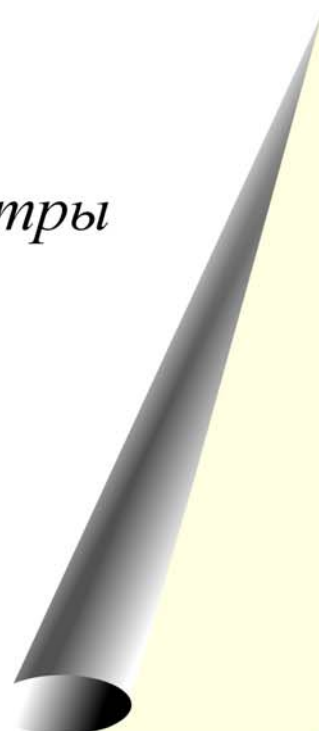


Разведение
сельскохозяйственных
животных
с основами частной зоотехнии



Разведение с.-х. животных

*9. Отбор сельскохозяйственных
животных:
изменчивость и методы
её изучения;
статистические параметры*



ИЗМЕНЧИВОСТЬ И МЕТОДЫ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

1. Виды изменчивости
2. Методы изучения изменчивости
3. Статистические параметры для характеристики совокупности

Изменчивость свойственна всем живым существам. В настоящее время известно около миллиона видов животных и около полумиллиона видов растений. Изменчивость организмов является основой для выведения новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов.

ВИДЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Выделяют следующие виды изменчивости: мутационную, комбинативную, коррелятивную и модификационную.

Мутационная изменчивость.

Мутационный процесс является первоисточником наследственной изменчивости. В результате мутаций у потомков появляются новые признаки и свойства, которых не было у предков. Различная окраска меха у норок и лисиц, полиморфизм белков и ферментов, наследственные дефекты (ахондроплазия, пупочная грыжа, врожденное отсутствие конечностей и т. д.) — это примеры мутационной изменчивости.

Мутации — один из главных факторов эволюции и создания новых пород животных и сортов растений.

Комбинативная (комбинационная) изменчивость.

Это наследственная изменчивость, возникающая в потомстве в результате новых сочетаний признаков и свойств при скрещиваниях. Комбинативная изменчивость не ведет к возникновению новых наследственных признаков, а происходят лишь комбинация и рекомбинация генов, имеющих у родительских форм. На основе комбинативной изменчивости вы-

ведено много пород животных: орловская рысистая порода лошадей, костромская порода скота, алтайская тонкорунная порода овец и т.д. Например, в результате скрещивания зебу с европейскими породами скота был создан австралийский молочный зебу. В новой породе сочетаются устойчивость к клещам, жаре, как у зебу, и высокая молочная продуктивность, как у европейского скота.

Зная характер наследования признаков и свойств, можно создать желаемое их сочетание. Если селекционер ставит перед собой цель получить сапфировую окраску меха у норок, то он должен скрестить алеутских норок (генотип $aaPP$) с платиновыми ($AApp$). Первое поколение норок имеет коричневый мех. При скрещивании гибридов первого поколения между собой в F_2 получают 1/16 сапфировых норок ($aapp$). При разведении сапфировых норок появляются только сапфировые норки.

Коррелятивная изменчивость.

Организм развивается как единое целое под влиянием наследственности и условий среды. Поэтому изменение одних органов или тканей может вести к изменению других органов, тканей или функции организма. Так, недоразвитие передней доли гипофиза ведет к задержке роста и половозрелости.

В зоотехнической и ветеринарной практике изучение корреляционной изменчивости имеет большое значение. Известно, что между высокой молочностью и высокой способностью к откорму существует отрицательная корреляция. Поэтому не выведены породы, сочетающие высокую молочную продуктивность, как у молочных пород, и мясные качества, как у мясных пород. Между устойчивостью к заболеваниям и признаками продуктивности может быть положительная или отрицательная связь. Например, между устойчивостью к эймериозу (кокцидиозу) у кур и массой тела существует положительная корреляция.

