

Тема 1. Методы научных исследований

1. Краткая история развития научных исследований.
2. Современная организация сельскохозяйственной науки в Республике Беларусь.
3. Фундаментальные и прикладные исследования.
4. Уровни исследований (экспериментальный, теоретический, описательно-обобщающий).
5. Классификация и краткая характеристика основных методов исследований

1. Краткая история развития научных исследований.

Наибольший вклад в развитие методологии науки внесли античные мыслители. В Греции не было развито экспериментальное естествознание, но там был открыт аксиоматический метод. Он был мастерски использован Эвклидом в его знаменитых «Началах». Метод дедуктивных рассуждений использовался Аристотелем при построении теории силлогистики (первая в истории теория логического вывода, исследующая умозаключения, состоящие из т. н. категорических высказываний).

Наиболее эффективным способом систематизации накопленных знаний, поиска методов открытия новых научных истин греки считали метод дискуссий, в результате которых отсеивались ненадежные предположения.

В конце XIII-XIV в. в Италии и во Франции постепенно складывается убеждение, что теории естественных наук имеют вероятностный характер. Поэтому и метод изучения таких проблем должен отличаться от математического. Все чаще используют обобщения, имеющие характер гипотез. Правильность их можно проверить только с помощью опытов. В школах Падуи и Парижа впервые осознается необходимость проведения специальных экспериментов. Наибольший вклад в разработку гипотетико-дедуктивного метода внесли последователи Аристотеля в Падуе (Якопо Забарелла и др.).

Методология науки начала формироваться в самостоятельную отрасль исследований в эпоху Возрождения, когда возникло экспериментальное изучение природы.

Основоположителем экспериментального метода исследования природы является Галилео Галилей. Он заменил дедуктивный метод античных исследователей экспериментальным. Галилей считал эксперимент важнейшим средством проверки и обоснования гипотез. Прежде, чем поставить эксперимент, по его мнению, необходимо проанализировать имеющиеся факты, выявить связь между ними, а затем сформулировать гипотезу. Правильность гипотезы обнаружится впоследствии, когда станут известны результаты опыта.

Методы Галилея были развиты Ньютоном в работах по классической механике, физике. Р. Декарт предлагал создать «всеобщую математику», основой которой должны были быть порядок, мера. Такой подход

предлагался для изучения чисел, фигур, звезд, звуков и др. В отличие от Декарта, Г. В. Лейбниц поставил задачу создать новую логику, которая помогла бы остальным наукам делать открытия и приводить доказательства. Лейбниц надеялся свести всякое рассуждение, спор к вычислению.

На сегодняшний день в любой области человеческой деятельности трудно представить внедрение в производство новых продуктов или технологий без убедительного доказательства их полезности на основе анализа результатов специально запланированных опытов. Под статистическим планированием эксперимента понимают такую организацию исследования, которая позволит собрать необходимые данные, применить для их анализа статистические методы и сделать правильные и объективные выводы.

Инициатором применения статистических методов в планировании экспериментов является Рональд А. Фишер. В течение нескольких лет он был ответственным за статистическую обработку и анализ данных на Ротэмстедской сельскохозяйственной опытной станции в Лондоне. Фишер разработал и впервые применил дисперсионный анализ в качестве важнейшего метода статистического анализа в планировании экспериментов. Другим известным автором работ по планированию экспериментов был Френк Йейтс.

Таким образом, методы планирования впервые начали использовать в сельскохозяйственных и биологических науках. Это определило основную терминологию (обработка, делянка, опыт, блок и др.) и служит основанием для подробного их рассмотрения.

«Сельскохозяйственный опыт также древен, как само земледелие. Накапливаясь веками, он был долгое время единственным источником с/х знаний, которые, таким образом, и по своему существу и вследствие разобщенности человеческого общества в то время имели преимущественно местное значение» (Стебут И.А. Из речи на первом Всероссийском съезде деятелей по опытному делу).

Старейшими опытными учреждениями в России и во всем мире можно считать аптекарские огороды, возникшие после организации в начале 17 века Аптекарского приказа. «Царев огород» в селе Измайлово под Москвой, созданный царем Алексеем Михайловичем. Это хозяйство доведено было до большого совершенства и являлось в то время подлинным училищем земледелия, садоводства и скотоводства, слава о котором разнеслась далеко за пределами России.

В конце 16 начале 17 вв. большая опытная работа была проведена по сельскохозяйственному освоению огромной территории Сибири. Это оказалось возможным за счет переноса в новые условия многовекового опыта крестьян из европейской части России.

В 1865 г. открылось «Вольное экономическое общество», которое в своих трудах давало подробные инструкции по постановке полевых опытов, обобщало накопленный опыт.

Важный вклад внес Болотов Андрей Тимофеевич – один из основоположников агрономической науки. Он исследовал почвы, изучал их

плодородие, влияние удобрений, рационализацию обработки почвы, сортировку и очистку семян, посев сортовыми семенами. Дал классификацию сорняков, внедрил новые культуры, улучшал сорта. Впервые разработал помологическую систему и описал более 600 сортов, разработал метод прививки глазком (окулировка). Это был первый русский селекционер, который сознательно занимался выведением новых сортов яблони из семян, полученных от свободного переопыления отобранных материнских растений.

