомства быков по молочной продуктивности и выделить быков-улучшателей, результаты расчета представить в виде табл. 19.

Т а б л и ц а 19. Анализ однородности потомства быков по молочной продуктивности

Кличка, номер быка	n	Продуктивность дочерей				n	Продуктивность сверстниц						
		удой, кг		жир, %			удой, кг		жир, %				
		$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$		$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$S_v, \%$			

Задание 23. Оценить тип подбора в родословных выделенных быков-улучшателей и определить наличие целенаправленного инбридинга, результаты расчета представить в виде табл. 20.

Т а б л и ц а 20. Оценка типа подбора в родословных выделенных быков-улучшателей

Кличка, номер произво- дителя	Подбор		Инбридинг						
	внутрили- нейный	кросс	тесный		близкий		умеренный		
			внутрили- нейный	кросс	внутрили- нейный	кросс	внутрили- нейный	кросс	

8. 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 молочном 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 черно-пестрого 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. С учетом того, что согласно зоотехническим правилам о порядке определения продуктивности

племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных племенную ценность определяют по количеству молочного жира, предлагается использовать индекс производственной типичности (ИПТ), рассчитываемый по следующей формуле:

$$\text{ИПТ} = \frac{(\text{Ж} \cdot 27,7) \text{ ИД}}{\text{В} \cdot \text{ИС}}, \quad (75)$$

где Ж – молочный жир, кг;

27,7 – коэффициент корректировки удоя по стандартному содержанию жира;

ИД – индекс длинноногости;

В – живая масса;

ИС – индекс сбитости.

Устанавливаются следующие градации ИПТ: 3,0 и более – молочный тип; 2,1–2,9 – молочно-мясной; 1,1–2,0 – мясо-молочный.

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 рис. 15 приведена корова желательного типа телосложения.

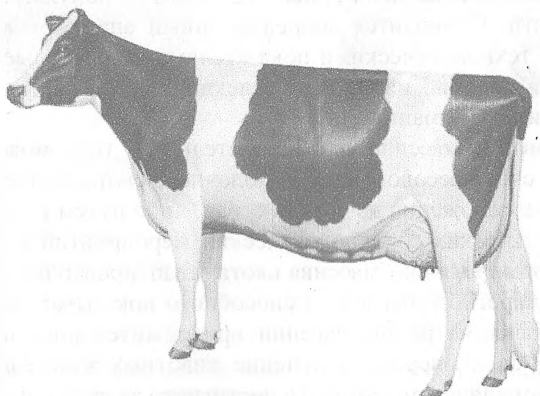


Рис. 15. Корова желательного типа телосложения

Определение критериев желательного типа для маточного поголовья активной части популяции производится по данным планов племенной работы племенных стад путем тщательной оценки фенотипи-

ческих показателей (продуктивность, живая масса, экстерьер), расчета селекционно-генетических параметров индекса производственной типичности. Параметры желательного типа рассчитываются отдельно для коров первой и третьей лактаций (табл. 21).

Таблица 21. Параметры отбора коров желательного типа для воспроизводства стада в племенных хозяйствах

Показатель	Возраст	
	1-я лактация	3-я лактация
Удой, кг	5200	6000
Жир, %	3,7	3,8
Белок, %	3,2	3,2
Живая масса, кг	530	600
Высота в холке, см	131	135
Высота в крестце, см	135	138
Ширина груди, см	48	52
Глубина груди, см	70	75
Косая длина туловища, см	153	160
Ширина в маклоках, см	52	55
Обхват груди, см	195	205
Обхват пясти, см	18,9	19,8
Коэффициент молочности	9,8	10,0
ИПТ	3,58	3,47

Конкретные критерии устанавливаются 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 (рис. 16).



Рис. 16. 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 живот-

ных 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 (рис. 17). Из рис. 17 видно, что подсистемы первого уровня характеризуются основными показателями оценки животного, а на низшей ступени иерархической структуры находятся показатели, определяющие его параметры в условиях эксплуатации.