Модификационная изменчивость.

Это ненаследственная фенотипическая изменчивость, возникающая

под влиянием условий среды и не изменяющая генотип. Модификационная изменчивость широко распространена в природе, так как на развитие организма влияют условия среды. Однояйцевые близнецы, находящиеся в разных условиях среды, различаются по своим признакам, несмотря на одинаковый генотип. У медоносной пчелы самки развиваются из оплодотворенных яиц, но в зависимости от качества пищи в личиночной стадии могут стать или рабочими пчелами, или маткой. При питании маточным молочком женская особь превращается в матку. Количественные признаки (удой, живая масса, настриг шерсти и т.д.) подвержены сильному влиянию условий среды и характеризуются большой модификационной изменчивостью. Качественные признаки (группы крови, масть и т. д.) в основном контролируются наследственностью.

Условия среды иногда сглаживают генетические различия между животными. Тогда худшие и лучшие по генотипу особи могут иметь одинаковую продуктивность. Поэтому в плохих условиях среды отбор по фенотипу по многим признакам малоэффективен. Недостаточный уровень кормления может привести к недоразвитию потомков не только в первом, но и в последующих поколениях. В таких случаях мы имеем дело с длительными модификациями.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Вариационная статистика

(биометрия, биологическая статистика) — наука о способах применения математических методов в биологии. Предметом вариационной статистики служит группа биологических объектов. Группа определенных объектов составляет совокупность. Совокупностями являются породы, стада животных, линии, семейства, дочери определенного производителя, группа овец, на которых проводится опыт, количество эритроцитов в каком-то объеме крови животного и т.д. Совокупность состоит из единиц

или членов. Для стада овец единицей будет каждая овца.

Число единиц, входящее в совокупность, называется объектом совокупности и обозначается буквой n . Единица совокупности может характеризоваться определенными признаками. Например, коровы характеризуются удоями за некоторый отрезок времени, жирномолочностью и белкомолочностью, живой массой, промерами, мастью, рогатостью или комолостью, числом эритроцитов или процентом гемоглобина в крови и т. д. Сумма, отдельных измерений или наблюдений также является совокупностью.

Величину изучаемого признака для какой-то единицы совокупности называют вариантой и обозначают $V_1; V_2; V_3 \dots$, а в общем виде V_i где i — порядковый номер варианты. Например, при изучении удоя (ц) за первую лактацию у трех коров получены следующие данные: 40, 43, 39. Эти величины и будут Вариантами, т. е. $V_1 = 40, V_2 = 43, V_3 = 39$.

Различия между отдельными вариантами называются изменчивостью или вариацией. В этих случаях говорят, что удои или «признак варьирует».

Количественные и качественные признаки.

Количественные признаки измеряются, подсчитываются и выражаются цифрами, например титр антител, живая масса, настриг шерсти, яйценоскость и т.д. Качественные признаки описываются словами, например масть черная, черно-пестрая, красная, рыжая и т.д. Если имеются два взаимоисключающих варианта, то такие качественные признаки называются альтернативными, например пол животных — мужской или женский, скот — комолый или рогатый, состояние животных — здоровые или больные.

Соответственно делению признаков на количественные и качественные различают количественную и качественную изменчивость. Количественная изменчивость бывает двух типов: непрерывная и прерывная (дискретная). При непрерывной изменчивости между вариантами нет резких границ и "переходов, все определяется точностью измерения. Если различия между вариантами определяются числами, то это будет прерывная

(дискретная) изменчивость. Так, число поросят у каждой свиноматки выражается целым числом 9, 10, 11 и т. д.

Генеральная и выборочная совокупность.