Профессор Комов Иван Михайлович предлагал закладывать в сельском хозяйстве многолетние опыты.

Во второй половине 18 и начале 19 были и другие попытки по организации опытного дела как со стороны частных лиц, так и со стороны государства (организация «Образцовых усадеб», «Экспериментальных ферм» и т.п.).

Значительное место в организации опытного дела в России принадлежит Павлову Михаилу Григорьевичу, который все идеи воплотил на опытном Бутырском хуторе под Москвой, которым он заведовал. Он говорил: «учить сельскохозяйственной науке, значит знакомить с вековой опытностью предшественников».

Начало научной постановки с/х опытного дела в России связывают с возникновением первого государственного опытного учреждения, которое было организовано в 1836 в Горках при Горы-горецком земледельческом институте. Здесь изучались не только общеизвестные культуры, но и малоизвестные культуры кормовых, «торговых и красильных» растений.

За рубежом первое опытное учреждение в 1835 году создал француз Жан Батист Буссенго, второй была открыта Ротамстедская с/х опытная станция в 1843 году.

Отмена крепостного права (1861 г.) оживила опытное дело, т.к. с внедрением новых приемов можно было извлечь больше выгоды. Так сахарозаводчики довольно внушительные суммы вкладывали в развитие свеклосеяния.

Большая заслуга принадлежит Д.И. Менделееву, К.А. Тимирязеву, химику Г.Г. Густавсону по постановке первых широкомасштабных опытов по обработке почв, удобрению их в различных почвенно-климатических условиях. К.А. Тимирязев впервые организовал физиологическую лабораторию и тепличку для постановки вегетационных опытов.

Начали открываться опытные поля и станции: Полтавская, Энгельгардтовская, Богодуховская, Немерчанская и др.

А. Энгельгард в имении Батищево Смоленской губернии доказал, что на подзолистых почвах можно получать высокие урожаи, раскрыл роль фосфоритной муки и других удобрений, в том числе зеленого, применение севооборота вместо трехполки. Придавал огромное значение связи науки с производством.

В 1901 и 1902 гг. состоялись съезды по опытному делу в Горках, которыми руководили Стебут и Тимирязев.

В 1908-1913 гг. широкое распространение получили коллективные опыты, как весьма существенное дополнение к сети стационарных опытных

учреждений. Закладывались они с/х учебными заведениями, с/х обществами, губернскими и уездными земствами. Главной причиной такого распространения коллективных опытов было широкое поощрение их Департаментом земледелия, с этой целью выдавались специальные субсидии.

Однако, несмотря на достижения и уже довольно широкую сеть, опытные учреждения в большинстве своем из-за плохого материального положения до ВОСР владели жалкое существование. Так в России было всего 44 сельскохозяйственных опытных станции и 170 опытных полей, в которых работало всего 440 научных работников вместе с техническим персоналом.

3. Современная организация сельскохозяйственной науки в Республике Беларусь.

Отделение аграрных наук НАН Беларуси создано в 2002 году путем включения ААН Республики Беларусь в состав НАН Беларуси.

Осуществляет координацию научных исследований и практического использования их результатов по важнейшим направлениям научного обеспечения агропромышленного комплекса: в области земледелия и растениеводства, животноводства и ветеринарной медицины, механизации сельского хозяйства, производства продовольствия, экономики и организации сельскохозяйственного производства.

Основные направления исследований и разработок организаций, закрепленных за Отделением, включают:

- разработку стратегии развития агропромышленного комплекса, организационно-хозяйственных механизмов ведения АПК, повышения продовольственной безопасности страны;

- создание высокопродуктивных, высококачественных и устойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур с использованием современных достижений науки, экономически обоснованных и экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства, позволяющих максимально реализовать генетический потенциал растений, обеспечивающих снижение ресурсных затрат, рациональное использование природных богатств и охрану окружающей среды;

- разработку стратегии рационального использования почвенных ресурсов, эффективных методов защиты почв от деградации и воспроизводства плодородия почв на основе ресурсосберегающих и экологически приемлемых технологий, совершенствование технологий технической эксплуатации, ремонтов и реконструкции мелиоративных систем длительного сельскохозяйственного использования, разработку эколого-токсикологических принципов регулирования численности и снижения вредоносности особо опасных возбудителей болезней и сорняков путем использования новейшего ассортимента средств защиты растений;

- совершенствование и создание новых высокопродуктивных пород, типов и линий сельскохозяйственных животных, птицы и рыб на основе новейших методов селекции и биотехнологии; разработка и совершенствование экологических безопасных, энергосберегающих, экспортоориентированных

технологий производства продукции животноводства ветеринарных технологий, методов и средств диагностики, профилактики и терапии, обеспечивающих устойчивое санитарное благополучие;

разработку новых и усовершенствование существующих технологий производства, заготовки, хранения и рационального использования кормов для сельскохозяйственных животных, направленных на обеспечение здоровья сельскохозяйственных животных, позволяющих реализовать генетическую продуктивность, обеспечивающих получение экологически чистой продукции животноводства высокого санитарного качества;

разработку автоматизированных энергосберегающих технологий на базе современных технических средств и систем машин для отраслей растениеводства, животноводства и пищевой промышленности, научное обеспечение энергосбережения и эффективного использования энергии в технологиях АПК, разработку и освоение производства новых видов конкурентоспособной продукции пищевой промышленности, нормативной документации, сертификация продуктов питания, систем качества, современного оборудования для предприятий перерабатывающей промышленности.

