

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Агрономический факультет

Кафедра растениеводства и плодовоовощеводства

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине
«История и методология научной агрономии» для обучающихся по
направлениям 35.04.04 «Агрономия», 35.04.03 «Агрохимия и
агропочвоведение» (очной и заочной форм обучения)

Ф.И.О. обучающегося _____

Казань, 2018

УДК 633/635 (07)

ББК 42.1

Составитель: доктор с.х. наук, профессор М. Ф. Амиров

Рецензенты: В. Н. Фомин – д-р с.-х. наук, профессор, проректор по научно-исследовательской работе, зав. кафедрой ресурсосберегающей технологии производства продукции сельского хозяйства и лесного комплекса ФГБОУ ДПОС «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса»

Р. И. Сафин – д-р с.-х. наук, профессор, член-корр. АН РТ, зав. кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»

Рассмотрена и рекомендована к печати на заседании кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанского ГАУ протокол № 6 от 2 марта 2018 г.

Рабочая тетрадь рассмотрена и рекомендована к печати на заседании учебно-методической комиссии агрономического факультета Казанского ГАУ протокол № 7 от 12 марта 2018 г.

Рабочая тетрадь предназначена для проведения практических занятий по дисциплине «История и методология научной агрономии» для обучающихся по направлениям 35.04.04 «Агрономия», 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

© Казанский государственный аграрный университет, 2018 г.

Тема 1: Умение производства продуктов питания с глубокой древности.

Период развития агрономии под влиянием натурфилософии

Эпоха Неолита X—IX тыс. до н.э. *Открытия:* Изобретена технология производства тканей и глиняной посуды; появились и совершенствовались первобытные транспортные средства (сани, лыжи, лодки); возникли сверление, шлифование, распиливание и другие операции совершенствованием техники обработки камня. *Значение:* Переход от присваивающей экономики к производящей, т.е. от охоты и собирательства к земледелию и скотоводству, люди стали меньше зависеть от природной среды, значительно повысилось общественное благосостояние.

Первые цивилизации Древнего Востока (IV-III тыс. до н.э.). *Открытия:* Развитие ирригационного земледелия; мифологическое сознание постепенно и медленно преобразовалось и преодолевалось рациональными формами (систематизация и логическое упорядочение мифов); совершенствовались формы картографии; выведено много новых пород животных и растений; заложена база современной аграрной культуры; были освоены новые массивы зоологических, ветеринарных знаний и навыков; отпочковывается медицина как относительно самостоятельная отрасль знаний и практических навыков; Создаются приемы санитарии и гигиены, появляются физиотерапевтические процедуры, массаж, иглотерапия, диетика, разрабатываются новые хирургические приемы и соответственно металлические хирургические инструменты (скальпель, щипцы и др.), развитие Астрономии и Астрологии в виде гороскопов; развитие математических знаний (расширяются пределы считаемых предметов формируются простейшие геометрические абстракции — прямой линии, угла, объема). *Значение:* Новый вид земледелия позволял собирать даже не один, а несколько богатых урожаев в год. Получение значительного избыточного продукта стало экономической предпосылкой быстрого развития социальных отношений, классовообразования, общественного разделения труда, возникновения специализированных ремесел (гончарного, ткацкого, кораблестроительного, металлургического, камнерезного и др.). Развитие критической функции мышления, самосознания, установки на обоснование знания, становление всеобщих понятий, категорий мышления («бытие», «ничто», «пространство», «сущее», «несущее» и др.) выступили предпосылками развития генезиса естествознания.

Фалес Мелецкий (Представитель ионической натурфилософии и основатель милетской (ионийской) школы). *Взгляды:* Идея математического доказательства — это величайшее достижение древнегреческих мыслителей. Сформулировал проблему субстанции мира, и как математик, сформулировал идею математического доказательства. Фалесу приписывают доказательство следующих геометрических теорем: 1) круг делится диаметром пополам; 2) в равнобедренном треугольнике углы при основании равны; 3) при пересечении двух прямых образуемые ими вертикальные углы равны; 4) два треугольника равны, если два угла и одна сторона одного из них равны двум углам и соответствующей, стороне другого. Фалес считал, что началом всех вещей, их субстанцией (т.е. то, из чего возникают все вещи и во что они в конечном счете превращаются) является вода.

Пифагор (древнегреческий философ и математик, создатель религиозно-философской школы пифагорейцев.) *Взгляды:* Основное мировоззренческое положение — «все есть число». Мир целостен, гармоничен, в нем все взаимосвязано. В то же время «мир есть число», значит, все числа связаны между собой, а занятия математикой позволят эти связи установить, прояснить их логическими доказательствами. Были доказаны те положения, которые были получены в египетской и вавилонской математике, разработана теория пропорций, музыкальной теории (важнейшие гармонические интервалы могут быть получены при помощи отношений чисел 1, 2, 3 и 4). Введены арифметическая, геометрическая и гармоническая пропорции, гармоническое. Есть сведения о том, что еще Пифагор высказал идею шарообразности Земли. *Значение:* Философский смысл его состоял в крахе общей идеи гармоничности, цельности, стройности, пропорциональности, измеримости, организованности Космоса. Под сомнением оказалась сама идея о том, что «мир есть число». Мир не является многообразием качественно различных предметов, вещей, за таким качественным многообразием лежит количественное единство вещей. Каждая вещь и ее свойства имеют определенную меру, степень роста, изменчивости, насыщенности своих качеств.

Демокрит (древнегреческий философ, ученик Левкиппа, один из основателей атомистики). *Взгляды:* Демокрит исходил из безоговорочного признания истинного бытия существующим и существующим как многое. Он убедительно показал, что мыслить бытие как многое, мыслить движение можно, если ввести понятие о неделимости элементарных оснований этого

бытия — атомов. Бытие в собственном смысле этого слова — это атомы, которые движутся в пустоте (небытии). По Демокриту, мир в целом — это беспредельная пустота, начиная многими отдельными мирами. Земля — центр нашего мира, на краю которого находятся звезды. Каждый мир замкнут. Число миров бесконечно. Многие из них могут быть населенными. Демокрит впервые описал Млечный Путь как огромное скопление звезд. Миры преходящи: одни из них только возникают, другие находятся в расцвете, а третьи уже гибнут.

