

Государственное образовательное автономное учреждение дополнительного образования
Ярославской области «Центр детей и юношества»

Номинация «Агрономия»

Опытнического-исследовательская работа

Влияние биопрепаратов на урожайность и развитие болезней картофеля сорта Невский

Автор: Белякова Елена,
обучающаяся детского
объединения «Эрудит»
ГООУ ДООД ЯО
«Центр детей и юношества»
Руководитель: Скибина Л.В.,
педагог дополнительного образования
ГООУ ДООД ЯО
«Центр детей и юношества»

Ярославль,
2019

Содержание

| | |
|---|---------|
| 1. Введение..... | 3 стр. |
| 1.1. Цели и задачи..... | 3 стр. |
| 1.2. Обзор литературы..... | 4 стр. |
| 1.2.1 Биологические особенности картофеля | 4 стр. |
| 1.2.2 Влияние сорта на получение высокого и качественного урожая картофеля..... | 4 стр. |
| 1.2.3 Роль предшественника в формировании высоких урожаев картофеля..... | 5 стр. |
| 1.2.4 Влияние биопрепаратов на урожайности и качество картофеля..... | 6 стр. |
| 2. Влияние биопрепаратов на урожайность и развитие болезней картофеля сорта Невский..... | 8 стр. |
| 2.1. Материалы и методика исследования..... | 8 стр. |
| 2.1.1 Морфологические и биологические особенности культуры картофеля сорта Невский..... | 8 стр. |
| 2.1.2 Условия и методика проведения исследования..... | 8 стр. |
| 2.1.3. Характеристика биопрепаратов..... | 10 стр. |
| 2.2. Агрометеорологическая характеристика вегетационного периода 2018 года..... | 11 стр. |
| 2.3. Результаты исследований и наблюдений и их обсуждение..... | 11 стр. |
| 3. Выводы..... | 16 стр. |
| 4. Список цитируемых источников..... | 17 стр. |
| 5. Приложение..... | 19 стр. |

1. Введение

В настоящее время в большинстве растениеводческих хозяйств России, несмотря на имеющуюся практику применения новых технологий, для повышения урожайности картофеля и его качества продолжают использовать минеральные удобрения и химическую защиту растений фунгицидами. При этом исследованиями ученых установлено, что систематическое применение одних и тех же химических препаратов, приводит к развитию устойчивости патогенных организмов к ним, аккумуляции химических соединений в клубнях, почве и, тем самым, отрицательному влиянию выращенной продукции на здоровье человека. В связи с этим у многих энтузиастов-огородников возникает резонный вопрос: как вырастить на своем дачном участке картофель без применения химических препаратов и удобрений, получив при этом качественные клубни и высокий урожай?

Современная наука предлагает использовать несколько путей для решения этой проблемы. Одним из них является использование сортов адаптированных к агроэкологическим условиям возделывания и оздоровленного посадочного материала.

Второй путь, который позволяет выращивать высокий и качественный урожай картофеля - использование растений - сидератов для заправки в почву в качестве органического удобрения, позволяющего повысить плодородие почв (19). Еще один путь - использование микробиологических препаратов (12).

Исследованиями ряда ученых установлено, что микробиологические препараты повышают плодородие почв и урожайность культур, не вызывают загрязнений почвы и сельскохозяйственной продукции, не наносят вреда полезным насекомым, опылителям растений и диким млекопитающим (24).

Ассортимент биопрепаратов в последние годы значительно пополнился новыми формами, созданными на основе продуктов метаболизма бактерий из ризосферы растений и способными стимулировать иммунную систему растений, снижать накопление нитратов и солей тяжелых металлов, улучшать клубнеобразование, повышать содержание крахмала, а также устойчивость к болезням и вредителям (4, 33).

Но влияние некоторых биопрепаратов, как при отдельном, так и совместном их использовании в условиях дачного участка районированных для средней полосы России сортов картофеля, основанном на использовании оздоровленного исходного материала, изучено в недостаточной степени. Например, в литературе нами не обнаружено информации о отдельном и совместном применении биопрепаратов триходермина и экстрасола на среднеранний сорт картофеля Невский, районированный для средней полосы России и популярный среди огородников. Подобных исследований в литературе нами не было обнаружено, что явилось основанием для проведения данной работы.

1.1. Цели и задачи

Цель работы: изучить влияние биопрепаратов на урожайность и развитие болезней картофеля сорта Невский.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести осеннюю и весеннюю подготовку почвы к закладке опыта (посев горчицы белой на сидерат, осенняя перекопка почвы с внесением «зеленого» удобрения и перегноя, обработка почвы биопрепаратами, весенняя перекопка и обработка почвы биопрепаратами).
2. Провести обработку посадочных клубней биопрепаратами (инокуляция).
3. Провести посадку картофеля в соответствии со схемой опыта.

4. Провести учеты и наблюдения за состоянием погоды и вегетацией картофеля: отметить основные фазы вегетации; определить количество и высоту стеблей в фазы развития, распространенность и развитие фитофтороза.
5. Провести уход за посадками картофеля на всех вариантах опыта в течение всего вегетационного периода, обработку растений картофеля биопрепаратами после появления всходов, в период бутонизации и после цветения.
6. Определить структуру урожая и урожайность, биологическую эффективность от применения биопрепаратов.

1.2. Обзор литературы

1.2.1 Биологические особенности картофеля

Картофель не зря в народе называют вторым хлебом. Это одна из самых любимых и распространенных в России овощных культур.

Картофель — многолетнее цветковое растение. По биологическим свойствам картофель существенно отличается от большинства сельскохозяйственных культур способностью к клубнеобразованию и вегетативному размножению (1, 16). В развитии растения картофеля различают пять основных периодов: первый — от прорастания глазков до появления всходов; второй период — от появления первых зелёных листьев, до развития стеблей с нормальными листьями; третий период — от появления бутонов до цветения; четвёртый период длится от цветения до прекращения прироста ботвы; пятый период продолжается с момента отмирания ботвы до её полного высыхания и физиологического созревания клубней (16).

Хотя родина картофеля — Южная Америка, но благодаря своей пластичности это многолетнее растение может произрастать как на крайнем юге, так и за Полярным кругом. В условиях России культура картофеля широко распространена во многих областях нечерноземной полосы (Север, Запад, Юго-Восток, Поволжье, Урал и Сибирь), но наиболее устойчивые урожаи его получают в районах средних широт.

Поскольку картофель важная культура разностороннего использования, то повышению урожайности ее уделяется большое внимание. За последние ряд лет благодаря работе ученых, исследователей удалось добиться урожайности картофеля в сельхозпредприятиях до 197,5 т/га, что существенно превышает показатели предыдущих лет. Отмечается тенденция повышения урожаев картофеля и в общественном секторе (27).

1.2.2 Влияние сорта на получение высокого и качественного урожая картофеля

Сортом называют группу растений, которые сходны по морфологическим признакам и биологическим свойствам и созданы человеком для выращивания в конкретной природно-климатической зоне и получения высокоурожайной и качественной продукции. В недавнем прошлом производители большое значение уделяли среднеспелым сортам картофеля. Но исследованиями ряда авторов установлено, что среднеспелые и среднепоздние сорта картофеля в северных регионах менее выгодны, чем раннеспелые и среднеранние (20). Отмечается, что у сортов с одинаковой срокостью в одинаковых условиях наблюдаются значительные различия по темпам роста, урожайности, устойчивости к болезням (22).

Но, если такой признак как урожайность картофеля в определенной степени поддается контролю и его можно улучшать с помощью соответствующей агротехники (удобрений, приемов ухода). Но такие важные хозяйственно-ценные признаки, как устойчивость к болезням и вредителям, адаптивность к факторам среды, в большей степени зависят от наследственных особенностей сорта. При низкой устойчивости требуется применение химических средств защиты, отрицательно влияющих на экологию, поэтому для выращивания картофеля особое значение имеют сорта высокоустойчивые к болезням и вредителям. Не менее важным является использование сортов с высокой адаптивностью к

неблагоприятным факторам внешней среды – погодным и почвенным условиям, устойчивых к жаре, засухе или переувлажнению (35).