В состав Отделения аграрных наук входят 5 научно-практических центров НАН Беларуси:

по земледелию,

по животноводству,

по картофелеводству и плодоовощеводству,

по механизации сельского хозяйства

по продовольствию,

с входящими в них дочерними предприятиями, а также Гродненский и Витебский зональные институты, Институт системных исследований в АПК, 4 областные сельскохозяйственные опытные станции и Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства.

По состоянию на 1 января 2015 г. в Отделении состояло 11 академиков и 16 членов-корреспондентов НАН Беларуси, в закрепленных за Отделением организациях работали около 5600 человек, в том числе 1305 исследователей, 66 докторов и 421 кандидат наук.

4. Фундаментальные и прикладные исследования.

Научное исследование – процесс изучения, эксперимента, концептуализации и проверки теории, связанный с получением научных знаний.

Различают **фундаментальные** и **прикладные** научные исследования.

Фундаментальные научные исследования – экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды.

Результаты этих исследований используются для разработки технологий выращивания определенных культур. Исследования при этом обычно ведутся на грани известного и неизвестного, поэтому требуют часто от исследователя

большого напряжения ума и интуиции, вклада больших материальных затрат.

Прикладные научные исследования – исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

Прикладные исследования часто направлены на изучение факторов жизни растений и закономерностей связи между растением и средой, на создание перспективных сортов и гибридов, разработку эффективных приемов, повышения урожая и качества продукции.

Конечная цель всех прикладных исследований внедрение их результатов в практику. Разновидностью прикладных исследований являются поисковые исследования – поиск принципиально новых приемов возделывания с.-х. культур, создание комплексноустойчивых сортов и т.д.

5. Уровни исследований (экспериментальный, теоретический, описательно-обобщающий).

Общая задача каждого научного исследования – познание законов природы, поиск путей и средств их использования в практической деятельности.

Все исследования ведутся на *трех взаимосвязанных уровнях: экспериментальном, теоретическом и описательно-обобщающем.*

На *экспериментальном* уровне ставят эксперименты, накапливают факторы, анализируют их, обобщают и делают практические выводы. Эксперименты на конкретных объектах называются *физическими*. Выделяют и *мысленные* эксперименты, т.е. логическое рассуждение о том, как изменится явление, процесс, если изменить условия, которые не могут быть осуществлены в действительности по техническим или другим причинам. Все эксперименты являются источником теоретических представлений.

На *теоретическом* уровне синтезируются знания, формируются общие закономерности в определенной области знаний.

Теория (от греч. Theoria – учение) – форма достоверных научных знаний:

- представляющая собой множество логически увязанных между собой допущений и суждений;

- дающая целостное представление о закономерностях и существенных характеристиках объектов;

- основывающаяся на окружающей реальности.

Это мысленное отражение и воспроизведение действительности, в том числе и эксперимента.

Концепция (от лат. Conceptio – ведущая мысль) – основополагающая идея теории.

Критерии правильности научной теории – эксперимент и практика, т.е. теория используется для более глубокого понимания эксперимента, а эксперимент служит исходным материалом для создания теории.

На **описательно-обобщающем** уровне исследований описываются явления, происходящие в природе, это наблюдения за ростом и развитием растений в зависимости от погоды, за прохождением фенологических фаз:

морозостойкостью, засухоустойчивостью и т.д. Для подобных наблюдений не требуются эксперименты, познание материального мира происходит путем наблюдений, накопления фактов и их использования. Познание ведется путем **суждений** и **умозаключений**.

Суждение – форма мышления, с помощью которой утверждают либо отрицают что-либо.

