

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«АГРОФИЗИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ»

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»

На правах рукописи

СМУК ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ ОТ СОРНОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ, РАЗМЕЩЕННЫХ ПО
ПЛАСТУ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ, В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ**

Шифр и наименование специальности

06.01.07 – защита растений

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –

доктор биологических наук А.М. Шпанев

Санкт-Петербург, 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
<i>Глава 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПО МОНИТОРИНГУ И</i>	
ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ	
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	
1.1 Изученность сорных растений на посадках картофеля в Северо-Западном регионе.....	11
1.2 Современные тенденции в мониторинге и защите посадок картофеля от сорной растительности.....	15
<i>Глава 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА</i>	
И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	
2.1 Характеристика места исследований.....	32
2.2 Погодные условия в период проведения исследований.....	37
2.3 Схема опыта и методика исследований.....	42
<i>Глава 3. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ,</i>	
РАЗМЕЩЕННЫХ ПО ПЛАСТУ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ	
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ	
3.1 Состав, структура и динамика засоренности посадок картофеля..	55
3.2 Вредители и болезни на посадках картофеля.....	73
<i>Глава 4. ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗАСОРЕННОСТИ</i>	
ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ	
4.1 Пространственная структура засоренности посадок картофеля...	80
4.2 Возможности дистанционного мониторинга засоренности посадок картофеля.....	87
<i>Глава 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК</i>	
КАРТОФЕЛЯ	
5.1 Влияние полного минерального удобрения.....	96
5.2 Влияние нового органоминерального удобрения.....	101

<i>Глава 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ, РАЗМЕЩЕННЫХ ПОСЛЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ.....</i>	106
<i>Глава 7. КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ.....</i>	122
ВЫВОДЫ.....	139
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	141
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Северо-Запад России занимает ведущее место по посевным площадям и валовому сбору картофеля в нашей стране (Осипов и др., 2008). Традиционно одним из основных предшественников этой культуры в регионе являются многолетние травы, которые также выступают в качестве важного фактора сохранения и повышения плодородия почв. При этом за последние годы площади под многолетними травами в регионе возросли до 60%, в том числе в Ленинградской области, которая лидирует по этому показателю по всей стране, до 64% (Архипов и др., 2016). Согласно последним сводкам, из общей площади пашни под многолетними травами 37% занято старовозрастными травостоями, что предполагает все вытекающие из этого фитосанитарные проблемы, в том числе при последующем возделывании картофеля.

Участившиеся в последние годы случаи возделывания картофеля по пласту многолетних трав также связаны с возвращением в сельскохозяйственное использование бросовых земель и распространением органического земледелия, в котором запрещено применение минеральных и повышены требования к органическим удобрениям.

Степень разработанности темы. В отечественной литературе имеется немало отрывочных сведений по влиянию многолетних трав на фитосанитарное состояние культур полевого севооборота. При этом складывается общее впечатление, что фитосанитарная роль многолетних трав неоднозначна и нуждается в уточнении. Положительное качество многолетних трав связано с тем, что при хорошем травостое они способны значительно снизить засоренность полей севооборота (Баздырев и др., 1990; Ковалев и др., 2002; Едимейчев, Романов, 2003; Захаров, 2008). За счет полей многолетних трав агроэкосистемы существенно пополняются многими видами хищников и паразитов (Ниязов, 1992; Бабушкина, Воронин, 2001; Бусарова, 2006; Бокина, 2009; Гусева, 2014). С другой стороны, известно, что многолетние травы, как предшественник картофеля,

приводят к значительному обострению ситуации с личинками жуков щелкунов (Трепашко, Александрович, 1981; Магила и др., 1988; Сероус и др., 1988).

Анализ литературы показал недостаточную изученность фитосанитарных последствий размещения картофеля по пласту многолетних трав в Северо-Западном регионе. При этом менее всего изучены изменения в сорном компоненте картофельного агробиоценоза. Учитывая широкое распространение многолетних трав в регионе, данные исследования приобретают в настоящее время повышенную значимость и актуальность.

В отечественной литературе сведения, касающиеся влияния минеральных удобрений на фитосанитарное состояние картофельного агробиоценоза, весьма противоречивы. Одни ученые считают, что происходит ухудшение фитосанитарной обстановки, сопровождающееся ростом засоренности (Родионова, 2004), развития на растениях и клубнях болезней (Богусловская и др., 1981; Санкина и др., 1982), другие указывают на снижение засоренности посадок (Зубарев, 2001; Ситенков, 2003; Молявко и др., 2011), повышение выносливости растений к поражению болезнями (Воловик и др., 1981; Александров, 1996; Степанов и др., 2000). При этом абсолютное большинство исследователей отмечает положительные изменения с заболеваниями картофеля под влиянием калийных удобрений (Воловик и др., 1981; Петухов, 2002; Боровая, 2005; Малюга, Якименко, 2013) и преимущественно негативные – от азотных и несбалансированного полного минерального питания (Кваснюк, Анисимов, 1999). Для условий возделывания картофеля в Северо-Западном регионе фитосанитарные эффекты связанные с применением минеральных удобрений мало изучены и в научной литературе представлены фрагментарно (Петрушенко, 2006). Между тем, подобные сведения крайне важны для решения задач по обеспечению населения качественной картофельной продукцией отечественного производства.

Фитосанитарный мониторинг, являясь ключевым элементом интегрированной защиты растений, нуждается в совершенствовании существующих подходов и методов в соответствии с современным уровнем развития высоких тех-

нологий и их применения в сельском хозяйстве. В ближайшей перспективе он будет базироваться на спектральных характеристиках отдельных видов вредных организмов и фитосанитарных ситуаций, а реализовываться посредством анализа космических и аэрофотоснимков (Шпанев, Петрушин, 2017). В последние годы активно развивается дистанционный метод оценки засоренности агроценозов (Шпанев, Лекомцев, 2012; Архипова и др., 2014; Шпанев, 2015). Не меньшую актуальность такие исследования имеют и для посадок картофеля.

Цель исследований заключалась в совершенствовании мониторинга и защиты от сорной растительности посадок картофеля, размещенных после многолетних трав, на основе изучения особенностей их засоренности, эффективности удобрений и защитных мероприятий в Северо-Западном регионе РФ.

В рамках поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Уточнить состав, структуру и динамику засоренности, а также общее фитосанитарное состояние посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав, в Северо-Западном регионе.
2. Выяснить возможности дистанционного мониторинга засоренности посадок картофеля.
3. Изучить влияние полного минерального и нового органоминерального удобрений на засоренность посадок картофеля.
4. Оценить эффективность механической, химической и комбинированной защиты посадок картофеля от сорной растительности.
5. Изучить комплексное влияние удобрений и защитных мероприятий на засоренность посадок и урожайность картофеля.

Научная новизна. Впервые проведено детальное изучение сорного компонента картофельного агробиоценоза, размещенного по пласту многолетних трав в Северо-Западном регионе РФ, по результатам которого выявлено 55 видов сорных растений из 20 ботанических семейств, в том числе 20 видов с многолетним циклом развития. Уточнены сведения о структуре и динамике засоренности посадок картофеля, доминантных видах сорных растений, характеризующихся

высокой численностью и встречаемостью по данному предшественнику. Выявлена неравномерность пространственного размещения сорной растительности на посадках картофеля, обусловленная особенностями ее многолетнего произрастания на данной территории, а также разным содержанием элементов питания в пахотном горизонте. Впервые на посадках картофеля в Северо-Западном регионе выявлено массовое присутствие вида *Adrastus pallens* F., доля которого в общей численности жуков щелкунов достигала в разные годы 36-67% при фактической плотности личинок 13-41 лич./м². Получены новые знания по влиянию полного минерального и нового органоминерального удобрения на сорный компонент картофельного агробиоценоза. Разработана методика дистанционной оценки засоренности посадок картофеля, основанная на отличиях в спектральных характеристиках слабо и сильнозасоренных участков на поле, подразумевающая использование беспилотных летательных аппаратов с аппаратурой для съемки высокого разрешения, наземных площадок спектрометрирования и ГИС-программ для дешифровки изображений. Изучены спектральные характеристики массовых видов сорных растений в посадках картофеля. Получены новые данные по эффективности совместного применения минеральных удобрений и защитных мероприятий на засоренность посадок и урожайность картофеля в Северо-Западном регионе РФ.

Теоретическая и практическая значимость работы. Получены новые данные по фитосанитарному состоянию посадок картофеля, включая сведения об особенностях формирования и сезонного изменения сорного компонента агробиоценоза этой культуры, размещенного по пласту многолетних трав в Северо-Западном регионе РФ. Установлены основные закономерности влияния полного минерального и нового органоминерального удобрений на состав, структуру и количественные показатели засоренности посадок картофеля, которые целесообразно учитывать в технологии возделывания культуры. Подтверждена большая роль многолетних трав со злаковым компонентом в накоплении личинок жуков щелкунов и увеличении поврежденности ими клубней

картофеля. Определено повышение эффективности от совместного применения минеральных удобрений и защитных мероприятий на засоренность посадок картофеля. Разработан методический подход к дистанционной оценке засоренности посадок картофеля, который позволяет выявлять неоднородность пространственного размещения сорной растительности и составлять электронные карты-задания для дискретного проведения гербицидных обработок. Предложен комбинированный способ защиты посадок картофеля от сорной растительности, позволяющий оптимизировать применение механических и химических мероприятий и обеспечивающий высокую эффективность по отношению к разным группам сорных растений и высокий уровень рентабельности.

Методология и методы исследований. Методология научных исследований основывается на анализе научных трудов отечественных и зарубежных ученых, разработке цели, задач и программы исследований, постановке полевых опытов с применением методов дисперсионного и корреляционного анализа.

Результатами исследований определены следующие **основные положения, выносимые на защиту.**

Для посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав в Северо-Западном регионе РФ, характерно большое видовое разнообразие сорных растений, сложный тип, сильная степень и неравномерная пространственная структура засоренности.

Метод дистанционного мониторинга засоренности посадок картофеля, основанный на использовании беспилотных летательных аппаратов с аппаратурой для съемки высокого разрешения, наземных площадок спектрометрирования и ГИС-программ, в которых дешифровка изображений осуществляется на основе отличий в спектральных характеристиках слабо и сильнозасоренных участков на поле.

Комбинированный способ защиты посадок картофеля от сорной растительности, сочетающий оптимальное количество механических и

химических мероприятий и обеспечивающий высокую биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность.

Степень достоверности. Степень достоверности подтверждается большим объемом экспериментальных данных, полученных в результате многолетних исследований с использованием современных полевых и лабораторных методов исследования, оборудования и необходимым объемом статистической обработки данных.

Апробация работы. Результаты диссертационного исследования ежегодно докладывались в отделе физико-химической мелиорации почв и опытного дела ФГБНУ АФИ (2014-2017 гг.); на Международных научно-практических конференциях: "Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки с/х продукции" (Саранск, 2015, 2017), "Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов" (Краснодар, 2015, 2017), "Тенденции развития агрофизики: от современных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего" (Санкт-Петербург, 2017); на III и IV Международном микологическом форуме "Современная микология в России" (Москва, 2015, 2017), XVII Международном экологическом форуме "День Балтийского моря" (Санкт-Петербург, 2016), XXVI Международном агропромышленном конгрессе "Агрорусь" (Санкт-Петербург, 2017); на Всероссийской научной конференции с международным участием: "Агроэкосистемы в естественных и регулируемых условиях: от теоретической модели к практике прецизионного управления" (Санкт-Петербург, 2016).

Организация исследования и личный вклад соискателя.

Диссертационная работа выполнена в отделе физико-химической мелиорации почв и опытного дела ФГБНУ АФИ в соответствии с государственным заданием №0667-2014-0008, экспериментальная работа проведена на агроэкологическом стационаре Меньковского филиала АФИ. Диссертант участвовал в разработке методической программы опыта, выполнении основного объема экспериментальной работы, анализе полученных данных и обобщении результатов.

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликовано 17 научных работ, из них 5 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и 1 методическое пособие.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает содержание, введение, обзор литературы, методический раздел, 5 экспериментальных глав, выводы, рекомендации производству, список использованной литературы. Общий объем диссертации составляет 171 страницу печатного текста, включает 30 рисунков и 68 таблиц. В списке литературы 270 источников, в том числе 29 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность коллективам Агрофизического НИИ и Всероссийского НИИ защиты растений за поддержку и помощь в проведении исследований. Особенные слова благодарности предназначены А.И. Иванову, М.А. Фесенко, О.Г. Гусевой, а также научному руководителю А.М. Шпаневу.