Аристотель (древнегреческий философ и учёный. Ученик Платона. С 343 до н. э. — воспитатель Александра Македонского). *Взгляды:* Аристотель считает, что мир изменчивых, индивидуализированных природных вещей может быть предметом достоверного познания, науки. Все достойно быть предметом познания: и движение светил, и строение тела всех живых и растительных существ, и устройство полиса, и свойства высшего перводвигателя и др. Основу естественнонаучных воззрений Аристотеля составляет его учение о материи и форме. Мир состоит из вещей, каждая отдельная вещь является соединением материи и формы. Земля является центром Вселенной, она неподвижна и имеет сферическую форму. Небесные тела вращаются вокруг Земли по круговым орбитам, они прикреплены к материальным, сделанным из эфира, вращающимся сферам. Космос — конечен и вечен; он никогда не родился и никогда не погибнет, никогда не возникал и принципиально неуничтожим. *Значение:* Он стал основателем системы знаний о природе — физики. Аристотель разработал первую историческую форму учения о движении — механику. Все механические движения он разбивает на две большие группы: движение небесных тел в надлунном мире; движение тел в подлунном, земном мире.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Агрономические правила по сельскому хозяйству в Древнем Египте.
2. Каких результатов достигла сельское хозяйство в Месопотамии?
3. Какие наставления по сельскому хозяйству использовались в Древней Греции?
4. Особенности ведения сельского хозяйства в Китае?

5. Индия - это страна древней земледельческой культуры.
6. Дошедшие до нас записи ученых о сельском хозяйстве Древнего Рима.
7. Краткое содержание работы «Земледелие» (Марк Порций Катон)?
8. О чем говорится в работе "О сельском хозяйстве" Варрона (116-27 до н. э.)?
9. Краткое содержание работы "Естественная история в 37 книгах" Плиния Старшего (23-79 н. э.)?
10. Дошедшие до нас 12 книг "О сельском хозяйстве" Колумеллы (1 в.).

Тема 2: Возникновение научной агрономии как результат обращения естествознания к проблемам ухудшения обеспеченности продовольствием растущего городского населения

В средние века, в Европе часто повторялся голод от неурожая зерновых хлебов, охватывавших целые страны, так как при однообразной культуре один какой-либо фактор (засуха, мороз, вредители) поражает громадные площади. Позже, с открытием Америки были привезены новые культуры как картофель ставшей «вторым хлебом», кукуруза, которая лучше противостоит жаре и засухе, чем северные хлеба. И все же урожайность культур росла не быстро и стабильно как увеличивались население городов.

В VIII веке в Англии появилась работа Вальтера Хенли «Хозяйство». В работе Хенли сообщается о появлении в Англии парового четырехполюя, лемеха у плуга, примитивного отвала. В работе «О растениях» написанном доминиканским монахом Альбертом Великим (XII-XIII вв.) высказывалось предположение о питании растений, влияние на них агротехники. Ученый считал, что последняя приводит к преобразованию растений. Он дает обстоятельные указания о сроках сева озимых, обосновывая с учетом качества почвы. Известным агрономическим произведением средневековья является аграрная энциклопедия итальянца П. Кресценсия «О выгодах сельского хозяйства». В работе приводятся основные сведения по полеводству, растениеводству и животноводству.

Однако при всей многочисленности трактатов по сельскому хозяйству этого периода они носили чисто эмпирический характер, и в них не было сделано никакого шага в перед относительно древних философов в

понимании самих процессов. В известной работе Ф. Бэкона «Новое орудие, или об истолковании природы и о пришествии царства человека» 1620 г. предложено учение об индукции и эксперименте. В 1629 году Ван-Гельмонт, один из предвестников научного естествознания, гениальный экспериментатор, сделал точный опыт и попытался определить, за счет чего растения развиваются. Он взял ивовую ветвь, взвесил её, затем пересадил в глиняный сосуд со взвешенной почвой. Впервые весы были использованы как лабораторный инструмент. В конце XVI века человек благодаря изобретению микроскопа смог открыть клеточное строение живых организмов. Первым таким человеком был английский естествоиспытатель Роберт Гук (1665 г.). Современник Гука голландец Антон ванн Левенгук прославился созданием линз, которые давали увеличение в 100-300 раз. С их помощью Левенгук увидел микроскопические организмы.

Зарождение научных представлений о питании растений связано с развитием химии, физики и физиологии растений. Быстрое развитие этих наук связано с именами выдающихся ученых Д. Пристли, Ж. Сенебье, Антуана Лорана Лавуазье. Ученые того времени установили наличие важнейшего процесса - разложения углекислоты воздуха в процессе питания и аккумуляции углерода растением. Однако, одно дело - установление нового факта и другое – распространение его, принятие окружающим миром.

В X-XIII столетиях в Западной Европе получила повсеместное распространение трехпольная система: пар, озень, ярь. Дж. У. Кук приводит данные, что с 1200 по 1450 г. урожаи зерна при такой системе земледелия составляли 5-5,6 ц/га. Разделение полей изгородями и парование с выпасом скота повысило урожай до 7,8 ц/га примерно к 1650 г. Улучшения начались когда огораживались открытые земли, ввели рядовой высев культур, выращивали кормовые корнеплоды, которые заменили чистые пары и обеспечили кормами скот. Эти изменения способствовали введению в 1750-1850 гг. новых систем земледелия. В этот период утвердился хорошо известный норфолькский четырехпольный севооборот, компонентами которого были яровая и озимая зерновые культуры, корнеплоды и клевер в чистом виде или в смеси со злаковыми травами. Активным пропагандистом плодосменной системы земледелия был А. Юнг.

С развитием капитализма и ростом городского населения увеличивался и спрос на продукцию сельского хозяйства. Это повлекло за собой повышение товарности с.-х. производства, введения более интенсивных систем земледелия. Во 2-й половине 18 в. в Англии происходила смена паровой

системы земледелия плодосменной. На рубеже 18 и 19 вв. проблема перехода к более интенсивной системе земледелия встала и перед другими странами. Большая заслуга в решении этой проблемы принадлежит немецкому учёному И. Шубарту, который положил начало посевам клевера в паровом поле и много сделал для дальнейшего развития клеверосеяния. Достижения Агрономии Западной Европы обобщил Агрономия Тэера (Германия). Он подразделял все культуры на истощающие и обогащающие почву и тем самым обосновал необходимость чередования их в плодосменных севооборотах. Тэер исходил из т. н. гумусовой теории питания растений, ошибочно утверждавшей, что зеленые растения берут содержащийся в перегное углерод корнями из почвы.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Какие культурные растения были привезены из Америки в Европу и получили широкое распространение в Старом Свете?
2. Почему паровую систему земледелия заменили плодосменной во второй половине 18 в. в Англии?
3. Роль клевера (бобовых трав) в повышении плодородия пахотных земель в странах Европы на рубеже 18 и 19 ве?
4. Почему главнейшая заслуга Тэера для агрономической науки состоит в том, что он признавал естествоведение главным условием в развитии сельского хозяйства?

