Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра Российской академии наук

Реферативная работа

на тему:

«Специфика биометрии, ее место в системе биологических наук»

Выполнила:аспирантка
очного обучения
З.М. Баймурзина
Принял: к.б.н. О.Ю. Жигунов

5(отл.)

Уфа – 2016

ВВЕДЕНИЕ

Связи современной биологии с математикой многосторонни, они все более расширяются и углубляются. В настоящее время трудно указать область знания, в которой не применялись бы математические методы. Даже в такой, казалось бы, очень далекой от математики области, как анатомия человека, не обходятся без применения биометрии. Примером тому может служить работа Е. М. Маргорина, изучавшего возрастную изменчивость органов у человека. Он писал: «В идеале для определения возрастных различий надо было бы изучать один и тот же орган в его индивидуальном развитии, т. е. у одного и того же человека... Но практически это ограничено пределами анатомии, изучаемой на живом организме, да и требует много времени для наблюдений. Поэтому к решению вопроса приходится подходить косвенным путем, сравнивая один и тот же орган в разные возрастные периоды у разных лиц. Но тогда на сцену выступает новая закономерность — индивидуальная изменчивость, накладывающая существенный отпечаток на весь ход изучения возрастных различий»'. Понятно, что в таких случаях достоверные выводы, как считает Е. М. Маргорин, можно получить не на 2—6 наблюдениях, а на гораздо большем их числе; тут без применения биометрии не обойтись.

Биометрия необходима и при изучении наследуем ости и повторяемости хозяйственно важных признаков, измерении связей между ними и во многих других случаях. Применение биометрии оказалось полезным во многих областях прикладной биологии. Так, благодаря биометрическому анализу массовых антропологических измерений антропологам удалось подойти к довольно точному обоснованию принципов раскроя и стандартизации обуви и одежды, изготовляемой для массового потребления. Биометрические показатели легли в основу количественной оценки физического развития человека, его спортивных и трудовых достиже-ний. Несомненно, что значение биометрии для наук, изучающих

биологические объекты, будет возрастать тем более чем успеш-нее применяются достижения счетно-вычислительной техники.

Конечно, не всякое исследование опирается на биометрию. В биологии с успехом применяют и чисто описательные методы, не требующие количественных оценок получаемых результатов. Но там, где исследования проводят с использованием счета или меры, применение биометрии становится совершенно необходимым. В таких случаях пренебрежение методами биометрии или неправильное их применение приводит к неоправданным затратам труда и времени, а главное — к мало убедительным, а нередко и ошибочным выводам [Лакин,1990].

В качестве примера можно привести одну из попыток опровергнуть закон расщепления, открытый Г. Менделем. В 1939 г. были опубликованы опыты Н. Е. Ермолаевой, из которых якобы следовало, что частота встречаемости доминантного признака во втором поколении гибридов не совпадает с ожидаемой величиной 3/4. Отсюда был сделан вывод о несостоятельности упомянутого закона Менделя. Заинтересовавшись работой Н.Е. Ермолаевой, акад. А. Н. Колмогоров подверг ее данные статистическому анализу и пришел к прямо противоположному выводу. В статье, опубликованной в одном из номеров журнала «Доклады Академии наук СССР» (1940), он писал: «Материал этот, вопреки сомнению самой Н. Е. Ермолаевой, оказывается блестящим подтверждением законов Менделя». Ошибка Н.Е. Ермолаевой явилась следствием пренебрежительного отношения к биометрии, недооценки ее роли в исследовательской работе. Приведенный пример показывает, во-первых, что пренебрежение биометрическими методами при изучении варьирующих объектов приводит к неубедительным и даже ошибочным выводам, а во-вторых, что неумелое, формальное применение биометрии создает лишь видимость строгой научности, а в действительности приносит не пользу, а вред.

Биометрия призвана вооружать исследователей методами статистического анализа, воспитывать у них статистическое мышление, раскрывая перед ними диалектику связи между частью и целым, причиной и следствием, случайным и необходимым в явлениях живой природы. Поистине трудно переоценить значение биометрии в подготовке научно-педагогических кадров.

ГЛАВА 1. ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ БИОМЕТРИИ

1.1. Предмет биометрии

Предметом биометрии служит любой биологический объект, изучаемый с применением счета или меры, т. е. с количественной стороны в целях более или менее точной оценки его качественного состояния. При этом, как уже сообщалось, имеются в виду не единичные, а групповые объекты, т. е. явления массовые, в сфере которых проявляют свое действие статистические законы. Например, врач принял больного и назначил необходимое ему лекарство — это единичное явление, отдельный акт. Если же врач принял несколько больных или подверг неоднократному осмотру одного и того же больного, — это массовое явление независимо от того, каким был объект наблюдения — единичным или групповым.