Глава 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПО МОНИТОРИНГУ И ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ

1.1 Изученность сорных растений на посадках картофеля в Северо-Западном регионе

Из литературы хорошо известно, что сорная растительность в посадках картофеля является существенным фактором недобора урожая этой культуры в Северо-Западном регионе (Гончаров, 2009). По некоторым данным потери урожая от сорных растений на картофеле составляют 20-50%, а при высоком уровне засоренности могут достигать 75% (Капцов, 2011; Бирючинских, Хабаров, 2012). Отмечалось, что всего 5 растений/м² мари белой приводят к снижению урожая картофеля на 43%, гречишки вьюнковой – 15% (Галиев, Аспидова, 1985). При этом увеличение количества сорных растений на 1 экз./м² приводит к снижению урожая картофеля на 0.005-0.033 кг/м² (Дорошенко, Мартынюк, 1985; Pomykalska, 1988; Абилдаева, Котлярова, 1991). Столь высокие потери урожая картофеля от сорной растительности обусловлены биологическими особенностями культуры, а именно продолжительным периодом появления всходов и пропашным типом возделывания, что предопределяет ее низкую конкурентоспособность по отношению к сорнякам (Воробьев, 1991; Борисова, 2014). Это, в свою очередь, определяет важность своевременного проведения агротехнических и гербицидных обработок посадок картофеля при превышении сорной растительностью экономического порога вредоносности.

В научной литературе встречается несколько различных подходов при определении данного важного критерия. Для расчета вредоносности могут использоваться показатели численности и массы сорняков, площади занимаемого ими проективного покрытия, как по отдельности, так и в совокупности, с расчетом специальных индексов (Лунева и др., 2010). Однако наиболее широкое применение получила численность сорных растений, являющаяся основной составляющей, как биомассы сорняков, так и площади покрытия. По данным ино-

странных исследователей наличие 5-6 сорных растений по всходам картофеля требует проведения защитных мероприятий (Kartoffelbau..., 1974; Mauckhs, 1985). Экономический порог вредоносности на Украине характеризуется обнаружением 4 шт./м² растений мари белой, редьки дикой или ежовника обыкновенного (Шпаар и др., 2000). В Беларуси в посадках картофеля ЭПВ_{5%} малолетних сорняков в зависимости от группы спелости сорта составляет 18-25 экз./м² (Сонкина, Сорока, 2004б). Для посадок картофеля на территории России известен ЭПВ сорных растений равный 5-12 экз./м² малолетних видов и 2-4 экз./м² – многолетних (Протасова, Ларина, 2009).

Столь низкие пороги вредоносности, как следствие, приводят к необходимости сплошной обработки посадок картофеля в абсолютном большинстве случаев.

Критический период вредоносности сорных растений в посадках картофеля по обобщенным данным приходится на начальный период вегетации культуры. Например, в США период наиболее сильного угнетающего воздействия сорняков на растения картофеля составляет 3-6 недель после появления всходов культуры, в Беларуси – 18-40 дней, в Литве – продолжается до цветения культуры (Zimdahl, 1980; Петровене, 1999; Сонкина, Сорока, 2004а). По данным отечественных исследователей существенное снижение урожая картофеля от малолетних сорных растений отмечалось в период с 3 по 5 неделю после появления всходов культуры. При этом в течение первых 5 недель после всходов сорняки оказывали на продуктивность картофеля такое же влияние, как и в течение всей вегетации (Аспидова, Галиев, 1987а). В Северо-Западном регионе РФ критическим является период от 2-х недель после фазы полных всходов картофеля до фазы бутонизации (Надточий, 2005).

Длительность критического периода вредоносности сорных растений напрямую зависит от структуры и степени засоренности посадок картофеля, группы спелости возделываемого сорта и от погодных условий в период вегетации. По данным канадских исследователей высокая степень засоренности пыреем ползучим критична для величины будущего урожая культуры еще до

появления всходов культуры. При средней засоренности пыреем ползучим критический период начинается через 3 дня, слабой – через 15 дней от появления всходов (Baziramakenga, Leroux, 1994). Наличие уже в первой декаде вегетации картофеля большого количества однолетних сорных растений значительно снижает урожай возделываемой культуры (Надточий, 2007). Критический период вредности сорных растений в посадках картофеля наступает раньше по срокам при возделывании среднеранних сортов и в условиях дефицита почвенной влаги (Аспидова, Галиев, 1987а; Сонкина, Сорока, 2004а). В этих случаях борьба с сорняками должна вестись в более ранние сроки.

Согласно опубликованным данным сорная растительность в посадках картофеля Ленинградской области представлена более чем 50 видами. В работе Н.Н. Луневой и Е.В. Филипповой (2011) упоминается о 84 видах, выявленных в посадках этой культуры применительно к данному региону возделывания.

Анализ литературных источников, затрагивающих вопрос встречаемости или распространенности отдельных видов сорной растительности в посадках картофеля, позволяет выделить группу наиболее значимых из них по данному, несомненно, важному признаку засоренности. Так, в работах исследователей разных лет в качестве доминирующих и повсеместно встречающихся в Ленинградской области упоминаются такие виды сорных растений с многолетним циклом развития как пырей ползучий (*Elitrigia repens* (L.) Nevski), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), с малолетним циклом развития – марь белая (*Chenopodium album* L.), горец развесистый (*Persicaria lapathifolia* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A.Love), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) (Бешанов, Воеводин, 1959; Бешанов, 1965; Аспидова, Галиев, 1987а, 1987б; Галиев, Аспидова, 1988; Мартынов и др., 1997; Доронина, 2000; Матевосян и др., 2000; Долженко и др., 2001; Лунева, Субикина, 2004; Дорони-

на, 2005; Надточий, 2005; Редюк и др., 2008; Лунева и др., 2010; Доронина, 2011; Лунева, Филиппова, 2011; Соколова, 2011; Филиппова, 2012; Мысник, 2014).

Реже в посадках картофеля исследователями зафиксировались мята полевая (*Mentha arvensis* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), ромашка пахучая (*Matricaria discoidea* DC.), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris* L., Sp. Pl.), желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), чистец болотный (*Stachys palustris* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), пикульник двунадрезанный (*Galeopsis bifida* Voenn.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), ярутка полевая (*Thlapsi arvense* L.), лебеда стреловидная (*Atriplex sagittata* Borkh.), яснотка пурпурная (*Lamium purpureum* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) (Бешанов, 1965; Галиев, Аспидова, 1988; Мартынов и др., 1997; Матевосян и др., 2000; Доронина, 2000; Долженко и др., 2001; Лунева, Субикина, 2004; Надточий, 2005; Редюк и др., 2008; Лунева, Филиппова, 2011; Соколова, 2011; Филиппова, 2012; Мысник, 2014).

Свидетельства о нахождении в картофельных полях Ленинградской области таких видов сорных растений как лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), жерушник болотный (*Rorippa palustris* (L.) Besser.) (Надточий, 2005), горец шероховатый (*Poligonum scarbum* Moench.) (Доронина, 2011), полынь обыкновенная (*Atrémisia vulgaris* L.) (Мартынов и др., 1997), незабудка мелкоцветковая (*Miosotis stricta* Link ex Roem.&Schult.), будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), осот огородный (*Sonchus oleraseus* L.), молочай-солнцегляд (*Euphorbia helioscopia* L.), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* W.T.Aiton), мать-и мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.) (Матевосян и др., 2000), бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.), горошек четырехсемянный (*Vicia tetrasperma* (L.) Schreb), дымян-

ка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.), пикульник заметный (*Galeopsis spesiosa* Mill.), щавель кислый (*Rumex acetosa* L.) (Соколова, 2011), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.) (Филиппова, 2012), марь красная (*Chenopodium rubrum* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.) (Редюк и др. 2008), носят, как правило, единичный характер.

На полях картофеля в агроэкологическом стационаре МФ АФИ более ранними исследованиями было выявлено 24 вида сорняков (Соколова, 2011). Это бодяк щетинистый, бородавник обыкновенный, лепидотека душистая, осот полевой, ромашка непахучая, незабудка полевая, пастушья сумка обыкновенная, желтушник левкойный, редька дикая, горчица полевая, торица полевая, звездчатка средняя, лебеда стрелолистная, марь белая, горошек четырехсемянный, дымянка лекарственная, пикульник заметный, пикульник обыкновенный, мята полевая, пырей ползучий, гречишка вьюнковая, горец развесистый, щавель кислый, фиалка полевая.

Засоренность посадок картофеля в Ленинградской области может составлять 200-300 экз./м² (Редюк и др., 2008). При этом наибольшей численностью обычно характеризуются марь белая, осот полевой, горец развесистый, подмаренник цепкий, звездчатка средняя, пырей ползучий, мята полевая, бодяк щетинистый, редька дикая, дымянка лекарственная, пикульники двунадрезанный и обыкновенный, чистец болотный, пастушья сумка, торица полевая (Лунева, Субикина, 2004; Доронина, 2011). В литературе встречается упоминание о присутствии в посадках картофеля более южного вида ежовника обыкновенного, ареал которого значительно расширился в северном направлении в последние годы (Лунева, 2003).

1.2 Современные тенденции в мониторинге и защите посадок картофеля от сорной растительности

Анализ литературных источников, посвященных защите посадок картофеля от сорной растительности показал следующее.

Интегрированный подход в защите растений от вредных организмов, включая сорные растения, предполагает использование всех возможных фитосанитарных средств и методов, предусматривающих не простое их истребление, а долговременное сдерживание на безопасном уровне. При этом применение химических средств защиты должно быть только в случаях, требующих оперативного вмешательства и высокого защитного эффекта (Фадеев, Новожилов, 1981). Базовым методом в защите с.-х. культур является агротехнический, как безопасный для окружающей среды и возделываемых растений (Зазимко и др., 2005; Зазимко, Долженко, 2011; Власенко, Коротких, 2012).

Влиянию механических обработок на засоренность посадок картофеля в настоящее время не уделяется должного внимания, хотя по литературным данным она достаточно эффективна, а на почвах склонных к уплотнению и коркообразованию и вовсе незаменима (Friessleben, Merker, 1977). Эффективная механическая защита посадок картофеля основана, как правило, на разработке целой технологической схемы взаимодополняющих мероприятий. В борьбе с пыреем ползучим рекомендуемая схема состояла из лущения на глубину 10 см, затем вспашки зяби, проведенной через 10-15 дней, а осенью последовательного вычесывания его корневищ пружинными культиваторами и боронами (Мальков, 1945). Стабильно высокий эффект в защите от многолетников (пырей ползучий, осоты, тысячелистник) также был отмечен при мелкой зяблевой вспашке с боронованием и весенней культивацией с последующей вспашкой на полную глубину (Мигаловский, 1978). В качестве еще одного из способов истощения корнеотпрысковых сорняков в научной литературе рекомендована осенняя трехкратная послойная их подрезка (Исаев, Цветкова, 2002).

Эффективность вспашки в снижении общей засоренности может достигать 50-60% (Кваснюк, 2000; Сорока и др., 2000; Баздырев и др., 2004), тогда как поверхностной обработки почвы значительно меньше (Татарина и др., 1995). Более того, установлена закономерность нарастания численности многолетних сорных растений при систематических поверхностных обработках в условиях

Северо-Запада РФ (Калиничев, 1983). При малолетнем типе засоренности поля вполне оправдано применение дифференцированной по глубине основной обработки почвы (Дудкин, Шмат, 2010).