Генеральная совокупность — это группа животных, составляющих вид, породу, например все коровы или овцы данной породы или вида. К генеральной совокупности относится и общее число эритроцитов или лейкоцитов в крови одного животного. Все теоретически возможное потомство, которое может быть получено от одного производителя, также составляет генеральную совокупность. В генеральную совокупность (породу) входит иногда несколько миллионов животных. Порода распадается на много совокупностей — стада отдельных колхозов или совхозов, а в пределах одного стада может быть несколько совокупностей: линии, семейства и т.д. Конечно, охарактеризовать всю генеральную совокупность, например, по количеству лейкоцитов, проценту белка в молоке, удою, живой массе и т. д. практически невозможно. Поэтому изучают не всю генеральную совокупность, а только ее часть, которая называется выборкой или выборочной совокупностью. Из выборки можно выбрать еще меньшую выборку.

Каждый член выборки из определенной совокупности должен быть отобран случайно. Только в этом случае выборка дает довольно точное представление о генеральной совокупности, т. е. она является репрезентативной (представительной). Если в выборку входит до 30 членов, она называется малой ($n < 30$), а свыше 30 единиц — большой ($n > 30$).

ВАРИАЦИОННЫЙ РЯД И ЕГО ПОСТРОЕНИЕ

При анализе совокупности часто нужно полученные данные сгруппировать и представить их в виде таблицы или ряда. При характеристике количественных признаков и большом числе вариантов производят группировку данных и их разность по классам, т. е. строят вариационный ряд.

Вариационный ряд — это упорядоченное изображение реально существующего распределения особей в группе по величине признака. Вариационный ряд — это двойной ряд чисел, состоящий из обозначения классов и соответствующих частот. Он показывает, как изменяется признак от минимальной до максимальной величины, какая частота вариантов в каждом классе. Класс, в котором встречается наибольшее число вариантов, называется *модальным*.

Для построения вариационного ряда необходимо: 1) из всей выборки найти максимальную ($\max=11,4$), минимальную ($\min = 3,2$) варианты и разность между ними ($\max - \min=11,4-3,2 = 8,2$); 2) определить число классов, которое зависит от объема выборки:

число вариант	.	.	25—40	40—60	60—100	100—200
число классов	.	.	5—6	6—8	7—10	8—12

Найти классный промежуток (k) путем деления разности на предполагаемое число классов ($k = 8,2 : 8$ примерно $1,0$); 3) установить начало классов, для чего к минимальному значению признака (лучше округленному в меньшую сторону, но не больше чем на величину k) прибавляют классный промежуток, пока не включится максимальное значение признака (3; 4, ... 11); 4) установить верхние границы классов, которые должны быть меньше начала последующих классов на величину, равную точности измерения признака (3—3,9; 4—4,9... 11—11,9); 5) последовательно, начиная с первой, разнести варианты по классам (табл. 9).

По вариационному ряду можно судить о распределении признака в данной группе. В крайних классах находится наименьшее число вариантов, а в средних большее. Причем видно смещение распределения вариантов от середины вариационного ряда в сторону больших значений классов. Наибольшее число вариантов (48) относится к 3—5 классам.

Модальным классом (обладающим наибольшей чистотой — 24) является четвертый класс (границы 6—6,9).

При рассмотрении вариационного ряда можно приблизительно определить среднее значение признака, находящееся между 6 и 6,9 — вероятно,

недалеко от 6,5, а также лимиты — $3,5—11,5 = 8$ (взяты средние значения крайних классов). Среднее квадратическое отклонение, исходя из лимита, равно $8:6=1,3$, потому что весь размах изменчивости охватывается шестью сигмами. Фактически полученные величины были близки к предсказанным $x = 6,65$; $\sigma = 1,51$.

Графическое изображение вариационного ряда дает наглядное представление о характере распределения признака в изучаемой совокупности. Вариационный ряд можно представить в виде ступенчатой кривой, называемой *гистограммой*. Для этого на горизонтальной линии (оси абсцисс) наносятся классы, а на вертикальной (ось ординат)—частоты. Основанием каждого столбика является соответствующее значение класса, а высота — число особей в нем. Если соединить прямыми линиями середины всех столбиков, получится *вариационная кривая*, или *полигон распределения*. Полигон распределения должен своими ветвями касаться на оси абсцисс середины соседних классов.