Обычно наблюдения проводят на групповых объектах, например на особях одного и того же вида, пола и возраста, которые рассматривают как составные элементы, или члены группового объекта, и называют единицами наблюдения. Множество относительно однородных, но индивидуально различимых единиц, объединенных для совместного (группового) изучения, называют статистической совокупностью.

1.2. Основные понятия биометрии

Понятие статистической совокупности — одно из фундаментальных биометрических понятий. Оно базируется на принципе качественной однородности ее состава. Нельзя объединять в одну совокупность особей разного пола и возраста, когда речь идет о нормах питания, стандартизации обуви и одежды, поскольку заведомо известно, что с возрастом и в зависимости от пола индивидов меняются их потребности в питании и закономерно изменяются размеры и пропорции тела. Недопустимо изучать закономерность модификационной изменчивости на генетически неоднородном материале, объединяя в одну совокупность чистопородных и гибридных особей и т. д.

Наряду с понятием статистической совокупности существует понятие статистического комплекса. Так, если статистическая совокупность состоит из относительно однородных единиц, то статистический комплекс слагается из разнородных групп, объединяемых для совместного (комплексного) изучения. При этом каждая группа, входящая в состав комплекса, должна состоять из однородных элементов. Например, в массе подопытных животных наряду с контролем может быть образовано несколько групп, отличающихся друг от друга по возрасту, породной или видовой принадлежности и т. п., на которых испытывают действие изучаемого агента. При испытании различных доз удобрений каждую опытную делянку рассматривают как отдельную группу, входящую в состав статистического комплекса.

Вопрос о форме объединения биометрических данных экспериментатор решает сам в зависимости от объекта и цели исследования. Объединяемые в статистическую совокупность или статистический комплекс результаты наблюдений представляют некую систему, не сводимую к сумме составляющих ее единиц или компонентов. В статистических совокупностях и в статистических комплексах существует внутренняя связь между частью и целым, единичным и общим, которая находит свое выражение в статистических закономерностях, обнаруживаемых в сфере массовых явлений. Эти закономерности являются той теоретической платформой, на которой базируется биометрия.

Какие вопросы можно решать биометрическим методом. С помощью биометрии можно изучать массовый материал, характеризующий различные группы животных: популяцию, породу, стадо, линию, семейство, генерацию, экспериментальную группу и т. п.

Первым наиболее простым биометрическим показателем служит понятие «средняя величина варьирующего признака», характеризующая массовый материал.

Средние статистические величины позволяют отвлечься от индивидуального варьирования признака у животных данной совокупности и служат выражением типичного для всей совокупности значения величины признака.

В животноводстве очень широко распространено использование одной из средних величин, получивших название средней арифметической.

Каждый практический работник ясно представляет себе смысл таких показателей, как средний урожай в хозяйстве, средний надой по стаду на одну корову, средний процент жира в молоке за лактацию, средняя длительность беременности и т. п.

Но кроме средней арифметической, существуют и другие средние значения, такие, например, как средняя геометрическая, мода, медиана, среднее квадратическое, которые также можно использовать для различных целей при характеристике каких-либо биологических объектов и групп животных.

Таким образом, биометрическим методом можно определять средние значения изучаемого признака и на основе этих средних делать суждение по существу о тех особенностях признаков, которые изучались у данной группы животных.

Вторым важным элементом анализа массового материала с помощью биометрии служат показатели степени вариабильности (изменчивости) интересующего нас признака.

Третьим важным приемом для практической и исследовательской работы, в животноводстве служит биометрический метод определения величины связи между различными показателями и ее направления.

Так, может представлять интерес выявление связи между некоторыми свойствами, характеризующими животных, или связь между окружающими животное условиями жизни и развитием у него тех или иных признаков.

Очень большое значение имеет определение того, на сколько полученные по данной группе животных статистические данные правильно

характеризуют тот процесс или тот признак, суждение о котором мы, получаем с помощью тех или иных статистических вычислений.

Биометрические методы позволяют с определенной точностью установить достоверность полученных результатов.

Вычисление достоверностей и определение величины «статистической ошибки» является необходимым и важным приемом в обработке биологических материалов, получаемых из первичных зоотехнических данных или в специальных опытах. Без показателя достоверности и статистической ошибки многие средние данные не могут служить показателем правильной характеристики изучаемой группы животных по тому или иному признаку.