В арсенале приёмов сплошных и междурядных механических обработок посадок картофеля используется как вычесывание всходов сорной растительности при помощи разных видов борон, так и подрезание с засыпанием их землёй рабочими органами культиваторов-окучников, либо совместное их действие в составе почвообрабатывающего агрегата. При проведении сплошных довсходовых обработок посадок картофеля изучалась эффективность как серии окучиваний (Мирошникова и др., 2007), так и многократного боронования (Шевцов, 1973). Исследователями отмечалось сильное уплотнение почвы после многократных боронований (Шевцов, 1973), необходимость своевременного проведения первой послепосадочной обработки (Аширов, 1975), а также недостаточность одной довсходовой обработки для подавления сорной растительности в этот ответственный для культуры период вегетации (Кузнецов, 1999). Чаще всего, при довсходовых обработках посадок картофеля применялось окучивание с боронованием (Кротова, Мелещенкова, 1975; Жукова, Гробер, 1983; Жукова и др., 1988), при этом использование культиватора предотвращало уплотнение почвы, наблюдаемое при многократном бороновании. Боронованием достигается высокий эффект при малолетнем типе засоренности, когда уничтожается до 80% сорняков (Аширов, 1975). При этом применение одного боронования снижает засоренность на 38%, двух – 49%, трех – 81% (Коротков, 1977). В борьбе с корнеотпрысковыми сорняками наиболее эффективно двукратное лущение и зяблевая вспашка через 3-4 недели (Жукова, Ширко, 1981). Есть мнение, что снижение численности сорняков ниже порога вредности возможно в послепосадочный период только за счет одних междурядных обработок посадок картофеля (Петрушенко, 2000).

И все же механические приемы, задействованные в борьбе с сорной растительностью в рамках севооборотов, не всегда снижают засоренность до значе-

ний, не превышающих экономические пороги вредоносности (Жукова, Ширко, 1981). Высокой результативностью по отношению к разным типам засоренности обладает химический метод, который содержит большой ассортимент средств защиты посадок картофеля от сорной растительности и имеет еще ряд положительных качеств (Редюк и др., 2008). Применение гербицидов неизбежно приводит к сокращению количества междурядных обработок, а в вариантах с торфяными и легкими дерново-подзолистыми почвами исключает их совсем (Писарев и др., 1970; Богданова, 1973; Мартынюк, 1986). Уменьшение кратности механических обработок сводит к минимуму повреждения корней, столонов и вегетативной массы растений картофеля, в результате чего уровень зараженности посадок вирусами может снижаться в 1.5-2 раза (Ковшер и др., 1984; Лобань, Жукова, 1987; Жукова, Лобань, 1989). Кроме того, предотвращается массовое перезаражение посадок картофеля фитофторозом и обыкновенной паршой (Жукова и др., 1988; Кваснюк, 2004). Нередко при проведении механических обработок наблюдается истончение или полный снос почвенного слоя над клубнями. В условиях жаркой погоды это приводит к иссушению почвы и провоцирует серьезные нарушения развития растений вследствие перегрева корневой зоны кустов картофеля (Оспанов, Жарасов, 1995; Кваснюк, 2004). Также подчеркивается важность минимализации механических обработок посадок в зоне повышенного радиоактивного загрязнения (Сорока и др., 2001).

Эффективность гербицидов на посадках картофеля изучена достаточно хорошо и особенно важна при наличии в посадках трудноискоренимых видов сорных растений. Так, при высокой численности звездчатки средней и щавеля малого только химический способ позволяет добиться длительных положительных результатов (Богданова, 1968; Софинский, 1969; Федорова, 1990).

Для Нечерноземья особую значимость имеют исследования по разработке эффективной защиты картофельных полей от пырея ползучего. В многочисленных исследованиях прошлых лет большое внимание уделялось эффективной борьбе с ним при помощи гербицидов. При этом в разное время рекомендо-

лись к применению такие противозлаковые препараты, как ТХА (ТХАН), далапон, раундап, реглон, кусагард, фюзилад (Баздырев, Груздев, 1984; Рекена Нуньез Хорхе Луис, 1986; Везик, 1987), позднее – зеллек, пантера, селект, тарга, тарга супер, фюзилад супер, центурион (Медведев и др., 1995; Галиев, Надточий, 2004; Петунова и др., 2005). При этом препараты применяемые во время вегетационного периода не уступают по своему защитному эффекту довсходовым гербицидам. Так, при обработках посадок картофеля послевсходовыми гербицидами титус, СТС (50 г/га) и зеллек, КЭ (2 л/га) густота стеблей пырея снижалась на 81.2-91%, длина корневищ – на 87.1 и 83.1%, а их масса – на 88.7 и 87.0% соответственно (Каволюнайте, Палюлите, 2000). Оптимальным сроком применения противозлаковых гербицидов против пырея ползучего считается наличие у него 5-7 листьев независимо от фазы развития картофеля. Более ранняя обработка приводит к необходимости её повторения (Галиев, Надточий, 2004). Перерастание же растений пырея само по себе, а также засушливые условия способны резко снизить защитный эффект данных препаратов (Долженко и др., 2001).

По отношению ко всем многолетним сорным растениям эффективным приемом считается осеннее применение глифосатсодержащих гербицидов после уборки предшественника (Сорока и др., 2000; Курдюкова, Конопля, 2014). Из литературы известно, что их активное использование началось с 1970-х годов и в настоящее время они по-прежнему являются самыми востребованными гербицидами в мире (Сох, 2004; Williams at al., 2012). Изучение в разных агроклиматических зонах таких общеизвестных глифосатов как раундап, торнадо, ураган форте убедительно доказало их высокую эффективность как общеистребительных гербицидов используемых при разных типах засоренности. Например, в условиях Астраханской области осеннее внесение гербицида раундап в дозах 4, 6 и 8 л/га позволило сократить численность многолетников на 75, 99 и 100% соответственно (Байрамбеков, Валеева, 2010). Этот же препарат и в те же самые сроки был рекомендован к применению в Ленинградской области (Ася-

кин и др., 1988). Эффективность гербицида торнадо, в условиях опыта по изучению различий влияния осенней и весенней обработки глифосатсодержащих гербицидов на многолетние сорные растения, находилась на уровне стандартного препарата раундап (Курдюкова, Конопля, 2014). Высокая эффективность обработки гербицидом торнадо была показана и другими исследователями (Долженко, 2009). При этом осеннее применение торнадо подразумевает в 2 раза более высокие нормы, чем при обработке посадок картофеля гербицидом в послепосадочный период (Государственный каталог..., 2014).

Необходимо подчеркнуть, что столь высокая эффективность уничтожения сорной растительности в осенний послеуборочный период напрямую зависит от погодных условий. Теплая погода (18-20°C) и умеренная влажность воздуха способствуют максимальному проявлению эффективности препаратов данного класса (Галиев, Аспидова, 1988). При этом вспашка зяби после гербицидной обработки должна проводиться только через 25-30 дней (Байрамбеков и др., 2012). Как правило, погодные условия, складывающиеся в осенний период в Северо-Западном регионе, характеризующиеся высокой почвенной влажностью, низкой теплообеспеченностью и ранним наступлением заморозков, далеко не всегда соответствуют требованиям успешного проведения подобных химических мероприятий.

При засорении посадок картофеля однолетними двудольными видами целесообразно использовать гербициды на основе метрибузина (зенкор, СП; лазурит, СП; зино, СП; зенкор техно, ВДГ; зонтран, ККР) и прометрина (кратер, КС; гезагард, КС) (Государственный каталог..., 2014).

Наиболее изученным и широко применяемым в картофелеводстве препаратом из группы метрибузинсодержащих гербицидов является зенкор. В большинстве публикаций, посвященных данному препарату, отмечается его широкий спектр действия и стабильно высокий защитный эффект в условиях многолетних исследований, а также универсальность, как почвенного и контактного гербицида (Кваснюк, 1995; Кваснюк, Гриднев, 1999; Кваснюк, 2000; Долженко

и др., 2001; Липатова, Суворкин, 2001; Кваснюк, 2002, 2004). Наибольшее применение в исследованиях нашла дробная схема применения данного гербицида: в зависимости от типа почв – 0,5-1,0 кг/га за 1-2 суток до всходов и 0,3 кг/га при высоте картофеля 4-5 см (Кваснюк, 2000). По мнению исследователей двухразовое опрыскивание посадок картофеля зенкором наиболее оправдано в годы со сложными метеоусловиями (повышенная влажность в условиях низких температур) и при массовом наличии в посадках пырея ползучего и осота розового (Воловик, Зейрук, 1996; Кваснюк, Гриднев, 1999). Высокая эффективность дробного внесения по отношению к однократному внесению до всходов подтверждается более высокой урожайностью клубней картофеля в данном варианте гербицидной обработки (Браун, Мухамбеталиев, 2011). Испытывались различные схемы его внесения как сплошным, так и ленточным способом (Бестаев, 1991). В тоже время отмечена слабая эффективность зенкора по отношению как к многолетним корнеотпрысковым в целом, так и в защите от отдельных видов сорных растений – вьюнка полевого, осота розового, подмаренника цепкого, пырея ползучего, хвоща полевого, чистеца болотного (Иванов и др., 1995; Каримова, 1998; Долженко и др., 2001; Браун, Мухамбеталиев, 2011; Котиков, 2013). В литературе имеются сведения об эффективном применении зенкора совместно с другими гербицидами против комплекса сорной растительности картофельного поля. Так, комбинирование осеннего внесения раундапа с весенним применением зенкора в условиях Астраханской области позволило добиться 100% гибели сорных растений до конца вегетации картофеля (Долженко, 2009). Упоминается также о применении смеси зенкора и 2М-4Х на семенных посадках картофеля (Сорока и др., 2000). Одними из необходимых агротехнических условий высокого эффекта от применения данного препарата является создание перед его внесением мелкокомковатой структуры почвенного покрова и длительность сохранения гербицидного экрана, возникающего сразу после его внесения на поверхности почвы (Брюсов и др., 1989). Негативно влияют на эффективность зенкора экстремальные погодные условия – атмо-

сферная и почвенная засуха, низкие температуры и ливневые осадки, а при довсходовом внесении – кислая почвенная среда (Молявко, 1995; Долженко и др., 2001; Хох, 2004; Кошникович, 2005). Длительный период изучения действия данного гербицида выявил целый спектр ограничений при его использовании на посадках картофеля. Так, установлено, что на полях с содержанием гумуса менее 1% зенкор применять не рекомендуется. На легких почвах, при недостаточной глубине посадки, обильные осадки могут способствовать повреждению корневой системы растений картофеля действующим веществом гербицида – метрибузином. В условиях сухого лета при внесении повышенных доз зенкора были отмечены случаи повреждения следующих за картофелем зерновых культур (Жукова, Ширко, 1981; Долженко и др., 2001). Также опытным путём выявлена пониженная толерантность некоторых ранних и средне-ранних сортов картофеля, а также сортов с красной кожицей к действующему веществу гербицида (Долженко и др., 2004; Сонкина, 2007). Несмотря на выявленные недостатки гербицид зенкор нашел и по-прежнему находит широкое применение в картофельных хозяйствах Ленинградской области (Асякин и др., 1988; Сухорученко и др., 2011).

Для снижения численности однолетних однодольных видов на посадках картофеля целесообразно использовать современные граминициды (граминион, пантера, тарга супер, центурион), защитный эффект которых приближается к 100% (Байрамбеков, Валеева, 2014). Для усиления эффекта в отношении однолетних и многолетних злаковых сорняков применяли баковые смеси – ТХА+2,4Д, раундап + банвел, а также комбинированный препарат ситрин (Корчагина и др., 1979; Брюсов и др., 1987; Сорока и др., 2000). Еще один вариант в борьбе со злаковыми сорными растениями в посадках картофеля состоит в использовании гербицидов на основе действующего вещества римсульфурина (титус, СТС; римус, ВДГ) (Редюк и др., 2008). Гербицид титус, кроме того, обладает высокой активностью в борьбе с пыреем ползучим, угнетающе действует на такие многолетние двудольные сорные растения, как вьюнок полевой,

осоты полевой и розовый, мяту полевую (Иванов, 2000; Молявко и др., 2011). По итогам исследований отмечалась устойчивость к титусу горца птичьего и гречишки вьюнковой, средняя чувствительность мари белой и возможность уменьшения эффективности обработки при перерастании двудольных сорняков (Сорока и др., 2000; Петровене, 2001). При применении титуса и зенкора в виде баковой смеси, наблюдалось усиление защитного эффекта посадок картофеля, вследствие чего получена большая урожайность, чем в вариантах с отдельным их внесением (Петровене, 2001; Бутов, 2009; Браун, Мухамбеталиев, 2011).

Защита посадок картофеля от сорной растительности с помощью гербицидов может иметь негативные последствия. Обычно они происходят при нарушении регламентов их применения. Наличие на листьях хлороза или морфологических изменений может сопровождаться снижением содержания сухого вещества и крахмала в клубнях, вкусовых качеств и урожайности (Кух, 1980; Везик, 1984б; Тимофеев, 1984; Баиров, 1988; Ямчук, 1989; Мартынюк, 1990; Сорока и др., 2000; Долженко, 2009). Такие сведения есть в отношении применяемых в разное время гербицидов, среди которых прометрин (Еремкина, 1976), трефлан (Новитняя, 1985), 2,4-Д и 2М-4Х (Везик, 1984а; Сорока и др., 2000), агритокс и агроксон (Сонкина, 2007).