Рис. 17. 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, некачественным 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 24. Выбрать из списка коров, оцененных по продуктивности и экстерьеру, животных желательного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петухов, В. Л. Генетические основы селекции животных / В. Л. Петухов. – М.: Агропромиздат, 1989.
2. Племенная работа по формированию массива скота желательного типа: монография / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск, 2008. – 237 с.
3. Племенная работа в молочном скотоводстве: монография / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – 424 с.
4. Крупномасштабная селекция: методические указания и задания к лабораторным занятиям / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, С. И. Саскевич. – Горки, 2007. – 28 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. Енинко [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 18 мая 2012 г.: в 2 ч. / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2012. – Ч. I – С. 223–225.
7. Зоотехнические правила о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных: утв. постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 03.09.2013. – № 44. – 50 с.
8. Селекционно-племенная работа в молочном скотоводстве: метод. пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск, 2002. – 95 с.
9. Казаровец, Н. В. Разработка и оптимизация программ крупномасштабной селекции в молочном скотоводстве: учеб. пособие / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, Н. И. Гавриченко. – Горки, 2002. – 40 с.
10. Казаровец, Н. В. Селекционная работа по формированию массива скота желательного типа: учеб. пособие / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, Н. И. Гавриченко. – Горки, 2002. – 24 с.
11. Казаровец, Н. В. Селекция черно-пестрого скота: учеб.-метод. пособие / Н. В. Казаровец, И. А. Пинчук, Н. И. Гавриченко. – Минск, 2002. – 78 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Шкала линейной оценки экстерьера ремонтных быков


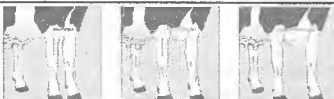








Признак	Характеристика, оптимальное значение, баллов	
1. Тип телосложения	Очень сухой тип, плоские кости, упитанность менее 3 баллов – 9 Молочный тип, растянутый, сухая задняя часть туловища, упитанность 3–3,5 балла – 8 Средние показатели выраженности признаков, упитанность 4 балла – 5–7 Ребра плохо просматриваются, округлые, их угол наклона близкий к прямому, упитанность 4,5 балла – 3–4 Мясной тип, кости округлые, выражена омускуленность, холка и ребра не просматриваются, упитанность 5 баллов – 1–2	8
2. Крепость телосложения (ширина груди)	Очень широкая и сильная – 9 Широкая и сильная – 7 Средняя – 5 Узкая – 3 Очень узкая и слабая – 1	7
3. Рост	Очень высокий – 9 Высокий – 7 Средний – 5 Низкий – 3 Очень низкий – 1	8
4. Глубина тела	Очень глубокое – 9 Глубокое – 7 Среднее – 5 Мелкое – 3 Очень мелкое – 1	7
5. Положение зада (положение седалищных бугров относительно маклоков)	Свиный зад (10 см и более) – 9 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	5
6. Ширина зада	Очень широкий – 9 Широкий – 7 Средней ширины – 5 Узкий – 3 Очень узкий – 1	5
7. Постановка задних конечностей (вид сбоку)	Очень саблистые – 9 Саблистые – 7 Идеальный изгиб – 5 Малый изгиб – 3 Слоновая постановка – 1	5
8. Постановка задних конечностей (вид сзади)	Прямая – 9 Имеется очень малый разворот скакательных суставов внутрь – 7 Имеется малый разворот – 5 Имеется средний разворот – 3 Большой разворот скакательного сустава внутрь – 1	9
9. Плоскость задних конечностей и выраженность скакательного сустава	Конечности плоские, скакательный сустав сухой – 9 Сухой скакательный сустав – 7 Скакательный сустав средней толщины – 5 Утолщенный скакательный сустав – 3 Конечности цилиндрические, утолщенный скакательный сустав – 1	8
10. Постановка копыт	Торцовая (более 50°) – 9 Оптимальная (45°), высота пятки более 2 см – 6 Ниже оптимальной (40°) – 5 Плоская (35°) – 3 Острая (менее 30°) – 1	6