Кроме указанных элементов математического анализа массовых материалов с помощью биометрического метода, можно решать и ряд других вопросов, характеризующих материалы животноводства, которые чаще имеют значение для научно-исследовательских работ. Так, иногда требуется сопоставить эмпирические данные, полученные в конкретном опыте, с данными, которые предполагаются как теоретические. Это прежде всего относится к генетическим работам, в которых изучается соотношение в потомстве числа особей с доминантным и рецессивным признаками. Известно, например, что по правилам Менделя при скрещивании помесей первого поколения (при массовом материале) 75% их потомков будет иметь доминантное выражение признака и 25% — рецессивное. Это и считается теоретическим варьированием альтернативного признака. В конкретных же опы-тах могут наблюдаться другие соотношения между частотой встречаемости особей с доминантным и рецессивным выражениями признака, вызываемые какими-либо специальными воздействиями на животных.

В работах Менделя с горохом теоретическое «расщепление» во втором поколении помесных растений наблюдалось только на массовом материале при обобщении данных по потомству всех растений опыта. А если же

рассмотреть, «расщепление» признаков в потомстве каждой отдельной родительской пары, то соотношения наблюдаются самые разнообразные, а не 75% доминантных и 25 %. рецессивных потомков.

Вот почему совершенна, академик Т. Д. Лысенко, когда он называет правила Менделя статистическими, которые не вскрывают биологическую суть наследственности гибридного потомства.

Для выяснения случайности или неслучайности отклонений эмпирических (опытных) данных от теоретических служит метод хи-квадрат, разработанный вариационной статистикой, который и целесообразно использовать в некоторых исследовательских работах с животными.

Последние годы все шире в биометрии используется метод дисперсионного анализа, который представляет большой интерес Для зоотехнических исследований. Метод дисперсионного анализа позволяет выявить, какая доля из общей изменчивости признака обусловлена тем или другим фактором. Так, дисперсионным анализом можно, например, установить, какая доля в общей изменчивости удоя за лактацию обусловлена возрастом, кормлением, породностью животного или каким-либо другим фактором, имеющим влияние на функцию лактации.

Таким образом, использование биометрического метода при анализе материалов может быть еще расширено методом хи-квадрат, дисперсионным анализом и некоторыми другими методами, на которые мы здесь не ссылаемся. Все это позволяет более глубоко познать интересующие нас особенности изучаемой группы животных [Меркурьева, Шангин, 1983]

ГЛАВА 2. СПЕЦИФИКА БИОМЕТРИИ, ЕЕ МЕСТО В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

С формальной точки зрения биометрия представляет совокупность математических методов, применяемых в биологии и заимствованных главным образом из области математической статистики и теории вероятностей. Наиболее тесно биометрия связана с математической статистикой, выводами которой она преимущественно пользуется, но и биометрия влияет на развитие математической статистики. Взаимодействуя между собой, они взаимно обогащают друг друга. Однако отождествлять биометрию с математической статистикой и теорией вероятностей нельзя.

Биометрия имеет свою специфику, свои отличительные черты и занимает определенное место в системе биологических наук. Современная биометрия — это раздел биологии, содержанием которого является планирование наблюдений_ и статистическая обработка их результатов; математическая статистика и теория вероятностей — разделы математики, теоретические, фундаментальные науки, рассматривающие массовые явления безотносительно к специфике составляющих их элементов.

Биометрия — прикладная наука, исследующая конкретные биологические объекты с применением математических методов'. Биометрия возникла из потребностей биологии. Биометрия опирается преимущественно на индуктивный метод, отправляясь от конкретных фактов, которые она анализирует с помощью математических методов.

Характерной особенностью биометрии является также те, что ее методы применяют при анализе не отдельных фактов, а их совокупностей, т. е. явлений массового характера, в сфере которых обнаруживаются закономерности, не свойственные единичным наблюдениям.

Кроме того, нельзя не учесть, что многие биологи не обладают необходимыми навыками статистического и математического мышления, выработка которых совсем не так проста и требует не только соответствующего образования в вузе, но и длительной тренировки в

процессе работы, привычки к статистическому подходу в понимании биологических процессов.

Эти обстоятельства и явились причиной создания данной книги как введения в биометрию Словом "введение" мы подчеркиваем, что в ней не будет дано со всей полностью то, что излагается в существующих больших зарубежных монографиях, например Э Вебер, О. Кепсорна и других авторов, но она должна помочь студенту университета, а также научному работнику – не специалисту по статистической биологии - приблизиться к к статистической интерпритации биологических явлений и понимать литературу в этой области [Бейли, 1970].