Обнаруженные в литературе недостатки только механической или химической защиты посадок картофеля от сорной растительности убеждают в том, что она должна быть комбинированной или комплексной. Подтверждение этому можно найти и в литературе, в том числе применительно к Ленинградской области (Васильев, 1969; Груздев и др., 1987). По мнению Н.Я. Кваснюк (2004) только комплексное применение агротехники в сочетании с гербицидной обработкой приводит к гибели 60-70% таких злостных сорных растений как бодяк полевой и пырей ползучий. К тем же выводам пришли и некоторые иностранные ученые, указывающие на то, что в случае склонности почвы к коркообразованию и наличии сильной засоренности вполне обоснованным представляется применение именно комплексного, а не химического подхода в защите поса-

док картофеля (Friessleben, Merker, 1977). В опыте польских ученых хороший результат показал комбинированный вариант с механическими обработками в довсходовый период и гербицидными после всходов, по сравнению с вариантами, где проводилась только химическая обработка до всходов и только механическая после их появления (Жукова, Ширко, 1980).

На первоначальном этапе ухода за картофелем рекомендуются и вполне достаточны механические обработки посадок этой культуры. Так, в довсходовый период при массовых появлениях сорных растений применяется до трех боронований (Баиров, 1988), либо до двух окучиваний-боронований (Жукова, Гробер, 1983) с последующим внесением довсходового гербицида. Однако, возможна и полная замена довсходовых механических обработок однократным применением почвенного гербицида до всходов культуры (Коротков, 1977). Этим сокращается количество послевсходовых междурядных обработок до одного окучивания, так как поле на длительное время освобождается от сорняков (Аспидова, 1990). Следует отметить тот факт, что некоторые из довсходовых гербицидов предъявляют жесткие требования к схеме агротехнических мероприятий. Так, для проявления максимальной эффективности довсходовой обработки гербицидом зенкор необходимо предварительное проведение высокого окучивания всходов картофеля фрезерным культиватором-гребнеобразователем с формированием трапециевидных гребней с междурядьями в 75 см. При этом появляется возможность увеличить дозировку препарата и минимизировать риск возможного негативного действия метрибузина на клубни картофеля (Кваснюк, Гриднев, 1999).

В послевсходовый период особенно актуально проведение механической обработки перед смыканием ботвы в рядках во влажные годы на тяжелых почвах, ввиду серьезной опасности удушения клубней при образовании почвенной корки (Кваснюк, 1995). Как пример повышения эффективности механической послевсходовой обработки, в литературе приводятся сведения о модернизации окучивания путем совмещения в одном агрегате окучивателя и опрыскивателя,

что позволяет более эффективно бороться с засоренностью в защитной зоне рядков картофеля (Шална и др., 1987).

Малочисленны в отечественной литературе сведения, касающиеся влияния удобрений на засоренность посадок картофеля. Более того, нет единой точки зрения по этому вопросу. Одни ученые считают, что происходит ухудшение фитосанитарной обстановки, сопровождающееся ростом засоренности (Родионова, 2004), другие указывают на снижение засоренности посадок картофеля (Зубарев, 2001; Ситенков, 2003; Молявко и др., 2011). Для Северо-Западного региона эта информация крайне важна, поскольку почвы бедны основными элементами питания и возделывание культур без удобрений здесь в большинстве случаев оказывается нерентабельно. Прекращение активного использования органических удобрений, произошедшее по экономическим причинам в 1990-е годы, привело к интенсивному протеканию скрытых деградиционных процессов, последствия которых мы все чаще можем наблюдать на дерново-подзолистых почвах Северо-Запада РФ (Иванов и др., 2012). Одним из вариантов прекращения дегградации почвенного плодородия может быть внесение органических удобрений, среди которых птичий помет является наиболее ценным по содержанию питательных веществ (Казаков, Милюткин, 2010). Тем более, его объемы настолько возросли в последнее время, что практически у всех птицефабрик существует серьезная проблема с утилизацией (Фесенко, Иванов, 2017).

Фитосанитарное значение севооборота и предшественника общеизвестно. Предшествующей культурой во многом определяется текущая фитосанитарная обстановка на посадках картофеля и его засоренность. Например, использование в качестве сидерального пара ярового рапса и вико-овсяной смеси приводит к снижению запаса жизнеспособных семян сорняков в почве на 3.3-12.5%, фактической засоренности посадок картофеля на 17.3 и 9.7% соответственно (Васильев, 2013). На северо-западе РФ одним из основных предшественников картофеля являются многолетние травы, основной источник улучшения структуры почвы и поступления органического вещества (Сутягин и др., 2010). Многолетние травы

принято относить к высокоэффективным биологическим средствам, способным при хорошем травостое значительно снизить засоренность полей севооборота (Минько, Кауров, 1982; Хомко, 1986; Баздырев и др., 1990; Ковалев и др., 2002; Едимеичев, Романов, 2003; Борисова, 2014). Есть данные, что под влиянием дернины многолетних трав происходит потеря всхожести семян сорных растений и потенциальная засоренность последующих культур в севообороте снижается в 2.8-3.2 раза (Захаров, 2008). Так, сокращение жизнеспособных семян от первоначальной численности, зарегистрированной в первый год пользования, на торфяной почве составляет: во второй год – 26, в третий – 57 и в четвертый – 78%. Схожая динамика прослеживалась по мари белой – 18, 47 и 64% гибели семян, а по отношению к звездчатке средней и горцу развесистому за 2-3 года произрастания многолетних трав наблюдалась полная потеря жизнеспособности семян в пахотном слое почвы. При этом засоренность посадок картофеля после трав первого года пользования снижалась на 30%, второго – 34%, третьего – 48%, четвертого – 56% (Золотарев, 1974). С другой стороны, в полях многолетних трав увеличивается численность многолетних видов сорных растений, в том числе за счет появления видов, не встречаемых в посевах других культур (Кутузов и др., 1981). Исследования показывают, что при наличии в общей засоренности трав первого года 3% многолетников, доля их ко второму году возрастает до 26%, к третьему году – до 68%, к четвертому – до 80% и к пятому и последующим годам стабилизируется на уровне 100% (Золотарев, 1974). Примечательно, что такое полное вытеснение за пятилетний срок однолетнего компонента сорной растительности многолетним в условиях отсутствия механических обработок абсолютно идентично процессам, наблюдаемым на полях, выведенных из сельскохозяйственного оборота (Ларина, 2011). Из литературы также известно о наличии прямой зависимости между ростом засоренности пыреем ползучим и долевым участием многолетних трав в структуре севооборота. Так, если в случае полного отсутствия полей с многолетними травами (зерно-пропашной севооборот), доленое участие пырея перед уборкой составило менее

1% от совокупной засоренности, то в зерно-травяно-пропашном севообороте оно выросло до 13%, а в зернотравяном – до 35% (Дудкин, Дудкина, 2013).

Однако весь спектр изменений, происходящих в составе, структуре и количественной составляющей засоренности посадок картофеля под влиянием многолетних трав, в опубликованной литературе не приводится, а значит, требует своего изучения.

Важным элементом интегрированной защиты растений является фитосанитарный мониторинг, на основе которого осуществляется принятие решений о проведении защитных мероприятий. Современные тенденции в этом направлении таковы, что все большее внимание уделяется дистанционному методу сбора фитосанитарных данных. Это связано с общей тенденцией широкого применения высоких технологий в сельском хозяйстве, и с тем, что сбор данных дистанционного зондирования и их обработка с помощью специальных программ становятся все более доступными. В фитосанитарном мониторинге основные перспективы связаны с дистанционным определением засоренности посевов и посадок с.-х. культур.

Возможности аэрофотосъемки для определения засоренности полей начали изучать за рубежом во второй половине 1990-х годов (Wartenberg, Heisig, 1997; Schwarz, Wartenberg, 1999). На тот период для этих целей использовали небольшие самолеты, на которых устанавливались две синхронизированные цифровые фотокамеры, позволяющие получать снимки в RGB и NIR спектрах цвета и рассчитывать вегетационный индекс NDVI. Позднее были получены положительные результаты при определении засоренности посевов широколинейных культур с помощью вегетационного индекса NDI (Nierobca et al., 2009). В этом случае засоренные участки характеризуются более высокими индексами вегетации NDI, из-за большего покрытия почвы сорняками.

Более прогрессивным подходом в дистанционном картировании засоренности полей стало использование мультиспектральных камер, установленных на самолетной платформе. В этом случае выделение сорняков на снимках поля

основано на различной отражательной способности их листовой поверхности при различных длинах волн, по сравнению с культурой и почвой. Результаты исследований канадских ученых позволили определить наиболее полезные спектральные полосы для дистанционного картирования распределения сорняков на полях с кукурузой и соей. Для кукурузы наиболее эффективными оказались полосы спектра с центрами на 675.98 и 685.17 нм в красном диапазоне и от 743.93 до 830.43 нм в ближнем инфракрасном диапазоне, для сои – только полоса спектра на 811.40 нм (Goel et al., 2002).

Отечественными учеными еще в конце 1990-х годов также был предложен метод оценки засоренности при помощи аэроспектрометрирования и определено, что наиболее подходящей длиной волны для решения данной задачи является 840 нм (Дмитриева, 1998). В настоящее время исследования в области дистанционного мониторинга засоренности посевов с использованием самолетной гиперспектральной съемки в нашей стране по-прежнему ведутся. Полученные результаты позволили сделать вывод, что наиболее информативным для выделения сорной растительности в посевах озимой пшеницы является диапазон 400-700 нм (Николенко, 2015).

Обзор технических характеристик современных летательных аппаратов позволил сделать вывод о том, что наиболее целесообразно для целей сельского хозяйства применять сверхлегкие и беспилотные летательные аппараты (Манылов, 2012). Одно из преимуществ использования СЛА связано с отсутствием законодательного барьера при проведении аэрофотосъемки, но по стоимости полученных снимков лучшие результаты демонстрирует БПЛА.

Сверхлегкие летательные аппараты для дистанционного фитосанитарного мониторинга использовались редко, например, при оценке засоренности посадок капусты в совместных исследованиях Всероссийского НИИ защиты растений и Университета аэрокосмического приборостроения (Хабаров, Федченко, 2005; Лысов и др., 2008).

Положительный опыт использования беспилотных летательных аппаратов самолетного типа для дистанционного определения засоренности посевов с.-х. культур получен в Агрофизическом НИИ. Анализ обработанных снимков показал большие возможности в определении мелкомасштабной засоренности посевов яровой пшеницы на протяжении всего периода вегетации культуры (Шпанев, 2012, 2015). Светло-зеленый фон засоренных участков посева, визуально отмечаемый на аэрофотоснимках, обусловлен различиями в спектральных характеристиках культурных и сорных растений (Шпанев, Лекомцев, 2012).

Беспилотные летательные аппараты вертолетного типа успешно применяются в исследованиях по дистанционной оценке засоренности посевов Всероссийского НИИ биологической защиты растений и Казахского НИИ защиты и карантина растений (Бадаев, Болтаев, 2013).

Следует признать, что основные перспективы при дистанционном мониторинге засоренности с.-х. угодий связаны с использованием спутниковых данных. Например, на основе данных спутника TERRA/MODIS в Казахстане ежегодно составляются карты засоренности полей целых областей (Муратова, Терехов, 2007), а в России в период созревания зерновых культур с помощью индекса NDVI выявляют поля, сильно засоренные осотом полевым (Жукова, 2011). Тем самым открывается возможность дифференцированного проведения обработок гербицидами сплошного действия на полях, засоренных многолетниками, после уборки культуры.

По результатам обработки информации со спутника Terra и спутников SPOT-2 и SPOT-4 было определено, что по величине значений вегетационного индекса NDVI можно судить о степени засоренности паровых полей. Более того, при увеличении индекса NDVI на паровых полях до 0.37 и выше необходимо проводить мероприятия по борьбе с сорными растениями (Антонов, Сладких, 2009).