При анализе графика (рис. 25) можно видеть: 1) около середины вариационной кривой располагается наибольшее число вариантов; 2) распределение вариантов по обе стороны от вершины вариационной кривой примерно симметрично; 3) число коров убывает к краям вариационного ряда. Выше-названные закономерности характерны для большинства вариационных рядов. Для сравнения на одном графике нескольких распределений удобно пользоваться не гистограммой, а полигоном распределения.

Если взято малое количество животных, то в некоторых классах вариационного ряда варианты могут отсутствовать, тогда вариационная кривая бывает разорванной. При малом числе особей и растянутых вариационных рядах часто наблюдается *двухвершинность* или *многовершинность*. Если выборка взята достаточно большой, то двухвершинность указывает на смешение двух различных совокупностей (двух пород, линий и т.д.) или на выращивание и содержание животных в разных условиях и т.д.,

Встречаются асимметричные вариационные кривые со смещением

вершин влево или вправо, т. е. положительная или отрицательная асимметрия. Это объясняется неоднородностью условий развития животных данной совокупности, наличием в изучаемой группе большого количества особей с лучшими или худшими наследственными задатками, отбором. В нашем примере (см. рис. 25) наблюдается небольшая положительная асимметрия, т. е. вершина смещена влево. Если в средних классах вариационного ряда наблюдается преобладание вариантов, то получается островершинная кривая, называемая эксцессом.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВОКУПНОСТИ

Средние величины и показатели вариации признака являются основными показателями для характеристики совокупности. К первым относятся средняя арифметическая, средняя геометрическая, мода и медиана. Ко вторым — лимиты, среднее квадратическое отклонение, варианса, коэффициент вариации.

Средние величины.

Средняя арифметическая ($\bar{x}$) показывает, какое значение признака наиболее характерно в целом для данной совокупности. Она используется для сравнения пород, стад, производителей и т. д. по какому-либо признаку.

Средняя геометрическая (G) используется для изучения среднего прироста живой массы, увеличения численности стада и т. д. Этот показатель вычисляется по формуле:

где $V_1 \dots V_n$ — варианты, т. е. варьирующий признак, n — число членов в выборке.

Средняя квадратическая (S) используется для определения средних площадей, диаметров, радиусов (диаметр эритроцитов, объем клеточного ядра и т.д.). Формула для расчета:

где S — знак суммирования.

Средний гармоническая (H) используется при усреднении меняющихся скоростей (скорость молокоотдачи, скорость бега лошадей). Определяют по формуле:

Мода (Mo)—наиболее часто встречающаяся варианта в совокупности. Медиана (Me)—варианта, расположенная в середине (центре) ряда и делящая его на две равные части.

Показатели вариации.

Средняя арифметическая указывает на среднее значение признака в совокупности и не может характеризовать его изменчивость. Например, в одном стаде средний удой коров $X_1 = 3500$ кг, во втором $X_2 = 3600$. По значениям X невозможно что-либо сказать об изменчивости удоя. Важно знать не только средние показатели по стаду, но и вариацию признака.

Для характеристики разнообразия признаков в совокупности служат лимиты, среднее квадратическое отклонение, варианса, коэффициент вариации.

Лимиты ($\lim$)—это максимальное и минимальное значение признака в совокупности. Чем больше разность между максимальной ($\max$) и минимальной ($\min$) вариантой, тем в общем выше изменчивость признака. Если у сухостойных коров лимит по содержанию количества лейкоцитов в 1 мм^3 крови $\lim = 11,4—3,2$, а у больных некробактериозом коров $\lim = 13,6—3,6$, то признак сильнее варьирует у коров второй группы (разность в первом случае составляет 8,2, а во втором — 10). Однако при одинаковых лимитах изменчивость в сравниваемых группах может различаться, так как лимиты не учитывают распределение отдельных вариантов в совокупности.