В настоящее время России районировано 347 сортов картофеля, различающихся по срокам созревания и хозяйственному использованию (2). Все сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений и рекомендованы для 12 регионов возделывания, которые объединяют близкие по климатическим условиям республики, края и области (30).

Для каждой агроклиматической зоны подобраны сорта, имеющие специфические особенности и обеспечивающие максимальное их проявление в данных условиях.

По срокам созревания выделяют ранние, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и поздние сорта (27). Для нормального роста, развития и полного вызревания сортов картофеля различных групп спелости сумма активных температур (выше 10°C) за вегетационный период должна находиться в следующих диапазонах: для ранних и среднеранних – от 1000 до 1400°C; для среднеспелых – от 1400 до 1600°C; для среднепоздних и поздних – от 1600 до 2200°C (30).

А.А. Васильев отмечает, что величина урожая – интегральный показатель, зависящий от всех этапов роста и развития растения. По его мнению, повышение урожайности картофеля будет обеспечиваться на 75-80% за счет сорта и качества семенного материала, и только на 20-25% за счет совершенствования технологии его возделывания (5).

Разные сорта картофеля, как было сказано выше, отличаются своей урожайностью, вкусом, тем, что согласно Госреестру подходят для выращивания лишь в тех регионах, где есть почвы и климатические условия, подходящие для конкретного сорта. Однако, существуют сорта, которые предназначены для всех регионов страны без исключения. Ярким представителем таковых является сорт картофеля «Невский». Ученые ВНИИКС Е.А. Симаков и Б.В. Анисимов считают создание сортов картофеля Невский и Удача одним из выдающихся достижений отечественной селекции. Эти сорта отличает высокий уровень адаптированности, сочетающийся с высокой продуктивностью и устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, включая высокий уровень устойчивости к фитофторозу (30).

Таким образом, многие авторы подчеркивают большую роль сорта в повышении урожайности и качества картофеля.

1.2.3 Роль предшественника в формировании высоких урожаев картофеля

Картофель – одна из немногих культур, которая при правильной обработке почвы и применении удобрений может давать хорошие урожаи при повторном и бессменном возделывании (25). Это отмечают многие другие авторы. Однако для получения высоких урожаев картофель рекомендуется возделывать в специализированных, овощных, полевых севооборотах (13). Многие авторы отмечают, что лучшими предшественниками картофеля в основных районах возделывания являются – озимые хлеба, под которые вносились органические удобрения, однолетние бобовые – горох, вика, чечевица, бобы, сидеральные культуры, растения семейства капустные, пласт и оборот пласта многолетних трав, лен (26). Требования картофеля к предшественникам в севообороте изменяются в зависимости от типа почв и климата. Хорошие предшественники - культуры, оставляющие после себя как можно больше корневых и пожнивных остатков, способствующие очищению полей от сорняков и предупреждающие накопление и размножение в почве вредителей, возбудителей грибных и бактериальных заболеваний (9). Исследования, проведенные Турко С.А. (33), позволяют рекомендовать следующие схемы севооборотов для картофеля: 1 - картофель; 2 - ячмень; 3 – викоовсяная смесь (занятый пар); 4 - озимый рапс. 1 - картофель; 2 - яровые зерновые с подсевом клевера; 3 - клевер; 4 - клевер; 5 -

озимые. 1 - картофель; 2 - озимые; 3 - рапс; 4 - яровые зерновые с подсевом клевера; 5 - клевер.

Для получения высоких урожаев картофеля необходимо высокое плодородие почвы, которое может создаваться не только внесением органических удобрений и перегноя, но использованием сидеральных культур. Выращивание сельскохозяйственных культур на зеленую массу для заделки в почву в качестве органического удобрения - важнейший источник органического вещества в почве и один из эффективных способов повышения её плодородия. (19). Сидерацию нужно рассматривать как многофакторный агротехнический прием земледелия, положительно влияющий на продуктивность, качество возделываемых культур и окружающую среду (М.Н. Новикова и В. М. Тужилина) (23).

Сидераты способствуют обогащению почвы органическими веществами и в определенных случаях азотом воздуха; высвобождают фосфор, калий, кальций, магний из труднодоступных форм и вводят их в биологический круговорот; перераспределяют элементы питания из нижних горизонтов в пахотный слой почв; улучшают физические, биологические и биохимические свойства почвы; подавляют рост и развитие сорняков; ослабляют фитопатогенную и энтомологическую нагрузку на выращиваемые растения; частично устраняют трудности, связанные с чередованием ограниченного количества культур в севообороте; повышают урожайность сельскохозяйственных культур и улучшают качество продукции; выполняют фитосанитарную роль и ослабляют антропогенную нагрузку на окружающую среду.

На зеленые удобрения рекомендуется использовать два вида сидератов – в качестве самостоятельной и промежуточной культуры. Самостоятельными называют сидераты, которые занимают поле весь вегетационный период; промежуточными – сидераты, которые высевают на пашне в промежутке между основными культурами в севообороте (11).

Сидераты снижают засоренность и поражаемость болезнями и вредителями возделываемых культур. Механизм действия заключается в ускорении разложения растительных остатков – носителей почвенных фитопатогенов. Зеленое удобрение при этом повышает биологическую активность сапрофитной микрофлоры (антагониста почвенных грибов) в несколько раз. Использование для сидерации горчицы белой по данным В. Г. Лошакова снижало поражение ячменя корневыми гнилями в 1,5-2раза (21). Промежуточные посевы сидеральных культур, как дополнительные элементы чередования культур в севооборотах и зеленое удобрение, оказывают положительное влияние на фитосанитарное состояние севооборотов. По данным Н. И. Картамышева и др. (17) при введении в севооборот промежуточных сидератов пораженность зерновых культур корневыми гнилями снижалась на 19-24%.

Исследованиями М.В. Киселева установлено, что использование на сидерат горчицы белой и редьки масличной повышает урожайность картофеля на 24,4 % по горчице и на 49,0 % по редьке масличной в сравнении с картофелем, выращенным без сидератов. При этом было установлено значительное повышение биологической активности почвы. (18).

Многолетние исследования ряда авторов показали, что заделка зеленой массы горчицы белой повышает урожайность различных сортов картофеля, в том числе: Волжанин с 10,3 до 16,3 т/га, Предгорный с 11,3 до 17,3 т/га, Удача с 11,5 до 17,8 т/га, Невский с 9,6 до 14,9 т/га. Самое главное, что при этом урожайность повышается в среднем на 45,1 % и приближается к урожайности картофеля с применением полного минерального удобрения. А это значит, что для выращивания картофеля можно вместо минеральных удобрений использовать заделку зеленой массы сидерата. Значение использования сидерата возрастает с учетом того, что при посадке по горчице белой

снижается содержание нитратов в клубнях в 5 раз, в 1,5 раза снижается пораженность картофеля фитофторозом (3).

Таким образом, в литературе достаточно информационного материала по эффективности использования в качестве предшественников картофеля полевых культур и различных сидератов. Однако недостаточно данных по оценке использования в качестве сидерата (промежуточной культуры) горчицы белой для картофеля сорта Невский, что и явилось основанием для проведения данных исследований.

