Курсовая работа

«Изучение действия удобрений (виды и дозы) на урожайность и качество картофеля»

**Введение**

Сельскохозяйственное производство всегда опиралось на опыт и навыки, полученные из поколений в поколения, а так же неразрывно связывалось с научными знаниями. Со временем изменялись потребности, задачи, а все накопленные научные знания требовали систематизации, а многие и доказательства своей достоверности. Все большую необходимость приобретали и развивались методы исследования почвы, растений и удобрений, а так же их взаимодействие.

На данный момент главной целью сельскохозяйственного производства является получение максимальных урожаев надлежащего качества. Много составляющих затрагивается для достижения этого. Это селекция более продуктивных сортов культур, разработка новых систем применения удобрений, усовершенствование сельскохозяйственной техники, использование пестицидов, а так же хранение и переработка полученной продукции. Все это задачи, которые стоят в настоящее время перед агрономическими науками.

Учитывая огромную площадь нашей страны, а, следовательно, большое разнообразие почвенных и климатических условий, внедрение новых удобрений, систем обработки почвы и т.д. необходимо сопоставлять с условиями окружающей среды. Более детальное изучение роста растения и его отношения к условиям среды помогают произвести агрохимические исследования.

Одним из важнейших методов определения плодородия почв, количественной оценки агротехнической эффективности удобрений является *полевой опыт*.

*Полевой опыт* – исследования в полевой обстановке для установления действия удобрений на рост, развитие и урожайность культур, качество получаемой продукции и показатели плодородия почв. Это биологический метод изучения реакции возделываемых культур на испытываемые виды, дозы, сроки и способы применения удобрений в различных почвенно-климатических и агротехнических условиях, без точной характеристики которых результаты опыта не могут быть распространены на другие, аналогичные по указанным признакам территории. Эти обстоятельства обусловливают целесообразность и необходимость различного и обязательного сочетания в полевых опытах метеорологических, почвенных, биологических, химических, физико-химических и других методов исследований. Все это необходимо для определения типичности, точности, достоверности полученных результатов, возможности их распространения на другие территории, а также для квалифицированной трактовки результатов и выводов о потреблении растениями питательных элементов из почв и удобрений и баланса их, об изменении качества получаемой продукции и пищевого режима почв, агрономической, экономической и энергетической эффективности изучаемых факторов и т.д.

Результаты полевых опытов используют не только в науке, но и в практике для внедрения в сельскохозяйственное производство и определения объемов, видов и форм минеральных удобрений, мелиорантов и других химических средств, применяемых в сельском хозяйстве, а также машин и механизмов для качественного применения удобрений и мелиорантов.

Широкий круг вопросов питания растений был разрешен с помощью *вегетационного метода*.

Выращивание растений в различных сосудах в искусственных условиях в специальных сооружениях (фитотрон, вегетационный домик, теплица, огражденные сеткой или прозрачной пленкой стеллажи) называют *вегетационным методом исследований* или *вегетационным опытом.* Этот метод позволяет детально расчленить и выявить роль и значение отдельных факторов в жизни растений при регулируемых (в разной степени в зависимости от сооружений) условиях влажности, освещенности, температуры и питательного режима в сочетании с детальными химическими, физиологическими и другими исследованиями, возможности которых трудно переоценить. Д.Н. Прянишников подчеркивал, что «задачей вегетационного метода является вскрытие существа процессов и уяснение значения отдельных факторов, прежде всего роли растения, почвы и удобрения в условиях, наиболее благоприятных для выявления этой роли».

Вегетационный опыт позволяет при необходимости изменить основные факторы жизни растений и тем самым быстрее и точнее, чем в полевом опыте, установить искомые закономерности взаимодействия растений, почвы и удобрений. Вместе с тем вегетационный метод не может заменить полевых опытов, так как условия возделывания растений в вегетационном сосуде существенно отличаются от полевых. Ценность вегетационных опытов заключается не в замене ими полевых, а в том, что полученные в них результаты позволяют понять причины тех явлений, которые наблюдаются в полевых опытах.

В зависимости от целей и задач исследований используют разные модификации вегетационного метода: почвенные, песчаные, водные культуры и гидропонику. Для решения специфических вопросов применяют и другие модификации: сменных или текучих растворов, изолированного питания, стерильных культур и др.

При изучении передвижения и баланса питательных веществ и влаги в естественных условиях применяют *лизиметрический метод.* По условиям выращивания растений этот метод занимает промежуточное положение между полевым и вегетационным методами.

Все перечисленные выше методы агрохимических исследований относятся к группе *биологических.* В них главным объектом изучения служит растение. По выражению Буссенго, эти методы позволяют «спращивать мнение самого растения».

Важное значение для оценки данных полевых и вегетационных опытов имеет внедрение в экспериментальную работу *статистических методу установления точности опыта и достоверности полученных результатов.*

Наряду с биологическими методами исследования агрохимия широко использует *лабораторные методы анализа растений, почв и удобрений.* Эти методы делят на химические, физические, физико-химические, микробиологические и др. Среди них особое место принадлежит *методу меченых атомов* с использованием радиоактивных и стабильных изотопов.

**1. Планирование и разработка методики закладки и проведения полевого опыта**

**Проблема исследования**

В настоящее время перед человечеством стоит очень важная задача получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур надлежащего качества. В частности при возделывании картофеля, применяя удобрения, необходимо повышать урожайность клубней и содержание крахмала в них. Картофель – одна из главных технических культур, используемых для получения крахмала, а это очень важное сырье, которое используется во многих отраслях промышленности. А также картофель очень важная пищевая культура, и его по праву называют «вторым хлебом».

В настоящее время большая часть картофеля возделывается на приусадебных участках, при этом бессменно много лет. Для реализации в продуктовых магазинах картофель в основном закупается за рубежом. Поэтому необходимо наладить производство отечественного высококачественного картофеля, чтобы он был доступен для городского населения, не имеющего дачные участки. И первый вопрос, который стоит перед земледелами – изучение влияния азота, фосфора и калия на продуктивность картофеля и его качество, чтобы в дальнейшем дать рекомендации при применении удобрений.

В связи с этим темой нашего курсового проекта является влияние различных видов и доз на урожайность и качество картофеля в условиях Смоленской области.

**2. Обзор литературы**

Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. В мировом производстве продукции растениеводства он занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой. Клубни картофеля содержат около 25% сухих веществ, в том числе 14…22% крахмала, 1,4…3,0% белков, около 1% клетчатки, 0,2…0,3% жира и 0,8…1,0% зольных веществ. Картофель богат витаминами С, B1, B2, B6, PP и минеральными веществами. Особенно богаты витаминами молодые клубни.

Картофель культура разностороннего использования. Благодаря содержанию в клубнях крахмала, белка высокого качества и витаминов он является исключительно важным продуктом питания человека. Его по праву называют вторым хлебом.

Клубни картофеля служат сырьем для спиртовой, крахмало-паточной, декстриновой, глюкозной, каучуковой и других отраслей промышленности. Крахмал, получаемый их картофеля, – незаменимый продукт в пищевой, текстильной и бумажной промышленности. Из 1т клубней картофеля с крахмалистостью 17,6% можно получить 112 л спирта, 55 кг жидкой углекислоты, 0,39 л сивушного масла и 1500 л барды или 170 кг крахмала и 1000 кг мезги.

Благодаря высокой приспособленности к различным условиям произрастания картофель – широко распространенная культура. Посадки картофеля за последние годы продвинулись далеко на север (до 71о с. ш.) и на юг (до 46о ю. ш.). Его с успехом возделывают также в горных районах. Картофель выращивают на всех континентах, в большинстве стран мира. Общая площадь его в мировом земледелии достигает 18 млн. га, а валовой сбор – более 300 млн. т. [8]

Влияние удобрений на урожай и качество картофеля.

Картофель – культура, высоко требовательная к органическим и минеральным удобрениям. Высокие урожаи картофеля получают при внесении органических и минеральных удобрений, а также известковании.

При разработке системы удобрений под картофель необходимо учитывать скороспелость сорта. Ранние сорта более отзывчивы на минеральные удобрения, они используют питательные вещества интенсивнее в короткий период. Позднеспелые сорта лучше усвают питательные вещества почвы и навоза.

При установленной норме минеральных удобрений для конкретных условий возделывания картофеля необходимо учитывать запасы питательных веществ почвы и элементов питания, вносимых с органическими удобрениями. В опытах Г.М. Ночайкиной, большой чистый доход, рентабельность и окупаемость затрат продукции были получены при совместном внесении 40 т/га торфонавозного компоста и ЫРК на планируемый урожай на уровне 30 т/га.

О высокой эффективности совместного применения органических и минеральных удобрений также свидетельствует опыты Н.М. Белоуса. [3]

На прибавку урожая от минеральных удобрений влияет окультуренность почвы. По данным Авдонина НС. и Соловьева ГА прибавка урожая клубней картофеля от полного минерального удобрения на слабоокультуренной почве в 2 раза ниже чем на средне и хорошо окультуренных почвах. Одностороннее внесение азотных удобрений снижало содержание крахмала в клубнях картофеля.