**Классификационная оценка экстерьера ремонтных быков
по 100-балльной шкале**

Наименование и краткая характеристика признаков	Удельный вес комплексных признаков при расчете, %
<p align="center"><i>1. Общй вид и развитие</i></p> <p>Признаки типа телосложения при классификации должны соответствовать той оценке, которая дана бонитером при рассмотрении линейных признаков.</p> <p><i>Линейные признаки экстерьера, входящие в структуру оценки общего вида быков, и их удельный вес, %:</i></p> <p>тип телосложения (ТТ) – 30; крепость телосложения или ширина груди (КТ) – 20; рост (Р) – 15; глубина тела (ГТ) – 15; положение зада (ПЗ) – 15; ширина зада (ШЗ) – 5.</p> <p><i>Недостатки общего вида и развития и баллы, снимаемые за них:</i></p> <p>голова непропорциональная – 1; провисшая поясница – 1 горбатая спина – 1; перехват за лопатками – 1; узкая спина – 1; короткий крестец – 1; впалый корень хвоста – 1; крышеобразный зад – 1; другие недостатки – 1.</p> <p><i>Расчет баллов за общй вид:</i></p> $OB = \left(\frac{8 - ТТ - 8 }{8} \cdot 30 \right) + \left(\frac{7 - КТ - 7 }{7} \cdot 20 \right) + \left(\frac{8 - Р - 8 }{8} \cdot 15 \right) + \left(\frac{7 - ГТ - 7 }{7} \cdot 15 \right) + \left(\frac{5 - ПЗ - 5 }{5} \cdot 15 \right) + \left(\frac{5 - ШЗ - 5 }{5} \cdot 5 \right) - Z_1,$ <p>где OB – балл за общй вид; ТТ, КТ, Р, ГТ, ПЗ, ШЗ – фактические баллы за линейный признак; Z₁ – сумма баллов за недостатки общего вида и развития; 8, 7, 8, 7, 5, 5 – оптимальные баллы за линейный признак; 30, 20, 15, 15, 15, 5 – удельный вес каждого признака в структуре общего вида.</p>	<p align="center">50</p>

Наименование и краткая характеристика признаков	Удельный вес комплексных признаков при расчете, %
<p style="text-align: center;"><i>2. Конечности</i></p> <p>Признаки конечностей при классификации должны соответствовать той оценке, которая дана бонитером при рассмотрении линейных признаков.</p> <p><i>Линейные признаки экстерьера, входящие в структуру конечностей, и их удельный вес, %:</i></p> <p> постановка задних конечностей – вид сбоку (ПЗКБ) – 20; постановка задних конечностей – вид сзади (ПЗКЗ) – 25; плоскость задних конечностей и выраженность скакательного сустава (ПлЗК) – 10; постановка копыт (ПК) – 45.</p> <p><i>Недостатки конечностей и баллы, снимаемые за них:</i></p> <p> слабые бабки – 1; развоенное копыто – 1; размет передних конечностей – 1; неправильная постановка передних копыт – 1; короткие передние конечности – 1; другие недостатки – 1.</p> <p><i>Расчет баллов за конечности:</i></p> $K = \left(\frac{5 - ПЗКБ - 5 }{5} \cdot 20 \right) + \left(\frac{9 - ПЗКЗ - 9 }{9} \cdot 25 \right) + \left(\frac{8 - ПлЗК - 8 }{8} \cdot 10 \right) + \left(\frac{6 - ПК - 6 }{6} \cdot 45 \right) - Z_2,$ <p>где К – баллы за конечности; ПЗКБ, ПЗКЗ, ПлЗК, ПК – фактические баллы за линейный признак; Z₂ – сумма баллов за недостатки конечностей; 5, 9, 8, 6 – оптимальные баллы за линейный признак; 20, 25, 10, 45 – удельный вес каждого признака.</p>	50