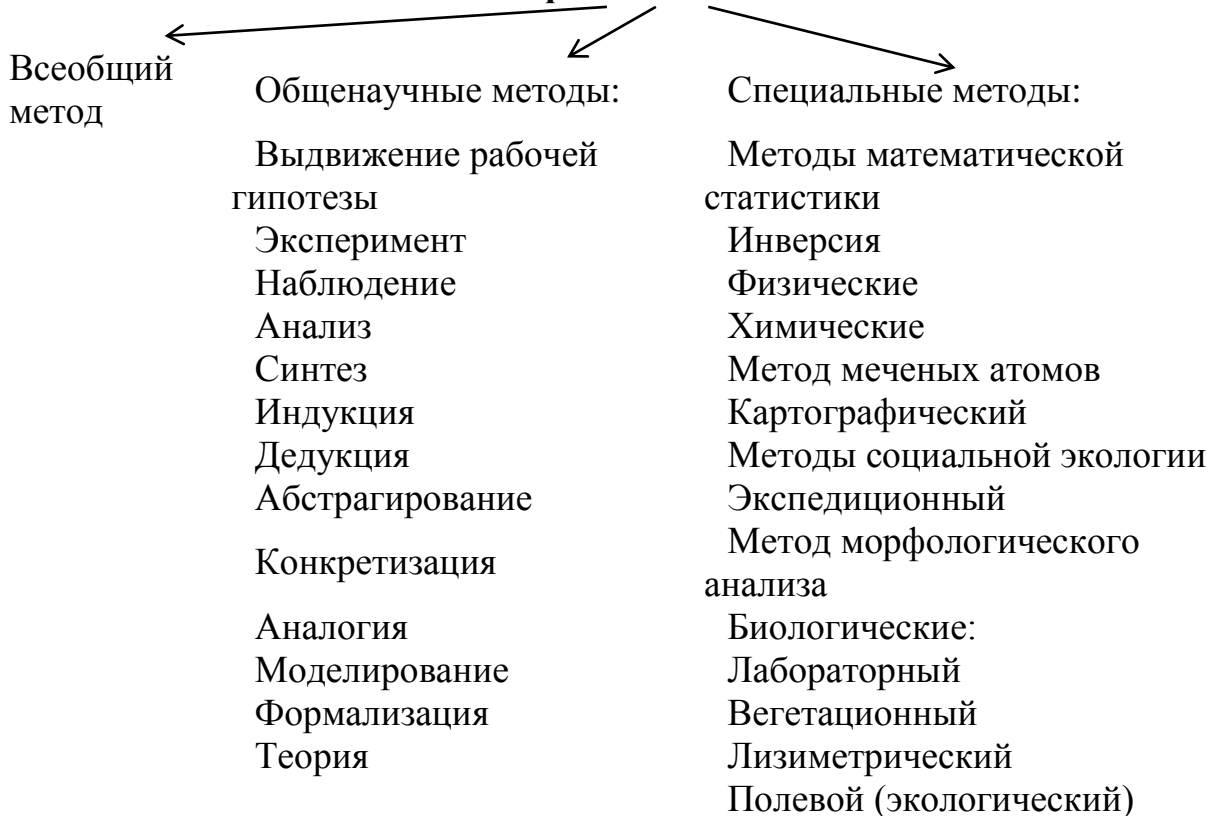
Умозаключение – мыслительная операция, с помощью которой из связанных между собой последовательных суждений выводят новые знания.

6.Классификация и краткая характеристика основных методов исследований

Метод – способ познания явлений природы и общественной жизни с целью построения и обоснования системы знаний, т.е. это упорядоченная деятельность исследователя, направленная на получение новых знаний

Методы исследований подразделяют на **всеобщие**, **общенаучные** и **специальные** (таблица 1).

Таблица 1 – **Классификация методов исследований.**



Всеобщий метод применяют на всех уровнях исследований: экспериментальном, теоретическом и описательно-обобщающем, это системный подход в науке.

Работая в любой области науки, изучая любой вопрос, исследователь обязательно использует всеобщий метод, который требует рассматривать явления, объекты, предметы и все результаты исследований в их связи, взаимодействии, взаимообусловленности (*почва и растения*); в движении и изменении (*корни и надземная часть*); во времени и пространстве (*место на опытном участке*); как переход количественных изменений в качественные

(начало плодоношения); как борьбу противоположностей, которая ведет к развитию (растение и погода).

Общенаучные методы широко используются в науке и включают: *выдвижение рабочих гипотез, эксперимент, наблюдения, анализ, синтез, индукцию, абстрагирование, конкретизацию, проведение аналогии, моделирование, формализацию, создание теории.*

Выдвижение рабочих гипотез.

Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения некоторого явления и требующее верификации.

Конкурирующая гипотеза – альтернативное объяснение результатов исследования, которое с логической точки зрения не может быть верным, если верна исходная гипотеза.

Рабочая гипотеза – эмпирически не проверенное предположение, предсказывающее существование некоторой зависимости между переменными или объектами. Рабочие гипотезы используются для выработки предварительного плана научного исследования.

Нулевая гипотеза – предположение об отсутствии взаимосвязи или корреляции между исследуемыми переменными.

Альтернативная гипотеза – предположение, принимаемое в случае отклонения нулевой гипотезы. Альтернативная гипотеза утверждает положительную связь между изучаемыми переменными.

Если гипотезы как новые предположения выдвигаются на основе уже известных знаний, то это будут *обоснованные предположения*.

Например, каждый сорт плодовых, овощных и других культур имеет свои потенциальные урожайные возможности. Если сорт дает меньший урожай, то выдвигают рабочую гипотезу: возможно, недостаточен уровень минерального питания, и его следует повысить; режим влажности почвы не соответствует потребностям растений, и его надо изменить; необходимо увеличить число растений на гектаре и т.п.

Каждую из этих гипотез выдвигают на основе того, что уже наблюдалось в практике. Если селекционеры предлагают новый сорт, то рабочая гипотеза о его перспективности выдвигается на основании характеристики этого сорта, которую дает госкомиссия по сортоиспытанию.

Кроме обоснованных гипотез иногда выдвигают и простые догадки, которые возникают на основе интуиции, профессионального чутья исследователя с большим опытом работы. Наиболее вероятные, правдоподобные гипотезы проверяют в *эксперименте*.

Эксперимент – это научно поставленный опыт, при котором явление вызывают искусственным путем или активно и направленно воздействуют на изучаемый объект и процессы.