Результаты дешифрирования космических снимков среднего разрешения спутников Landsat позволили идентифицировать очаги высокой численности ам-

брозии полыннолистной в агроценозах юга России. При этом с высокой степенью достоверности дешифрируется засоренность посевов зерновых культур в период их созревания, так как вегетационные пики амброзии и зерновых не совпадают. В тоже время достаточно сложно выделить амброзию в посевах подсолнечника, где она находится в угнетенном состоянии (Архипова и др., 2014).

Ограничивает использование спутниковых данных для определения засоренности агроценозов в настоящее время недостаточное разрешение у большинства доступных для рядовых пользователей снимков и малое их количество для отдельных регионов, связанное как с низкой периодичностью съемки, так и с высокой облачностью.

Обзор литературы показал отсутствие данных по дистанционному мониторингу засоренности посадок картофеля, а значит, эта проблема еще требует своего решения.

На основе полученных данных открывается возможность дифференцированного применения гербицидов на посадках картофеля и других культур с учетом пространственной неоднородности в засоренности поля, на которую неоднократно указывалось зарубежными и отечественными учеными (Самсонова, Мешалкина, 1998; Thompson et al., 1991; Mortensen et al., 1992; Nordmeyer, Niemann, 1992; Nordmeyer et al., 1996; Pluschkel, Pallutt, 1996; Wartenberg, 1996; Mortensen, Dieleman, 1997; Hurle, 1998; Zanin et al., 1998; Gerhards et al., 2000; Lettner et al., 2001). Выраженная неоднородность в распространении характерна для многолетних сорных растений (Мешалкина, Самсонова, 1995; Шпаар и др., 2003; Жукова, 2009) и именно в борьбе с ними дистанционный мониторинг становится крайне важным.

Таким образом, анализ литературы показал, что сорная растительность в посадках картофеля на северо-западе Нечерноземья представлена разнообразным видовым и большим численным составом, превосходящим известные для этой культуры значения ЭПВ. Как следствие, защитные мероприятия против сорных растений на посадках картофеля в данном регионе

возделывания культуры востребованы в абсолютном большинстве случаев. При этом решить проблему с помощью одних только механических обработок почвы удастся не всегда, а химические – имеют негативные последствия для окружающей среды и человека. Требуются более экологичные и экономичные подходы, а именно интегрированные. Поэтому исследования по совершенствованию защиты посадок картофеля от сорной растительности должны вестись в направлении разумного сочетания всех доступных методов и средств, к которым прежде всего относятся агротехнические и химические мероприятия. Использование дистанционных методов оценки засоренности посадок картофеля должно позволить выявить пространственную неоднородность в распространении сорной растительности, уменьшить объемы применения гербицидов, за счет снижения затрат на защиту растений повысить рентабельность возделывания культуры.

Глава 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика места исследований

Исследования проводились в Ленинградской области на базе Меньковско-го филиала ФГБНУ АФИ, земли которого прилегают к деревням Меньково и Кривое Колено. Центральная усадьба находится в д. Меньково, в 18 км от г. Гатчины и в 60 км от г. Санкт-Петербурга (59°34'N, 30°08'E).

Ленинградская область расположена на северо-западе Европейской территории России и является частью Русской равнины. По характеру поверхности территория области представляет собой обширную, местами всхолмленную равнину (Природа..., 1983).

Климат Ленинградской области атлантико-континентальный, характеризуется умеренно холодной зимой и нежарким влажным летом. Частая смена морских (атлантических) и континентальных, арктических воздушных масс, активная циклоническая деятельность обуславливают неустойчивый и изменчивый характер погоды во все сезоны. Переход от сезона к сезону постепенный. Зима мягкая, но продолжительная. Весна и осень носят затяжной характер. Теплый период (период с положительной среднесуточной температурой) начинается в первой декаде апреля и длится до конца октября – начала ноября (205-220 дней).

По количеству осадков Ленинградская область относится к зоне достаточного увлажнения, осадки вполне компенсируют возможное испарение (ГТК 1.4-1.8). В течение года выпадает 550-700 мм осадков, около 70% годовой суммы осадков приходится на теплый период (апрель-октябрь). В отдельные годы количество осадков значительно изменяется: в сухие годы их выпадает 350-500 мм, в наиболее увлажненные – до 800-900 мм. Летние осадки часто носят ливневый характер и сопровождаются грозами. Град – явление редкое, за теплый период отмечается 1-2 раза, причем бывает он не каждый год.

Почвенный покров территории отличается большой пестротой, что связано с особенностями рельефа и почвообразующих пород, различными условиями увлажнения, стока атмосферных вод и уровня стояния грунтовых вод. На территории области особенно широко представлены подзолистые, дерново-подзолистые и болотные почвы. В большинстве случаев заболоченные (подзолисто-глеевые и торфянисто-подзолисто-глеевые) почвы заняты лесами, иногда используются под сенокосы, при осушении – под пашню. Значительную часть пахотных земель составляют песчаные и суглинистые подзолистые почвы, часто завалуненные (Агроклиматические ресурсы..., 1971).

Ленинградская область расположена в лесной зоне. Основная часть территории области находится в пределах подзоны южной тайги, северо-восток – в подзоне средней тайги. Растительность некоторых юго-западных районов, а также Ордовикского плато по своему характеру принадлежит к подзоне хвойно-широколиственных лесов. Леса занимают около 50% территории области. Наибольшая лесистость наблюдается на севере и северо-востоке области. Значительную часть территории занимают болота. Луговая растительность занимает до 10% площади, преобладают суходольные луга с разнотравно-бобово-злаковым или разнотравно-осоково-злаковым травостоем (Природа..., 1983; Иллюстрированный определитель..., 2006).

Для Ленинградской области характерна неоднородность климатических и физико-географических условий, что послужило основой для агроклиматического районирования Ленинградской области. Исходя из оценки ее агроклиматических особенностей, выделяют пять агроклиматических районов с подрайоном прибрежной части Финского залива (рис. 1).

Территория Меньковского филиала входит в четвертый агроклиматический район (IV) охватывающий западную часть области – Ордовикское плато. Данный район расположен на возвышенности и является наиболее увлажненным. По теплообеспеченности этот район несколько отличается от прилегающих. Хотя сумма активных температур на территории района такая же (1600-

1700°C), продолжительность периода с температурой воздуха выше +10°C здесь меньше. Безморозный период за счет более поздних дат первых заморозков несколько продолжительнее. Данный район отличается и по влагообеспеченности: сумма осадков и ГТК за период вегетации выше, чем в остальных районах.



Рисунок 1 – Агроклиматические районы Ленинградской области (Журина, 2002)

Погодные условия территории, на которой расположены земли Меньковского филиала АФИ, характеризуются умеренно теплым летом и продолжительной зимой с оттепелями. Среднегодовая температура воздуха – +3.4°C. Абсолютный максимум равен +33°C, абсолютный минимум – -43°C, самые холодные месяцы – январь и февраль (-8.7°C). Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C наблюдается 5 апреля и 6 ноября, через +10°C – 23 апреля и 13 сентября, через +15°C – 9 мая и 14 августа. Средняя дата последнего заморозка весной приходится на 18 мая. Средняя продолжительность безморозного периода – 126 дней. Первые осенние заморозки наступают обычно 22 сентября.

Максимальная глубина промерзания почвы наблюдается в марте и составляет в среднем 52 см.

Устойчивый снежный покров образуется в среднем 5 декабря. Разрушение снежного покрова весной наблюдается обычно 9 апреля. Окончательный сход снежного покрова происходит 17 апреля (крайние даты – 28 марта и 3 мая). Высота снежного покрова в поле составляет в среднем 43 см, наибольшая – 71 см.

Годовое количество осадков составляет 708 мм. В теплый выпадает 467 мм, в холодный – 241 мм. Наибольшее месячное количество осадков за период с мая до октября составляет 174 мм. Суточный максимум осадков – 65 мм. Как показывают многолетние метеорологические данные, несмотря на сравнительно большое количество осадков, распределение их в течение вегетационного периода весьма неравномерно и влажность почвы резко и неоднократно меняется от избыточной до недостаточной. В мае-июне величина суммарного испарения почвенной влаги часто превышает количество выпадающих осадков, в результате чего создаются периоды дефицита влаги.

Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 81%. В летние месяцы относительная влажность колеблется в пределах 66-80%. Относительная влажность в 13 часов дня в летние месяцы составляет 51-68%.

Средняя годовая скорость ветра составляет 3 м/с. Месячные величины колеблются от 2.4-2.9 до 3.1-3.4 м/с. Испарение с водной поверхности в среднемноголетнем разрезе составляет 552 мм в год. Среднемноголетняя величина испарения с суши – 430 мм (Петрушенко, 2006).

Земли Меньковского филиала расположены на Лужско-Оредежской возвышенности. Для нее характерен полого-холмистый равнинный рельеф с выраженными краевыми мореными грядами и холмами. Высоты (до 100 м) имеют плавные перепады (Пестряков, 1973).

Почвенный покров Меньковского филиала АФИ представлен различными дерново-подзолистыми супесчаными или суглинистыми почвами. Особенностью почвообразующих пород является их неоднородность и пережитость

верхних горизонтов. Большая часть земель представлена сочетаниями 3 основных разновидностей дерново-подзолистых почв: сильно-, средне- и глубокооподзоленных. Пахотные земли имеют достаточно мощный гумусовый горизонт со средним содержанием гумуса 3-3.4% (табл. 1). По реакции почвенной среды почвы могут быть отнесены к следующим группам: сильнокислые – 6.1%, среднекислые – 18.2%, кислые – 45.4%, слабокислые – 21.2%, близкие к нейтральным – 3.0%, нейтральные – 6.1% (Моисеев, 2013).

Таблица 1 – Характеристика почв Меньковского филиала АФИ (Петрушенко, 2006)

Почвы	Площадь, га	Механический состав	Гумус, %	pH/KCl
Дерново-среднеподзолистая	98	супесчаная	3.3-4.4	4.9/6.3
Дерново-слабоподзолистая	175	супесчаная	3.3-5.2	4.8/6.1
Дерново-подзолистокисловатая	77	супесчаная	3.6-4.2	4.9/5.7
Дерново-подзолистая	56	легкосуглинистая	2.8-4.6	4.6/6.6
Дерново-карбонатновыщелоченная	14	легкосуглинистая	2.2	4.5/5.5
Торфяноглинная	7	низинные болота	-	5.5

Общее территориальное расположение Меньковского филиала АФИ приурочено к наиболее используемой в сельскохозяйственном отношении земле Ленинградской и соседних областей Северо-Западного региона. Почвенный покров, представленный дерново-подзолистыми почвами, является типичным и занимает 75% пахотных земель Ленинградской области, при этом легкие по гранулометрическому составу занимают 58% и 54% во всем Северо-Западном регионе (Благовидов, 1968; Пестряков, 1973).

Участок, занимаемый агроэкологическим стационаром, расположен на озерно-ледниковой равнине. Он находится в верхней части водораздела и имеет уклон в юго-восточном направлении с перепадом высот в 1-2 м на 100 погонных метров. Превышение над уровнем моря около 120 м. Почвенный покров сформирован дерново-слабоподзолистыми легкосуглинистыми почвами, развитыми на лёгком моренным суглинке. Мощность пахотного слоя – 23 см. Средние значения по стационару составили: pH_{KCl} – 4.6, содержание гумуса (по Тю-

рину) – 1.9%, содержание органического вещества – 3.41%, подвижных соединений фосфора и калия – 257 и 92 мг/кг соответственно. Влияние различных уровней удобрения многолетнего полевого опыта на основные показатели почвы севооборота отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические и агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы в агроэкологическом стационаре (Иванов и др., 2012)

Вариант опыта	pH _{KCl}	Нг., ммоль 100 г ⁻¹	Собм., ммоль 100 г ⁻¹	Орг. в-во, %	Подвижные соединения, мг кг ⁻¹		
					Н легко-гидр.	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль-0	4.53±0.22	4.18±0.29	1.97±1.10	3.05±0.27	93±8	208±24	90±10
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	4.51±0.21	4.42±0.38	2.63±1.19	3.42±0.51	107±23	266±51	98±20
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	4.73±0.18	4.43±0.32	3.09±0.92	3.75±0.31	110±14	268±15	88±5

2.2 Погодные условия и их влияние на урожайность картофеля

Изменение погодных условий на протяжении вегетации во многом определяют величину конечных показателей продуктивности посадок картофеля. Необходимо отметить тот факт, что относясь к высокопродуктивным культурам, картофель характеризуется сильным варьированием урожайности под влиянием множества факторов, в том числе погодных (Жученко, 2004).