Тема 3: Первая агрономическая школа в России. Дифференциация научной агрономии

Большую роль в организации агрономической науки сыграл М.В. Ломоносов. Он успешно проводил географические, физические, химические, экономические и другие исследования. Он сформировал многие задачи для дальнейшего развития России. В области сельского хозяйства по М.В. Ломоносову сводилось к всестороннему изучению её по всей обширной территории России и нахождению средств по улучшению. Это улучшение он связывал с использованием науки. Он установил, что питание растениям доставляет воздух, через их листья. Он с эволюционной точки зрения подходил к вопросу образования чернозема. М.В. Ломоносов написав труд «О слоях земных» (1763) положил начало русскому почвоведению. Почва зарождается на материнских породах под воздействием живых существ и

развивается вместе с ними. «Каменные голые горы часто показывают на себе зелень мху молодого, которая после чернеет и становится землею; земля, накопясь долгою времени, служит после к производству крупного мху и других растений». М.В. Ломоносов описывает картину постепенного последовательного изменения плотных горных пород под воздействием поселения на них низшей, а за тем высшей растительности и постепенного образования на поверхности черной землистой массы. Ученый отчетливо сформулировал взгляд на растительно-наземное происхождение почв. При разработке программы Российского географического атласа, М.В. Ломоносов ставит вопрос о совершенствовании земледелия и выяснения «... каких родов хлеб сеют больше и плодovито ли выходит». Он обращает внимание на такие вопросы, как эрозия почв и погребение почв под свежими водными и пыльными наносами.

М.В. Ломоносову принадлежит проект создания научного учреждения «Мнение о учреждении Государственной коллегии земского домостроительства» которое централизованно занималось бы изучением сельского хозяйства и разработкой предложений по её улучшению по всей России. Он представлял Коллегию как научное учреждение, имеющее солидную опытную базу. При Академии наук в 1763 году учреждается «класс агрикультуры, то есть земледельства».

В 1765 году в России было создано Вольное экономическое общество, а 1766 года издавался журнал «Труды Вольного экономического общества к поощрению в России земледелия и домостроительства». За длительный период обществом проводились крупные научные исследования и организовано внедрение результатов в производство. Оно занималось постановкой полевых опытов, научно-исследовательскими работами. «Труды Вольного экономического общества» издавались в течении 125 лет и составили своеобразную летопись русской агрономии. В журнале были опубликованы работы выдающегося агронома А.Т. Болотова (1738-1833). Ученый был активным пропагандистом сельскохозяйственных знаний. Он не ломал отслужившее, а перестраивал, улучшал. Он указывал, что нет смысла бесконечно расширять пахотные земли, поскольку не хватит рабочих рук, как следует возделывать их. Его исследовательская работа «Наказ для управителя» было первой попыткой привести в систему разрозненные приемы земледелия и показать важность их сочетания. В этой работе для увеличения производительности земли предлагался ряд приемов. Землю необходимо хорошо обрабатывать. Высеваемые семена должны быть

требуемых кондиций, посев - своевременным и качественным, равно как и уборка. Необходимо создавать благоприятные условия для роста и развития растений. Автор не просто приводит рекомендации, но и пишет, как это можно сделать на практике. В этой работе А.Т. Болотов впервые в мировой практике предлагает вести историю полей. Он впервые в мире описал 661 сорт яблок и груш и привел их в строгую систему. Ученый впервые в России написал сочинение по помологии (науке о сортах плодовых и ягодных растений) которое составило 8 томов, к которым прилагались ещё 3 тома акварельных рисунков.

В XIX столетие подъем общественной мысли, страстная пропаганда естествознания, ожидание перемен способствовали развитию научной агрономии. Позитивное влияние этому оказали открытие клетки и создание клеточной теории, открытие закона сохранения и превращения энергии, эволюционной теории происхождения видов. Агрономия, бывшая в недавнем прошлом единой, расчленилась: в ней выделились земледелие, сельскохозяйственная химия, почвоведение, лесоводство, ботаника и физиология.

Начало формирования научной агрономии связано с работами А.В. Советова (1826-1901). Он - первый в России агроном, удостоенный звания доктора наук. Эта степень была присуждена А.В. Советову за работу «О системах земледелия», изданную в 1867 г. Важнейшая идея этой работы – необходимость в России перехода от трехполья к плодосмену. Вместе с тем, ученый считал, что механически внедрять «классический» плодосмен, каким он сложился в Англии и странах Европы нельзя. Сама схема плодосмена, по мнению автора, должна решаться конкретно в каждом хозяйстве с учетом местных условий, которые до бесконечности различны. Он считал, что такие же подходы должны быть и по вопросам агротехник и ухода за отдельными культурами.

В работах А. В. Советова дано ясное представление о системах земледелия и четко сформулировано положение о том, что любая система земледелия возникает при определенных экономических условиях. С изменением экономических условий должна заменяться и система земледелия, которая отражает степень развития народов и государства. А.В. Советову принадлежит инициатива проведения регулярных съездов русских агрономов. Продолжительное время он заведовал кафедрой сельского хозяйства в Петербургском университете, был избран председателем Первого (сельскохозяйственного) отделения Вольного экономического общества,

редактором его «Трудов». По предложению А.В. Советова Вольное экономическое общество поручает в 1877 г. молодому геологу В.В. Докучаеву изучение почв черноземной зоны.

Элементы селекции как науки встречаются уже в работах ученых XVIII - середины XIX в. Это относится к трудам Кельрейтера, Найта, Гертнера, Нодена, Римпау и др. В этот период создавались первые селекционные учреждения, вводилось преподавание селекции в высшей школе, появились учебники, специальные журналы. Основоположником этой науки был австро-венгерский ученый Грегор Иоганн Мендель (1822-1884). Он в 1866 г. опубликовал статью под названием «Опыты над растительными гибридами». Этот опыт состоял в следующем. Мендель взял 20 сортов гороха и, скрестив их, получил потомство - гибриды первого, второго и последующих поколений. Ученый проследил, как потомству по отдельности передается каждый родительский признак: цвет, и форма семян, окраска цветков, длина стебля и др. Метод, использованный Менделем, показал, как и в каких соотношениях проявляются родительские признаки в последующих поколениях.

Начало селекционно-семеноводческой работы в нашей стране относится к 80-м годам XIX в., когда в Россию стали завозить из-за границы семена сортов сахарной свеклы и некоторых других культур для размножения. Известный селекционер того времени Е. А. Грачев (1826-1877) создал огромное количество сортов овощей и картофеля, в том числе свыше 30 сортов редиса, 15 сортов салатного сельдерея. В 1869 году на Российской выставке в Петербурге он представил 80 сортов картофеля. Последователем этого селекционера был Н. Я. Никитинский (1855-1912), которого называли «Королем картошки», работавший в Рязанской губернии. Началом научно-исследовательской работы по селекции можно считать образование 1919 году под Москвой Корневской картофельной станции. Там были собраны образцы картофеля из коллекции Н.Я. Никитинского (400 образцов) и сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (300 образцов). В последствии организатором и научным руководителем этой станции стал А.Г. Лорх.