Эффективность минеральных удобрений при совместном применениис органическими удобрениями зависит как от доз применяемых органических удобрений, так и от их вида. На дерново-подзолистой песчаной почве под картофель целесообразно применение высоких доз бесподстилочного навоза без дополнительного внесения полного минерального удобрения. [3]

Влияние азотных удобрений и их дозы

Оптимальные дозы азота для среднеспелых и позднеспелых сортов картофеля колеблются от 120 до 150 кг/га при условии сбалансированности с другими элементами питания. При внесении с удобрениями 120 кг азота на 1 га в среднем на 1 кг азота получают 50–60 кг клубней. На легких супесчанных почвах при достаточном количестве влаги эффективность может быть и выше. Если азотные удобрения применяют на фоне подстилочного навоза (40–50 т/га), то доза азота необходимо снизить до 80 -90 кг/ га. Азотные удобрения при дозе внесения №120 на фоне навоза заметно снижают содержание крахмала в клубнях. [1]

Применение повышенных доз азотных удобрений также приводит к мощному развитию надземной массы, ассимиляционного аппарата растений. В связи с этим отток пластических веществ из листьев в аккумулирующие органы ослабевает, интенсивность накопления крахмала снижается. Азотные удобрения усиливают рост ботвы, что удлиняет вегетативный период, и происходит задержка созревания.

Однако, у ранних сортов картофеля, как правило, снижение крахмалистости не наблюдается, так как к уборке растения успевают закончить вегетацию. Применять под картофель повышенные дозы азотных удобрений нужно обязательно с учетом сортовых особенностей и погодных условий.

Повышение дозы азота отрицательно влияет на кулинарное качество картофеля. По данным Н.П. Кукреш, внесение под картофель более 120 кг/га азота приводило во влажные годы к потемнению клубней и ухудшению вкусовых качеств. [6]

Влияние фосфорных и калийных удобрений

Картофель отрицательно реагирует на недостаточное фосфорное и калийное питание. Фосфор способствует более быстрому формированию клубней и улучшению их качества. Под его влиянием в клубнях возрастает содержание крахмала.

Дозы фосфорсодержащих удобрений, а также отношение между элементами питания в удобрениях зависит от уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором.

Дозы калийных удобрений под картофель зависят не только от содержания подвижного калия в почве, но и от того, для каких целей предназначены клубни. Если клубни планируется использовать для получения крахмала, то дозы калийных удобрений могут быть увеличены.

Лучше применять под картофель бесхлорные калийные удобрения. Если применяются хлорсодержащие удобрения; то их рекомендуется вносить по осени. Это обеспечит вымывание хлора из почвы за осеннее – весенний период [6].

Недостаток фосфора и калия уже в первый период роста нарушает нормальный обмен веществ, угнетает растения и резко снижает урожай и его качество.

Крахмал в картофеле основное питательное вещество, поэтому изучению влияния удобрений на содержание крахмала посвящено много исследований. Крахмалистость клубней в значительной степени зависит от снабжения растений фосфором, который принимает участие в фотосинтезе. При недостатке фосфорного питания содержание крахмала в картофеле резко падает. А в оптимальных дозах фосфорные удобрения повышают содержание крахмала в клубнях картофеля или не изменяют его. [1]

Фосфорные удобрения способствуют максимальной утилизации моносахаридов, низкому уровню их содержания, что также является показателем высокого качества картофеля. Потемнение мякоти клубней картофеля под действием фосфорных удобрений, как правило, не наблюдается кулинарные качества улучшаются и снижается содержание нитратов. [3]

Действия калийных удобрений на Крахмалистость картофеля во многом определяется формой примененного калийного удобрения. При использовании под картофель хлорсодержащего калийного удобрения хлор неблагоприятно влияет на рост и развитие картофеля, что сказывается на урожае и его качестве. Содержание крахмала при этом снижается. [1]

Применение калийных удобрений, не содержащих хлора приводит к повышению крахмалистости клубней. По данным опытов, для повышения содержания крахмалистости в клубнях следует применять сернокислый калий или хлористый калий внесенный в почву с осени; что обеспечивает вымывание хлора из почвы. [5]

Под действием калийных удобрений содержание белка в клубнях картофеля снижается или существенно не меняется. Причем калийные удобрения улучшают биологическую ценностьбелков картофеля» т. к. снижают содержание редуцирующих сахаров. [6]

На основании вышеизложенного в связи с неизученностью выноса азота, фосфора и калия цель нашего курсового проекта – получение максимального урожая картофеля надлежащего качества.

При достижении данной цели перед нами поставлены следующие задачи:

– выявление оптимальных доз удобрений;

– выявление оптимального соотношения доз азота, фосфора и калия;

– влияние различных доз азота, фосфора и калия на содержание крахмала;

– влияние различных доз азота, фосфора и калия на содержание витамина С.

Рабочая гипотеза: на основании содержания элементов питания и рекомендаций при возделывании картофеля в условиях Смоленской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве наибольшую урожайность картофель должен дать при соотношении азота, фосфора и калия 1:1:1,5. [7]

**3. Программа полевого опыта**

***Характеристика условий проведения опыта***

Климат Смоленской области умеренно-континентальный, характеризующийся сравнительно теплым летом и умеренно-холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах от 3,5 ° до 5,0 °.

Самый холодный месяц – январь, средняя температура его колеблется от – 10 ° с северо-восточной его части до -8 ° в юго-западной. Самый теплый месяц – июль, средняя температура которого 17–18 °.

Вегетационный период (считая от весеннего до осеннего перехода среднесуточной температуры через 5 °С) длится 170–180 дней.

Сумма положительных температур за этот период вполне достаточна для созревания различных с.-х. культур умеренной зоны.

Количество осадков за год значительное и колеблется от 530 до 650 мм.

Наиболее влажный – летний период (выпадает 40% годовой нормы осадков), наиболее сухое время года – весна (14% этой нормы). В особо влажные годы количество осадков может достигать 850–950 мм и более, а в сухие снижается до 350–400 мм.

Устойчивый снежный покров образуется в конце ноября и разрушается в 1-й декаде апреля. Высота снежного покрова в условиях открытого поля к концу зимы достигает в среднем 30–50 см.

Почвенный покров области довольно пестрый, но преобладают в нем дерново-подзолистые пылевато-суглинистые средне и сильнооподзоленные почвы.

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | январь | февраль | март | апрель | май | июнь |
| Температура, оС | -8,6 | -8,0 | -3,8 | 4,3 | 12,2 | 15,3 |
|  | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 17,7 | 15,8 | 10,8 | 4,7 | -1,5 | -6,6 |

Таблица 2. Среднемесячное количество осадков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | январь | февраль | март | апрель | май | июнь |
| Осадки, мм | 29 | 24 | 31 | 36 | 52 | 67 |
|  | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 94 | 82 | 50 | 54 | 49 | 40 |

Сход устойчивого снежного покрова чаще приходится на первую декаду апреля. Оттаивание поверхностного слоя почвы на глубину 10 см в среднем за последние 7–8 лет наблюдалось по области в конце первой – начале второй декады апреля, в на всю глубину – в конце апреля.

Средние многолетние запасы продуктивной влаги на средних суглинках под картофелем весной в пахотном слое обычно составляет 40–45 мм, что близко к наименьшей полевой влагоемкости. [2]

Указанные агроклиматические условия области вполне благоприятны для выращивания картофеля

Таблица 3. Даты наступления фаз развития картофеля (среднеспелые сорта)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №, название станции | Период наблюдений | Посадка | Всходы | Образование соцветий | Цветение | Увядание ботвы |
| 12. Смоленск | 1946–1957 гг | 18. V | 20. VI | 18. VII | 28. VII | 12. IX |

***Биологические особенности культуры***

*Требования к теплу.*

Картофель – культура умеренного климата. Ростовые процессы замедляются при температуре почвы ниже 7…8 и выше 25 оС. Повышенная температура почвы способствует большему образованию и ветвлению столонов, т.е. ведет к усиленным ростовым явлениям в ущерб урожаю клубней

Сумма активных температур (10 оС и выше) за вегетационный период, необходимая для полного развития растений среднеспелых сортов, в среднем равна 1000…1400 оС.

*Требования к влаге.*

Картофель – растение, требовательное к влажной почве. Транспирационный коэффициент его составляет 400…550. Потребность во влаге изменяется у картофеля по фазам развития. Для прорастания картофеля достаточно влаги материнского клубня. Поэтому сухая и теплая погода в этот период наиболее благоприятна для развития картофеля. Критический период – фаза начала цветения. Недостаток влаги в почве в этот период приводит к сильному снижению урожая клубней.

Наиболее благоприятные условия для роста развития картофеля создаются при влажности почвы от 60 до 100% ППВ.

Для обеспечения высоких урожаев картофеля в средней полосе необходимо, чтобы за вегетацию выпадало не менее 300 мм осадков.

*Требования к свету.*

По современной фотопериодической классификации растений культурные сорта картофеля относят к короткодневным растениям, но в условиях средних широт его можно возделывать при длинном дне.