Одним из важнейших условий произрастания посадок картофеля являются параметры почвенного увлажнения за период вегетации. При этом на разных этапах органогенеза требования возделываемой культуры также различны. В предвсходовый период клубни сравнительно легко переносят недостаток почвенного увлажнения, особенно если далее условия влагообеспеченности посадок благоприятны. В этот период избыточное увлажнение ведет к ухудшению роста и развития растений при ухудшении почвенной аэрации, а в совокупности с пониженными температурами и тяжелым механическим составом почв практически неизбежно приводит к массовому поражению их грибными и бактериальными почвенными заболеваниями. В условиях обилия почвенной влаги, на начальном этапе вегетации растения картофеля ограничиваются формированием мел-

кой корневой системы и при наступлении засухи оказываются не в состоянии поддерживать нормальный гомеостаз своего развития (Vanha, Zrust, 1984). Отмечается также, что повышенное количество осадков до появления всходов уменьшает число клубней с куста, а продолжение данной тенденции до начала бутонизации может способствовать росту ботвы в ущерб формированию клубней. Немаловажным агрохимическим аспектом переувлажнения почвы является замедление процессов извлечения питательных веществ из органического вещества. Общепринято, что наиболее критичен недостаток атмосферных осадков в период клубнеобразования растений картофеля. Значение увлажнения плавно снижается к фазе созревания, а в предуборочный период наиболее благоприятна сухая погода (Байер, 1990).

По количеству осадков, выпавших за период от посадки до уборки урожая картофеля, большинство лет исследований оказались избыточно влажными. Так, в 2012, 2013, 2016 и 2017 гг. превышение среднемноголетнего значения по данному показателю составило 72, 80, 32 и 16% соответственно. Засушливым можно считать только 2015 г., когда суммарное количество осадков за период от посадки до уборки картофеля находилось на уровне 64% от усредненной многолетней нормы увлажнения (табл. 3). Наиболее близким к среднемноголетнему показателю оказался 2014 г.

Оптimum среднесуточной температуры воздуха для роста картофеля составляет около 17°C , при обязательном условии разницы между дневной и ночной температурой в $6-8^{\circ}\text{C}$. Этому вполне соответствует суточный тепловой режим при 20°C днем и $12-14^{\circ}\text{C}$ в ночные часы (Байер, 1990). Критические лимиты температуры воздуха, на которые культура реагирует прекращением роста растений – $+3^{\circ}$ и $+31^{\circ}\text{C}$ (Pashiardis, 1987). При их воздействии на картофель отмечается общая для высших растений разная скорость восстановления нормального течения физиологических процессов. Так, если в случае экстремально низких температур возврат к норме занимает несколько часов, то высокие значения температур, даже кратковременные, способны ингибировать развитие

растений на несколько дней (Лархер, 1978). В научной литературе также подчеркивается усиление вредоносности высоких температур в условиях длинного дня. При этом могут наблюдаться такие негативные эффекты, как нарушение оттока питательных веществ из ботвы в клубни, видоизменение столонов путем превращения их в надземные побеги, израстание и деткование клубней картофеля (Физиология..., 1971; Байер, 1990; Шпаар и др., 2004).

Таблица 3 – Количество выпавших осадков за период от посадки до уборки урожая картофеля (метеопост Меньковского филиала ФГБНУ АФИ, Ленинградская область, Гатчинский район)

Месяцы и декады		Годы												
		Средне-голетняя	2012	Отклонение, %	2013	Отклонение, %	2014	Отклонение, %	2015	Отклонение, %	2016	Отклонение, %	2017	Отклонение, %
Май	2	16.4	23.9	146	94.7	577	20.7	126	7.0	43	1.0	6	-	
	3	18.8	40.4	215	34.6	184	41.7	222	21.0	112	15.0	80	-	
Июнь	1	18.3	7.1	39	48.6	266	21.5	117	8.4	46	16.4	90	19.4	106
	2	23.5	89.2	380	43.0	183	21.0	89	0.4	2	43.0	183	13.6	58
	3	26.8	46.0	172	12.6	47	23.7	88	28.3	106	31.7	118	27.8	104
Июль	1	27.5	7.0	25	30.3	110	9.0	33	15.5	56	49.9	181	13.3	48
	2	28.2	13.9	49	34.3	122	4.7	17	29.0	103	33.5	119	28.9	102
	3	24.9	22.5	90	33.1	133	10.2	41	29.8	120	21.5	86	30.0	120
Август	1	30.3	84.3	278	36.3	120	5.9	19	4.4	15	51.8	171	12.7	42
	2	24.1	35.4	147	30.4	126	32.4	134	17.5	73	77.8	323	8.9	37
	3	27.6	95.6	346	32.1	116	41.3	150	7.0	25	27.6	100	82.0	297
Сентябрь	1	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.3	120
	2	23.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56.9	245

В предвсходовый период температура воздуха ниже 7-9⁰С удлинняет его продолжительность, а снижение данного погодного показателя в фазу цветения ниже 11⁰С, также как и его превышение свыше 25⁰С, в этот период вегетации обуславливает остановку развития клубней (Birecki, 1958; Zillmann, 1961).

Весьма существенным фактором продуктивности растений картофеля является обеспеченность места проведения опытных исследований достаточной для возделываемого сорта суммой активных температур. Среднеголетние значения ее в IV агроклиматическом районе составляют 1600-1700, что полно-

стью соответствует требованиям к теплообеспеченности среднераннего сорта Сударыня (1200-1400⁰C). Вегетационный период по показателям температуры может характеризоваться как умеренно-теплый.

Превышение температурного режима за период от посадки до уборки урожая картофеля в годы исследований наблюдалось в 2012, 2013, 2014 и 2016 гг., когда отклонение от среднемноголетнего показателя составило 5, 18, 12 и 7% (табл. 4). В 2015 и 2017 гг. суммы активных температур находились на уровне многолетних значений.

Таблица 4 – Среднесуточная температура воздуха за период от посадки до уборки урожая картофеля

(метеопост Меньковского филиала ФГБНУ АФИ, Ленинградская область, Гатчинский район)

Месяцы и декады		Годы												
		Сред- немно- голет- няя	2012	От- кло- не- ние, %	2013	От- кло- не- ние, %	2014	От- кло- не- ние, %	2015	От- кло- не- ние, %	2016	От- кло- не- ние, %	2017	От- кло- не- ние, %
Май	2	10.5	13.4	128	15.6	149	13.8	131	9.4	90	11.4	109	-	
	3	12.2	12.9	106	15.8	130	16.5	135	12.9	106	14.9	122	-	
Июнь	1	14.0	12.5	89	19.1	136	17.3	124	14.0	100	12.2	87	10.8	77
	2	14.8	16.2	109	15.4	104	11.9	80	14.6	99	15.4	104	14.9	101
	3	15.6	14.5	93	20.6	132	11.4	73	16.2	104	18.5	119	12.9	83
Июль	1	16.0	19.6	123	18.6	116	16.8	105	16.9	106	16.2	101	14.2	89
	2	16.9	16.2	96	16.8	99	19.6	116	13.6	80	17.2	102	15.4	91
	3	17.0	19.5	115	17.0	100	22.3	131	16.1	95	19.5	115	17.1	101
Август	1	16.5	16.2	98	19.7	119	21.7	132	17.6	107	16.9	102	17.0	103
	2	14.9	14.8	99	16.4	110	17.2	115	14.5	97	14.9	100	18.0	121
	3	13.8	13.5	98	14.2	103	12.9	93	16.2	117	15.7	114	13.6	99
Сен- тябрь	1	12.0	-		-		-		-		-		11.8	98
	2	9.5	-		-		-		-		-		12.3	129

Для понимания уровня влагообеспеченности посадок картофеля весьма важным является анализ динамики такого условного показателя увлажнения как гидротермический коэффициент Селянинова (Селянинов, 1928). Величина данного интегрального показателя в межфазный период бутонизация - цветение способна статистически достоверно ($r=0.51-0.96$) определять уровень урожайно-

сти картофеля (Лапшинов, 2009). В научных публикациях приведены следующие градации значений ГТК: менее 0.4 – очень сильная засуха; 0.4-0.5 – сильная засуха; 0.5-0.7 – средне засушливо; 0.7-1.0 – недостаточно влажно; 1.0-2.0 – достаточно влажно; свыше 2.0 – переувлажнено (Справочник..., 2005).

Для территории IV агроклиматического района среднемноголетние значения ГТК за период активной вегетации составляют 1.6-1.8, с максимальной многолетней изменчивостью от 0.7 до 3.1. В литературе подчеркивается, что как в целом для Ленинградской области, так и конкретно для условий Меньковского филиала АФИ характерны засушливые условия календарного периода хронологически совпадающего с началом вегетации картофеля и избыточно увлажненные к моменту уборки культуры (Журина, 2002; Петрушенко, 2006). Согласовываясь с вышеприведенной классификацией, по показателю ГТК за период от посадки до уборки урожая культуры годы исследований варьировали от достаточно увлажненных (2014 и 2015 гг.) до переувлажненных (2012, 2013, 2016 и 2017 гг.) (табл. 5).

Таблица 5 – Гидротермический коэффициент за период от всходов до уборки урожая картофеля (метеопост Меньковского филиала ФГБНУ АФИ, Ленинградская область, Гатчинский район)

Месяцы и декады		Годы						
		средне-многолетняя	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Май	2	1.6	2.0	6.1	1.8	1.9	0.1	-
	3	1.4	3.2	2.0	2.5	1.5	0.9	-
Июнь	1	1.3	0.7	2.5	1.2	0.6	1.9	2.6
	2	1.6	5.5	2.8	2.0	0.1	3.2	0.9
	3	1.7	3.2	0.6	2.3	1.7	1.7	2.2
Июль	1	1.7	0.4	1.6	0.5	0.9	3.1	0.9
	2	1.7	0.9	2.0	0.2	2.1	1.9	1.9
	3	1.3	1.1	1.8	0.4	1.7	1.0	3.8
Август	1	1.8	5.2	1.8	0.3	0.3	3.1	0.7
	2	1.6	2.4	1.9	1.9	1.2	5.2	0.5
	3	2.0	-	-	-	-	-	5.5
Сентябрь	1	1.8	-	-	-	-	-	2.4
	2	2.4	-	-	-	-	-	5.5

Представляется необходимым особо отметить крайне неблагоприятные условия возделывания картофеля в 2014 году. Так, если общее значение гидро-термического коэффициента за весь анализируемый период этого года составило 1.2, то на протяжении важных в формировании конечной продуктивности культурных растений четырех декад после проведения окучивания он балансировал от условий очень сильной до сильной засухи (табл. 5).

2.3 Схема опыта и методика исследований

Исследования проводились на агроэкологическом стационаре Меньковского филиала ФГБНУ АФИ в период 2012-2017 годов (рис. 2-3). Стационар представляет собой 7-польный зерно-травяно-пропашной севооборот с классическим для Северо-Западного региона составом и чередованием культур. Картофель размещается после многолетних трав, которые выступают в качестве фактора сохранения и повышения плодородия почв. Площадь каждого из полей – 0.6 га.



Рисунок 2 – Меньковский филиал Агрофизического НИИ



Рисунок 3 – Агроэкологический стационар Меньковского филиала АФИ

Схема севооборота:

1. сидеральный пар (люпин);
2. рожь озимая;
3. ячмень + мн. травы;
4. мн. травы 1 г.п.;
5. мн. травы 2 г.п.;
6. картофель;
7. яровой рапс.

На протяжении 2012-2017 гг. изучался видовой состав, структура, динамика и особенности произрастания сорной растительности в посадках картофеля по пласту многолетних трав, 2012-2016 гг. – влияние полного минерального удобрения на сорную растительность и урожайность картофеля, 2012-2013 гг. – вредители и болезни на посадках картофеля, влияние нового органоминерального удобрения, 2014-2016 гг. – способов защиты посадок картофеля от сорной растительности. Соответственно в разные годы схема опыта включала два или три изучаемых фактора.

Фактор А – дозы минеральных удобрений.

- 1) Без удобрений (контроль) – $N_0P_0K_0$,
- 2) Средние – $N_{65}P_{50}K_{50}$,
- 3) Высокие – $N_{100}P_{75}K_{75}$.