Схема линейной оценки коров по 9-балльной шкале, баллов

 1 балл 5 баллов 9 баллов	1. Тип телосложения	
	Переразвитый молочный	9
	Молочный тип	7
	Средняя молочность	5
 1 балл 5 баллов 9 баллов	2. Крепость телосложения или ширина груди	
	Очень широкая и сильная (29 см и более)	9
	Широкая и сильная (25–26 см)	7
	Средняя (21–22 см)	5
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Узкая (17–18 см)	3
	Очень узкая и слабая (13–14 см)	1
	3. Рост	
	Очень высокий (146 см и более)	9
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Высокий (142–143 см)	7
	Средний (138–139 см)	5
	Низкий (134–135 см)	3
	Очень низкий (130 см и менее)	1
 1 балл 5 баллов 9 баллов	4. Глубина тела	
	Очень глубокое	9
	Глубокое	7
	Среднее	5
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Мелкое	3
	Очень мелкое	1
	5. Положение зды	
	Свислый зад (10 см и более)	9
 1 балл 5 баллов 9 баллов	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
 1 балл 5 баллов 9 баллов	6. Ширина зды (по центру седалищных бугров)	
	Очень широкий (26 см и более)	9
	Широкий (22–23 см)	7
	Средней ширины (18–19 см)	5
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Узкий (14–15 см)	3
	Очень узкий (10–11 см)	1
	7. Постановка задних конечностей (вид сбоку)	
	Очень саблистые	9
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Саблистые (серповидные)	7
	Идеальный изгиб	5
	Малый изгиб	3
	Слоновая постановка	1
 1 балл 5 баллов 9 баллов	8. Постановка задних конечностей (вид сзади)	
	Прямая	9
	Имеется очень малый разворот	7
	Имеется малый разворот	5
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Имеется средний разворот	3
	Большой разворот скакательного сустава внутрь	1
	9. Плоскость задних конечностей и выраженность скакательного сустава	
	Конечности плоские, скакательный сустав сухой	9
 1 балл 5 баллов 9 баллов	Сухой скакательный сустав	7
	Скакательный сустав средней толщины	5
	Утолщенный скакательный сустав	3
	Конечности цилиндрические, сильно утолщенный скакательный сустав	1

	10. Постановка копыт		
	Крутая		9
	Правильная (45°), высота пятки более 2 см		6
	Промежуточная (40°)		5
	Пологая (35°)		3
	Острая		1
	11. Глубина вымени		
	Мелкое (более 10 см)		9
	Высокое (10 см)		7
	Средняя глубина вымени (5 см)		5
	На уровне скакательных суставов (0 см)		3
	Глубокое (4 см и более)		1
	12. Прикрепление передних долей вымени		
	Плотное		9
	Сильное		7
	Среднее		5
	Слабое		3
	Очень слабое		1
	13. Центральная связка вымени		
	Очень сильная (глубина щели 6 см и более)		9
	Сильная (глубина щели 4 см)		7
	Средняя (глубина щели 2 см)		5
	Слабая (глубина щели 1 см)		3
	Очень слабая (нет щели)		1
	14. Высота прикрепления задней части вымени		
	Очень высокое прикрепление (21 см и менее)		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
	15. Ширина задней части вымени		
	Очень широкое – форма прямоугольника (> 16,5 см)		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
	16. Положение передних сосков относительно центра четвертой вымени		
	Крайне близкое		9
	Слегка сближенное		7
	Сосок расположен по центру		5
	Слегка расширенное		3
	Очень широкое		1
	17. Положение задних сосков относительно центра четвертой вымени		
	Узкое (внутри)		9
	Слегка сближенное		7
	По центру		5
	Слегка расширенное		3
	Очень широкое (наружу)		1
	18. Длина переднего соска		
	Очень длинный (9 см и более)		9
	Длинный (7 см)		7
	Средний и идеальный (5 см)		5
	Короткий (3 см)		3
	Очень короткий (1 см)		1