Развитие агрономической науки и опытного дела в России начала XX столетия связано с именем А.Г. Дояренко. Проведенные им исследования о факторах жизни растений их взаимодействии, влияние на них различных агроприемов, использовании культурами солнечной энергии, пестроты полей актуальны и сегодня. Исследования водно-воздушного и пищевого режимов

почвы привело его к выводу о решающей роли их в регулировании строения пахотного слоя почвы, и в первую очередь в соотношении капиллярной и некапиллярной скважности почвы. Ученый по новому подошел к опытному делу в земледелии, основательно изучил характер пестроты полей, был зачинателем курса по опытному делу. А.Г. Дояренко определил содержание курса земледелия, организационные формы и методы самого процесса обучения, разработанные программы вызвали интерес, обучающихся к изучаемой дисциплине. Больших успехов он добился в агрофизике, полеводстве и опытном деле. Ученый совершил переход от простого обобщения земледельческой практики, эмпирических испытаний к построению науки земледелия на базе точных наук – физики и химии. До 1911 года его исследования относились к агрохимии, корневым выделениям растений, определению усвоения растениями фосфорной кислоты, роли отдельных элементов в жизни растений. В 1911 году был заложен опыт с бессменными культурами по разным фонам удобрения, который продолжается и поныне. С 1913 года начал изучение использования полевыми культурами солнечной энергии. Он сконструировал установку для учета теплоты сгорания проб урожаев и определены технические коэффициенты усвоения солнечной энергии полевыми культурами.

А.Г. Дояренко разработаны методы установления влажности и скважности почвы, водопроницаемости и испаряющей способности, два метода оценки капиллярной деятельности почвы. Также он заметный след оставил в организации сельскохозяйственного опытного дела и создании методики полевых опытов.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Почему принято считать М.В. Ломоносова (1711 – 1765) одним из основателей научного земледелия в России?
2. За какие заслуги А. Т. Болотова (1738 – 1833) называют первым русским агрономом?
3. Значение работ А.В. Советова по системам земледелия?
4. Дифференциация научной агрономии.
5. Методы классической селекции.
6. Методологические основы программ исследований А.Г. Дояренко.

Домашнее задание. Изучить основные труды выбранного (из предлагаемого списка) российского ученого внесшего большой вклад в развитие научной агрономии. Составить аннотацию основных научных трудов в форме письменного отчета и доклада (презентации 12-15 слайдов).

- | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Болотов А.Т. | 2. Комов И.М. | 3. Левшин В.А. |
| 4. Павлов М.Г. | 5. Линовский Я.А. | 6. Советов А.В. |
| 7. Энгельгардт А.Н. | 8. Стебут И.А. | 9. Менделеев Д.И. |
| 10. Людоговский А.П. | 11. Тимирязев К.А. | 12. Костычев П.А. |
| 13. Докучаев В.В. | 14. Ермолов А.С. | 15. Вильямс В.Р. |
| 16. Прянишников Д.Н. | 17. Дояренко А.Г. | 18. Тулайков Н.М. |
| 19. Вавилов Н.И. | 20. Бараев А.И. | 21. Каптанов А.Н. |

Тема 4: Методы исследований используемые в агрономии и сельскохозяйственные полевые опыты

Метод – целенаправленная, упорядоченная деятельность исследователя, для получения новых знаний. Методы используемые в агрономии подразделяются на общенаучные и конкретно-научные (специальные). Из общенаучных методов в агрономии пользуются выдвижением гипотезы, экспериментом, наблюдением, анализом, синтезом, индукцией, дедукцией, абстрагированием, конкретизацией, аналогией, моделированием, формализацией, инверсией, обобщением.

Гипотеза – предположение исследователя, истинное значение которого является пока неопределенным. Когда гипотезы выдвигаются для развития знаний, то сначала высказывают определенные предположения, которые затем проверяют экспериментально.

Эксперимент – изучение объекта и происходящих в нём процессов с помощью искусственно созданных и контролируемых исследователем условий. В эксперименте то или иное условие создают искусственно, не дожидаясь его появления в природе (вносят различные удобрения, орошают, высевают различные нормы семян, на разную глубину и т.д.). В одном и том же эксперименте можно изучать несколько условий или явлений.

Наблюдения – направленное сосредоточение внимания исследователя на явлениях природы, или на явлениях происходящих в эксперименте, их количественная и качественная регистрация. Предъявляемые требования к наблюдениям: объективность и возможность контроля с помощью повторного наблюдения; получение однозначных результатов исследований; использование для наблюдений точных приборов; правильная интерпретация результатов.

Анализ – когда исследуемый объект мысленно или физически расчленяют на составные части для детального его изучения. Например, для определения химического состава растений их сначала расчленяют на отдельные органы.

Синтез – объединение, соединение расчлененных и проанализированных частей исследуемого объекта в единое целое. Синтез дает возможность на основании детального анализа сформулировать выводы и обобщения. Синтез используют не только для исследования отдельного объекта в определенной отрасли науки, но и для связи разных наук.

Индукция – когда исследователь ведет суждения от фактов к конкретным выводам.

Дедукция – это метод который позволяет исследователю с помощью анализа общих положений и фактов делать частные одиночные выводы.

Абстрагирование – это мысленное выделение исследователем основного в объекте исследований, его наиболее важных связей.

Конкретизация – это метод с помощью которого исследователь переходит от абстрактного к конкретному.

Аналогия – метод исследования, благодаря которому знания об известных уже объектах, предметах и явлениях переносятся на другие, похожие на них. Вывод при этом делается по аналогии.

Моделирование – метод исследования объектов, процессов и явлений на их моделях. По другому – это замена объектов, которые трудно изучать, на специально созданные аналоги – модели.

Обобщение – такой метод, который позволяет мысленно переходить от отдельных факторов, явлений и процессов к отождествлению в мыслях; от одного понятия, суждения к более общему.

К **специальным методам** которые используются в научной агрономии входят лабораторный, вегетационный, лизиметрический, вегетационно-полевой, полевой, экспедиционный.

Лабораторный – используется исследователем для анализа растений и среды их обитания в лабораторной обстановке для изучения взаимодействия растений с внешней средой, обмена веществ в растениях, оценки качества урожая, исследования физических, химических, микробиологических свойств почвы и т.д.

Вегетационный – используется исследователем при эксперименте с растениями в контролируемых условиях – вегетационных домиках, теплицах, оранжереях, климатических камерах.

Лизиметрический – исследование жизни растений, питания и изменения химического состояния почвы проводимые в специальных лизиметрах. Жизнь растений и свойства почвы изучают непосредственно в поле, где лизиметры устанавливают в выкопанные ямы так, чтобы надземная часть растений находилась в тех же условиях, что и окружающих растений.