1.2.4 Влияние биопрепаратов на урожайности и качество картофеля

Одним из способов повышения продуктивности и качества картофеля является использование биологических препаратов (12). Биологические препараты – это большая группа природных или химически синтезированных соединений, проявляющих высокую биологическую активность при низких концентрациях (34). Оказывая положительное влияние на плодородие почв, микробные препараты увеличивают продуктивность возделываемых культур при более низких дозах минеральных удобрений или при их полном отсутствии, снижая агрохимическую нагрузку на растения, обеспечивают экологически безопасное земледелие, не вызывая загрязнений внешней среды и продукции, а также вредного воздействия на полезных насекомых, опылителей растений и диких млекопитающих (24). Биопрепараты обладают способностью влиять на физиолого-биохимические процессы в растениях, их иммунный потенциал, устойчивость к фитопатогенам и, как результат – на урожайность и качество клубней (29). Механизм действия биопрепаратов на растения происходит благодаря способности микроорганизмов: фиксировать атмосферный азот (улучшение азотного питания); оптимизировать фосфорное питание растений; стимулировать рост и развитие растений (более быстрое развитие растений и созревание урожая); подавлять развитие фитопатогенов (контроль за развитием болезней и снижение поражённости ими растений, улучшение хранения продукции); улучшать питание растений (повышение коэффициентов использования питательных элементов из удобрений и почвы); повышать устойчивость растений к стрессовым условиям (возможность повышения продуктивности растений на фоне водного дефицита, неблагоприятных температур, повышенной кислотности, засоления или загрязнения почвы). В отличие от химических препаратов биопрепараты обладают избирательностью действия, быстро разлагаются в почве (12).

Исследования, проведенные Сабировой Т.П. и Сабировым Р.А. показали, что бактериальные препараты мизорин и флавобактерин активизировали процессы роста растений картофеля, способствовали повышению полевой всхожести, увеличению числа стеблей в кусте. Результатом обработки клубней картофеля сортов Ред Скарлетт и Скарб мизорином и флавобактерином произошло существенное увеличение урожайности повышение товарности клубней (29).

По результатам исследования А.И. Черемисина установлено, что эффективность биопрепаратов варьирует в зависимости от сорта культуры (генотипа), биопрепарата, активности азотфиксирующих микроорганизмов и внешних условий. Использование мизорина и флавобактерина при выращивании картофеля раннеспелого сорта Алёна товарность клубней повысилась на 1,5–6,5%, наблюдалось увеличение численности микроорганизмов в ризосфере картофеля на 42–92% по отношению к контролю, прибавка урожайности составила 3,1–6,0 т/га.

Очень эффективно использование биопрепаратов для борьбы с фитофторозом. Исследованиями С.А. Доброхотова, А.И. Анисимова, А.В. Урванцевой установлено, что наибольшую биологическую эффективность при двукратной обработке показали Планриз (85,6 %), Нарцисс (76,8%), Фитоспорин (73,4%). Использование Экстрасола (Бисолбифит) показало биологическую эффективность (65,4%) при выращивании картофеля сорта Невский, при этом позволило значительно повысить его урожайность (9).

Таким образом, биопрепараты это эффективное средство для повышения урожайности картофеля и борьбы с болезнями. Но в литературе нами не было обнаружено результатов исследований по изучению влияния триходермина и экстрасола на урожайность и развитие болезней среднераннего сорта Невский.

2. Влияние биопрепаратов на урожайность и развитие болезней картофеля сорта Невский

2.1. Материалы и методика исследования

2.1.1. Морфологические и биологические особенности культуры картофеля сорта Невский

Сорт картофеля Невский - среднеранний, столового назначения. Урожай полностью созревает за 70-85 дней. Внесен в Госреестр, районирован для условий средней полосы России. Куст прямостоячий, компактный, низкий. Стебли сильноветвистые, сильнооблиственные, в поперечном разрезе округлые. Лист светло-зеленый, слабоопушенный, матовый со слабым жилкованием. Доли листа средние, с ровными краями. Цветение обильное, кратковременное. Цветонос короткий. Венчик средний, с узкими долями, белый. Ягодообразование редкое. Клубень округло-овальный, с плоским столонным следом, белый. Кожура гладкая. Глазки мелкие, малочисленные, розовые. Мякоть белая, не темнеющая при резке. Масса товарного клубня 86 – 133 г. Содержание крахмала 10,7 – 14,8 %. Вкусовые качества удовлетворительные и хорошие. В среднем урожайность достигает от 400 до 450 центнеров с гектара. Максимальная урожайность составляет 600 центнеров с гектара. Не рекомендовано высаживание семенного материала в холодную почву.

Основанием для выбора картофеля сорта Невский были: высокая урожайность неприхотливостью в уходе, способностью произрастать на любых типах почв, стойкостью к засушливым периодам, отличные вкусовые качества, прекрасная лежкость, высокая невосприимчивостью к болезням и вредителям.

2.1.2 Условия и методика проведения исследования

Исследование почвы, определенные по результатам отбора образцов почвы для посадки картофеля, были следующими: содержание гумуса - 3,75%, рН - 5,8. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая (см. Приложение 1, 2).

Посадка картофеля проводилась 16 мая, уборка 13 августа. В качестве объекта исследования выбран сорт картофеля Невский. Технология возделывания картофеля традиционная для Ярославской области.

Агрометеорологические условия в целом были благоприятными для формирования урожая (см. Приложение 3).

Схема опыта включала следующие варианты:

Вариант 1 – контроль - почва, семенные клубни и растения картофеля в фазы вегетации - без обработки биопрепаратами;

Вариант 2 - опыт - обработка почвы, семенных клубней и растений картофеля в фазы вегетации (всходы, бутонизация, после цветения) биопрепаратом триходермин;

Вариант 3 - опыт - обработка почвы, семенных клубней и растений картофеля в фазы вегетации (всходы, бутонизация, после цветения) биопрепаратом экстрасол.

Вариант 4 - опыт - обработка почвы осенью и весной раствором триходермина, семенных клубней экстрасолом, растений картофеля в фазы появления всходов (28 мая) и полное цветение (20 июля) - экстрасолом, в фазу бутонизации (10 июня) - триходермином.

Опыт мелкоделяночный, проводился в двукратной повторности. Площадь опытных деленок для каждого варианта составляла 3 кв. м.

В опытах использовали оздоровленные семенные клубни среднераннего сорта Невский (суперэлита).

Подготовка деленок для опытов осенью

Делянки для проведения опыта готовили осенью. Предшественником на всех делянках был картофель. После выкопки картофеля на участках в качестве сидерата была засеяна горчица белая. До начала цветения горчицы провели перекопку делянок вместе с измельченной зеленой массой горчицы белой и внесением перегноя из расчета 5 кг массы на 1 кв.м почвы.

Делянки, предназначенные под вариант №1, осенью не проливали растворами биопрепаратов.

Делянки, предназначенные под вариант №2, осенью пролили раствором триходермина (30 гр. на 10 литров воды, норма полива – 1,5 л на 10 кв. м предварительно увлажненной почвы, время внесения – середина теплого пасмурного дня при температуре не ниже +15 градусов).

Делянки, предназначенные под вариант №3, осенью пролили раствором экстрасола (10 мл на 10 литров воды на 1-1,2 кв. м, оптимальная температура для применения экстрасола от +5 до +25 градусов).

Делянки, предназначенные под вариант №4, осенью пролили раствором триходермина (30 гр. на 10 литров воды, норма полива – 1,5 л на 10 кв. м предварительно увлажненной почвы, время внесения – середина теплого пасмурного дня при температуре не ниже +15 градусов).

Проведение опыта весной

Весной копку почвы проводили на глубину 20-25 сантиметров.

Вариант №1. (контроль) Почву и семенные клубни картофеля не обрабатывали биопрепаратами.

Вариант №2. (опыт) Почву пролили раствором триходермина (30 гр. на 10 литров воды, норма полива – 1,5 л на 10 кв. м предварительно увлажненной почвы, время внесения – середина теплого пасмурного дня при температуре не ниже +15 градусов) за 3 дня до посадки клубней. Клубни картофеля обработали 2% раствором триходермина (100 гр. на 5 литров воды), погружая клубни в раствор на 30 минут в день высадки.