**Классификационная оценка экстерьера
коров по 100-балльной шкале**

Наименование и краткая характеристика признаков	Удельный вес комплексных признаков при расчете, %
<p align="center"><i>1. Общий вид и развитие</i></p> <p>Признаки типа телосложения при классификации должны соответствовать той оценке, которая дана бонитером при рассмотрении линейных признаков.</p> <p><i>Линейные признаки экстерьера, входящие в структуру оценки общего вида коров, и их удельный вес, %:</i></p> <p>тип телосложения (ГТ) – 30; крепость телосложения или ширина груди (КТ) – 15; рост (Р) – 15; глубина тела (ГТ) – 15; положение зада (ПЗ) – 15; ширина зада (ШЗ) – 10.</p> <p><i>Недостатки общего вида и развития и баллы, снимаемые за них:</i></p> <p>голова непропорциональная – 1; провисшая поясница – 1 горбатая спина – 1; короткий крестец – 1; перехват за лопатками – 1; узкая спина – 1; впалый корень хвоста – 1; крышеобразный зад – 1; другие недостатки – 1.</p> <p><i>Расчет баллов за общий вид:</i></p> $ \begin{aligned} \text{ОВ} = & \left(\frac{8 - \text{ГТ} - 8 }{8} \cdot 30 \right) + \left(\frac{7 - \text{КТ} - 7 }{7} \cdot 15 \right) + \left(\frac{8 - \text{Р} - 8 }{8} \cdot 15 \right) + \\ & + \left(\frac{7 - \text{ГТ} - 7 }{7} \cdot 15 \right) + \left(\frac{5 - \text{ПЗ} - 5 }{5} \cdot 15 \right) + \left(\frac{9 - \text{ШЗ} - 9 }{9} \cdot 10 \right) - Z_1, \end{aligned} $ <p>где ОВ – балл за общий вид; ГТ, КТ, Р, ГТ, ПЗ, ШЗ – фактические баллы за линейный признак; Z₁ – сумма баллов за недостатки общего вида и развития; 8, 7, 8, 7, 5, 9 – оптимальные баллы за линейный признак; 30, 15, 15, 15, 15, 10 – удельный вес каждого признака в структуре общего вида.</p>	<p align="center">30</p>

Наименование и краткая характеристика признаков	Удельный вес комплексных признаков при расчете, %
<i>2. Конечности</i>	30
<p>Признаки конечностей при классификации должны соответствовать той оценке, которая дана бонитером при рассмотрении линейных признаков.</p>	
<p><i>Линейные признаки экстерьера, входящие в структуру конечностей, и их удельный вес, %:</i></p>	
<p>постановка задних конечностей – вид сбоку (ПЗКБ) – 20;</p>	
<p>постановка задних конечностей – вид сзади (ПЗКЗ) – 25;</p>	
<p>плоскость задних конечностей и выраженность скакательного сустава (ПлЗК) – 10;</p>	
<p>постановка копыта (ПК) – 45.</p>	
<p><i>Недостатки конечностей и баллы, снимаемые за них:</i></p>	
<p>слабые бабки – 1;</p>	
<p>раздвоенное копыто – 1;</p>	
<p>размет передних конечностей – 1;</p>	
<p>неправильная постановка передних копыт – 1;</p>	
<p>короткие передние конечности – 1;</p>	
<p>другие недостатки – 1.</p>	
<p><i>Расчет баллов за конечности:</i></p>	
$K = \left(\frac{5 - \text{ПЗКБ} - 5 }{5} \cdot 20 \right) + \left(\frac{9 - \text{ПЗКЗ} - 9 }{9} \cdot 25 \right) + \left(\frac{8 - \text{ПлЗК} - 8 }{8} \cdot 10 \right) + \left(\frac{6 - \text{ПК} - 6 }{6} \cdot 45 \right) - Z_2,$	
<p>где К – балл за конечности;</p>	
<p>ПЗКБ, ПЗКЗ, ПлЗК, ПК – фактические баллы за линейный признак;</p>	
<p>Z₂ – сумма баллов за недостатки конечностей;</p>	
<p>5, 9, 8, 6 – оптимальные баллы за линейный признак;</p>	
<p>20, 25, 10, 45 – удельный вес каждого признака.</p>	