Исследователь ставит изучаемый объект в различные, заранее запланированные условия, и в этом заключается преимущество эксперимента. Существенно также, что изучаемые явления можно вызвать в любое время, не ожидая, пока они возникнут в природе: организовать полив, не ожидая дождя; с помощью удобрения восстановить питательный режим

почвы, не ожидая, пока это произойдет естественным путем; обрезать деревья, не ожидая естественного самоизреживания ветвей и формирования кроны. Важно также, что в одном опыте можно искусственно вызывать не одно, а несколько явлений, расчлняя их в процессе проведения опыта и анализа результатов.

В эксперименте можно сравнивать не только отдельные элементы агротехники, но и целые технологии, например интенсивную технологию выращивания культур с обычной, которая применялась раньше.

Эксперимент (опыт) – это ведущий метод агрономических исследований. Чтобы выявить лучшие агроприемы или технологии возделывания той или иной культуры, используют *наблюдение*.

Наблюдение – метод сбора первичной информации путем непосредственной регистрации исследователем событий, явлений и процессов, происходящих в определенных условиях, т.е. внимательное изучение явлений эксперимента или природы, их количественная и качественная регистрация.

Примеры наблюдений: определение даты распускания почек, цветения, завязывания плодов, роста побегов, листьев, созревания плодов, листопада и др. Наблюдают также за повреждением растений вредителями, поражением болезнями, морозо- и засухоустойчивостью, за динамикой питательного и водного режимов почвы, растений и т. п. Одно из главных наблюдений во всех экспериментах – учет урожая и его качества.

Все учеты и наблюдения необходимо проводить по методикам, соответствующим стандартам, пользуясь при этом приборами (весы, термометры, колориметры и др.), которые прошли необходимую проверку.

Наблюдения за явлениями природы включают учет атмосферных осадков, температур воздуха и почвы, влажности воздуха, числа солнечных дней, дат наступления первых заморозков осенью и последних весной, начала вегетации и цветения, их конца и т. д. В результате таких наблюдений можно сделать ценные выводы о пригодности тех или иных пород и сортов для новых зон, о возможности агроклиматического районирования плодовых и овощных культур.

Статистическое наблюдение – сбор сведений по заранее разработанному плану.

Статистическое наблюдение реализуется:

- посредством отчетности по установленным формам, в установленные сроки; или
- посредством специально организованных обследований.

В зависимости от количества единиц наблюдаемого объекта различают **сплошные** и **несплошные** (частичные) наблюдения

В зависимости от времени регистрации фактов различают:

- **текущие** (непрерывные) наблюдения; и
- **прерывные** наблюдения, которое подразделяют на **единовременные** и **периодические**.

Выборочное наблюдение – статистическое несплошное наблюдение, при котором из всей изучаемой совокупности отбирается определенное число единиц (выборочная совокупность), для которых регистрируются все интересующие статистику признаки и на основании которых исчисляют нужные показатели, распространяемые затем на исходную совокупность.

Лабораторное наблюдение – тип наблюдения, при котором сбор информации проводится в искусственно созданных для изучаемой группы условиях, контролируемых исследователем.

Полевое наблюдение – тип наблюдения, осуществляемый в естественных условиях реальной жизни.

Анализ (от греч. *Analysis* – разложение) – мысленное или практическое расчленение предмета исследования (явлений и процессов) на составные части для более детального его изучения (составных частей, элементов).

Анализ служит отправной точкой прогнозирования, планирования, управления объектами и протекающими в них процессами.

Так, весь опыт расчленяют на повторности, каждую повторность – на опытные делянки. Растения расчленяют на отдельные органы: корни, побеги, листья, цветки, плоды, которые анализируют раздельно. В плодах определяют содержание сахаров, кислот, витаминов и т. д.

Анализ как метод исследования используют только в соединении с синтезом.

Синтез (от греч. *Synthesis* – соединение) – метод научного исследования, состоящий в познании объекта исследования в единстве и взаимосвязи его частей, т.е. это объединение расчлененных и проанализированных частей в единое целое для более полных выводов и обобщений.

Проанализировав данные по каждой повторности, исследователь выводит средние значения по каждому варианту, т.е. объединяет делянки с одинаковыми вариантами. Анализируя каждый вариант, он объединяет их в единый опыт, по которому делает выводы, обобщения и как конечный синтез – рекомендации производству. Таким образом, анализ и синтез, как диалектическое единство и противоположность, помогают лучше определить эффективность изучаемых агроприемов и явлений.

Индукция (от лат. *Inductio* – наведение) – это метод, с помощью которого рассуждения ведутся от фактов к конкретным выводам.

Индукция - форма умозаключения от частного к общему.

Так, при увядании листьев делают вывод о недостатке влаги, при пожелтении – о нарушении минерального питания. Если в одном из вариантов опыта выявили самый высокий урожай и высокое качество плодов или ягод, то исследователь делает вывод о целесообразности внедрения этого варианта в производство.

Дедукция (от лат. *Deductio* – выведение) – метод рассуждения от общих положений к выводам (форма умозаключения от общего к частному и единичному).

Например, цветные рисунки листьев плодовых или других растений указывают на недостаток определенных элементов питания. Сравнение

фактической окраски листьев с рисунками позволяет путем дедуктивного мышления прийти к выводу о недостатке конкретного элемента питания у определенных растений.