Картофель справедливо считают светолюбивым растением. Даже при небольшом уменьшении освещения у него отмечаются пожелтение ботвы, вытягивание стеблей, ослабление или полное отсутствие цветения и снижение урожая клубней.

*Требования к почве.*

Картофель не очень требователен к почвенным условиям, однако наибольшие урожаи он дает на хорошо окультуренных, аэрированных почвах, так как его корневая система очень чувствительна к недостатку кислорода в почве. Наиболее высокую потребность в кислороде корневая система испытывает в период клубнеобразования. Чтобы иметь достаточное количество кислорода в почве, необходимо поддерживать ее в рыхлом состоянии.

Картофель формирует хороший урожай на средних и тяжелых суглинках при плотности почвы 1,1…1,2 г/см3, на легких песчаных и суглинистых почвах – 1,4…1,5 и на среднесуглинистых черноземах – 0,9…1,1 г/см3.

Сравнительно хорошо картофель переносит слабокислые почвы, особенно при внесении органических удобрений. Наилучшие же условия для роста растений создаются при pHсол. 5…6. На сильнокислых и щелочных почвах развитие картофеля замедляется.

*Требования к элементам питания.*

В первый период жизни растение картофеля требует немного питательных веществ. Это объясняется тем, что в начальный период развития картофель в значительной степени удовлетворяет потребность в питании за счет питательных веществ материнского клубня.

Наибольшее количество питательных веществ картофель потребляет в период бутонизации – цветения, когда идут интенсивное нарастание надземной массы и образование клубней. К концу вегетации потребление элементов питания уменьшается и в начале отмирания ботвы совсем прекращается. [8]

***Схема опыта и ее обоснование***

В соответствии поставленными целями и задачами, опираясь на рекомендации и данные по выращиванию картофелю в условиях Смоленской области, а, также учитывая методические требования, главное из которых соблюдения принципа единственного различия, была составлена следующая схема опыта.

Схема опыта

1. 0 – контроль

2. 90N, 90P, 90K

3. 120N, 90P, 90K

4. 90N, 120P, 90K

5. 90N, 90P, 120K

6. 120N, 120P, 90K

7. 120N, 90P, 120K

8. 90N, 120P, 120K

9. 120N, 120P, 120K

Схема состоит из 9 вариантов. 1 и 8 варианты – представляют собой варианты, где соотношение удобрений 1:1:1. В первой берется доза 90 кг/га, во втором – 120 кг/га. Остальные варианты являются промежуточными между двумя этими дозами, в каждом из которых различное соотношение N:P2O5:K20. Данная схема дает представление о влиянии 2-х доз с шагом в 30 кг/га, а также все возможные варианта в соотношении N:P2O5:K20. Первый вариант представлен контролем (без удобрений), что позволит вычленить влияние естественного почвенного плодородия.

***Методика закладки и проведения опыта***

***а) выбор и подготовка опытного участка***

Участок для полевого опыта по рельефу, почвенным условиям (генезису, морфологии и свойствам почвы) и истории должен быть по возможности однородным, а также типичным для того хозяйства, района или зоны, на которые мы будем распространять результаты нашего опыта.

При прибытии в хозяйство мы ознакомились с картой землепользования. После мы изучаем книгу истории полей. Анализируем историю за последние 4 года. Изучали агротехнику возделывания культур в севооборотах (формы, дозы и сроки внесения удобрений). Так же было выявлено, что известь вносилась 2 ротации назад, навоз 3 года назад. Мы выбрали поле, которое участвует в следующем севообороте: 1. вика + овес на сено; 2. озимая пшеница; 3. картофель; 4. ячмень. Далее мы просмотрели агрохимические картограммы. По ним мы отметили участок данного поля, который характеризуется средней обеспеченностью по содержанию фосфора и калия (для картофеля 4 класс обеспеченности). По почвенной карте оцениваем пестроту нашего участка и рельеф. Данный участок в основном характеризуется дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой и располагается на пологом склоне.

После того, как мы по карте по карте определились с будущим участком нашего опыта, необходимо провести рекогносцировочное обследование участка. Со всей бригадой выезжаем в поле к месту участка. Участок соответствовал истине. При его осмотре не было выявлено случайных факторов (свалки удобрений, стоянки животных и т.д.) Так же оцениваем состояние мезо- и микрорельефа. На всей площади участка не оказалось западин и бугорков. Отмечаем, что в 150 м к югу от участка располагается лесной массив, а в 300 м на северо-восток фермерский пруд. Данное расположение от этих факторов укладывается в рамки. Учитывая однообразную агротехнику за последние 4 года, а также однородность почвенного плодородия, мы решаем, что не будем проводить уравнительный и рекогносцировочный посевы. Перед закладкой опыта проводим агрохимическое обследование участка. Данные анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4. Данные агрохимического анализа пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гумус, % | рНксl | S,мг-экв/100 г. почвы | Нг, мг-экв/100 г. почвы | E,мг-экв/100 г. почвы | V,% | По Кирсанову |
| Р2О5, мг/кг почвы | К2О, мг/кг почвы |
| 2 | 5,6 | 9 | 3,1 | 12,1 | 74,4 | 125 | 141 |

***б) размещение полевого опыта на площади участка***

На выбранной и изученной территории теперь важно правильно разместить 9 вариантов опыта нужной формы.

Приняли решение, что опыт будем закладывать в 4-кратной повторности. Это оптимальное число повторностей для пропашных культур. Повторения будем размещать двухъярусно, а варианты в случайном (рендомизированном) порядке (рис. 3).

Размер делянки должен быть таким, чтобы можно было применить на них всю принятую агротехнику для нашей опытной культуры. В нашем конкретном случае ширина делянки должна быть кратной ширине захвата картофелепосадочной машины КСМ-4 (4-рядная картофелесажалка с шириной захвата 2,8 м). Общее число всех делянок 9\*4=36, в каждом ярусе по 18 делянок. На каждой делянке у нас будет по 12 рядков (с учетом защитки), в сумме на каждом ярусе 216 рядков, что кратно ширине захвата картофелепосадочной машины. Ширина междурядий 0,7 м. Ширина делянки составит 0,7\*12=8,4 м. Площадь делянки должна быть такой, чтобы после уборки защитки и выключек на учет осталось не менее 200 растений. Выберем размер делянки 170 м2, тогда длина делянки составит 170/8,4=20,2 м (~21 м). 21Х8,4 – это размеры посевной площади делянки. Необходимо на каждой делянке выделить защитные полосы, во избежание краевого эффекта на нашу культуру. Ширину боковой защитки устанавливаем равной 1,4 м (2\*0,7) – 2 рядка, причем расстояние защитной полосы считаем от ½ – междурядья крайнего рядка до середины между 2-ым рядком защитки и 3 рядком учетной площади. [4] Также выделяем концевые защитки 1 м для предохранения учетной части делянки от случайных повреждений. Кроме того, по всему периметру опыта высеваем защитную полосу шириной равной захвату картофелесажалки.

План расположения опыта изображен на рис. 1. План двух смежных делянок с указанием размеров защитных полос и учетной площади изображен на рис. 2.

После того, как мы определились с размером делянок и их расположением в опыте, мы можем выезжать в поле и приступать к разбивке нашего опыта. С собой мы берем необходимый инвентарь. Нам потребуется: теодолит или экер (для откладывания прямого угла); колышки; вешки; стальные столбики (реперы) для фиксирования границ опыта; стальная 20-метровая мерная лента; шнур; GPS-приемник (для привязки углов опыта в системе широта-долгота).

Когда мы приехали к месту нашего участка, первым делом проводим привязку одного угла опыта к объекту на местности (будка сторожа) и установили репер в 20 метрах от угла по диагонали, а также по GPS-приемнику определим координаты этой точки и занесем их в дневник.

После мы приступаем к выделению общего контура опыта и отдельных повторений. Невязка при выделении общего контура не должна превысить 5–10 см на 100 м длины. Контур выделяем следующим образом. По длинной линии опыта А-Б прокладываем прямую линию по шнуру. Отступаем 5 м от границы опыта и вбиваем вешку, по шнуру от начала (А) отмеряем расстояние равное ширине делянки (8,4 м) и забиваем колышек и так до точки Б. Далее от точки Б отбиваем прямой угол (сторона Б-В) при помощи теодолита. Также натягиваем шнур, отмеряем расстояние равное длине делянки (21 м) и вбиваем колышек и так до точки В. Так далее доходим до начальной точки А. После от всех колышков проводив перпендикуляр, отмеряя 5 м и вбиваем колышек. Правильность разбивки опыта определяем, измеряя диагонали контура. Далее мы приступаем к выделению отдельных делянок. По короткой стороне контура (Г-А) от колышка мы отбиваем прямой угол и также прокладываем прямую линию по шнуру между двумя вешками, вбивая по линии колышки через каждые 8,4 м (ширина делянки). После окунтуриваем каждую делянки, чтобы выделить защитные полосы. [4]

На колышках указываем номера делянок, и надпись обращаем во внутрь делянки. По окончанию разбивки опыта мы осуществляем привязку остальных углов опыта. Привязка изображена на рис. 1.