Вариант №3. (опыт) Почву пролили раствором экстрасола (10 мл на 10 литров воды на 1-1,2 кв. м, оптимальная температура для применения экстрасола от +5 до +25 градусов) за 3 дня до посадки клубней. Клубни картофеля обработали 1% раствором экстрасола (50 гр. на 5 литров воды), погружая клубни в раствор на 30 минут в день высадки.

Вариант №4. (опыт) Почву пролили раствором триходермина (30 гр. на 10 литров воды, норма полива – 1,5 л на 10 кв. м предварительно увлажненной почвы, время внесения – середина теплого пасмурного дня при температуре не ниже +15 градусов) за 3 дня до посадки клубней. Клубни картофеля обработали 1% раствором экстрасола (50 гр. на 5 литров воды) погружая клубни в раствор на 30 минут в день высадки.

Клубни картофеля высаживали в лунки глубиной 15-20 см, на расстоянии 35 см друг от друга, на расстоянии между рядами - 75 см. Уход состоял из 2-х окучиваний: в фазе всходов и до бутонизации, полива. В дальнейшем, в зависимости от состояния почвы и наличия сорняков проводили междурядные обработки до смыкания ботвы. Уборка проводилась вручную. В течение всего периода вегетации регулярно проводили агротехнические мероприятия: полив, прополка, рыхление в соответствии с особенностями сорта и погодными условиями. После дождей землю рыхлили для предотвращения переизбыточного увлажнения почвы и доступа к корням картофеля кислорода. Уборку проводили вручную.

В каждом варианте опыта взято по 20 клубней картофеля сорта Невский, примерно одинакового размера и массы. В течение всего периода вегетации проводили обработку растений картофеля на всех делянках, кроме контрольного, растворами биопрепаратов. Картофель обрабатывали биопрепаратами три раза за сезон: после появления всходов (28 мая), во время бутонизации (20 июня), после цветения (10 июля) следующим образом:

вариант №1 (контроль) – не обрабатывали биопрепаратами
вариант №2 – растения картофеля обрабатывали 2% раствором триходермина
вариант №3 – растения картофеля обрабатывали 1% раствором экстрасола
вариант №4 – растения картофеля обрабатывали в фазы появления всходов (28 мая) и полное цветение (20 июля) - 1% раствором экстрасола, в фазу бутонизации (10 июня) - 2% раствором триходермина.

В работе использовали методику полевого опыта (10). В ходе исследования проводили наблюдения за наступлением фаз вегетации картофеля, оценку биометрических показателей (высота растений и количество стеблей, количество клубней в кусте, распространенность и развитие фитофтороза на ботве, определяли структуру урожая, урожайность. Учеты и наблюдения проводили по общепринятой методике (10).

Учёт распространенности фитофтороза вели по формуле 1. Учёт развития фитофтороза вели по 5-ти бальной шкале на 40 растениях. Расчёт развития болезней делали по формуле 2.

Формула 1 - $P = (n \times 100) : N$

Формула 2 - $R = (\sum a \times b) \times 100 : N \times K$

где,

P - распространенность болезни, %.

R - развитие болезни, %.

n - количество больных растений (стеблей, листьев, плодов) в пробе, штук.

N - общее количество больных и здоровых растений (стеблей, листьев, плодов) в пробе, штук.

$\sum a \times b$ - сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b), штук \times балл.

K - высший балл учетной шкалы. K= 4 (31).

Оценку эффективности биопрепаратов рассчитывали путём сравнения развития болезни в опытном и контрольном вариантах на дату учета по формуле:

$$БЭ = \frac{R_k - R_o}{R_k} \times 100\%$$

где: БЭ - биологическая эффективность, %; R_k - развитие болезни в контрольном варианте на дату учёта, %; R_o - развитие болезни в опытном варианте на дату учёта, %.

2.1.3. Характеристика биопрепаратов

В опыте применялись биопрепараты: триходермин, экстрасол.

Триходермин - комплексный препарат защиты, стимуляции роста растений, удобрения и формирования почвы. Произведен на базе штамма грибов-сапрофитов относящихся к роду триходерма (*trichoderma lignorum*). Грибок триходерма выделяет антибиотики (триходермин, глитоксин, виридин, сацуккалин) с ярко выраженным фунгицидным действием. В связи с чем препарат эффективен против более 60 грибковых и бактериальных заболеваний растений (альтернариозы, антракнозы, белые и серые гнили, ризоктониозы, фитофторозы и т.д.). Триходермин ориентирован для применения преимущественно в мелких индивидуальных хозяйствах: на дачах, приусадебных участках (Приложение 5).

Экстрасол - микробиологический препарат комплексного действия, стимулирует рост и обеспечивает защиту растений от фитопатогенных грибов и бактерий. Основа препарата - штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13. Механизм действия экстрасола основан на способности штамма бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 синтезировать в процессе своего роста вещества, подавляющие развитие возбудителей болезней растений. За счет проникновения бактерий в корни растений улучшается развитие корневых волосков,

увеличивается их поглотительная способность, улучшается усвоение питательных элементов - азота, фосфора и калия из почвы и внесенных в нее удобрений. Бактерии *Bacillus subtilis* Ч-13, поселяясь на корнях, повышают у растений иммунитет и устойчивость к стрессам (заморозки, засуха и т.д.) (Приложение 6).

2.2. Агрометеорологическая характеристика вегетационного периода 2018 года

Ярославская область расположена в центральной части Русской равнины. Климат - умеренно-континентальный (умеренно теплое лето, умеренно холодная зима, ясно выражены сезоны весны и осени).

Среднемесячная температура января - 9,7°C, среднемесячная температура июля - 18,3°C. Период температур воздуха выше 10°C длится 113-130 дней, что достаточно для активной вегетации картофеля. Сумма активных температур изменяется от 1600 на севере до 1970°C на юге, что является благоприятным условием для выращивания сортов картофеля разных сроков созревания.

Ярославская область - область с достаточно высоким увлажнением. Годовая сумма осадков составляет в среднем 630 мм, в том числе за период с температурой выше 10°C 300-350 мм.

Среднеранний сорт картофеля Невский формирует товарные клубни через 80-90 дней после посадки. Оптимальная температура для роста и развития ботвы 17-22°C, для клубнеобразования 12-17°C, необходимая сумма активных температур 1300-1500°C. Для формирования урожая клубней 25-30 т/га необходимо, чтобы за вегетацию равномерно выпало 350-400 мм осадков. Отсюда можно сказать, что среднемноголетние агрометеорологические условия Ярославской области достаточно благоприятные для роста и развития картофеля сорта Невский. Метеорологические условия лета 2018 года по температуре, выпадению и распределению осадков были благоприятны (Приложение 3).

Средние температуры воздуха и небольшое количество осадков без затяжных периодов способствовали хорошему развитию картофеля на начальном этапе и быстрому клубнеобразованию в последующем.

2.3. Результаты исследований и наблюдений и их обсуждение

Результаты наблюдений за сроками наступления фаз вегетации картофеля представлены в таблице №1.

Таблица №1. Даты наступления фаз вегетации картофеля в зависимости от использования различных видов биопрепаратов

| Фазы вегетации | Дата наступления (контроль) | | Дата наступления (опыт 1 использование триходермина) | | Дата наступления (опыт 2 использование экстрасола) | | Дата наступления (опыт 3 использование триходермина и экстрасола) | |
|----------------|-----------------------------|---------------|--|---------------|--|---------------|---|---------------|
| | Повторность 1 | Повторность 2 | Повторность 1 | Повторность 2 | Повторность 1 | Повторность 2 | Повторность 1 | Повторность 2 |
| Посадка | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая |
| Всходы | 27 мая | 28 мая | 28 мая | 28 мая | 28 мая | 27 мая | 25 мая | 25 мая |
| Бутонизация | 19 июня | 20 июня | 20 июня | 19 июня | 18 июня | 18 июня | 15 июня | 15 июня |
| Цветение | 28 июня | 28 июня | 28 июня | 28 июня | 27 июня | 26 июня | 22 июня | 23 июня |
| Увядание ботвы | 6 августа | 5 августа | 4 августа | 5 августа | 3 августа | 3 августа | 29 июля | 30 июля |
| Уборка урожая | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа |

Как видно из данных таблицы №1, при использовании 2-х биопрепаратов: триходермина и экстрасола, всходы появились на 2-3 дня раньше, по сравнению с контролем. Использование этих биопрепаратов ускорило вступление растений картофеля в фазу бутонизации на 4-5 дней, в фазу цветения - на 5-6 дней по сравнению с контролем.