Абстрагирование – это теоретическое обобщение опыта или мысленное выделение главного, самых существенных связей при отвлечении от всех остальных.

Используют два типа абстрагирования: *отождествление* – для образования понятий о системе, о классах; *изоляция* – для выделения главного.

Так, среди десятков вариантов опыта исследователь выделяет те, которые дают существенную прибавку урожая и улучшают его качество. Когда изучают образование органического вещества как результат сложных биохимических, физиологических и других процессов растения, осуществляемых с участием солнечной энергии, то, употребляя слово "фотосинтез", исследователь мысленно абстрагируется от второстепенных процессов и выделяет самое существенное в первичном создании органического вещества на Земле.

Обобщение опыта почвоведения и растениеводства привело к созданию теории почвообразовательных процессов, обобщение науки и практики агрохимии и физиологии растений позволило путем абстрагирования создать теорию минерального питания.

Третий тип абстрагирования – *абстракция идеализации*. Это мысленное представление объектов или процессов, еще не существующих в реальном мире. При этом свойства мысленно изучаемого предмета или явления доводят до идеального значения. Например, хотят вывести сорт, комплексноустойчивый против всех болезней, вредителей, морозоустойчивый, засухоустойчивый, солеустойчивый, высокопродуктивный, с отличными качествами плодов. Абстракцию идеализации используют сначала для создания научной теории, а затем для осуществления ее на практике.

Конкретизация – метод исследования, с помощью которого от абстрактного переходят к конкретному.

Выделив в создании органического вещества главный процесс – фотосинтез и познав его сущность, исследователь мысленно возвращается к конкретному растению, к его среде, рассматривает взаимодействие растения со всеми факторами жизни. Выделив путем абстрагирования минеральное питание как агрохимический процесс, исследователь мысленно возвращается ко всем остальным процессам, в результате которых создается урожай.

Таким образом, методы абстрагирования и конкретизации весьма тесно связаны между собой, дополняют друг друга и должны использоваться исследователем наряду с такими методами, как анализ и синтез, индукция и дедукция.

Аналогия (от греч. *Analogia* – сходство) – метод познания неизвестных предметов и явлений на основании их сходства с известными.

Аналогия служит одним из источников научных гипотез.

Например, в опыт вводят новый сорт яблони, о котором известно, что он по многим показателям аналогичен сорту Антей. Это значит, что новый сорт будет иметь такую же зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, урожайность, такой же срок съема плодов, как и сорт Антей. Метод аналогии, основанный на сходстве предметов и явлений, составляет основу *моделирования*.

Моделирование (от лат. *Modulus* – образец) – метод, который состоит в замене трудно изучаемого предмета или явления на специально созданный аналог, на удобную модель, которая потом исследуется.

Для эффективности таких исследований каждая модель должна содержать существенные черты оригинала.

Если модель сохраняет физическую природу оригинала, например модель почвы, растительной клетки, органа, то она является *физической*.

Если модель физически не создается, а ее оригинал лишь описывается соответствующими уравнениями, то модель является *математической*.

Например, математическое описание урожая конкретного сорта плодовых культур или винограда в зависимости от факторов жизни. Моделированием являются также составление схемы опыта, вычерчивание размера и формы деланки, изображение на плане метода размещения вариантов и т.д.

Формализация – метод изучения объектов при помощи отдельных элементов их форм, отражающих содержание объекта.

Это может быть, например, формула, описывающая объект.

Теория – метод, с помощью которого мысленно отражается и воспроизводится реальная действительность на основе данных практики и эксперимента.

Это система взаимосвязанных знаний, позволяющая вскрывать основные закономерности развития изучаемого объекта с целью его преобразования в интересах человечества.

Примеры теории как метода исследований: теория цикличности развития многолетних растений, теория обработки почвы, минерального питания растений и др.

Специальные методы исследований.

Методы математической статистики используют для объективного планирования опытов, подготовки экспериментальных данных к обработке, для определения достоверности опыта и его точности, а также для выявления зависимости между учитываемыми в опыте показателями.

Инверсия – метод изучения объекта, явления под некоторым углом зрения или с точки зрения, противоположной той, с которой рассматривали раньше.

Это нарушение обычного порядка рассмотрения объектов и явлений, соединение несовместимого, разделение неразделимого. Главное в методе инверсии – отказ от общепринятых взглядов и приемов в исследованиях.

Например, возникла необходимость в разработке метода механизированного извлечения ядра ореха из скорлупы. При раскалывании и раздавливании снаружи, т. е. обычных способах, ядро крошится, засоряется скорлупой. Был использован метод инверсии, т. е. необычное решение

вопроса: попытаться разрушить скорлупу изнутри сжатым воздухом. Орех прокалывают полый иглой, через которую внутрь скорлупы подают под давлением воздух. В результате скорлупа разлетается, а наколотое на иглу ядро подается на конвейер. Проблема была решена весьма эффективно, и метод успешно используется в производстве.

Приведем еще один пример: длительное время увеличение урожая плодовых культур достигалось в основном за счет увеличения габитуса деревьев и больших площадей питания - 10x10, 8x10 м. Дальнейшего увеличения урожая стали добиваться противоположным путем: уменьшением габитуса деревьев за счет использования карликовых подвоев и специальной формировки кроны, а также сокращением площади питания растений до 2 x 4 и даже 0,4 x 1 м в луговых садах.