***Выбор форм и расчет доз удобрений и техника их внесения***

По справочным данным при возделывании картофеля рекомендуются следующие формы азотных, фосфорных и калийных удобрений:

По данным опытов Мошенцева Н.И. и Киндерова А.П. «Влияние форм азотных форм удобрений на урожай и качество картофеля и содержание в клубнях нитрат-ионов», лучшим азотным удобрением в этой зоне является аммиачная селитра – NH4NO3

По данным многолетних наблюдений лучшим из фосфорных удобрений стал суперфосфат, поэтому на нашу опытную делянку будем вносить гранулированный простой суперфосфат (19,5%)

Лучшим калийным удобрением для картофеля является сернокислый калий, но ввиду его дороговизны мы вынуждены отказаться от его применения и будем использовать хлористый калий, однако стоит отметить, что не сможем применить его в вегетационном опыте. Поэтому будем использовать сернокислый калий.

Азотное удобрение – Naa (аммонийная селитра – NH4NO3 (36,4%))

Фосфорное удобрение – Pсг (суперфосфат гранулированный – Сa(H2PO4)2\*H2O (20%))

Калийное удобрение – Кс – (калий сернокислый – K2SO4 (50%))

*Расчет доз удобрений на делянку:*

,

где *X* – количество удобрений на опытную делянку; *а* – доза удобрений, кг питательного в-ва на 1 га; *в-*площадь опытной делянки (посевной), м2; *с* – процент питательного в-ва в удобрении.

1. удобрения не будут вноситься под контрольный вариант

2. расчет доз удобрений на делянки варианта 2 (90N, 90P205, 90K2О)

3. расчет доз удобрений на делянки варианта 3 (120N, 90P2О5, 90K2О)

4. расчет доз удобрений на делянки варианта 4 (90N, 120P2О5, 90K2О)

5. расчет доз удобрений на делянки варианта 5 (90N, 90P2О5, 120K2О)

6. расчет доз удобрений на делянки варианта 6 (120N, 120P2О5, 90K2О)

7. расчет доз удобрений на делянки варианта 7 (120N, 90P2О5, 120K2О)

8. расчет доз удобрений на делянки варианта 8 (90N, 120P2О5, 120K2О)

9. расчеты доз удобрений на делянки варианта 9 (120N, 120P2О5, 120K2О)

Навески удобрений будем брать с точностью до 10 г.

Мы рассчитали необходимые дозы выбранных нами удобрений на каждый вариант опыта. Теперь необходимо рассчитанные дозы удобрений записать в ведомость для внесения удобрений на делянки опыта (табл. 5)

Таблица 5. Ведомость для внесения удобрений на делянки опыта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Повторности и номера делянок | Nаа, кг | Рсг, кг | Кс, кг |
| I | II | III | IV |
| 1. Контроль | 4 | 10 | 23 | 29 | - | - | - |
| 2. 90N, 90P, 90K | 5 | 16 | 27 | 35 | 4,32 | 7,86 | 3,14 |
| 3. 120N, 90P, 90K | 9 | 15 | 25 | 32 | 5,76 | 7,86 | 3,14 |
| 4. 90N, 120P, 90K | 6 | 11 | 26 | 36 | 4,32 | 10,48 | 3,14 |
| 5. 90N, 90P, 120K | 1 | 17 | 24 | 28 | 4,32 | 7,86 | 4,19 |
| 6. 120N, 120P, 90K | 3 | 13 | 20 | 34 | 5,76 | 10,48 | 3,14 |
| 7. 120N, 90P, 120K | 7 | 12 | 19 | 31 | 5,76 | 7,86 | 4,19 |
| 8. 90N, 120P, 120K | 8 | 14 | 21 | 30 | 4,32 | 10,48 | 4,19 |
| 9. 120N, 120P, 120K | 2 | 18 | 22 | 33 | 5,76 | 10,48 | 4,19 |
| Требуется всего (с учетом повторностей) | **161,28****(~162)** | **293,44****(~294)** | **117,28****(~118)** |

Для того чтобы не допустить ошибку при внесении удобрений, составляется план внесения удобрений (табл. 6).

Таблица 6. План внесения удобрений на опытном участке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 повторение | 2 повторение | 3 повторение | 4 повторение |
| 190N, 90P, 120K | 10Контроль | 19120N, 90P, 120K | 2890N, 90P, 120K |
| 2120N, 120P, 120K | 1190N, 120P, 90K | 20120N, 120P, 90K | 29Контроль |
| 3120N, 120P, 90K | 12120N, 90P, 120K | 2190N, 120P, 120K | 3090N, 120P, 120K |
| 4Контроль | 13120N, 120P, 90K | 22120N, 120P, 120K | 31120N, 90P, 120K |
| 590N, 90P, 90K | 1490N, 120P, 120K | 23Контроль | 32120N, 90P, 90K |
| 690N, 120P, 90K | 15120N, 90P, 90K | 2490N, 90P, 120K | 33120N, 120P, 120K |
| 7120N, 90P, 120K | 1690N, 90P, 90K | 25120N, 90P, 90K | 34120N, 120P, 90K |
| 890N, 120P, 120K | 1790N, 90P, 120K | 2690N, 120P, 90K | 3590N, 90P, 90K |
| 9120N, 90P, 90K | 18120N, 120P, 120K | 2790N, 90P, 90K | 3690N, 120P, 90K |

***Агротехника на опытном участке и уход за опытом***

Вся агротехника должна соответствовать нашей опытной культуре в данной области. Все мероприятия должны проводиться в одно и то же время на всех делянках. Учитывая тему нашего опыта, обратим особое внимание на подготовку и внесение удобрений. Все удобрения будем вносить вручную. Фосфорные и калийные будем вносить с осени. Азотные – весной. Ниже описана последовательность агротехнических мероприятий.

1. По приходу на вспаханное и выровненное поле мы по реперным точкам восстанавливаем наш опыт, выставляем все колышки и окунтуриваем каждую делянку по посевной площади. Заранее делаем навески удобрений (суперфосфат простой гранулированный и калий сернокислый) на каждую делянку и расфасовываем их по мешочкам и подписываем согласно номерам делянок. Каждый мешочек согласно номеру мы расставляем около делянки. Рассеивание навески проводим в два приема, проходя по центру вдоль делянки, вначале в одну, а возвращаясь, – в другую сторону. Рассеиваем так, чтобы был небольшой остаток, для выравнивания мест, где мы неравномерно внесли.

2. Перед проведением заделки удобрений под культиватор (2-КПС-4) мы убираем все колышки.

3. Весной при физической спелости почвы проводим боронование на глубину 5 см для выравнивания поверхности (БЗТС – 1,0).

4. Снова восстанавливаем наш опыт и по вышеуказанной схеме вносим азотное удобрение.

5. Убираем колышки и проводим заделку удобрений под культиватор на глубину 12–14 см (2-КПС-4 + 8БЗСС – 1,9).

8. Подготовка посадочного материала.

В условиях Смоленской области рекомендую несколько сортов для возделывания. Мы выбрали следующий сорт:

Лорх – выведен ВНИИКХ. В Госреестре с 1931 г. Среднепоздний. Столового назначения и для переработки на крахмал. Клубни светло-бежевые. Глазки мелкие. Мякоть белая, при варке рассыпчатая, нетемнеющая. Венчик красно-фиолетовый. Лежкость хорошая. Не устойчив к раку. Устойчив к вирусным болезням, фитофторе, бактериозам. Восприимчив к парше обыкновенной. Склонен к израстанию. Высокая пластичность к условиям возделывания. Ценность сорта: высокая экологическая пластичность, относительно устойчив к комплексу болезней, отличный вкус и сохранность.

Подготовку семенных клубней начинаем заблаговременно, но не позднее, чем за две недели до посадки.

Используемый семенной материал калибруем на фракции: 35–45, 50–60 мм по наибольшему поперечному диаметру, удаляем загнившие, больные, нестандартные клубни и примеси. В опыте мы будем использовать клубни размером 50 – 60 мм.

Семенные клубни прогреваем на площадках, в хранилищах – 10-
14 дней при температуре +8-+15оС или в буртах с обязательным укрытием пленкой и соломой на ночь при понижении температуры до 0оС.

Предпосадочное протравливание с увлажнением (расход воды 10 л/т) проводят за несколько дней до посадки.

9. Вдоль боковой стороны опыта (А-Г) натягиваем шнур между двумя вешками. На трактор сбоку выставляем флажок. Первый проход трактора с картофелепосадочной машиной КСМ-4 проводим по шнуру. Высаживаем на глубину 8–10 см. Густоту посадки регулируем таким образом, чтобы между клубнями было 0,5 м. На посев одной делянки нам потребуется 21/0,5\*12=504 клубня. На учетную площадь придется 19/0,5\*8=304 клубня. Площадь питания одного растения составит 19\*5,6/304=0,35 м2.