2.1. Классификация признаков

Все биологические признаки варьируют, но все они поддаются непосредственному измерению. Отсюда возникает деление признаков на качественные, или атрибутивные, и количественные.

Качественные признаки не поддаются непосредственному измерению и учитываются по наличию их свойств у отдельных членов изучаемой группы. Например, среди растений можно подсчитать количество экземпляров с разной окраской цветков — белой, розовой, красной, фиолетовой и т. д. В массе животных также нетрудно отличить и учесть особей разного пола и масти — серых, вороных, гнедых, пестрых и др.

Количественные признаки поддаются непосредственному измерению или счету. Их делят на мерные, или метрические, и счетные, или меристические. Длина колосьев, урожайность той или иной культуры, мясная и молочная продуктивность живот-ных — все это мерные признаки, варьирующие непрерывно: их величина может принимать в определенных пределах (от—до) любые числовые значения. Счетные признаки, такие, например, как число зерен или колосков в колосьях, яйценоскость и другие подобные признаки, варьируют прерывисто или дискретно: их числовые значения выражаются только целыми числами.

Если результаты наблюдений группируются в противопоставляемые друг другу группы, их варьирование в отличие от рядовой изменчивости называют альтернативным и признаки, по которым проводят наблюдение, — альтернативными. Примером могут служить случаи, когда противопоставляют особи женские мужским, больные — здоровым, высокорослые — низкорослым, успевающие — неуспевающим и т. д.

Деление признаков на качественные и количественные весьма условно. Например, в массе однородных индивидов, доступных измерению, можно выделить группы высоких, средних и низких, а также успевающих и неуспевающих и т. д. Вместе с тем в каждом качественном признаке, например в окраске листьев, цветков и плодов, можно обнаружить целую гамму количественных переходов, или градаций, и измерить их. И все же, несмотря на очевидную условность приведенной классификации, она необходима хотя бы потому, что количественные признаки распределяются в вариационный ряд, а качественные не распределяются (см. ниже). А при разных способах группировки исходных данных применяют разные способы их обработки.

На языке математики величина любого варьирующего признака является переменной случайной величиной. В отличие от постоянных величин, обозначаемых начальными буквами латинского алфавита, переменные величины принято обозначать последними в латинском алфавите прописными буквами X, Y, Z, а их числовые значения, т. е. варианты, — соответствующими строчными буквами того же алфавита:x1, x2, x3 ….xn или y1, y2, y3 …yn и т. д. Общее обозначение любой варианты отмечают символом xi, yi и т. д., где индекс i символизирует общий характер варианты (даты) [Рокитский,1967].

2.2. Причины варьирования результатов наблюдений

Биологические признаки варьируют под влиянием самых различных, в том числе и случайных, причин. Наряду с естественным варьированием на величине признаков сказываются и ошибки, неизбежно возникающие при измерениях изучаемых объектов. Опыт показал, что как бы точно ни были проведены измерения, они всегда сопровождаются отклонениями от действительного значения измеряемой величины, т. е. не могут быть проведены абсолютно точно. Разница между результатами измерений и действительно существующими значениями измеряемой величины называется погрешностью или ошибкой.

Ошибки возникают из-за неисправности или неточности измерительных приборов и инструментов (технические ошибки), личных качеств исследователя, его навыков и мастерства в работе (личные ошибки) и от целого ряда других, не поддающихся регулированию и неустранимых причин (случайные ошибки).

Технические и личные ошибки, объединяемые в категорию систематических, т. е. неслучайных ошибок, можно в значитель-ной степени преодолеть, совершенствуя технические средства, условия работы и личный опыт. Эти меры позволяют свести раз-меры таких ошибок до минимума, которым можно пренебречь. Случайные же ошибки, как независимые от воли человека, остаются и сказываются на результатах наблюдений.

Итак, варьирование результатов наблюдений вызывают причины двоякого рода: естественная изменчивость признаков и ошибки измерений. Однако по сравнению с естественным варьированием случайные ошибки измерений, как правило, невелики, поэтому варьирование результатов наблюдений рассматривают обычно как естественное варьирование признаков [Терентьев, Ростова, 1977].