Примером использования метода инверсии может служить обезвоживание, т. е. высушивание тканей для анализа путем вымораживания, а не воздействия высоких температур.

Физические и химические методы основаны на использовании физических приборов и химических анализов. Широко применяют метеорологические приборы, микроскопы, фотоэлектро-колориметры, электровесы, радиоизотопную аппаратуру, фотоаппараты и т. д. Растения и почву исследуют с помощью агрохимических и биохимических анализов.

Метод меченых атомов – использование индикаторных доз изотопов для изучения процессов, протекающих в растениях и почве, в том числе таких, которые трудно или даже невозможно изучать обычными методами. Поведение изотопов в биологических системах идентично. Например, стабильный изотоп азота ^{15}N поступает в корни растений, передвигается в них и подвергается биохимическим превращениям подобно стабильному азоту ^{14}N , который является одним из элементов питания. Радиоактивный углерод ^{14}C усваивается листьями, хлорофиллом так же, как и стабильный изотоп ^{12}C , из которого строится органическое вещество растений. Для регистрации радиоактивных изотопов применяют радиометры и радиоавтографию, стабильных - масс-спектрометры.

Экспедиционный метод исследования чаще всего используют в плодоводстве и виноградарстве. При обследовании насаждений в колхозах, совхозах и индивидуальных хозяйствах изучают рост и развитие растений, их урожай, устойчивость к болезням и вредителям, морозо-, засухоустойчивость и другие показатели продуктивности в зависимости от сорта и условий среды. Автор экспедиционного метода - П. Г. Шитт (1968). Главное условие экспедиционных исследований - соблюдение правила единственного логического различия.

Основной учетной единицей служит пробная площадка из 400 плодовых растений, на которой выделяют по три типичных растения в каждой из трех групп: сильных, средних и слабых растений. Путем опроса специалистов, изучения документации хозяйств, а также обследования почв и насаждений изучают реакцию многолетних растений на почву, подпочву, уровень грунтовых вод, крутизну склона, его экспозицию, агротехнику. Основные

учитываемые показатели: рост надземной части и корневой системы растений, отношение к болезням и вредителям, морозо- и засухоустойчивость, общее состояние, число плодовых образований и урожай в разрезе сортоподвойных комбинаций.

Результаты экспедиционных обследований позволили П. Г. Шитту дать рекомендации по подбору лучших мест для закладки крупных садов в 1930-1940 гг., предотвратить организацию садоводческих хозяйств в неблагоприятных почвенно-климатических условиях, разработать важные теоретические положения.

Метод морфологического анализа – изучение морфологических структур растения с целью выявления наиболее существенных для исследования органов и частей.

Так, одна из задач диагностики минерального питания - нахождение органа, по которому можно наиболее объективно определять потребность растений в элементах питания. Для этого анализируют содержание диагностируемых элементов в органах и частях растений и устанавливают, в каком из органов оно наиболее тесно связано с продуктивностью растений, качеством урожая и нормами вносимых удобрений. Аналогично устанавливают, по каким главным морфологическим признакам определять вид и сорт плодовых, овощных, цветочных растений и винограда. Таким образом, метод морфологического анализа позволяет решать важнейшие вопросы растениеводства.

Биологические методы:

К биологическим относят: лабораторный, вегетационный, лизиметрический, вегетационно-полевой, экспедиционный, а также метод морфологического анализа и инверсии. Широко используют также физические и химические методы исследований, находят применение метод меченых атомов.

Лабораторные методы могут иметь самостоятельное значение, но чаще всего они являются составной и нередко очень важной частью более широких агрономических исследований. Они дают возможность понять и объяснить сущность изучаемых явлений, сделать обоснованные выводы. Вес лабораторных исследований может быть различен. Они являются важным дополнением к другим опытам, углубляют исследование, дают возможность установить закономерности и сущность явления.

При планировании лабораторных исследований нужно учитывать следующее, что они будут правильно характеризовать изучаемый объект только в том случае, когда проба, т.е. небольшая выборка, взятая для анализа, представляет и характеризует всю изучаемую совокупность. Ошибку, допущенные при образовании выборки, не могут быть компенсированы высокой точностью аналитической работы и полностью обесценивают данные иногда очень сложных и дорогостоящих лабораторных исследований.

Лабораторный метод – это анализ растений и среды их обитания в лабораторной обстановке с целью: 1) изучения взаимодействия между растениями и условиями роста; 2) оценки качества урожая; 3) изучения

обмена веществ растений; 4) изучения физических и микробиологических свойств почвы и т. д.

Вегетационный метод - исследование растений, выращиваемых в специальных (вегетационных) сосудах в вегетационных домиках, теплицах, оранжереях и т. д. при строго контролируемых условиях внешней среды (питательный, водный, воздушный, температурный режимы, освещенность и др.) с целью изучения влияния этих условий на рост растений, урожай и его качество.

В зависимости от возраста растений используют сосуды объемом от 1 до 50 л. Сущность вегетационного опыта заключается в том, что растения выращиваются в искусственной обстановке, регулируемой экспериментатором.