***Уход за опытом***

10. Довсходовое рыхление с боронованием: первое – через 5–7 дней после посадки на глубину 12–14 см, второе – через 5–7 дней после первого на глубину 7–10 см для уничтожения сорняков и поддержания плотности (КОН-2,8ПМ + 4БРУ – 0,7).

11. Внесение гербицидов за 5–7 дней до всходов (ОПШ-15).

12. Рыхление-окучивание после всходов (2–3-кратное). После каждого окучивания мы восстанавливаем опыт для отбора растительных и почвенных проб. Первое при высоте растений 15–18 см, последнее – перед смыканием рядков. Для уничтожения сорняков (КОН-2,8ПМ).

13. Обработка посевов против колорадского жука и рака картофеля. При экономическом пороге вредоносности (ОПШ-15). [11]

***Сопутствующие наблюдения и учеты***

Сопутствующие наблюдения и учеты необходимы для оценки воздействия внешних факторов, а так для прослеживания динамики развития нашей культуры. В программу учета будут включены следующие объекты: наша опытная культура, почва в пределах корнеобитаемого слоя, климатические условия. Все растительные пробы будем осуществлять следующим образом. Будем отбирать через каждые 20 растений. Почвенные образцы будем отбирать по диагонали нашей делянки.

При учете растений будем обращать внимание на следующие характеристики:

– массовость наступления фаз развития;

– учет вредителей (колорадский жук) на делянках (особей на м2);

– учет поврежденных растений заболеваниями (фитофтороз, % от числа растений);

– учет растений поврежденных неблагоприятными климатическими факторами;

– определение густоты стояния;

– определение темпов накопления массы урожая.

При учете почве обратим внимание на динамику потребления элементов питания растениями.

При анализе климатических условий будим учитывать температуру воздуха, количество осадков, также будем принимать во внимание выпадение града и аномальные явления, так как все это может отразиться на урожайности.

*Наблюдения и исследования растений.*

Все наблюдения будем связывать с фазами развития.

Фазы развития картофеля:

– всходы;

– бутонизация;

– цветение;

– клубнеобразование;

– усыхание ботвы.

1. Определение наступления фаз развития.

Выходим на осмотр делянки. По краям делянки и в центре подсчитываем 15 растений, если не менее 10% вступили в данную фазу развития, то этот день будем считать за начало наступления фазы. Когда в фазу вступят более 75% растений – массовое наступление фазы развития.

2. Определения густоты стояния растений.

Проводим дважды после прорывки и перед уборкой. Выделяем 4 учетных площадки, чтобы в каждой было не менее 100 растений. Делением суммарной площади учетных площадок на число растений находим площадь питания одного растения.

3. Определение темпов накопления массы урожая.

Отбор проб будем осуществлять с учетных площадей по 10 кустов с делянки. Пробы берем в сухую и ясную погоду в утренние часы. Выделенные кусты выкапывают, отряхивают от земли, клубни отделяют от столонов, очищают от земли и взвешивают. После взвешивания мы отбираем 1 кг для анализа. Ближе к полному созреванию клубней взятую пробу будем разделять на три фракции, и вычисляют процент каждой фракции. После также отбираем средний образец массой 1 кг. При анализе будем определять содержание основных питательных элементов, а также содержание крахмала и витамина С.

4. Определение за условиями питания растений

Условия питания будем определять двумя способами: зрительного осмотра растений, чтобы выявить признаки голодания растений, а также проведением химического анализа на определение валового содержания элементов питания.

5. Наблюдения за растениями, повреждаемыми вследствие неблагоприятных метеорологических явлений.

В целом за весь период вегетации складывались оптимальные условия для роста и развития. Однажды в фазу цветения выпал небольшой град, что привело к незначительным повреждениям посевов. Было повреждено менее 5%.

6. Фитопатологические и энтомологические наблюдения.

В ходе профилактики фитофтороза всплеска заболевания не было. Однако при осмотре было выявлено несколько пораженных растений. Так же при нашествии колорадского жука были проведены все необходимые мероприятия по борьбе с этим вредителем.

*Метеорологические наблюдения.*

Как уже выше было сказано, в целом год оказался благоприятным для роста и развития. Следует только отметить выпадение небольшого града. На метеорологической станции были взяты данные для оценки условий. Все данные учитывались по периодам между фазами.

*Анализ почвы.*

Мы брали почвенные пробы по каждой фазе развития. Отбирали по 10 элементарных проб с каждой делянки. Все пробы брались на глубину 22 см. Проводим агрохимический анализ проб, используя принятые методики. В нашем случае определение фосфора и калия будем проводить по методу Кирсанова.

***Уборка и учет урожая***

Перед уборкой необходимо провести полный осмотр всех делянок, выставляем колышки учетных площадей. При осмотре отмечаем растения, состояние и внешний вид которых отличен от нормальных и здоровых растений. После выяснения причины отличного от нормального состояния этих растений они должны быть подвержены выключке. Это проводиться с целью исключения эти растения при учете урожая.

При осмотре делянок были выявлены следующие причины ненормального развития растений. Растения были поражены фитофторозом, колорадским жуком, а также градом. Общий процент растений, которые подвергнутся выключке на каждой делянке, не превысил 10–15%, поэту нам не придется выбраковывать делянку целиком. Данные о площади, подвергаемой выключке (с учетом площади, с которых отбирались образцы в период вегетации) представлены в таблице 8.

Таблица 8. Данные о растениях подверженных выключке и выведение фактической учетной площади

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Повторность |
| I | II | III | IV |
| Число недостающих растений, шт. | Фактическая учетная площадь, м2 | Число недостающих растений, шт. | Фактическая учетная площадь, м2 | Число недостающих растений, шт. | Фактическая учетная площадь, м2 | Число недостающих растений, шт. | Фактическая учетная площадь, м2 |
| 1. Контроль | 38 | **93,1** | 41 | **92,05** | 36 | **93,8** | 42 | **91,7** |
| 2. 90N, 90P, 90K | 40 | **92,4** | 39 | **92,75** | 39 | **92,75** | 41 | **92,05** |
| 3. 120N, 90P, 90K | 37 | **93,45** | 40 | **92,4** | 38 | **93,1** | 41 | **92,05** |
| 4. 90N, 120P, 90K | 40 | **92,4** | 36 | **93,8** | 38 | **93,1** | 35 | **94,15** |
| 5. 90N, 90P, 120K | 36 | **93,8** | 38 | **93,1** | 41 | **92,05** | 37 | **93,45** |
| 6. 120N, 120P, 90K | 38 | **93,1** | 40 | **92,4** | 41 | **92,05** | 38 | **93,1** |
| 7. 120N, 90P, 120K | 35 | **94,15** | 34 | **94,5** | 39 | **92,75** | 36 | **93,8** |
| 8. 90N, 120P, 120K | 42 | **91,7** | 37 | **93,45** | 37 | **93,45** | 38 | **93,1** |
| 9. 120N, 120P, 120K | 37 | **93,45** | 45 | **90,65** | 35 | **94,15** | 41 | **92,05** |

Фактическая учетная площадь вычисляется по следующей формуле:

,

где S – фактическая учетная площадь делянки, м2; Р – расчетное число растений на делянке, шт.; Н – число недостающих растений, шт.; П – площадь питания одного растения, м2.

Перед уборкой учетной площади, убирают урожай с защитных полос и выключки ручным способом. Дальше его увозят, чтобы он случайным образом не смешался с учетным урожаем.

Уборку урожая с учетных площадей проводим механизировано картофелекопателем КСТ – 1,4 (2-рядковый). Каждую делянку убираем отдельно. Все делянки убирают в один день. Помимо клубней, учеты подлежит и ботва картофеля.

После уборки необходимо ввести поправку на загрязненность. При этом с каждой делянки отбирают 20 кг клубней, их моют, высушивают, взвешивают и определяют процент загрязнения. Весь урожай вывозят, отдельно по каждой делянки складывают в бурты для подсушивания и подписывают их. Также берут пробы на анализ. Необходимо определить вынос питательных веществ, также в клубнях определяют содержание крахмала и витамина С.

После делают пересчет урожайности в ц/га и приступают к статистической обработке полученных результатов.

***Статистическая обработка результатов опыта***

Статистическая обработка результатов полевого опыта позволяет определить границы возможных случайных отклонений полученных данных и установить наличие существенных различий между средними урожаями по вариантам опыта. Данные об урожайности представлены в таблице 9.