Удобрения вносятся локально в виде смеси аммиачной селитры и азофоски поперек поля сеялкой СЗ-3.6 под предпосевную обработку почвы.

Площадь делянки $60 \times 30 \text{ м} = 1800 \text{ м}^2$.

Фактор Б – три варианта по оценке эффективности нового органоминерального удобрения на основе птичьего помета.

- 1) Без внесения (контроль) – 0 т/га,
- 2) Равномерное внесение в дозе 4 т/га,
- 3) Дифференцированное внесение в разных дозах в зависимости от дозы минеральных удобрений:

$N_0P_0K_0$ – 6 т/га;

$N_{65}P_{50}K_{50}$ – 4 т/га;

$N_{100}P_{75}K_{75}$ – 2 т/га.

Внесение удобрений осуществлялось вручную под предпосевную обработку почвы.

Площадь делянки $20 \times 30 \text{ м} = 600 \text{ м}^2$.

Фактор В – способы защиты посадок картофеля от сорных растений.

1. Механическая защита.

- две довсходовые сплошные обработки (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ + БРУ-0.7);
- две послеवсходовые междурядные обработки (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ + БРУ-0.7);
- окучивание (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ).

2. Химическая защита.

- одна довсходовая сплошная обработка (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ + БРУ-0.7);
- две обработки гербицидами – за 3-5 дней до появления всходов (Торнадо, ВР) и при высоте растений картофеля 10-15 см (Титус, СТС + Тренд 90);
- окучивание (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ).

3. Комбинированная защита.

- две довсходовые сплошные обработки (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ + БРУ-0.7);
- одна обработка гербицидом при высоте растений картофеля 10-15 см (Титус, СТС + Тренд 90);
- окучивание (МТЗ-82 + КОН-2.8 ПМ).

Площадь делянки $60 \times 10 \text{ м} = 600 \text{ м}^2$.

В нашем изучении находилось новое органоминеральное удобрение (ОМУ) на основе птичьего помета, разработанное фирмой ООО «Билавис». Полученное с помощью термической обработки данное органоминеральное удобрение характеризуется хорошими физико-механическими свойствами (транспортабельностью, удовлетворительной сыпучестью, слабой прилипаемостью к сельскохозяйственным машинам) и очень высокой концентрацией макро- и микроэлементов (до 26% от физической массы). Мелиоративное преимущество ОМУ связано со слабощелочной реакцией, за счет чего достигается нейтрализация почвенной кислотности. Полная характеристика нового органоминерального удобрения, изучаемого в опыте, представлена в таблице 6.

Использование гербицида Торнадо, ВР (3 л/га) обосновывается широким спектром его действия, которое распространяется, в том числе на многолетние злаковые сорные растения, присутствующие в большой численности на посадках картофеля, размещенных после многолетних трав.

Выбор в пользу гербицида Титус, СТС (50 г/га) + Тренд 90 (300 мг/га) обусловлен возможностью вести борьбу с многолетними двудольными и злаковыми сорными растениями в период вегетации картофеля (Государственный каталог..., 2014).

В период исследований соблюдалась принятая в регионе технология возделывания картофеля, включающая обработку клубней инсектофунгицидом Престиж, КЭ (1.0 л/га) и обработки вегетирующих растений фунгицидами – Ридомил Голд МЦ, ВДГ (2.5 кг/га) (смыкание рядков, начало цветения), Сектин Феномен, ВДГ (1.25 кг/га) (формирования клубней).

Таблица 6 – Физико-химическая характеристика нового органоминерального удобрения
ООО "Билавис"

(по данным аккредитованной испытательной лаборатории АФИ)

Анализируемый показатель	Единица измерения	Значения
Влага	%	2.2
Зольность	%	25.6
pH _{KCl}	ед. pH	9.0
N _{вал}	%	2.46
P ₂ O ₅ _{вал}	%	4.51
K ₂ O _{вал}	%	3.36
Ca	%	7.18
Mg	%	2.48
Cu	мг/кг	97
Zn	мг/кг	484
Ni	мг/кг	7.9
Pb	мг/кг	21
Cd	мг/кг	0.1
Сумма N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	%	10.3
Нейтрализующая способность СаО	%	20.4
Сумма питательных веществ	кг/т	12.9

Объектами исследований являлись сорные растения в посадках картофеля сорта Сударыня, имеющего допуск к возделыванию на территории Северо-Западного региона с 2009 года.

Сорт среднеранний, столового назначения. Товарная урожайность 25.8-36.6 т/га. Максимальная урожайность 44.4 т/га. Масса товарного клубня 104-143 г. Содержание крахмала 13.9-14.8%. Вкус хороший и отличный. Товарность 82-94%, лежкость – 97%. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Есть данные о полевой устойчивости к фитофторозу (Евдокимова и др., 2010).

В 2012, 2013 и 2017 гг. в посадках картофеля устанавливалось по 36, а в период 2014-2016 гг. – 54 постоянные учетные площадки с охватом всех изучаемых вариантов опыта. Пространственная схема размещения постоянных площадок показана на рисунке 4. Площадь учетной площадки составляла 1.4 м², что принято для пропашных культур с шириной междурядий 0.7 м² (Зубков, 1995). Учеты сорных растений в опыте проводились согласно "Методическим указани-

ям по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве, 1981". Численность сорняков определялась до и после механической или гербицидной обработки и перед проведением десикации. За период вегетации проводилось 11 учетов численности сорных растений (до и после механической или гербицидной обработки, а также перед десикацией) в отдельности для каждого из видов. Первый учет приходился на 7 день после посадки картофеля, а последний – перед десикацией. В последний учет, кроме численности сорных растений, определялась их высота и фитомасса. На этих же постоянных площадках с использованием соответствующих методических указаний (Методические указания..., 2009) велся учет вредителей и болезней картофеля, в конце периода вегетации – уборка урожая. Отдельно определялось количество и масса клубней разного фракционного состава, рассчитывалась товарная урожайность. При структурном анализе урожая также определялись следующие показатели: количество и масса клубней на одном растении и на постоянной площадке, масса 1 клубня.

Для вредителей оценивались следующие принятые в защите растений показатели: *поврежденность (%)*, *интенсивность повреждения (%)*, *общая степень повреждения (%)*, *численность (экз./м²)*.

Заболевания растений характеризовались следующими, являющимися основными в фитопатологии, показателями: *пораженностью (%)*, *интенсивностью поражения (%)*, *развитием (%)*.

Использовалась унифицированная 9-балльная шкала выражения интенсивности повреждения (поражения) с привычным качественным описанием степени проявления признака и с нечетным обозначением баллов (Зубков, 1995): балл 0 – признак не проявился, балл 1 – до 5%, балл 3 – 6-25%, балл 5 – 26-50%, балл 7 – 51-75%, балл 9 – более 75%.

Обнаруженные при учетах насекомые и болезни идентифицировались по атласу болезней и вредителей картофеля (Турко и др., 2008) и другим учебным пособиям и рекомендациям (Пересыпкин, 1987, 1989). В некоторых случаях консультировались со специалистами ВИЗР – А.В. Хютти, А.С. Ориной.

	10 м	10 м	10 м	
10 м	□	□	□	<i>ОМУ 0 м/га</i>
	□	□	□	
N ₀ P ₀ K ₀	□	□	□	<i>ОМУ 4 м/га</i>
	□	□	□	
	□	□	□	<i>ОМУ 6 м/га</i>
	□	□	□	
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	□	□	□	<i>ОМУ 0 м/га</i>
	□	□	□	
	□	□	□	<i>ОМУ 4 м/га</i>
	□	□	□	
	□	□	□	<i>ОМУ 4 м/га</i>
	□	□	□	
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	□	□	□	<i>ОМУ 0 м/га</i>
	□	□	□	
	□	□	□	<i>ОМУ 4 м/га</i>
	□	□	□	
	□	□	□	<i>ОМУ 2 м/га</i>
	□	□	□	
	Химическая защита	Комбинированная защита	Механическая защита	

Рисунок 4 – Пространственное размещение вариантов опыта по изучению эффективности удобрений и способов защиты посадок картофеля от сорной растительности

Жуки щелкуны находились в изучении на протяжении всех лет исследований. Заселенность полей, предназначенных под посадку картофеля, личинками жуков щелкунов (проволочников) определялась на методической основе, опубликованной в сборнике методических рекомендаций "Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 2002. – 76 с.". Учет проволочников проводился ежегодно в предпосадочный период, т.е. в I декаде мая. На поле бралось по 6 проб, размещенных с учетом почвенной неоднородности, обусловленной схемой опыта. Проба представляет собой яму размером 50×50 см и глубиной 25 см, из которой лопатой выбирают почву на полиэтиленовую пленку и перебирают ее вручную. Обнаруженных личинок подсчитывали и помещали в герметичные емкости со спиртом. В лабораторных условиях специалистами-систематиками ВИЗР по этой группе насекомых (к.б.н., в.н.с. А.Г.Коваль; д.б.н., с.н.с. О.Г.Гусева) определялась видовая принадлежность личинок жуков щелкунов. Для этого использовался "Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. – Киев, 1978. – 128 с.". В период 2012-2013 гг. для изучения сезонных изменений динамической плотности вредителя почвенные пробы брались несколько раз за вегетацию картофеля. Кроме предпосадочного учета численности личинок, пробы брались в I декаде июня, II декаде июля и I декаде сентября (перед уборкой урожая).

Сорные растения определяли по П.Ф. Маевскому (1954) с дополнительным использованием монографии А.В. Фисюнова (1984). Для уточнения видовой принадлежности прибегали к помощи гербологов ВИЗР – Н.Н. Луневой, Т.Д. Соколовой.

При характеристике засоренности посадок картофеля нами использовался такой показатель, как *видовое обилие* (число видов сорняков на м²), который часто применялся при геоботанических описаниях (Комаров, 1935; Камышев, 1968; Камаева, 1971).

В качестве дополнительных показателей определялись *относительное обилие*

(процентное соотношение видов) и *коэффициент обилия вида* (Палий, 1965).

$$K_{об} = (ПО \times В) / 100,$$

где ПО – относительное обилие вида, %

В – встречаемость вида, %

Согласно градации В.Ф. Палия (1965) сорные растения группировали на массовые (значение коэффициента обилия свыше 1), обычные (от 0.1 до 1) и редкие (менее 0.1).

С целью сравнения засоренности, формировавшейся в посадках картофеля в разные годы исследований, проводился расчет показателей видового сходства и удельной общности: *индекс попарного видового сходства Сьёренсена* (C_s) и *коэффициент общности удельного обилия Шорыгина* (M_s).

Индекс попарного видового сходства Т. Сьёренсена (Sørensen, 1948):

$$C_s = 2j / (a + b),$$

где j – общее количество видов для двух лет изучения посадок,

a – число видов в одном году, b – число видов в другом году.

Коэффициент общности удельного обилия А.А. Шорыгина (Шорыгин, 1939):

$$M_s = \sum_{i=1}^S \min \left(X_i / \sum_{i=1}^S X_i, Y_i / \sum_{i=1}^S Y_i \right)$$

где S – число видов для двух лет изучения посадок;

X_i и Y_i – доли особей каждого вида в посадках первого (X) и второго (Y) годов изучения, из которых выбирается наименьшая.

При анализе пространственной структуры засоренности посадок картофеля рассчитывали коэффициенты вариации (стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности) и агрегации (отношение дисперсии к среднему значению). Изменчивость принято считать незначительной, если коэффициент вариации не превышает 10%, средней, если коэффициент выше 10%, но менее 20%, и значительной, если коэффициент вариации более 20% (Доспехов, 1979). Коэффициент агрегирования равен 1 при

случайном, больше 1 при групповом и меньше 1 при регулярном размещении особей (Moore, 1953; Hopkins, 1954; Грейг-Смит, 1967). Контурные карты пространственного размещения сорных растений в пределах опытных полей стационара составлялись в программе АФИ ГИС.