Таблица №2. Продолжительность фаз вегетации (сутки)

| Фазы вегетации | Период развития (контроль) | | Период развития (опыт 1 использование триходермина) | | Период развития (опыт 2 использование экстрасола) | | Период развития (опыт 3 использование триходермина и экстрасола) | |
|---|----------------------------|---------------|---|---------------|---|---------------|--|---------------|
| | повторность 1 | повторность 2 | повторность 1 | повторность 2 | повторность 1 | повторность 2 | повторность 1 | повторность 2 |
| Посадка | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая | 13 мая |
| Посадка-всходы | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 12 | 12 |
| Всходы-бутонизация | 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 22 | 20 | 20 |
| Бутонизация-цветение | 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 7 | 8 |
| Цветение-увядание ботвы | 39 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 37 |
| Уборка урожая | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа | 13 августа |
| Продолжительность вегетации | 85 | 84 | 83 | 85 | 82 | 82 | 76 | 77 |
| Средняя продолжительность фаз вегетации по повторностям | 84,5 | | 84 | | 82 | | 76,5 | |

При сравнении влияния на сроки наступления фаз вегетации биопрепаратов при раздельном использовании, выявлено, что экстрасол и триходермин практически не ускоряют появление всходов картофеля по сравнению с контролем. Экстрасол незначительно ускоряет наступление фазы бутонизации и фазы цветения на 1-2 дня.

В связи с тем, что период цветения для картофеля является очень важным этапом в индивидуальном развитии, поскольку именно в это время завершается формирование количества клубней, стеблей, наблюдается наибольшая масса ботвы и индекс листовой поверхности, то в этот период проводили измерения биометрических показателей: количества и высоты стеблей картофеля. По ним можно прогнозировать величину урожайности, которая является интегральным фактором всех процессов (ростовых, физиолого-биохимических), протекающих в растениях картофеля. Результаты определения количества и высоты стеблей приведены в таблицах №3 и №4.

Таблица №3. Высота растений и количество стеблей в зависимости от обработки клубней и растений картофеля различными видами биопрепаратов

| Варианты | Кол-во стеблей (шт.) | | | Высота стеблей на конец цветения (см) | | |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | среднее по варианту (повторность 1) | среднее по варианту (повторность 2) | среднее по повторностям | среднее по варианту (повторность 1) | среднее по варианту (повторность 2) | среднее по повторностям |
| без обработки биопрепаратами | 6,6 | 6,4 | 6,5 | 70,8 | 70,4 | 70,6 |
| триходермин | 6,8 | 7,0 | 6,9 | 74,5 | 73,9 | 74,2 |
| экстрасол | 7,1 | 7,3 | 7,2 | 75,7 | 75,0 | 75,4 |
| триходермин и экстрасол | 7,3 | 7,4 | 7,35 | 78,4 | 77,1 | 77,8 |

Как видно из данных таблицы №3, использование биопрепаратов для выращивания картофеля привело к увеличению числа стеблей в кусте во всех вариантах по сравнению с

контролем. Наибольшее количество стеблей наблюдалось у растений картофеля в варианте совместного использования триходермина и экстрасола и равнялось в среднем 7,35, что на 0,85 больше, чем в опыте. Наибольшая высота растений наблюдалась также в варианте совместного использования биопрепаратов и составила в среднем 77,8 см, что на 7,2 см выше, чем в контрольном варианте без использования биопрепаратов. При этом биометрические показатели у растений в варианте с использованием триходермина ниже, чем в варианте с использованием экстрасола: по количеству стеблей - на 0,3, а по высоте – на 1,2 см. За счет надземных частей растений, являющихся органами автотрофного питания, осуществляется фотосинтетическая деятельность картофеля, а это значит, что чем больше количество стеблей и их высота, тем больше будет урожай.

Не менее важным показателем является количество клубней. Количество клубней увеличилось в варианте совместного использования биопрепаратов по сравнению с контролем и составило 9,9 штук, что на 1,7 шт. больше, чем в варианте без использования биопрепаратов. Причем, как по биометрическим показателям, так и по количеству клубней, использование триходермина менее эффективно, хотя и незначительно, чем использование экстрасола.

Таблица №4. Количество клубней в зависимости от обработки клубней и растений картофеля различными видами биопрепаратов

| Варианты | Кол-во клубней с куста (шт.) | | |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | среднее по варианту (повторность 1) | среднее по варианту (повторность 2) | среднее по повторностям |
| без обработки биопрепаратами | 8,1 | 8,3 | 8,2 |
| триходермин | 8,8 | 9,0 | 8,9 |
| экстрасол | 9,2 | 9,2 | 9,2 |
| триходермин и экстрасол | 9,8 | 10,0 | 9,9 |

Таким образом, использование биопрепаратов при выращивании картофеля, стимулирующих основные метаболические процессы, изменяет скорость ростовых процессов, активизирует процессы фотосинтеза, тем самым увеличивая количество клубней, стеблей и их высоту. Все это, в конечном итоге, ведет к формированию высокого урожая.

Урожайность - важнейший интегрированный показатель эффективности любого приема возделывания полевой культуры.

Результаты учета структуры урожая и урожайности картофеля сорта Невский при использовании биопрепаратов представлены в таблице №5.

Таблица №5. Урожайность и структура урожая картофеля

| Варианты | Урожайность в г/куста | Масса клубней с 1 куста в г | | | Число клубней с 1 куста в шт. | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-----|
| | | <80 | 50-80 | >50 | <80 | 50-80 | >50 |
| Без обработки биопрепаратами | 475,0 | 85,5 | 109,1 | 280,4 | 0,9 | 1,4 | 5,9 |
| Триходермин | 575,1 | 159,5 | 144,3 | 271,3 | 1,5 | 1,9 | 5,5 |
| Экстрасол | 609,9 | 190,3 | 176,6 | 243,0 | 2,0 | 2,3 | 4,9 |
| Триходермин и экстрасол | 682,3 | 265,8 | 214,4 | 202,1 | 2,8 | 3,0 | 4,1 |

Анализ структуры урожая позволяет дать оценку эффективности использования биопрепаратов. Максимальная урожайность картофеля была получена в варианте при совместном использовании триходермина и экстрасола, она равнялась 14 328,3 грамма картофеля с куста, что в пересчете равно 47,75 т/га. При сравнении урожайности, полученной при раздельном использовании триходермина и экстрасола, урожайность по экстрасолу была на 2,832,9 грамма выше, чем в контроле и на 730,8 грамма выше, чем по триходермину.

Таблица №6. Влияние биопрепаратов на урожайность картофеля сорта Невский

| Варианты | Кол-во клубней с куста | Масса в г с куста | Средняя масса клубня, г | Урожайность в г с деланки (варианта) | Общий вес урожая с повторности | прибавка \pm к контролю | прибавка к контролю в % |
|---|------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Без обработки биопрепаратами (контроль) | 8,2 | 475,0 | 57,9 | 9 975,0/ 33,25 т/га | 19 950,0 | 0 | |
| Триходермин | 8,9 | 575,1 | 64,6 | 12 077,1/ 40,26 т/га | 24 154, 2 | 4 204,2 | 17,4 |
| Экстрасол | 9,2 | 609,9 | 66,3 | 12 807,9 42,69 т/га | 25 615,8 | 5 665,8 | 22,1 |
| Триходермин и экстрасол | 9,9 | 682,3 | 68,9 | 14 328,3 47,75 т/га | 28 656,6 | 8 706,6 | 30,4 |

Наибольшая прибавка урожая была получена на варианте при совместном применении триходермина и экстрасола. В среднем прибавка к контролю составила 30,4 %. Наименьшая прибавка урожая была получена в варианте с применением триходермина - 17,4 %).