Таблица 9. Данные по урожайности картофеля, ц/га.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Повторность | Сумма урожаев S | Средняя урожайность |
| I | II | III | IV |
| 1. Контроль | 95 | 90 | 91 | 94 | 370 | 92 |
| 2. 90N, 90P, 90K | 179 | 171 | 174 | 169 | 693 | 173 |
| 3. 120N, 90P, 90K | 193 | 201 | 195 | 198 | 787 | 169 |
| 4. 90N, 120P, 90K | 200 | 205 | 203 | 208 | 816 | 204 |
| 5. 90N, 90P, 120K | 265 | 260 | 272 | 269 | 1066 | 266 |
| 6. 120N, 120P, 90K | 210 | 209 | 213 | 215 | 847 | 211 |
| 7. 120N, 90P, 120K | 220 | 210 | 215 | 208 | 853 | 213 |
| 8. 90N, 120P, 120K | 240 | 246 | 225 | 228 | 939 | 234 |
| 9. 120N, 120P, 120K | 248 | 246 | 250 | 240 | 984 | 246 |
| Сумма урожаев Р | 1850 | 1838 | 1838 | 1829 | **Q=7335** | **M=190** |

Таблица 10. Отклонение от средней урожайности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Повторность | Сумма |
| I | II | III | IV |
| 1. Контроль | -95 | -100 | -99 | -96 | -390 |
| 2. 90N, 90P, 90K | -11 | -19 | -16 | -21 | -67 |
| 3. 120N, 90P, 90K | 3 | 11 | 5 | 8 | 27 |
| 4. 90N, 120P, 90K | 10 | 15 | 13 | 18 | 56 |
| 5. 90N, 90P, 120K | 75 | 70 | 82 | 79 | 306 |
| 6. 120N, 120P, 90K | 20 | 19 | 23 | 25 | 87 |
| 7. 120N, 90P, 120K | 30 | 20 | 25 | 18 | 93 |
| 8. 90N, 120P, 120K | 50 | 56 | 35 | 38 | 179 |
| 9. 120N, 120P, 120K | 58 | 56 | 60 | 50 | 224 |
| Сумма | 140 | 128 | 128 | 119 | ∑ X1=515 |

Далее отклонения от средней и сумму отклонений возводим в квадрат (табл. 11).

Таблица 11. Квадраты отклонений от средней

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Повторность | Сумма квадратов ∑х2 | Квадрат суммы (∑х)2 |
| I | II | III | IV |
| 1. Контроль | 9025 | 10000 | 9801 | 9216 | 38042 | 152100 |
| 2. 90N, 90P, 90K | 121 | 361 | 256 | 441 | 1179 | 4489 |
| 3. 120N, 90P, 90K | 9 | 121 | 25 | 64 | 219 | 729 |
| 4. 90N, 120P, 90K | 100 | 225 | 169 | 324 | 818 | 3136 |
| 5. 90N, 90P, 120K | 5625 | 4900 | 6724 | 6241 | 23490 | 93636 |
| 6. 120N, 120P, 90K | 400 | 361 | 529 | 625 | 1915 | 7569 |
| 7. 120N, 90P, 120K | 900 | 400 | 625 | 324 | 2249 | 8649 |
| 8. 90N, 120P, 120K | 2500 | 3136 | 1225 | 1444 | 8305 | 32041 |
| 9. 120N, 120P, 120K | 3364 | 3136 | 3600 | 2500 | 12600 | 50176 |
| Сумма квадратов ∑х2 | 22044 | 22640 | 22954 | 21179 | 88817 | 352525 |
| Квадрат суммы (∑х)2 | 19600 | 16384 | 16384 | 14161 | 66529 | 265225 |

Далее определяем объемы вариаций:

Определяем число степеней свободы:

Общая = N-1=36–1=35

Вариантов = l-1=9–1=8

Повторностей = n-1=4–1=3

Остаточное = (N-1) – (l-1) – (n-1)=35–8–3=24

Проведем дисперсионный анализ (табл. 12).

Таблица 12. Анализ дисперсий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариация | Объем вариации | Степень свободы | Дисперсия S2 | Fфакт | Fтабл, при вероятности 0,95 |
| Общая | 81449,64 | 35 | - | - | - |
| Вариантов | 80763,89 | 8 | 10095,49 | 366,6 | 2,36 |
| Повторностей | 24,75 | 3 | 8,25 | - | - |
| Остаточная | 661 | 24 | 27,54 | - | - |

Расчет дисперсий:

Рассчитаем фактические значения критерия F-Фишера:

Сопоставляя дисперсию повторностей и остаточную, делаем вывод о том, что различия внутри варианта не существенны, т. к. Sост>Sповт.

Если сравнить дисперсию вариантов с остаточной, мы видим что Sвар>Sост, тогда будем рассчитывать значение критерия.

Находим табличное значение критерия F-Фишера, учитывая степени свободы: Fтабл= 2,36. [13]

Fфакт>>Fтабл, различия между средними урожаями по вариантам достоверны, существенны и можно провести оценку частных различий.

1. Определим среднее квадратичное остаточное отклонение:

 – ошибка урожая с единичной делянки в среднем по всему опыту.

2. Вычисляем среднюю ошибку средних урожаев по всему опыту:

3. Определяем относительную ошибку средней (точность опыта):

Для определения достоверных различий между средними урожаями различных вариантов опыта вычислим среднюю ошибку разности средних:

наименьшую существенную разницу:

Следовательно, все различия между средними урожаями по вариантам опыта достоверны с вероятностью 95%, если они равны или больше 7,64 ц\га, и не достоверны, лежат в пределах ошибки опыта, если они меньше этой величины (рис. 13).

Рис. 13. Сравнение средних урожайностей с учетом НСР

***Выводы по полевому опыту***

Анализируя график можно сделать следующие выводы:

1. Данные опыта подтверждают поставленную нами рабочую гипотезу (5 вариант (90N, 90P, 120K) оказался самым продуктивным и достоверно превышает по урожайности остальные варианты опыта);

2. Варианты 4, 6, 7 имеют одинаковую урожайность в пределах НСР и достоверно не различаются.

3. Варианты 8 и 9 также достоверно не различаются, но в свою очередь имеют выше урожайность по сравнению с другими вариантами, кроме 5.

4. Варианты 2 и 3 имеют достоверно выше урожайность по сравнению с контрольным вариантом, но ниже чем остальные варианты.

5. Все варианты имеют достоверные прибавки урожая от удобрений по сравнению с контрольным.

6. При сопоставлении всех вариантов можно сделать общий вывод: в значительной мере урожайность картофеля в первую очередь зависит от поступления калия и фосфора. Различия между 2 дозами азотного удобрения недостоверны, в то время как различия между двумя доза фосфорного, а тем более калийного удобрения существенны.

**4. Планирование, организация, разработка методики закладки и проведения вегетационного опыта**

Тема вегетационного опыта будет той же, что и при постановке полевого опыта: влияние различных видов и доз на урожайность и качество картофеля.

Цель опыта, задачи и рабочая также соответствуют полевому опыту

Цель нашего курсового проекта – получение максимального урожая картофеля надлежащего качества.

При достижении данной цели перед нами поставлены следующие задачи:

– выявление оптимальных доз удобрений;

– выявление оптимального соотношения доз азота, фосфора и калия;

– влияние различных доз азота, фосфора и калия на содержание крахмала;

– влияние различных доз азота, фосфора и калия на содержание витамина С.

Рабочая гипотеза: на основании содержания элементов питания и рекомендаций при возделывании картофеля в условиях Смоленской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве наибольшую урожайность картофель должен дать при соотношении азота, фосфора и калия 1:1:1,5. **Программа вегетационного опыта**

***Обоснование выбора метода вегетационного опыта***

При закладке вегетационного опыта мы будем использовать почвенную модификации. Почвенные культуры наиболее близки в полевым (естественным) условиям, так как в роле субстрата используется почва. Так же перед нами стоит задача изучения видов и доз удобрений, что само по себе подразумевает использование именно почвенную модификацию. Именно в почвенных условиях мы можем изучать действие удобрений на растения, а так же их взаимодействие. В свою очередь вегетационный метод исследования с почвенными культурами дополняет полевой опыт. В ходе вегетационного опыта вы вычленяем влияние факторов окружающей среды и сможем с большей точностью определить влияние удобрений на опытную культуру, но это только в искусственных условиях, которые мы сами создаем для растения. Поэтому нельзя отдельно рассматривать данные либо полевого, либо вегетационного опытов. Они дополняют друг друга и вместе дают более полную картину, чтобы можно было ответить на поставленный вопрос.

***Схема опыта и ее обоснование***

В ходе вегетационного опыта мы будем использовать ту же схему, что и в полевом опыте. Однако нам необходимо изменить дозы азота, фосфора и калия. По справочным данным оптимальное соотношение азота, фосфора и калия в почвенных культурах для картофеля: 0,12N; 0,20P; 028K. [9] Беря за основу схему полевого опыта, а также оптимально количество элементов в вегетационных опытах, составили следующую схему.

Схема опыта.

1. 0 – контроль

2. 0,12N; 0,12P; 0,12K

3. 0,24N; 0,12P; 0,12K

4. 0,12N; 0,24P; 0,12K

5. 0,12N; 0,12P; 0,24K

6. 0,24N; 0,24P; 0,12K

7. 0,24N; 0,12N; 0,24K

8. 0,12N; 0,24P; 0,24K

9. 0,24N; 0,24P; 0,24K

***Подготовка субстрата, выбор типа и размера сосуда***

Для закладки вегетационного опыта мы будем использовать ту же почву, на которой расположен наш полевой опыт. Почву мы отбираем весной в фазе «физической спелости» Необходимо рассчитать сколько нам потребуется почвы для закладки нашего опыта. Для картофеля на один сосуд требуется 26 кг почвы. Опыт будем закладывать в 6-кратной повторности. Всего нам потребуется наполнить 9\*6=54 сосуда почвой. Минимальное количество почвы, которое нам потребуется 26\*54=1404 кг. Но всегда необходимо брать почвы на 20–30% больше, во избежание нехватки субстрата в случае неправильной набивки одного из сосудов или др. случайных или систематических факторов. Поэтому нам потребуется почвы с учетом запаса 1404 + 1404\*0,3=1825,2 (~1830 кг). Перед закладкой необходимо провести агрохимический анализ почвы, определить влагоемкость, а также полную влагоемкость. Влажность составила 15%, а ПВ=50%. Данные агрохимического анализа даны в таблице 13.