2.3. Формы учета результатов наблюдения

Наблюдения над биологическими объектами проводят обычно по принятой исследователем программе. Результаты наблюдений фиксируют в дневниках, журналах, бланках, анкетах или других документах учета. Существует много различных форм и способов учета; выбор той или иной формы определяется задачей исследования и теми условиями, в которых оно проводится. Так, на маршрутных зоологических и ботанических экскурсиях, при проведении полевых опытов удобной формой учета служит дневник. В условиях лабораторного эксперимента результаты испытаний фиксируют в протоколах, журналах, учетных бланках и других формулярах.

2.4. Точность измерений действия над приближенными числами

Применяя биометрию к решению практических задач, исследователь имеет дело с измерениями биологических объектов. Обычно измерения проводят с точностью до десятых, сотых или тысячных долей единицы, более точные измерения производят реже. Практически каждый признак имеет свою меру. Едва ли необходимо измерять удой коровы за лактацию с точностью до одной сотой миллиграмма. Но было бы недостаточно точным выражать измерения жирномолочности не дробными, а целыми числами. Конечно, в особых случаях, таких, например, как дозирование или испытание ядов и других сильнодействующих веществ, измерения должны быть очень точными, выражаемыми не только тысячными, но и миллионными долями единицы [Фишер,1958].

Как показывает опыт, нет необходимости в точности измерений, когда эта точность практически не нужна. Данное положение относится и к измеряемым объектам, и к вычислениям обобщающих статистических характеристик. «Вычисления,— писал акад. А. Н. Крылов, —можно производить как угодно точно, но результат вычисления не может быть точнее тех данных... на которых оно основано».

Разумеется, исследователь может иметь дело с точными числами, получаемыми в результате счета. Но гораздо чаще приходится оперировать приближенными числами, полученными в результате измерений. Такие математические операции, как нахождение логарифма чисел, деление, извлечение корня и другие действия, также в итоге дают приближенные числа.

Чтобы избежать грубых ошибок в работе и получать сопоставимые результаты, необходимо неукоснительно соблюдать признанные правила записи и округления приближенных чисел. Очень важно, чтобы числа, фиксируемые в документах учета, соответствовали точности, принятой при измерении варьирующих объектов. Так, если измерения проводят с точностью до одного десятичного знака, то результаты измерений нельзя записывать, например, в таком виде: 5,2; 4; 4,69; 4,083 и т. д. Правильная запись этих чисел будет такова: 5,2; 4,0; 4,7; 4,1.

Числа округляют следующим образом: если за последней сохраняемой цифрой следуют цифры 0, 1,2, 3, 4, они отбрасываются (округление с недостатком); если же за последней сохраняемой цифрой следуют цифры 5, 6, 7, 8 и 9, то последняя сохраняемая цифра увеличивается на единицу (округление с избытком). Например, числа 45,346; 8,644; 9,425; 3,585 и 3,575 округляются до двух десятичных знаков так: 45,35; 8,64; 9,43; 3,59 и 3,58.

Многие исследователи считают более точным такое правило: если за последней сохраняемой цифрой следует цифра 5 (с нуля-ми или без оных после нее), то округление осуществляется с недостатком при условии, что сохраняемая цифра четная. Если же сохраняемая цифра нечетная, то округление осуществляется с избытком. Например, числа 3,585 и 3,575 округляются до двух десятичных знаков таким образом: 3,58 и 3,58 [Федоров, 1967].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биометрия необходима и при изучении наследуемости и повторяемости хозяйственно важных признаков, измерения связей между ними и во многих других случаях. Применение биометрии оказалось полезным во многих областях прикладной биологии. Так, благодаря биометрическому анализу массовых антропологических измерений антропологам удалось подойти к довольно точному обоснованию принципов раскроя и стандартизации обуви и одежды, изготовляемой для массового потребления. Биометрические показатели легли в основу количественной оценки физического развития человека, его спортивных и трудовых достижений. Несомненно, что значение биометрии для наук, изучающих биологические объекты, будет возрастать тем более, чем успешнее применяются достижения счетно-вычислительной техники. В биологии с успехом применяют и чисто описательные методы, не требующие количественных оценок получаемых результатов. Но там, где исследования проводят с использованием счета или меры, применение биометрии становится совершенно необходимым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. "Высшая школа", М. 1990.
2. Бейли Н.М. Математика в биологии и медицине. М., 1970.
3. Меркурьева Е.К., Шангин – Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М., 1983.
4. Рокитский П.Ф. Биологическая статистика. Минск, 1967.
5. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Л., 1977.
6. Фишер Р.Э. Статистические методы для исследователей. М., 1958.
7. Федоров А.И. Методы математической статистики в биологии и опытном деле. Алма-Ата, "Кайнар", 1967.