В процессе исследования проводилась фитопатологическая оценка ботвы картофеля на выявление болезней по фазам развития. При проведении фитопатологической оценки ботвы картофеля из болезней был отмечен только фитофтороз. В фазу появления всходов фитофтороза по всем вариантам не выявлено. Результаты наблюдений и учетов распространения пораженности кустов картофеля с учетом интенсивности поражения в фазы бутонизации и цветения представлены в таблицах №7 и №8.

Таблица №7. Распространение пораженности кустов картофеля сорта Невский фитофторозом в фазу бутонизации (20.06. 2018)

| Варианты | Общее количество растений для исследования, шт. | Количество растений (шт.) с интенсивностью поражения (балл) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Без обработки биопрепаратами (контроль) | 40 | 35 | 5 | - | - | - |
| Триходермин | 40 | 38 | 2 | - | - | - |
| Экстрасол | 40 | 39 | 1 | | | |
| Триходермин и экстрасол | 40 | 40 | - | - | - | - |
| Всего | 160 | 152 | 8 | - | - | - |

Таблица №8. Распространение пораженности кустов картофеля сорта Невский фитофторозом после цветения (10.07.2018)

| Варианты | Общее количество растений для исследования, шт. | Количество растений (шт.) с интенсивностью поражения (балл) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Без обработки биопрепаратами (контроль) | 40 | 34 | 1 | 3 | 2 | - |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|---|---|---|---|
| Триходермин | 40 | 35 | 2 | 2 | 1 | - |
| Экстрасол | 40 | 37 | 2 | 1 | - | - |
| Триходермин и экстрасол | 40 | 39 | 1 | - | - | - |
| Всего | 160 | 145 | 6 | 6 | 3 | - |

Совместное использование триходермина и экстрасола сдерживало развитие фитофтороза на 23 дня, тогда как раздельное их использование не дало такого эффекта: признаки заболевания фитофторозом появились уже в фазе бутонизации.

По формулам были проведены расчеты распространенности и развития фитофтороза по фазам цветения. Результаты представлены в таблицах №9 и №10.

Таблица №9. Распространенность и развитие фитофтороза кустов картофеля сорта Невский в фазу бутонизации (20.06. 2018)

| Варианты | Общее количество растений для исследования, шт. | Распространенность фитофтороза, % | Развитие фитофтороза, % |
|---|---|-----------------------------------|-------------------------|
| Без обработки биопрепаратами (контроль) | 40 | 12,5 | 3,1 |
| Триходермин | 40 | 5 | 1,3 |
| Экстрасол | 40 | 2,5 | 0,6 |
| Триходермин и экстрасол | 40 | - | - |

При этом экстрасол сильнее сдерживал развитие фитофтороза, чем триходермин: распространенность фитофторы в фазу бутонизации при применении триходермина была равна 5%, а при использовании экстрасола - 2,5 %.

Таблица №10. Распространенность и развитие фитофтороза кустов картофеля сорта Невский после цветения(10.07.2018)

| Варианты | Общее количество растений для исследования, шт. | Распространенность фитофтороза, % | Развитие фитофтороза, % |
|---|---|-----------------------------------|-------------------------|
| Без обработки биопрепаратами (контроль) | 40 | 15,0 | 8,1 |
| Триходермин | 40 | 14,3 | 5,6 |
| Экстрасол | 40 | 7,5 | 2,5 |
| Триходермин и экстрасол | 40 | 2,5 | 0,6 |

Развитие фитофтороза после цветения было наибольшим в варианте без использования биопрепаратов и равнялось 8,1%. При совместном применении триходермина и экстрасола развитие фитофтороза было обнаружено только в фазу полного цветения и равнялось 0,6%.

Таблица №11. Сравнение распространённости и развития фитофторы на картофеле сорта Невский при обработке разными биопрепаратами по фазам вегетации

| Варианты | 28 мая | | 20 июня | | 10 июля | |
|---|--------|---|---------|-----|---------|-----|
| | P | R | P | R | P | R |
| Без обработки биопрепаратами (контроль) | - | - | 12,5 | 3,1 | 15,0 | 8,1 |
| Триходермин | - | - | 5 | 1,3 | 14,3 | 5,6 |
| Экстрасол | - | - | 2,5 | 0,6 | 7,5 | 2,5 |
| Триходермин и экстрасол | - | - | - | - | 2,5 | 0,6 |

Необходимо отметить, что распространенность и степень развития фитофтороза в периоды вегетаций была невысокой (Таблица №11), так как в опыте использовали оздоровленный картофель суперэлиты. Поэтому интенсивность поражения в большей степени зависела от применения биологических препаратов. По результатам исследования совместное использование триходермина и экстрасола в большей степени предотвратило проникновение в растения фитопатогена и более длительное время подавляло его развитие, формируя устойчивость к фитофторозу. При этом необходимо учесть, что иммуностимулирующее действие триходермина в отношении фитофтороза проявилось в меньшей степени по сравнению с экстрасолом.

Для оценки влияния биологических препаратов необходимо определить их биологическую эффективность, которая определяется как снижение пораженности растений картофеля фитофторозом, выраженную в %.

Результаты определения биологической эффективности препаратов представлены в таблице № 12.

Таблица №12. Биологическая эффективность биопрепаратов (БЭ, %)

| Варианты | 20 июня | 10 июля |
|-------------------------|---------|---------|
| | БЭ | БЭ |
| Триходермин | 58,1 | 30,9 |
| Экстрасол | 80,6 | 69,1 |
| Триходермин и экстрасол | | 92,6 |

Из биологических препаратов наибольшую биологическую эффективность при трехкратной обработке показало применение в одном варианте триходермина и экстрасола - 92,6%. Существенно уступали в биологической эффективности варианты с применением только триходермина (30,9%) и только экстрасола (69,1%), причем биологическая эффективность экстрасола была выше, чем триходермина.

Таким образом, как показывают результаты исследований, совместное применение триходермина и экстрасола усиливают действие друг друга, способствуя более полной реализации генетического потенциала картофеля сорта Невский. Это проявляется в усиленном росте и развитии растений, а в дальнейшем снижает распространенность и развитие фитофтороза во время вегетации и, в конечном итоге, приводит к повышению урожайности и качества картофеля.

3. Выводы

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Обработка семенных клубней картофеля биопрепаратами способствует ускорению процессов развития, увеличению числа стеблей, высоты растений, количеству клубней в кусте.
2. Наибольшее количество, высота стеблей, количество клубней наблюдалось у растений картофеля в варианте совместного использования триходермина и экстрасола.
3. Наибольшее увеличение урожайности дали клубни картофеля в варианте совместного использования триходермина и экстрасола.
4. Использование триходермина и экстрасола в одном варианте опыта в большей степени предотвращает проникновение в растения фитопатогена и более длительное время подавляет его развитие, формируя устойчивость к фитофторозу.
5. Иммуностимулирующее действие триходермина в отношении фитофтороза проявляется в меньшей степени по сравнению с экстрасолом.
6. Использование триходермина для обработки почвы, экстрасола для обработки клубней и поочередное их применение в фазы вегетации усиливали действие биопрепаратов.
7. Наибольшую биологическую эффективность при трехкратной последовательной обработке биопрепаратами показало применение в одном варианте триходермина и экстрасола - 92,6%.