Таблица 13. Данные агрохимического анализа пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гумус, % | рНксl | S,мг-экв/100 г. почвы | Нг, мг-экв/100 г. почвы | E,мг-экв/100 г. почвы | V,% | По Кирсанову |
| Р2О5, мг/кг почвы | К2О, мг/кг почвы |
| 2 | 5,6 | 9 | 3,1 | 12,1 | 74,4 | 125 | 141 |

После этого нам необходимо прогрохотать почву через 3 мм.

*Выбор и подготовка сосудов*

При выборе сосуда необходимо учитывать биологические особенности опытной культуры, а также цель и задачи опыта.

В нашем случае для картофеля подойдут сосуды Митчерлиха, т.е. полив будет осуществляться до пролива воды из почвы. Поэтому все сосуды будут установлены на специальные подставки и под каждый сосуд будут установлены поддоны, в которые будет скапливаться избыток воды вместе с растворенными элементами питания. Это делается для предотвращения потерь элементов питания. Для экономичности и простоты проведения опыта будем использовать пластиковые сосуды

Учитывая биологические особенности картофеля сосуд должен иметь следующие размеры: 35х30 см (35 см – диаметр сосуда; 30 см – высота сосуда).

Для проведения опыта нам потребуется 54 сосуда (60 сосудов с запасом). Необходимо убедиться в том, чтобы сосуды были идентичны друг другу. Допустимы следующие различия: по массе – 100 г.; по диаметру – 0,5 см; различий по высоте быть не должно.

Каждый сосуд мы тщательно вымываем, высушиваем и нумеруем.

Для постановки опыта, помимо сосудов, нам потребуется следующий инвентарь:

– гребешки, поддоны, керамзит (дренаж), марля и песок.

*Расчет доз удобрений*

В качестве удобрений будем использовать те же самые, что и в полевом опыте:

Азотное удобрение – Naa (аммонийная селитра – NH4NO3 (36,4%))

Фосфорное удобрение – Pсг (суперфосфат гранулированный – Сa(H2PO4)2\*H2O (20%))

Калийное удобрение – Кc – (калий сернокислый – K2SO4 (50%))

В вегетационном опыте можно использовать помимо удобрений и химически чистые соли, но учитывая большую потребность для нашего опыта и дороговизну ХЧ солей, а также для приближения к условиям полевого опыта мы будем использовать стандартные удобрения.

Расчет дозы удобрения на сосуд будем осуществлять по следующей формуле: , где a – доза удобрения (питательного в-ва) на 1 кг почвы, г; m – масса сухой почвы на сосуд, кг; b – содержание питательного в-ва в удобрении, %. Рассчитаем массу абсолютно сухой почвы, при условии, что исходная влагоемкость составляет 15%. M=26\*100/115=22,6 кг абсолютно сухой почвы.

1. Под контрольный вариант удобрения вноситься не будут.

2. расчет доз удобрений на сосуд варианта 2 (0,12N; 0,12P; 0,12K)

3. расчет доз удобрений на сосуд варианта 3 (0,24N; 0,12P; 0,12K)

4. расчет доз удобрений на сосуд варианта 4 (0,12N; 0,24P; 0,12K)

5. расчет доз удобрений на сосуд варианта 5 (0,12N; 0,12P; 0,24K)

6. расчет доз удобрений на сосуд варианта 6 (0,24N; 0,24P; 0,12K)

7. расчет доз удобрений на сосуд варианта 7 (0,24N; 0,12P; 0,24K)

8. расчет доз удобрений на сосуд варианта 8 (0,12N; 0,24P; 0,24K)

9. расчеты доз удобрений на сосуд варианта 9 (0,24N; 0,24P; 0,24K)

Навески удобрений берем с точностью до 10 мг.

Для определения общей потребности в удобрениях составим сводную ведомость (табл. 13).

Таблица 13. Сводная ведомость внесения удобрений на сосуд

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Повторности и номера сосудов | Nаа, г | Рсг, г | Кс, г |
| I | II | III | IV | V | VI |
| 1. Контроль | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | - | - | - |
| 2. 90N, 90P, 90K | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 7,45 | 13,56 | 5,42 |
| 3. 120N, 90P, 90K | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 14,9 | 13,56 | 5,42 |
| 4. 90N, 120P, 90K | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 7,45 | 27,12 | 5,42 |
| 5. 90N, 90P, 120K | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 7,45 | 13,56 | 10,85 |
| 6. 120N, 120P, 90K | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 14,9 | 27,12 | 5,42 |
| 7. 120N, 90P, 120K | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 14,9 | 13,56 | 10,85 |
| 8. 90N, 120P, 120K | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 7,45 | 27,12 | 10,85 |
| 9. 120N, 120P, 120K | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 14,9 | 27,12 | 10,85 |
| Требуется всего (с учетом повторностей) | **617,04** | **1123,2** | **393,84** |

Азотное и калийное удобрение будем вносить виде растворов, а вот фосфорное – будем делать навески гранул на каждый сосуд и вносить в сухом виде.

Так как аммиачная селитра и хлористый калий будут вноситься ввиду растворов, необходимо рассчитать, какое количество воды будет дополнительно вноситься вместе с удобрениями на сосуд.

Полная влагоемкость нашей дерново-подзолистой почвы составила 50%. Оптимальная влажность при набивке составляет 40% от ПВ. Влажность исходной почвы перед набивкой составляет 15%.

Найдем влажность почвы для набивки: 50%\*0,4=20%

Следовательно, нам необходимо будет на каждый килограмм почвы дополнительно вносить 50 мл воды. Тогда на 26 кг почвы потребуется 1300 мл воды. Суммарно на весь опыт нам потребуется 1300\*54=70200 мл воды.

Для внесения аммиачной селитры и хлористого калия будем готовить 1–2-% растворы. Необходимо учесть, чтобы сумма воды раствора и вода вносимая отдельно составляла 1300 мл. Нам потребуется приготовить 4 раствора (2 с аммиачной селитрой и 2 с сернокислым калием).

1. Найдем объем воды необходимый для приготовления 1–2-% раствора, содержащего дозу аммиачной селитры – 7,45 г., так же учтем, что данная доза будет вноситься в 4 варианта по 6 повторностей – 24 сосуда. Данную дозу будем вносить в 300 мл воды. Рассчитаем с запасом на 30 сосудов. Масса удобрения на 30 сосудов – 7,45\*30=223,5 г. Объем воды на 30 сосудов – 300\*30=9000 мл. (раствор 1)

2. Найдем объем воды необходимый для приготовления 1–2-% раствора, содержащего дозу аммиачной селитры – 14,9 г, так же учтем, что данная доза будет вноситься в 4 варианта по 6 повторностей – 24 сосуда. Данную дозу будем вносить в 300 мл воды. Рассчитаем с запасом на 30 сосудов. Масса удобрения на 30 сосудов – 14,9\*30=447 г. Объем воды на 30 сосудов – 600\*30=9000 мл. (раствор 2)

3. Найдем объем воды необходимый для приготовления 1–2-% раствора, содержащего дозу хлористого калия – 5,42 г., так же учтем, что данная доза будет вноситься в 4 варианта по 6 повторностей – 24 сосуда. Данную дозу будем вносить в 300 мл воды. Рассчитаем с запасом на 30 сосудов. Масса удобрения на 30 сосудов – 5,42\*30=162,6 г. Объем воды на 30 сосудов – 300\*30=9000 мл. (раствор 3)

4. Найдем объем воды необходимый для приготовления 1–2-% раствора, содержащего дозу хлористого калия – 10,85 г., так же учтем, что данная доза будет вноситься в 4 варианта по 6 повторностей – 24 сосуда. Данную дозу будем вносить в 300 мл воды. Рассчитаем с запасом на 30 сосудов. Масса удобрения на 30 сосудов – 10,85\*30=325,5 г. Объем воды на 30 сосудов – 600\*30=9000 мл. (раствор 4).

Все растворы будем готовить в бутылях объемом 10 л. Подписываем каждую бутыль, а так же рядом с бутылей ставим стакан (0,5 л) и мерный цилиндр (0,5 л).

Далее составим ведомость внесения фосфорного удобрения, воды в составе растворов удобрений и чистой (табл. 14).