Объектами изучения служат почва, растения, удобрения. Сосуды могут быть железные, глиняные, керамические, стеклянные, пластиковые. В качестве субстрата служат почва, песок, вода. Сосуды должны быть размещены в укрытых местах.

Лизиметрический метод – исследование растений и свойств почвы в поле с целью изучения передвижения и баланса влаги, а также питательного режима в очень больших сосудах – лизиметрах, которые периодически взвешивают.

В зависимости от задач опыта высота почвы в лизиметрах может быть от 25 см до 2...3 м, чаще всего 1,0...1,5 м. Лизиметр заполняют насыпной почвой, т. е. почвой, в которой нарушено естественное строение, или помещают в него монолит, вырезанный из почвы по внутренним размерам лизиметра. В первом случае почву насыпают по горизонтам, просеивая ее, смешивая и уплотняя до естественного объема. Лизиметры могут быть заняты как растениями, так и черным паром.

Лизиметры необходимо размещать группами по темам исследований вблизи лабораторий для более удобного обслуживания и охраны и вкапывать в почву на уровень местности. Для сбора и изучения дренажных вод под лизиметрами оборудуют коридоры с освещением.

С помощью лизиметров изучают динамику влажности почвы и промывания атмосферных осадков, состав фильтрующихся вод, вымывание минеральных солей и удобрений, потери питательных веществ в процессе многолетнего удобрения, испарение влаги почвой и растением, баланс питательных веществ и влаги, водопроницаемость почвы и т. д.

Лизиметрический метод отличается от вегетационного тем, что исследования жизни растений и свойств почвы проводят в поле, в специальных лизиметрах, где почва отгорожена со всех сторон, с боков и снизу от окружающей почвы и подпочвы. Основное условие, определяющее конструкцию лизиметра – приспособление, позволяющее изучать просачивание воды и растворенных в ней веществ. Мощность слоя почвы может варьировать в широких пределах – от глубины пахотного слоя до 1-2 м.

По конструкции бывают бетонные, кирпичные объемом 1-2 м³, металлические в виде воронки т.д.

Дальнейшее сближение условий проведения с/х эксперимента с полевой обстановкой наблюдается в вегетационно-полевых опытах. Эти опыты проводят в поле в цилиндрических сосудах без дна. Почва здесь отделена только с боков.

Лизиметрические исследования не полностью приближены к полевым условиям, так как в лизиметрах почва снизу изолирована. Этот недостаток устраняется в *вегетационно-полевом* методе.

Вегетационно-полевой метод – выращивание растений в поле в металлических сосудах без дна (цилиндрах) с целью изучения эффективности удобрений; плодородия генетических горизонтов почвы; моделирования условий почвенной среды, метеорологических факторов и т. д.

Цилиндры высотой 50...100 см и более устанавливают в почву на 10 см выше уровня ее поверхности в той части сада, ягодника или овощного участка, где произрастает изучаемая культура или определенный сорт. При этом почва снизу находится в постоянном контакте с почвой естественного увлажнения и аэрации. Внутри цилиндра высаживают растения. Согласно схеме опыта вносят на разную глубину различные дозы удобрений или известь, гипс и т. д., варьируя условия среды. В контрольных цилиндрах поддерживают условия, свойственные данной почве. Таким образом, исследования ведут в обстановке, близкой к естественной. Для изучения плодородия различных генетических горизонтов в цилиндры насыпают почву из определенных горизонтов, уплотняя и удобряя ее, как предусмотрено схемой опыта.

Наиболее полное представление о жизнедеятельности плодовых или овощных растений получают при использовании *полевого* метода.

Полевой метод (полевой опыт) – это исследование в саду или в поле на специально выделенном участке, плодородие почвы и история которого хорошо известны и одинаковы.

Опыт повторяют на территории и по годам, его цель - установить влияние изучаемых агроприемов или сортов на урожай и качество продукции. Полевой опыт - завершающий этап агрономических исследований, лучшие его результаты могут внедряться в производство. Задачами полевого опыта могут быть подбор наиболее удобных конструкции садов и оптимальных площадей питания культур, выбор способа содержания почвы в садах и формирования кроны, изучение систем удобрения, обработки почвы и т. д. Полевые опыты имеют исключительное значение, поэтому их классификация и использование будут рассмотрены отдельно.

Полевой опыт – отличается тем, что культурное растение изучается вместе со всей совокупностью почвенных, климатических и агротехнических факторов, очень близким к производственным, или непосредственно в производстве. Только полевой опыт может установить связь между урожаем и средствами воздействия на него.

Полевой опыт – исследование, осуществляемое в природной (полевой) обстановке на специально выделенном участке в целях установления количественного воздействия условий или приемов возделывания (отдельно взятых или в сочетании) на урожай сельскохозяйственных растений.

Основная задача его – решать выдвигаемые сельскохозяйственным производством вопросы поднятия урожайности и качества сельскохозяйственной продукции

Литература:

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. М о и с е й ч е н к о, В.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве / В. Ф. Моисейченко, А.Х. Заверюха, М.Ф.,Трифорова. – М.: Колос, 1994. – 383с.
3. Рузавин, Г. И. Методы научного исследования. / Г. И. Рузавин, М., «Мысль», 1975. - 237 с.