Наименование и краткая характеристика признаков	Удельный вес комплексных признаков при расчете, %
<p style="text-align: center;"><i>3. Вымя</i></p> <p><i>Линейные признаки экстерьера, входящие в структуру оценки вымени коров, и их удельный вес, %:</i></p> <p>глубина вымени (ГВ) – 16; прикрепление передней части вымени (ППЧВ) – 18; центральная связка вымени (ЦС) – 16; высота прикрепления задней части вымени (ВЗЧВ) – 15; ширина задней части вымени (ШЗЧВ) – 13; положение передних сосков относительно центра четвертей (ППСоЦЧ) – 10; положение задних сосков относительно центра четвертей (ПЗСоЦЧ) – 8; длина переднего соска (ДС) – 4.</p> <p><i>Недостатки вымени и баллы, снимаемые за них:</i></p> <p>негоризонтальное дно вымени – 1; короткая передняя часть вымени – 1,5; короткая задняя часть вымени – 1,5; недостатки формы вымени – 1,5; отсутствие соскового канала – 1; боковая борозда – 1,5; другие недостатки – 1.</p> <p><i>Расчет баллов за качество вымени:</i></p> $ \begin{aligned} V = & \left(\frac{5 - ГВ - 5 }{5} \cdot 16 \right) + \left(\frac{9 - ППЧВ - 9 }{9} \cdot 18 \right) + \left(\frac{9 - ЦС - 9 }{9} \cdot 16 \right) + \\ & + \left(\frac{9 - ВЗЧВ - 9 }{9} \cdot 15 \right) + \left(\frac{9 - ШЗЧВ - 9 }{9} \cdot 13 \right) + \left(\frac{6 - ППСоЦЧ - 6 }{6} \cdot 10 \right) + \\ & + \left(\frac{5 - ПЗСоЦЧ - 5 }{5} \cdot 8 \right) + \left(\frac{5 - ДС - 5 }{5} \cdot 4 \right) - Z_3, \end{aligned} $ <p>где V – балл за качество вымени; ГВ, ППЧВ, ЦС, ВЗЧВ, ШЗЧВ, ППСоЦЧ, ПЗСоЦЧ, ДС – фактические баллы за линейный признак; Z₃ – сумма баллов за недостатки вымени; 5, 9, 9, 9, 9, 6, 5, 5 – оптимальные баллы за линейный признак; 16, 18, 16, 15, 13, 10, 8, 4 – удельный вес каждого признака в структуре вымени.</p>	40

Классификация коров по типу телосложения

Категория	Сумма баллов
Превосходный	90 и более
Отличный	85–89
Хороший с плюсом	80–84
Хороший	75–79
Удовлетворительный	65–74
Плохой	50–64

Оценка ремонтных телок и нетелей по экстерьеру и типу телосложения

Признаки	Баллы
<i>Общий вид и развитие.</i> Развитие гармоничное, с хорошо выраженным типом породы. Все стати без выраженных отклонений. Костяк прочный, но не грубый. Легкие голова и конечности. Отсутствие избыточной мускулатуры на бедрах и холке	Не более 3
<i>Голова и шея, грудь, холка, стина, поясница, средняя часть туловища, зад.</i> Голова сухая. Шея достаточной длины с четкой впадиной вдоль пищевода. Грудь глубокая, но не широкая. Холка не широкая и хорошо выражена. Спина ровная со слегка выступающими остистыми отростками грудных позвонков. Ребра широкие и широко расставлены. Лопатка плотно прилегает к грудной клетке. Поясница ровная, короткая и широкая. Крестец длинный, широкий, слегка наклонен назад. Тазобедренные сочленения расположены несколько ниже маклоков, но выше седалищных бугров. Хвост длинный и тонкий, с расположенным на уровне маклоков корнем. Кожа тонкая, эластичная, подвижная. Шерстный покров тонкий, гладкий	Не более 4
<i>Конечности и копыта.</i> Конечности крепкие, но не тонкие и не грубые. Пясна, а также предплечье и пясть поставлены отвесно. Средний угол изгиба задней конечности в области скакательного сустава. Запястные и скакательные суставы хорошо очерчены, сухие. Передняя стенка копытца наклонена к плоскости пола под углом примерно 45°, задняя стенка высокая, подошва ровная	Не более 3
<i>Сумма баллов</i>	Не более 10

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Расчет популяционно-генетических параметров.....	4
2. Оценка племенной ценности крупного рогатого скота молочных пород.....	15
2.1. Определение племенной ценности быков.....	16
2.2. Определение племенной ценности маточного поголовья.....	27
3. Методические аспекты составления и генетико-экономической оптимизации селекционной программы.....	30
3.1. Принципы разработки программ крупномасштабной селекции.....	30
3.2. Организация селекционного процесса по реализации положений программы крупномасштабной селекции.....	33
4. Особенности селекционного процесса в свиноводстве и птицеводстве.....	45
5. Селекция быков-производителей.....	53
6. Селекция быкопроизводящих коров.....	57
7. Формирование генеалогической структуры популяции.....	59
8. Формирование массива скота желательного типа.....	62
Литература.....	68
Приложения.....	69