4. Список цитируемых источников

1. Авдеев Ю.С. Влияние удобрений на урожайность и крахмалистость картофеля на дерново-подзолистых почвах, *Агрохимия*, №4, стр. 61–66.
2. Анисимов Б.В. Сорта картофеля, возделываемые в России: Справочное издание / Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский, В.Н. Зейрук и др. – М.: Агроспас, 2013. – 144 с.
3. Басиев С.С. Значение сидерации при возделывании картофеля / С.С. Басиев, Т.И. Кокоев // *Известия Горского ГАУ*. – 2014. - №2. – С. 54-58.
4. Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.А. Белимов. – СПб., 2008. – 35 с.
5. Васильев А.А. Сорт - основа урожая / А.А. Васильев, В.П. Дергилев // *Вестник Южно-Уральского НИИ плодоовощеводства и картофелеводства*. - 2008. - С.124.
6. Волков Д.С. и др. Современные технологии производства картофеля в условиях Нечерноземной зоны [Текст] : монография / Д.С. Волков, А.Н. Воронин, Г.С. Гусев. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2013. -180 с.
7. Волков Д.С. Рекомендации по возделыванию картофеля в условиях фермерских и личных подсобных хозяйствах. – Ярославль, 2015. – 92 с.
8. Гуляев Г.В. Справочник агронома Нечерноземной зоны / Г.В. Гуляев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 575 с.
9. Доброхотов С.А. Особенности применения биопрепаратов различных классов // *Сельскохозяйственные вести*. – 2008. – № 1. – С.18-19.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современной земледелии: вопросы теории и практики / К.И. Довбан. – Минск: Беларусь наука, 2009. – 404 с.
12. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005.— 33 с.
13. Зейрук В.Н. Эффективность специализированных севооборотов и биологизированная система защиты картофеля от болезней и вредителей / В.Н. 14. Зейрук В.М. Глез С.В. Васильева и др. // *Картофелеводство в регионах России: Актуальные проблемы науки и практики*. – М.: ВНИИКХ РЦСК, 2006. – С. 38-47.
15. Иванова С.С. Влияние предшественников и удобрений на плодородие слабogleеватой дерново-подзолистой почвы и продуктивность севооборотных звеньев с цикорием корневым : Дисс. канд. с.-х. наук. Тверь, 2009. – 210 с.
16. Картофель / Т.Г. Причко и др.; Под ред. Т.Г. Причко. – Краснодар: Советская Кубань, 1995. – 68 с.
17. Картамышев Н.И. Пожнивная сидерация на серых лесных почвах / Н.И. Картамышев, Н.Я. Колосов // *Земледелие*. - 2000. - № 6. - С. 23.
18. Киселева Г.В. Формирование запрограммированных урожаев разных сортов картофеля при использовании комплексонов микроэлементов: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Киселева Галлия Валерьевна. – Тверь, 2009. – 21 с.
19. Коршунов А.В. Управление содержанием нитратов в картофеле. Рекомендации ЦНТИПР / А.В. Коршунов. – М., - 1992. - 29 с. 78.
20. Логинов Ю.П. Роль сорта в производстве / Ю.П. Логинов // Тюмень. - 2004. - 41 с.
21. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы / В.Г. Лошаков. – М.: Издательство ВНИИА, 2012. – 512 с.
22. Максимович М.М. Культура раннего картофеля / М.М. Максимович. - М.: Сельхозиздат. - 1962. - 167с.

23. Новиков М.Н. Сидеральные пары в севооборотах Нечерноземной зоны / М.Н. Новиков В.М. Тужилин, А.М. Тысленко // __Севооборот в современном земледелии. М.: Издательство МСХА, 2004.
24. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия/ под ред. А.А. Завалина, А.П. Кожемякова. –СПб. : ХИМИЗДАТ, 2010. – 64 с..
25. Постников А.Н. Картофель (сорта, болезни, вредители, сорняки и меры борьбы; экологические приемы современного производства) / А.Н. Постников, Д.А. Постников. - М.: МСХА, 2002. – 75 с.
26. Постников А.Н. Клубнеплоды: картофель / А.Н. Постников // Растениеводство: учебник. Под ред. Г.С. Посыпанова. - М.: Колос, 1997. – С. 267-301.
27. Растениеводство: учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др. / Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: НИЦИНФРА - М, 2015. – 612 с.
28. Сабилов Р.А. Оценка качества семенных клубней с целью получения высоких урожаев картофеля в условиях Нечерноземной зоны [Текст]: монография / Р.А. Сабилов, Т.П. Сабирова. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. -88 с.
29. Сабирова Т.П. и др. Урожайность и качество урожая при использовании биопрепаратов [Текст] /Сабирова Т.П., Сабилов Р.А., Иванов А.Н. // Сборник: Ресурсосберегающие технологии в земледелии сборник научных трудов по материалам Международной очно-заочной научно-практической конференции. 2016. С. 50-55.
30. Симаков Е.А. Картофелеводство в регионах России: Актуальные проблемы науки и практики / Е.А. Симаков, А.В. Коршунов, Б.В. Анисимов и др. – М.: ВНИИКХ РЦСК, 2006. – 268 с.
31. Симаков Е.А. Сорты картофеля, возделываемые в России: 2010 / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский и др. – М.: Агроспас, - 2010. – 128 с.
32. Степанов К.М., Чумаков А.Е. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений. Л.: «Колос», Ленингр. отд-ние, 1972.
33. Турко С.А. Настольная книга картофелевода / С.А. Турко, М.И. Рубель, В.Г. Иванюк и др. – Минск, 2007. – 165 с.
34. Уромова И.П., Султанова Л.Р., Дедюра И.С. Биопрепараты как фактор повышения урожайности и качества картофеля // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12-1. – С. 117-121.
35. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применение препаратов на их основе / А.В. Хотянович. – Л., 1991. – 60 с.
36. Чекмарев, П.А. Вопросы адаптивной технологии возделывания картофеля / П. А. Чекмарев // Казань: Изд-во Казан. Ун – та, - 2005. - 103 с.
37. Шабает В. П. Роль биологического азота в системе «почва-растения» при внесении ризосферных микроорганизмов: Автореферат дисс...докт.биол. наук. М.: МГУ, 2004. — 46 с.

Методика отбора проб почвы

Для отбора проб почвы использовали метод конверта. Суть, которого заключается в следующем: с каждой исследуемой площадки, с которой удалена вся растительность, в 5-ти точках (в каждом из четырех углов и по центру) отбирали образцы почвы с глубины до 20 см весом не менее 0,5 кг. Образцы почвы, взятые с каждой из 5-ти точек, исследуемой площадки перемешивали на куске полиэтилена, выбирали все растительные остатки (корни, листья и т.д.). Для дальнейших исследований использовали эту смешанную пробу.

Определение механического состава почвы

Для исследования брали 3-4 грамма почвы и увлажняли до состояния густой пасты. Воду при этом из почвы не отжимали. Хорошо размятую и перемешанную в руках почву раскатывали на ладони в шнур толщиной около 3 мм, затем сворачивали в кольцо диаметром 3 см. В зависимости от механического состава почвы шнур при скатывании принимает различный вид:

| | |
|--|---------------------|
| шнур не образуется | - песок; |
| зачатки шнура | - супесь; |
| шнур, дробящийся при скатывании | - легкий суглинок; |
| шнур сплошной, кольцо, распадающееся при свертывании | - средний суглинок; |
| шнур сплошной, кольцо с трещинами | - тяжелый суглинок; |
| шнур сплошной, кольцо стойкое | - глина. |

Определение кислотности почвы

Из смешанного образца, полученного с каждого исследуемого участка, брали 15 г почвы, растирали её в фарфоровой ступке, переносили в колбу емкостью 200 мл и приливали 25 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно взбалтывали и давали отстояться в течении 5-10 минут, а затем отфильтровывали в колбу на 100 мл через бумажный фильтр. Затем опускали полоску универсальной лакмусовой бумаги, оставляли её в растворе на 1 минуту, затем сравнивали цвет полоски со стандартной шкалой.