Таблица 14. Ведомость внесения воды при набивке сосудов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер сосуда | Фосфорное удобрение, г/сосуд | Воды (азотное удобрение), мл (номер раствора) | Воды (калийное удобрение), мл (номер раствора) | Общее необходимое количество воды, мл | Чистой воды, мл |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1300 | 1300 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1300 | 1300 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 1300 | 1300 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 1300 | 1300 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1300 | 1300 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 1300 | 1300 |
| 7 | 13,56 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 8 | 13,56 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 9 | 13,56 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 10 | 13,56 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 11 | 13,56 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 12 | 13,56 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 13 | 13,56 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 14 | 13,56 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 15 | 13,56 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 16 | 13,56 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 17 | 13,56 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 18 | 13,56 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 19 | 27,12 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 20 | 27,12 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 21 | 27,12 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 22 | 27,12 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 23 | 27,12 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 24 | 27,12 | 300 (1) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 25 | 13,56 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 26 | 13,56 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 27 | 13,56 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 28 | 13,56 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 29 | 13,56 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 30 | 13,56 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 31 | 27,12 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 32 | 27,12 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 33 | 27,12 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 34 | 27,12 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 35 | 27,12 | 300 (2) | 300 (3) | 1300 | 700 |
| 36 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 37 | 13,56 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 38 | 13,56 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 39 | 13,56 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 40 | 13,56 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 41 | 13,56 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 42 | 13,56 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 43 | 27,12 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 44 | 27,12 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 45 | 27,12 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 46 | 27,12 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 47 | 27,12 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 48 | 27,12 | 300 (1) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 49 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 50 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 51 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 52 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 53 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |
| 54 | 27,12 | 300 (2) | 300 (4) | 1300 | 700 |

***Техника закладки вегетационного опыта***

После расчета доз удобрений, количества вносимой воды, мы приступаем к закладке нашего опыта. Отметим, что почва перед закладкой должна быть прогрохочена, быть однородной.

Выставляем сосуды в ряд по номерам. Обязательно надо вести учет при набивке внесенных удобрений и внесенной воды. В случае допущения грубых ошибок, необходимо использовать запасные сосуды, растворы и почву.

Первое что делаем, проводим пробную набивку сосуда. Это позволяет определить правильность наших расчетов. Если по завершению набивки уровень почвы не ниже 2–2,5 см от верхнего края, то мы точно определились с массой почвы на сосуд и внесением воды.

*Техника набивки сосуда*

В набивке сосуда могут участвовать несколько человек, но саму набивку сосуда почвой должен проводить строго один и тот же человек во избежание различий при набивке. Набивка всех сосудов происходит в один день.

Для начала на весах отмеряем, необходимое количество почвы на сосуд и переносим ее в таз. Далее по очереди вносим в почву удобрения, отмечая в журнале, что внесли те, или иные удобрения, чтобы не допустить повторного внесения. Все тщательно перемешивается. Далее вноситься чистая вода и также вся масса перемешивается очень тщательно. Рядом ставиться сосуд, с тем номером, для которого необходимо внести данные удобрения. На дно кладется гребешок, сверху марля и выкладывается песок. После переходим непосредственно к набивке почвой. Первая порция укладывается более плотно, все остальные последующие менее плотно, но с одинаковым надавливанием. Особенное внимание надо уделить при набивке на уплотнение почвы по стенкам сосуда. Необходимо тщательно следить за очисткой тазов и рук, стараясь всю почву из таза переносить в сосуд. После переходят к набивке повторностей этого варианта и т.д. По окончанию набивки, сосуды накрывают бумагой и оставляют их на сутки. На следующий день будем проводить посев.

*Подготовка семян и посев опытной культуры*

Для посева мы берем картофель того же сорта, что и при постановке полевого опыта. Берем семена класса суперэлиты размером 4 см, здоровые. Семена обеззараживаем перед высевом. Так же перед посадкой проводят прогревание клубней при температуре +18.

Посадка производится по одному клубню на сосуд в сроки соответствующие фенокалендарю. Во время посадки сосуд ставится в противень. В почве разрывается лунка и в неё опускается клубень и засыпается почвой. Глубина посадки – 8 см.

*Уход и полив сосудов*

Готовые сосуды выставляются под открытым небом с защитной от птиц проволочной сеткой на столах. Расстояние между сосудами – 4 – 5 см.

Оптимальная влажность почвы при выращивании картофеля и получения максимального урожая очень важен. Картофель отзывчев на увлажнённые почвы. Но лучше развивается и при хорошей аэрации. Потому оптимальной по рекомендациям является влажность почвы соответствующая 60% от полной влагоёмкости (на суглинистых почвах).

Но надо не забывать, что влажность почвы оказывает влияние и на потребление питательных веществ растением.

Сосуды Митчерлиха поливают без учёта полной влагоёмкости до пролива. Потому каждый сосуд устанавливается в свой поддон. И после поливается собравшейся в поддоне (каждый сосуд из своего поддона) влагой дабы исключить возможные потери питательных веществ.

Полив производят ежедневно в ранние утренние или вечерние часы дистиллированной водой (в водопроводной воде могут содержаться азот, фосфор и кальций, изменяющий реакцию среды).

Полив прекращают за 2 – 3 дня до уборки.

При прорастании культуры для предотвращения повреждения растений на сосуды надевают металлические каркасы поддерживающие ботву.

Чтобы иметь наиболее одинаковые условия освещения для всех сосудов, их ежедневно во время полива меняют местами, а так же передвигают на один ряд вдоль неподвижно закреплённого стола.

Во время вегетации проводят прополку при появлении сорняков. При возникновении заболеваний и вредителей проводят защитные мероприятия.

***Программа сопутствующих наблюдений и исследований***

В период вегетации проводят фенологические и биометрические наблюдения – сроки наступления фаз развития, количество стеблей на один клубень, высота побегов. При этом все полученные значения заносятся в журнал, где регистрируются данные по каждому сосуду в отдельности.

***Уборка и учет урожая***

Уборку урожая следует проводить одновременно со всех сосудов. Производится выбивка сосудов. Почву выбивают из сосуда в эмалированный таз, аккуратно и тщательно отбирают корешки из нее. В лаборатории корешки отмывают, вытирают, взвешивают сырую массу, высушивают. Корнеплоды аккуратно отрезают ножницами и также взвешивают (если они загрязнены – предварительно отмывают их от почвы). Отдельно учитывают ботву, клубни и корни.

При выбивке сосудов после отбора корешков почву берут на анализ, при этом тщательно ее перемешав. После определения влажности пересчитывают урожай клубней на стандартную влажность 80% при помощи формулы:

А=,

где А – урожайность клубней с поправкой на влажность, В-урожайность клубней без поправки на влажность, С – влажность при взвешивании.

***Обработка данных***

Далее проводят математическую (статистическую) обработку экспериментальных данных и делают выводы. При этом при больших урожаях допускается разница между сосудами не более чем на 5 – 20%, при малых – не более 25%.

***Заключения и выводы по вегетационному опыту***

Данные урожайности находятся в разработке. В любом случае полученные данные могут быть отличны от результатов полевого опыта, ведь Влияние внешних факторов очень значимо и прямо сказываются на урожайности и качестве опытной культуры. Вегетационный опыт позволяет вычленить влияние неблагоприятных факторов, которые в той или иной мере могли влиять на культуру в полевом опыте.

**Общие выводы по курсовому проекту**

Во время проведения полевого и вегетационного опытов мы освоили или закрепили много необходимых методик. Приобретенные навыки будут необходимы нам в дальнейшем при написании дипломного проекта. Мы изучили все нюансы постановки полевого опыта (выбор участка, размещение делянок, уход и учет урожая) и вегетационного опыта (техника закладки, полив, расчет доз удобрений на сосуд). Уверен полученные навыки мне пригодятся в будущем.

**Библиографический список**

* + 1. Авдеев Ю.С. Влияние удобрений на урожайность и крахмалистость картофеля на дерново-подзолистых почвах, Агрохимия, №4, стр. 61–66
		2. Агроклиматический справочник Смоленской области
		3. Белоусов Н.М. Органические и минеральные удобрения под картофель, Земледелие, 1996.
		4. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 366 с.
		5. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия / Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Мир, 2003. – 584 с.
		6. Кукреш Н.П. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля, Тр. ВИУА, 1980.
		7. Научно производственные основы системы удобрений в Нечерноземной зоне. – Великие Луки: изд. ВГСХА, 2002. – 216 с.
		8. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 612 с.
		9. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.В., Слипчик А.Ф., Батура И.Н. методика полевого и вегетационного опытов, М.: МСХА, 2004. – 44 с.
		10. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Волобуева В.Ф., Янишевская О.Л. Вегетационный метод исследования, М.: МСХА, 2007. – 72 с.
		11. Н.С. Матюк, В.Д. Полин, И.В. Горбачев, О.А. Савоськина Приемы возделывания и уборки полевых культур, М.: Изд-во МСХА, 2005, 127 с.
		12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

13. О.Б. Тарасова, Т.Ф. Хромова, А.Е. Шибалкин Основы математической статистики. Под ред. зав. Кафедрой статистики МСХА проф. Зинченко А.П. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – 154 с.