Полевой – исследование, проводимые в естественной, природной обстановке на специально отводимом поле, участке с целью установления количественного воздействия условий или приемов технологии возделывания на урожайность сельскохозяйственных культур и его качество.

Полевые опыты делятся на группы: 1. Агротехнические; 2. По сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Полевые опыты разделяют на следующие типы: а) по длительности проведения – краткосрочные, многолетние и длительные;

б) различают единичные и массовые опыты.

Ценность результатов опыта зависит от соблюдения методических требований. Основные требования, предъявляемые к сельскохозяйственному полевому опыту:

1. Типичность полевого опыта.
2. Соблюдение принципа единственного различия.
3. Проведение опыта на специально выделенном участке.
4. Учет урожая и достоверность опыта.

Отвечаем на вопросы темы:

1. На основании чего может быть выдвинута рабочая гипотеза? Распишите, какими правилами пользуются при выдвижении рабочей гипотезы?

2. Распишите, в каком эксперименте опыт может становиться многофакторным?

3. Распишите примеры наблюдения, анализа и синтеза.

4. Дайте разъяснение двум типам абстрагирования?

5. Каких требований необходимо придерживаться при использовании метода аналогии?

6. Распишите пример самого простого моделирования в опытном деле?

7. Распишите примеры лабораторного метода исследований растений, химического, физического, микробиологического состояния почвы, качественных показателей продукции растениеводства?

8. Распишите, какие важные вопросы агрономической науки были исследованы вегетационным методом?

9. Распишите, почему нередко вегетационный метод исследований ведут параллельно с полевым методом?

10. Распишите, какие два типа лизиметров различают по способу наполнения почвой?

11. Распишите, из чего, каких размеров делают лизиметры?

12. Распишите, какие вопросы агрономии изучают пользуясь лизиметрическим методом?

13. Распишите не менее 6 примеров полевого опыта относящихся к **агротехнической** группе?

14. Распишите, какие полевые опыты относятся к **краткосрочным, многолетним и длительным** типам?

15. Распишите, какие полевые опыты относятся к **единичным и массовым** типам?

16. Распишите, как Вы понимаете требование **типичность опыта**?

17. Распишите, как Вы понимаете требование **принцип единственного различия**?

18. Распишите, как Вы понимаете требование **проведение полевого опыта на специально выделенном участке**?

19. Распишите, как Вы понимаете требование **учета урожая и достоверности опыта?**

Тема 5: Постановка и методологический анализ научной проблемы в области агрономических исследований

Существуют три вида научных исследований: фундаментальные, прикладные и разработки.

Фундаментальные – это открытие нового и изучение новых явлений, законов природы. Цель фундаментальных исследований – это расширение научного познания природы.

Прикладные – это поиск, нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования имеющихся средств и способов человеческой деятельности. Цель прикладных исследований – это возможность использования научных знаний фундаментальных исследований в практической деятельности.

Разработки – это создание новых технологий, а также новой техники на основе способов, которые были предложены в результате фундаментальных исследований.

Научное направление – это наука или комплекс наук, в области которых будут вестись научные исследования. Основой научного направления может быть специальная наука или ряд наук, входящих в определенную научную отрасль, при этом могут быть использованы специальные методы исследования и технические устройства, приборы.

Проблемы исследований – совокупность взаимосвязанных сложных теоретических и практических задач, которые необходимо решить обществу. Проблема возникает тогда, когда на практике возникают большие затруднения в достижении конкретной цели. Проблема может быть глобальной, национальной, региональной, отраслевой, межотраслевой. Различают проблемы общие и специфические. К общим включают общенаучные, общенародные и т.п. Туда относятся вопросы внедрения малоотходных и безотходных, энерго- и материалосберегающих технологических процессов и систем машин; обеспечение пропорционального развития народнохозяйственного комплекса страны и эффективное воздействие всех звеньев.

Тема научного исследования – это может быть существенной частью научной проблемы. Результаты исследований по конкретной теме могут ответить на ряд научных вопросов, которые охватывают часть научной проблемы. Обосновав проблему и установив ее структуру можно приступить определению темы научного исследования. Каждая тема должна быть актуальной, иметь научную новизну и базироваться на технико-экономическом расчете. Когда речь идет о теоретических исследованиях требования экономичности могут быть заменены требованиями значимости, определяющими престиж науки. Большое значение для темы имеет возможность быстрого внедрения получаемых результатов в производство.

Прежде чем выбрать тему исследователь должен ознакомиться с отечественными и зарубежными литературными источниками данной и смежной специальностей. При анализе состояния вопроса по научной теме необходимо провести: 1) анализ известных данных, материалов по данной теме; 2) методы исследования; 3) объекты исследования (существовавшие в прошлом, существующие, вновь создаваемые); 4) историю исследований в изучаемом вопросе.

Организация поиска и обработки научной информации

Для поиска необходимой информации по выбранной теме необходимо знать, что структурной единицей характеризующей информационные ресурсы и информационные продукты, является научный документ. Научный

документ – это материальный объект, который содержит научно-техническую информацию и предназначен для ее хранения и использования. Этот документ может быть представлен в форме:

- текста (книги, журналы, отчеты и др.);
- графика (чертежи, схемы, диаграммы);
- аудиовизуальные записи (звукозаписи, кино- и видеофильмы) и др.

После сбора научная информация всесторонне анализируется. Такой анализ помогает исследователю выяснить, что уже достигнуто и разработано, какие оригинальные направления и творческие замыслы развивались в прежних работах для решения задач, какие моменты не нашли решения, выявление противоречий и недоработок. Возможно и выявления методических ошибок и других недостатков предыдущих исследований, с другой стороны определяются пути к открытию нового или улучшению старого.

После сбора и анализа научных документов по данному объекту исследования, начинают разработку рабочей гипотезы. Рабочая гипотеза – это предположение, которое имеет определенную степень вероятности, но пока не доказано. Возможны и не одно, а несколько путей решения, соответствующим нескольким вариантам гипотезы. Все варианты следует тщательно продумать и записать. В итоге принимается тот вариант, который дает верное решение.

Рабочей гипотезой устанавливаются важнейшие факторы, представляющие собой измерения величины, воздействующие на объект исследования.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Распишите, примеры научного направления и как понимаете конкретизацию направления исследования?

2. Распишите, примеры глобальной и специфической проблемы?

3. Распишите, какие приемы могут способствовать выбору темы исследований?

4. Распишите, что дается еще кроме факторов в рабочей гипотезе?

Тема 6: Выбор и подготовка участка под опыт

Одной из важнейших задач при выборе участка под полевые опыты это обеспечение высокой точности результатов опыта при сохранении необходимой типичности. Для решения этой задачи опытный участок должен отвечать следующим требованиям.