Определение влажности почвы

Чистые сухие стеклянные термостойкие стаканчики высушивали в шкафу при температуре 105 градусов в течение часа, охлаждали и взвешивали на электронных весах с точностью до 0,1 г. В стаканчики помещали пробу почвы с каждого исследуемого участка, закрывали их крышками и взвешивали с точностью до 0,1 г. Затем стаканчики вместе с крышками помещали в шкаф и высушивали до постоянной массы при температуре 105 градусов. Высушивания и взвешивания прекращали, если разность между повторными взвешиваниями не превышала 0,2 г.

Массовое отношение влаги в почве в процентах вычисляли по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100$$

где m_1 - масса влажной почвы со стаканчиком и крышкой, г;

m_0 - масса высушенной почвы со стаканчиком и крышкой, г;

m - масса пустого стаканчика с крышкой, г.

За результат анализа принимали среднее арифметическое значение результатов двух

параллельных определений. Вычисления проводили до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

Определение содержания перегноя в почве

Для определения содержания перегноя в почве брали 100 г (взвешивали в стеклянном стакане с точностью до 0,1 г) почвы из смешанных проб с каждого исследуемого участка предварительно высушенной в шкафу до полного испарения воды, затем помещали её в фарфоровую чашку и прокаливали до тех пор, пока из чашки не переставал выходить дым. Чашку остужали и почву из нее переносили вновь в тот же стакан. Проводили взвешивание с точностью до 0,1 г. По разности от взвешиваний определяли содержание в почве перегноя. Массовое отношение перегноя в почве в процентах вычисляли по формуле:

$$П = (m - m_0) : m_0 \times 100$$

где m - масса пробы почвы после удаления из нее воды, г;

m_0 - масса прокаленной почвы без перегноя, г.

Типы почв по обеспеченности гумусом

| Тип почвы | Степень обеспеченности |
|------------|---------------------------|
| ≤ 1 | Крайне бедные |
| 1,01 – 2,0 | Бедные |
| 2,01 – 3,0 | Недостаточно обеспеченные |
| 3,01 – 4,0 | Средне обеспеченные |
| $\geq 4,0$ | Хорошо обеспеченные |

Содержание гумуса в верхнем горизонте различных почв

| Почвы | Содержание гумуса, % |
|-----------------------------------|----------------------|
| Подзолистые и дерново-подзолистые | 2,0 - 4,0 |
| Серые лесные | 4,0 - 6,0 |
| Черноземы типичные | 7,0-10,0 |
| Темно-каштановые | 3,0-4,0 |
| Сероземы | 1,5-2,5 |

Результаты исследования почвы опытного участка

| Участок | Механический состав | Влажность | Кислотность | Содержание перегноя |
|--------------------|--|---|-------------|---|
| поле для картофеля | шнур сплошной, кольцо, распадающееся при свертывании – почва средний суглинок, структурная | $W = (36,6 - 35,0) : (35,0 - 32,8) \times 100 = 68\%$ | Ph= 5,8 | $\Pi = (100 - 96,4) : 96,4 \times 100 = 3,75$ |

Методы учета болезней картофеля

Фитофтороз, макроспориоз. Обследование проводят дважды: в период полного цветения и перед уборкой.

Осматривают по 20 растений в 10 местах по диагонали поля.

Степень развития болезни определяют по четырехбалльной шкале:

0 –отсутствие болезни;

1 – поражено до 10% листьев (единичное поражение);

2 – поражено от 11 до 25% листьев (слабое поражение);

3 – поражено от 26 до 50% листьев (среднее поражение);

4 – поражено свыше 50% листьев (сильное поражение).

Результаты учета записываются по форме (табл. 1).

Развитие болезни определяют по формуле (2).

Обработки посевов фунгицидами считаются целесообразными, если степень развития болезни у ранних сортов достигает 10 - 15%, средне-ранних – 15 - 20%, средне-поздних – 25 - 35%, поздних – 35 – 45%.

Таблица 1. Форма записи результатов учета развития болезни, % по шкале в баллах

| № пробы | Общее количество растений (стеблей, листьев, плодов) в пробе, шт. | Количество растений (стеблей, листьев, плодов), шт. с интенсивностью поражения, балл (b) | | | | |
|---------|---|--|--------|--------|--------|--------|
| | | 0 (здоровые) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 25 | 10 | 5 | 5 | 3 | 2 |
| 2 | 20 | 8 | 5 | 3 | 3 | 1 |
| - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 22 | 10 | 5 | 4 | 2 | 1 |
| Всего | N | a 0 | a 1 | a 2 | a 3 | a 4 |

Использование триходермина

Триходермин (трихофит) произведен на базе штамма грибов-сапрофитов относящихся к роду триходерма (*trichoderma lignorum*). Грибы паразитируют на других грибах, при этом в процессе жизнедеятельности уничтожая патогенную флору.

Механизм действия триходермина заключается в выделении антибиотиков (триходермин, глитоксин, виридин, сацуккалин), ферментов, биоактивных веществ, подавляющих репродуктивные процессы у болезнетворные микроорганизмы, включая фитопатогены. При воздействии препарата высвобождается углерод и органические вещества расщепляются на неорганические, которые преобразуются в подвижные соединения азота, фосфора, калия, обогащая тем самым почву. Препарат ускоряет гниение, через активизацию образования и осмотическое действие клеточного сока, повышает иммунитет растения, способствуя его росту, повышает устойчивость к заболеваниям.

Преимущества препарата:

- безопасен для людей, животных, насекомых-опылителей, нефитотоксичен;
- не загрязняет окружающую среду;
- не накапливается в плодах, ягодах, корнеплодах;
- повышает урожайность;
- пригоден для использования в смеси с другими фунгицидами, инсектицидами, пестицидами, прочими химическими препаратами, кроме ртути- и медьсодержащих и некоторыми препаратами содержащими штаммы грибов (Метаризин);
- пригоден для применения на почвах любого типа;
- обработка триходермином дает защитный эффект на протяжении длительного времени — 25-30 дней.

Сфера использования препарата Триходермин

Триходермин используется для:

- уничтожения фитопатогенных бактерий и грибов;
- протравливания семян перед посадкой и закладкой на хранение;
- обеззараживания и обогащения почвы минеральными веществами и микрофлорой, в том числе и в теплицах;
- размельчения, переработки растительной массы (соломы, хвои, ботвы) на органические удобрения;
- профилактики заболеваний рассады, взрослых растений;
- для улучшения аэробных свойств почвы.

Использование триходермина и дозы применения

Экстрасол (сухая форма БисолбиФит). Экстрасол - аналог фитоспорина.

Экстрасол и БисолбиФит обладают выраженной защитной, ростостимулирующей, антистрессовой, ранозаживляющей и землеудобрительной активностью. Обе формы препарата созданы на основе селекции природных высокоэффективных штаммов бактерий. Основу препарата составляет штамм ризосферных (т.е. обитающих в почве) бактерий *Bacillus subtilis* Ч13, выделенный из ризосферы здоровых растений.

Препарат способен вырабатывать вещества, подавляющие развитие возбудителей большей части грибных и бактериальных болезней культурных растений. Бактерии усиливают иммунитет растений и повышают их устойчивость к стрессам. Микроорганизмы препаратов синтезируют ростостимулирующие вещества и заметно улучшают формирование корневой системы, особенно на старте развития. Минеральные удобрения эффективнее усваиваются растениями.

Бактерии штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 способны синтезировать в процессе своего роста вещества, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий, являющихся возбудителями болезней растений, способствуют росту и развитию растений. За счет активной колонизации корней растений полезные бактерии улучшают развитие корневых волосков и увеличивают их поглатительную способность. Таким образом, питательные элементы: азот, фосфор и калий эффективнее усваиваются растениями из почвы и внесенных в нее удобрений. Это позволяет на 30-40% снизить дозы внесения удобрений или дополнительно вовлечь в агроценоз биогенные элементы. Бактерии *Bacillus subtilis* Ч13, поселяясь на корнях растений, усиливают их иммунитет и устойчивость к стрессам, таким как заморозки или засуха.