Среднее квадратическое отклонение. Для характеристики изменчивости привлекается более точный показатель — среднее квадратическое, или стандартное, отклонение. Среднее квадратическое отклонение обозначается буквой σ (сигма). Эта величина именованная, т. е. выражается в тех же единицах, что и X (в кг, см, % и т. д.). Чем больше величина σ , тем выше изменчивость.

Вся изменчивость признака лежит от средней арифметической в пределах $\pm 3\sigma$ ($X \pm 3\sigma$). Это называется правилом «*плюс-минус трех сигм*». Поэтому средняя арифметическая, увеличенная и уменьшенная на три сигмы, дает практически крайние значения признака.

Варианса (σ^2) также является показателем изменчивости признака. Варианса — это сумма квадратов отклонений отдельных вариантов от средней арифметической, деленной на число степеней свободы:

где v — число степеней свободы, т. е. количество всех вариантов совокупности, уменьшенных на единицу ($v = n-1$).

Для выборки из 64 особей ($n = 64$) число степеней свободы равно 63 ($v = n-1 = 64-1=63$). Среднее квадратическое отклонение можно получить из вариации, так как $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Коэффициент вариации (C_v). С помощью среднего квадратического отклонения можно сравнить изменчивость двух и более групп животных в отношении одинаковых признаков. Однако им нельзя воспользоваться для сравнения изменчивости двух и более признаков, выраженных в разных единицах, например молочности, жирномолочности, живой массы, количества лейкоцитов в крови и т. д.

Для коров по первой лактации (племзавод «Первомайский») получены следующие данные: для % жира — $X = 3,8\%$ и $\sigma = 0,17\%$, а для удоя — $X = 4240$ кг и $\sigma = 748$ кг. Как видно, сравнить величины 0,17% и 748 кг невозможно. С помощью сигмы также нельзя сравнить изменчивость, например, живой массы, если она вычислена в первом случае для взрослых коров, а во втором для телят при рождении или в 1, 2, 3 мес и т. д. Поэтому для сравнения изменчивости двух и более признаков, выраженных в разных единицах, применяется коэффициент вариации (C_v). Он показывает, какой процент от X составляет σ . Сравнивая коэффициенты вариации удоя и процента жира, можно сказать, что изменчивость удоя у коров первой лактации значительно выше (18,6%), чем процента жира (4,5%). При характеристике совокупности коэффициент вариации является дополнительным показателем и должен применяться с основными параметрами X и σ .

Вычисление средней арифметической и показателей вариации.

Для больших выборок ($n > 30$) применяют непрямой способ вычисления средней арифметической и других статистических показателей. Мы используем способ произведений. Для этого строят вариационный ряд (табл. 10) и среднюю арифметическую вычисляют по формуле

где A — условная средняя; b — поправка к условной средней; k — классный промежуток; f — число вариантов в классе; a — условное отклонение отдельных классов (выраженное в классных промежутках) от среднего условного класса (A); n — число вариантов в выборке.

За условную среднюю A обычно принимается среднее значение класса с наибольшей частотой вариант, или который находится приблизительно в середине вариационного ряда. В нашем примере за условную среднюю взято среднее значение четвертого класса. Этот класс для наглядности выделим двумя жирными линиями. Для вычислений средних значений классов и условной средней A нужно к началу каждого класса приплюсовать половину классного промежутка (k) $A = 6 + k : 2 = 6 + 1 : 2 = 6,5$.

Определяем условное отклонение (a) для каждого класса:

и т. д. формулы — см. литературу по биометрии..

Детально рассматриваемые вопросы изучаются в дисциплине «Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики». М., 1985 (В.Л. Петухов и др.).