1) **Типичность** почвенных условий. Отводимый под опыты участок должен соответствовать тем условиям, в которых предполагается использовать полученные результаты: свойствам почвы, плодородию почвы и рельефу, распространенных в данном и близлежащих районах.

2) **Однородность** его почвенного покрова, которая должна обеспечить достаточную точность результатов проведенного опыта.

Для соблюдения вышеперечисленных требований необходимо провести почвенное обследование выбираемого участка земли, изучить его историю, рельеф, засоренность и учесть ряд возможных случайных факторов.

Для детального и более точного изучения однородности почвы под предстоящие опыты необходимо использовать уравнительные и рекогносцировочные посевы.

Уравнительный посев – это сплошной посев какой-либо культуры, который проводится на всей площади выбранного участка для того, чтобы повысить однородность почвенного плодородия. Он отличается от обычного только тем, что обработку почвы, удобрения и возделывания культуры проводится на более высоком агротехническом уровне. Дело в том, что при низком уровне агротехники выравнивание плодородия, если и происходит, но крайне медленно.

Важно знать, что последствие таких агроприемов как известкование, внесение навоза, систематическое применение высоких доз минеральных

удобрений, а также различия почвы невозможно устранить уравнительными посевами. Основные задачи, которые можно решить уравнительными посевами это: устранение пестроты, вызванной несильно действующими приемами; проведение тщательной борьбы с сорняками; создание надлежащего фона для будущего опыта (определенная обработка почвы, удобрения, предшественники и т.д.). Задача последнего по счету уравнительного посева состоит в том, чтобы установить характер варьирования почвенного плодородия на опытном участке. Для этого проводится дробный учет урожая. Такой уравнительный посев называют **рекогносцировочным**.

При **рекогносцировочном посеве** участок засевают какой-либо культурой, которую учитывают по отдельным, возможно более мелким площадкам (элементарным делянкам), чтобы установить пестроту плодородия внутри участка. Размер элементарных делянок дробного учета зависит от культуры, метода учета урожая и технических возможностей. При значительной пестроте участка и небольших площадях можно рекомендовать размер элементарной делянки в 10 квадратных метра. При более однородных и более крупных площадях можно допускать и более крупные 60-80 м² делянки дробного учета. Такой учет позволяет оценить территориальную пестроту почвенного плодородия. На опытном поле практически всегда обнаруживаются участки, где вместе со случайным варьированием есть и систематическое, закономерное варьирование урожайности по делянкам.

При варьировании элементов плодородия почвы проявляется та же закономерность, что и при варьировании урожайности дробных учетов. Рекогносцировочные посевы дали значительный материал для разработки основных положений методики полевого опыта. При соблюдении методики постановки полевых опытов, проведение новых дробных учетов рекогносцировочных посевов оправданы в особых, специальных случаях, закладке многолетних стационарных опытах.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Распишите, какие методы используются для определения почвенной разности, степени однородности и глубины залегания грунтовых вод?

2. Распишите, какие требования приемлемы по отношению к рельефу опытного участка?

3. Распишите, на какие важные составляющие из книги истории полей и других материалов необходимо учитывать при выборе опытного поля?

4. Распишите, какие случайные факторы могут нарушить однородность будущего участка и снижать точность результатов будущего опыта?

5. Распишите, в каких случаях нет необходимости прибегать к дробному учету уравнительных посевов?

Тема 7: Формулирование целей, задач и составление программы исследования

Цель исследований – должна раскрывать основную концепцию народнохозяйственной проблемы с акцентом на то научное направление в котором будет работать исследователь. Большое значение для правильного проведения опыта имеет правильная формулировка задач, которые решает опыт. Когда разрабатывается полевой опыт прежде всего необходимо уточнить, на какой вопрос желают получить ответ.

Задачи исследований должны указывать, с помощью каких научных методов и технических средств будут решены задачи и достигнута поставленная цель, например:

- установить аналитические взаимосвязи;
- обосновать применение;
- разработать методику расчетов;
- применить сравнительную оценку;
- выявить эффективность использования.

Возможный объект исследования. Для правильного выбора объекта исследования необходимо выяснить: чувствительность объекта к изучаемому приему и возможности широкого применения изучаемого приема.

В свою очередь, объекты исследования делятся на эмпирические и теоретические. Эмпирические исследования могут быть искусственные (технические разработки) и натуральные (явления природы, её материальные тела). Но любой объект исследования должен рассматриваться как система, состоящая из отдельных элементов, располагающихся в определенном порядке.

Методика сельскохозяйственного опытного дела ориентирована на производство научных исследований в области полеводства. Разработанные приемы закладки и проведения полевого опыта решают одну важную задачу это обеспечение высокой точности результатов опыта при сохранении необходимой типичности.

Опытная делянка (площадь, форма и направление). Это элементарная единица полевого опыта, часть площади имеющая определенный размер и форму и предназначена для размещения отдельного варианта. Опытная делянка имеет **посевную площадь** и **учетную площадь**. На посевной площади размещают один вариант опыта, проводят все операции по обработке, посев и все намеченные дальнейшие работы. С учетной площади

делянки учитывают урожай. Учетная площадь меньше посевной площади потому, что со всех сторон опытной делянки выделяются полосы, называемые **защитными**. Урожай с защитных полос убирают отдельно и не учитывают.

Повторность – это число делянок с одноименным вариантом в опыте. Одним из эффективным средством повышения точности полевого опыта является повторность опыта в пространстве, то есть расположение каждого варианта схемы опыта повторно на нескольких одноименных делянках.

Основные методы размещения вариантов в полевом опыте:

- стандартный метод;
- систематический;
- рандомизированный (случайный).

Стандартные методы. Им характерно более частые равномерные размещения контрольных вариантов (контроль располагают через одну, две опытных варианта).

Систематические методы. Это такое размещение, когда порядок расположения вариантов в каждом повторении подчиняется определенной системе. Широкое распространение получили два способа размещения: 1) последовательный в один ярус; 2) шахматный при расположении повторений в несколько ярусов.

Метод случайных блоков (рандомизированных повторений). При этом методе каждый блок содержит столько делянок, сколько вариантов в схеме опыта. Число повторений в опыте равно числу блоков. В каждом блоке варианты по делянкам размещают по жребию.

Латинский квадрат – считается лучшей схемой потому, что размещение опытных делянок позволяет в значительной степени устранить влияние систематического изменения плодородия почвы опытного участка на результаты опыта по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Такое расположение опыта требует, чтобы число повторений обязательно было равно числу вариантов. При четырех вариантах в опыте будет $4 \times 4 = 16$ делянок, при пяти – $5 \times 5 = 25$ делянок, при $6 \times 6 = 36$ делянок и т.д. В каждом ряду и столбце должен быть полный набор всех вариантов. Следовательно, ни один вариант из опыта не повторяется ни в ряду, ни в столбце. Увеличение количества вариантов более семи усложняет исполнение опытов этим методом. В таких случаях целесообразно использовать **латинский прямоугольник**. Это когда число вариантов опыта должно быть кратным числу повторностей. Частное от деления числа вариантов на повторность

дает число делянок, на которое необходимо расщепить столбец соответствующего латинского квадрата. Например, при изучении 16 вариантов в 4-кратной повторности каждый столбец латинского квадрата 4×4 необходимо расщепить в вертикальном или горизонтальном направлении на четыре полосы ($16:4=4$). Такой метод закладки опыта носит название латинского прямоугольника $4 \times 4 \times 4$.

Метод расщепленных делянок применяется для закладки многофакторных полевых опытов. Эта схема, в котором делянки одного опыта используются как блоки для другого. Делянки первого порядка (крупные делянки) делятся, расщепляются в вертикальном или горизонтальном направлении на делянки второго порядка, а делянки второго порядка на более мелкие делянки третьего порядка. Варианты по главным делянкам и субделянкам размещают методом рандомизации.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Распишите, какие приемы повышающие точность опыта Вам известны?

2. Распишите, почему не учитывают урожай с защитных полос в полевом опыте?

3. Распишите, почему для вывода заключения по опытам необходимо проводить многолетние исследования?

Домашнее задание

1. Устно охарактеризуйте проблему.
2. Распишите, обоснование темы исследования и объект исследования.

3. Сформулируйте и распишите актуальность темы, научную (рабочую) гипотезу, научную новизну, цель и задачи исследования.

4. Представить схематический план размещения вариантов опыта. Выберите оптимальный метод размещения вариантов в зависимости от изучаемых факторов и характера варьирования плодородия почвы.

5. Спланировать повторность опыта, форму, ширину и длину элементарной делянки (м), размеры разворотных дорог, боковых и краевых защитных полос (м), площадь делянки (общую и учетную, м²), количество делянок в опыте и общую площадь опыта, указать марки сельскохозяйственных машин и орудий для проведения полевых работ.

Тема 8: Планирование схем и методики полевого опыта

Однофакторный опыт – это опыт, при проведении которого изучается действие одного простого или сложного фактора. При составлении схем однофакторных полевых опытов, когда они ежегодно закладываются на новых земельных участках, следует обратить внимание на следующие моменты. Варианты в однофакторном опыте могут иметь **количественные градации** изучаемого фактора: опыты с дозами удобрений, нормами высева семян, глубиной обработки почвы и т.п. Варианты в опыте могут различаться **качественно**: изучение и сравнительная оценка сортов, способов посева, предшественников, форм удобрений и т.п.

Вопрос о схеме однофакторных опытов решается сравнительно просто, где варианты различаются **качественно**. Когда планируется изучить пять сортов яровой пшеницы или пять способов посева, то схема полевого опыта будет включать пять вариантов. Здесь очень важно выдержать принцип единственного различия, правильно выбрать контрольный вариант (стандарт) и определить сопутствующие, не изучаемые в полевом опыте оптимальные агротехнические условия эксперимента (фон).

Для схем опытов с **количественными градациями**, кроме уже перечисленных для однофакторных полевых опытов различающихся качественными требованиями, необходимо правильно установить **единицу варьирования для доз изучаемого фактора и число градаций (доз)**.

При разработке схемы закладки и методики полевого опыта можно его представить как исследование некоторой математической функции с многими переменными, например такого вида $Y=f^*(X_1, X_2, \dots, X_n)$, где Y – продуктивность процесса (урожайность или др.); X_1, X_2, \dots, X_n – изучаемые факторы (водный режим почвы, полевая всхожесть, глубина заделки семян, удобрения и др.). Для однофакторного полевого опыта это исследование

может быть выражена графически в виде кривой в двухмерном пространстве как уравнение $Y=f^*(X)$. При этом необходимо составить схему опыта таким образом, чтобы на основании экспериментальных точек была возможность построения кривой отзывчивости (отклика), которая характеризовало бы зависимость продуктивности процесса (урожайности и др.) от изменения изучаемых градаций фактора. В природе связь между урожайностью и возрастающими дозами одного фактора нелинейна. Потому есть смысл иметь достаточное число доз в широком спектре. При том, целесообразно установить или равные интервалы между градациями фактора, или, при возможности предугадать, определить больше градаций в местах перегибов кривой отзывчивости. И здесь важно установить основной уровень, то есть ту центральную точку на кривой отзывчивости, от которой по мере движения к экстремальным (крайним) значениям эксперимент охватил бы лимитирующую, стационарную и ингибирующую части этой кривой (рис.2).



При неправильной установке центра эксперимента и установке незначительных различий в дозах (градациях), экспериментальные точки смогут охватить только лимитирующую или стационарную область и тогда на основании этой информации невозможно установить оптимальный уровень для изучаемого в опыте фактора. Другая неувязка возникает в том случае, когда шаг варьирования выбран слишком большим и можно «пропустить» точку максимума.

Схему однофакторного опыта по изучению градаций (доз) фактора А, в общем виде, можно представить так: $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$. Тут индексами

0,1,2,...n обозначены градации фактора А в условных единицах, где 0 – низшая, нулевая градация. Например: изучение отзывчивости ячменя сорта Нур на 7 уровней питания азотом. Схема опыта в общем виде будет такой: $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$. Конкретная схема:

1. Без удобрения азотом (контроль, a_0).
2. N_{30} (a_1).
3. N_{60} (a_2).
4. N_{90} (a_3).
5. N_{120} (a_4).
6. N_{150} (a_5).
7. N_{180} (a_6).

Многофакторный опыт – это, когда изучается действие, характер, а также величина взаимодействия двух и более факторов. Особенность многофакторного опыта заключается в том, что есть возможность установить действие изучаемых факторов, характер и величину их взаимодействия при совместном их применении. Для того чтобы вычислить эффекты действия и взаимодействия факторов при планировании схемы многофакторного опыта, необходимо выдержать принцип факториальности. Суть этого принципа состоит в том, что схема должна включать все возможные сочетания намеченных к изучению факторов и их градаций. В таких факториальных опытах возможны изучение действия и взаимодействия как качественных, так и количественных факторов и их градаций.

В качестве примера несложной факториальной схемы может служить опыт с изучением трех факторов А, В, С, каждый из которых испытывается в двух градациях 0 и 1. Такой факториальный опыт обозначается $2 \times 2 \times 2$. Количество вариантов в схеме этого опыта определяется произведением $2 \times 2 \times 2 = 8$. Например, при изучении трех видов удобрений (азотных, фосфорных и калийных) в двух градациях (дозы 0 и 1) схема факториального опыта будет следующей: 0, N, P, K, NP, NK, PK, NPK. Это известная восьмерная схема для изучения удобрений является полной (факториальной), потому что в ней есть все возможные сочетания из трех видов удобрений. Такая схема позволяет определить эффекты N, P и K в отдельности, их парное взаимодействие NP, NK, и PK, а также тройное взаимодействие NPK.

Такой опыт называют полным факторным экспериментом (ПФЭ).

План ПФЭ (матрица планирования ПФЭ n³)

| Варианты | Факторы | | | Действие и взаимодействие факторов (обозначение вариантов) |
|----------|---------|---|---|--|
| | N | P | K | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | N |
| 3 | 0 | 1 | 0 | P |
| 4 | 0 | 0 | 1 | K |
| 5 | 1 | 1 | 0 | NP |
| 6 | 1 | 0 | 1 | NK |
| 7 | 0 | 1 | 1 | PK |
| 8 | 1 | 1 | 1 | NPK |

Повторность и размер делянок в полевом опыте должны обеспечить оптимальные агротехнические условия и низкую ошибку эксперимента. Величина ошибки зависит от масштаба тех различий, которые предполагается получить между вариантами. Чем больше предполагаемый эффект от изучаемых приемов, тем больше может быть ошибка, и, наоборот. Многие опыты проводят при 4-6-кратной повторности.

При планировании методики полевого опыта необходимо обратить внимание на правильное сочетание основных элементов методики и в зависимости от целей исследования, схемы опыта, участка земли и технических возможностей установить наиболее рациональное направление, форму и площадь делянки, повторность, систему размещения повторений, делянок и вариантов. Возможны такие типичные случаи влияния не изучаемых в опыте факторов на результат.

А) Неизучаемые условия возделывания на опытном участке четко изменяются в одном направлении (вдоль одного вектора, вдоль склона, в направлении к лесополосе, к реке и т.п.), т.е. при закономерном (систематическом) варьировании почвенного плодородия. Ориентация делянок вдоль изменения почвенного плодородия. Методы размещения – только рандомизированные, в отдельных случаях при небольшом количестве посевного материала (в селекции) – стандартные.

Б) Неизучаемые условия возделывания варьируют в двух взаимно перпендикулярных направлениях (двухсторонний склон, склон и лесополоса,

лесополоса и изгородь и т.д.). Ориентация делянок должна учитывать оба воздействия, а также результат положения делянок, ориентированных в двух направлениях. Методы размещения – латинский квадрат и латинский прямоугольник, так как в каждом ряду и столбце представлены все варианты опыта, следовательно, двустороннее воздействие не изучаемых факторов при таком расположении будет сбалансировано.

В) Неизучаемые условия изменяются в трех направлениях. В таких случаях используются более сложные схемы размещения делянок и вариантов, которые позволяют учесть и в значительной степени сбалансировать действие сильной неоднородности условий возделывания. Наилучший метод размещения – метод смешивания, когда изучаемые факторы располагаются по рядам, столбцам и блокам, которые имеют полный набор изучаемых факторов.

Г) На земельном участке нет четко выраженных условий, которые могут оказать одностороннее влияние на результативный признак (случайное варьирование почвенного плодородия) – делянки могут быть ориентированы в направлении, наиболее приемлемом по организационным соображениям. При высоком случайном варьировании почвенного плодородия устранить микропестроту можно за счет увеличения площади делянки до 800 м². Методы размещения: метод случайных блоков, шахматный и по организационным соображениям.

Отвечаем на вопросы темы:

1. Как Вы понимаете качественное различие фактора?
2. Объясните, что значит количественная градация изучаемых факторов?
3. Объясните, что значит кривая отзывчивости?
4. Как Вы понимаете точку максимума?
5. Распишите общую схему и конкретную схему придуманного Вами однофакторного опыта.

6. Объясните отличие многофакторного опыта от однофакторного?
7. Распишите общую схему придуманного Вами многофакторного опыта.

Литература основная

1. Иванов, А.Л. Очерки по истории агрономии / А.Л. Иванов, Н.С. Немцев, И.Ф.Каргин, С.Н. Немцев. – М: Россельхозакадемия, 2008. – 495 с.
2. Сафонов, А.Ф. Системы земледелия / А.Ф. Сафонов [и др.]. – М: КолосС, 2006. – 447 с.

Дополнительная литература

3. Болотов, А.Т. О разделении полей / А.Т. Болотов // Тр. Вольного экономического общества. – СПб., 1771.
4. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия / В.Р. Вильямс. – Воронеж: Облиздат, 1949.
5. Вильямс, В.Р. Почвоведение / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1939.
6. Докучаев, В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев. – СПб., 1892.
7. Ермолов, А.С. Организация полевого хозяйства / А.С. Ермолов // сб. Системы земледелия и севооборот. – СПб., 1901.
8. Комов, И.М. О земледелии / И.М. Комов // Труды Вольного экономического общества. – СПб., 1788.

9. Крохалев, Ф.С. О системах земледелия: исторический очерк / Ф.С. Крохалев. – М.: Сельхозиздат, 1960.
10. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии / Ю. Либих. – М.-Л., 1936.
11. Людоговский, А.П. Основы сельскохозяйственной экономики / А.П. Людоговский. – СПб., 1875.
12. Нарциссов, В.П. Научные основы систем земледелия / В.П. Нарциссов. – М.: КолосС, 1976.
13. Продолжение о разделении земли на семь полей: избр. тр. – М.: Агропромиздат, 1988.
14. Прянишников, Д.Н. Избр. соч. / Д.Н. Прянишников. – М.: Сельхозиздат, 1963.
15. Пупонин, А.И. Зональные системы земледелия (на ландшафтной основе) / А.И. Пупонин [и др.]. – М.: КолосС, 1995.
16. Семенов, С.А. Происхождение земледелия / С.А. Семенов. – Л.: Наука, 1974.
17. Советов, А.В. О системах земледелия: избр. соч. / А.В. Советов. – М., Сельхозгиз, 1950.
18. Стебут, И.А. Основы полевой культуры: избр. соч. / И.А. Стебут. – Т.1. – М., 1956.
19. Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений / К.А. Тимирязев. – Т. 3. – М.: Сельхозгиз, 1937.
20. Тимирязев, К.А. Столетние итоги физиологии растений: избр. соч. / К.А. Тимирязев. – Т. 1. – М.: Сельхозгиз, 1957.
21. Тулайков, Н.М. О севообороте зернового хозяйства засушливых районов: избр. произ. / Н.М. Тулайков. – М.: Сельхозгиз, 1963.
22. Чижевский, М.Г. К теории получения высоких урожаев в свете учения В.Р. Вильямса // Памяти акад. В.Р. Вильямса. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1942.