Дистанционный мониторинг засоренности посадок картофеля проводился с помощью беспилотных летательных аппаратов самолетного (2012-2014 гг.) и вертолетного (2015-2017 гг.) типов (рис. 5-6). БПЛА самолетного типа, разработанный Агрофизическим НИИ, был оснащен двумя зеркальными камерами, что позволяло получать снимки в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Для получения снимков в видимом диапазоне применяли камеру Olympus E-510, характеризующуюся высокой разрешающей способностью, скоростью съемки и чувствительностью. С целью получения снимков в инфракрасном диапазоне был выбран модернизированный цифровой фотоаппарат Canon EOS Rebel T1i. Его особенностью является возможность смены установленного на матрицу светофильтра, пропускающего свет видимого диапазона, на светофильтр, пропускающий радиацию ближнего инфракрасного диапазона. Такие фильтры выпускаются фирмой Hutech Corporation (США) и в цифровом фотоаппарате предусмотрена возможность их замены. Каждый из используемых для аэрофотосъемки картофельных полей цифровых фотоаппаратов был подключен к пульту дистанционного управления радиоуправляемого самолета.

Недостатки самолетного БПЛА, обнаруженные в процессе эксплуатации, привели к его замене БПЛА вертолетного типа. Выбор был сделан в пользу БПЛА «Геоскан 401». Его основные преимущества связаны со способностью выполнять полет в автоматическом режиме по заранее заданному маршруту на разной высоте и производить съемку с очень высоким разрешением (фотокамера Sony Nex5 (16 МП)). Оснащение GPS-приёмником позволяет получать снимки с координатной привязкой, а наличие специального программного оборудования – автоматически сшивать серию снимков в единый ортофотоплан.

Дистанционная съемка посадок картофеля БПЛА самолетного типа велась с высоты 500 метров, вертолетного типа – 200 метров и разрешением 3 см/пиксель с периодичностью один раз в 7-10 дней на протяжении всего периода вегетации культуры.

Дистанционный мониторинг засоренности посадок картофеля сопровождался синхронными по времени и месту наземными учетами численности сорных растений. Кроме того, использовался портативный ручной датчик GreenSeeker, с помощью которого определяли значение вегетационного индекса NDVI для каждой постоянной площадки (рис. 7). Основное преимущество данного прибора связано с быстротой произведенных измерений.



Рисунок 5 – Радиоуправляемый беспилотный летательный аппарат

Агрофизического НИИ



Рисунок 6 – Беспилотный летательный аппарат «ГЕОСКАН 401»

Наземная съемка велась той же самой фотоаппаратурой, используемой на БПЛА самолетного типа, что позволяло получать синхронизированную по месту и времени информацию в видимом и ближнем инфракрасном измерениях для каждой постоянной площадки (рис. 8).



Рисунок 7 – Проведение измерений портативным ручным датчиком GreenSeeker

Дешифровка аэрофотоснимков осуществлялась с помощью созданных эталонов в программе ERDAS IMAGINE, согласно известным из литературы рекомендациям (Герасимов и др., 2002). Алгоритм проведения контролируемой классификации предполагает участие в процессе дешифровки эталонов с заранее известными характеристиками, которые в нашем случае представлены слабо и сильнозасоренными участками на поле (они же площадки спектрометрирования). Дешифровка выполняется посредством сравнения спектральных характеристик эталонных фотоизображений и выделенных однородных участков на снимке. В результате проведенной классификации создаются площадные векторные объекты (полигоны) с определенными атрибутивными данными.

При дистанционной оценке засоренности посадок картофеля также использовался нормализованный относительный индекс растительности NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), который служит относительным показателем количества фотосинтетически активной биомассы. Его расчет и составление NDVI карты исходных снимков осуществлялись с помощью программы QGIS.



Рисунок 8 – Наземная фотосъемка двумя зеркальными камерами в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах

Индекс вычисляется по следующей формуле:

$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$ где,

NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра

VIS – отражение в видимой области спектра

Основные методические положения, используемые при проведении дистанционного мониторинга засоренности посадок картофеля в наших исследованиях, были опубликованы позднее в виде соответствующих рекомендаций с нашим авторским участием (Шпанев и др., 2017г).

Оценка экономической эффективности комплексного применения минеральных удобрений и защитных мероприятий против сорной растительности в посадках картофеля проводилась в соответствии с методикой, разработанной Н.Р. Гончаровым (2017).

**Глава 3. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ,
РАЗМЕЩЕННЫХ ПО ПЛАСТУ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ**

3.1 Состав, структура и динамика засоренности посадок картофеля

В результате проведенных исследований на посадках картофеля выявлено 55 видов сорных растений, относящихся к 20 семействам (табл. 7). Наибольшим количеством видов были представлены семейства Астровые (11 видов), Яснотковые (7 видов), Гречишные (5 видов), что в совокупности составило 41.8% общего пула видов. Такие значимые семейства как Бобовые, Гвоздичные, Капустные, Мятликовые характеризовались наличием 4 видов сорных растений. Многие семейства были представлены в посадках только одним видом (11 семейств). К биологическим группам малолетних и многолетних сорных растений относились 35 и 20 видов соответственно.

Таблица 7 – Видовой состав сорной растительности в посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав (2012-2017 гг.)

Семейство	Вид	Год					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Астровые Asteraceae Dumort.	Бодяк щетинистый <i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.	+	+	-	+	+	+
	Бородавник обыкновенный <i>Lapsana communis</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Василек синий <i>Centaurea cyanus</i> L.	+	-	-	-	-	+
	Мать-и-мачеха обыкновенная <i>Tussilago farfara</i> L.	+	-	+	-	+	-
	Одуванчик лекарственный <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	+	+	+	+	+	+
	Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Полынь обыкновенная <i>Atrémisia vulgaris</i> L.	+	+	-	+	+	+
	Ромашка непахучая <i>Matricaria inodora</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Сушеница топяная <i>Filaginella uliginosa</i> (L.) Opiz	+	+	+	+	+	+

	Скерда кровельная <i>Crépis tectorum</i> L.	-	-	-	-	-	+
	Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	-	+	+	+
Бобовые Fabaceae Lindl.	Горошек волосистый <i>Vicia hirsute</i> (L.) S.F.Gray	+	+	+	+	+	+
	Горошек четырехсемянный <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb	+	+	+	+	+	+
	Горошек мышиный <i>Vicia cracca</i> L.	-	+	+	+	-	+
	Клевер луговой <i>Trifolium pretense</i> L.	+	+	+	+	+	+
Бурачниковые Boraginaceae Juss.	Кривоцвет полевой <i>Licopsis arvensis</i> L.	+	-	-	-	-	-
	Незабудка полевая <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	+	+	+	+	+	+
Гвоздичные Caryophyllaceae Juss.	Звездчатка средняя <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	+	+	+	+	+
	Торица полевая <i>Spergula arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Торичник красный <i>Spergularia rubra</i> (L.) J. et C. Presl	-	-	+	+	+	+
	Ясколка дернистая <i>Cerastium holosteioidees</i> Fries	+	+	+	+	+	+
Гречишные Polygonaceae Juss.	Горец птичий <i>Polygonum aviculare</i> L.	-	-	+	-	+	-
	Горец развесистый <i>Persicaria lapathifolia</i>	+	+	+	+	+	+
	Гречишка вьюнковая <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love	+	+	+	+	+	+
	Щавель малый <i>Rumex acetosella</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Щавель кислый <i>Rumex acetosa</i> L.	+	-	-	-	+	-
Дымянковые Fumariaceae Eaton	Дымянка лекарственная <i>Fumaria officinalis</i> L.	+	+	+	+	+	+
Зонтичные Ariaceae Lindl.	Борщевик Сосновского <i>Heracleum sosnowsky</i> Mander	-	+	+	+	-	-
Зверобойные Hypericaceae Juss.	Зверобой продырявленный <i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	-	-	+	-
Капустные Brassicaceae Burnet	Желтушник левкойный <i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	+	-	+	+	+	+
	Пастушья сумка обыкновенная <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	+	+	+	+	+	+
	Редька дикая <i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Ярутка полевая <i>Thlapsi arvense</i> L.	+	+	-	+	+	+

Кипрейные Onagraceae Juss.	Кипрей узколистный <i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub	+	+	-	-	+	-
Маревые Chenopodiaceae Vent.	Марь белая <i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+	+	+	+
Мареновые Rubiaceae Juss.	Подмаренник цепкий <i>Galium aparine</i> L.	+	-	-	-	+	-
Мятликовые Poaceae Barnhart	Кострец безостый <i>Bromus inermis</i> Leyss	+	-	-	-	-	-
	Мятлик однолетний <i>Poa annua</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Пырей ползучий <i>Elitrigia repens</i> (L.) Nevski	+	+	+	+	+	+
	Тимофеевка луговая <i>Phleum pratense</i> L.	+	+	+	+	+	+
Норичниковые Scrophulariaceae Juss.	Вероника плющелистная <i>Veronica hederifolia</i> L.	-	+	+	-	+	+
	Вероника полевая <i>Veronica arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Зубчатка обыкновенная <i>Odontites vulgaris</i> Moench	-	-	+	-	-	-
Подорожниковые Plantaginaceae Juss.	Подорожник большой <i>Plantago major</i> L.	+	+	+	+	+	+
Розоцветные Rosaceae Juss.	Лапчатка гусиная <i>Potentilla anserina</i> L.	-	-	-	-	-	+
Ситниковые Juncaceae	Ситник жабий <i>Juncus bufonius</i> L.	-	-	-	+	+	+
Фиалковые Violaceae Batsch	Фиалка полевая <i>Viola arvensis</i> Murr.	+	+	+	+	+	+
Хвощевые Equisetaceae Rich. ex DC.	Хвощ полевой <i>Equisetum arvense</i> L.	+	-	-	-	-	-
Яснотковые Lamiaceae Lindl.	Будра плющевидная <i>Glechoma hederacea</i> L.	+	-	-	-	-	-
	Мята полевая <i>Mentha arvensis</i> L.	+	-	+	+	+	+
	Пикульник двунадрезанный <i>Galeopsis bifida</i> Voenn.	+	+	+	+	+	+
	Пикульник красивый <i>Galeopsis spesiosa</i> Mill.	+	+	+	+	+	+
	Пикульник обыкновенный <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	+	+	+	+	+	+
	Чистец болотный <i>Stachys palustris</i> L.	+	+	+	-	+	+
	Яснотка пурпурная <i>Lamium purpureum</i> L.	-	+	-	+	-	-
		42	37	38	39	44	42

Анализ материалов исследований свидетельствует о стабильности проявления видовых показателей сорных растений в посадках картофеля изучаемого севооборота. Так, видовое обилие сорных растений, демонстрирующее общее число видов на единице площади посадки, составляло 15-17 видов/м² в годы с нормальным увлажнением и 22 вида/м² при избыточном выпадении осадков за период вегетации картофеля в 2016 и 2017 гг. Через 7-10 дней после посадки этот показатель составлял 9-10 видов/м² и далее изменялся под действием механических обработок почвы. После 1-го сплошного боронования видовое обилие снижалось до 2-4 видов/м², но за последующие 7-10 дней восстанавливалось до исходных значений (рис. 9). За период от 1-го ко 2-му сплошному боронованию показатель увеличивался в 2.6-4 раза, от 2-го сплошного боронования до 1-й междурядной обработки – 1.5-3.5 раза, от 1-й до 2-й междурядной обработки – 1.4-4.3 раза, от 2-й междурядной обработки до окучивания – 1.8-2.2 раза, от окучивания до десикации – 1.8-2.3 раза. Рост данного показателя во второй половине вегетации культуры осуществлялся за счет появления в посадках таких видов как торичник красный (*Spergularia rubra* (L.) J.et C.Presl), ситник жабий (*Juncus bufonius* L.), вероника плющелистная (*Veronica hederifolia* L.) и полевая (*Veronica arvensis* L.), яснотка пурпурная (*Lamium purpureum* L.) и яснотка дернистая (*Cerastium holosteioidees* Fries.). При обильном выпадении осадков, как в 2016 году, увеличение видового обилия отмечалось раньше по срокам (с III декады июня) и после окучивания уже составляло 11 видов/м², тогда как в годы с нормальным увлажнением (2014 и 2015 гг.) – 6-7 видов/м². На момент проведения десикации значение данного показателя было равным 12, 16 и 19 видов/м² соответственно в 2014, 2015 и 2016 гг.

Высокое значение коэффициента попарного видового сходства Сьеренсена, равное 0.87 в среднем по шести годам исследований, наглядно подтверждает слабую многолетнюю изменчивость видового состава сорной растительности в посадках картофеля. Наименьшее значение данного показателя, выявленное при сравнении 2012 и 2014 годов, обусловлено различиями присутствия неко-

торых видов из группы многолетних двудольных сорных растений в агроценозах картофеля этих лет (табл. 8).

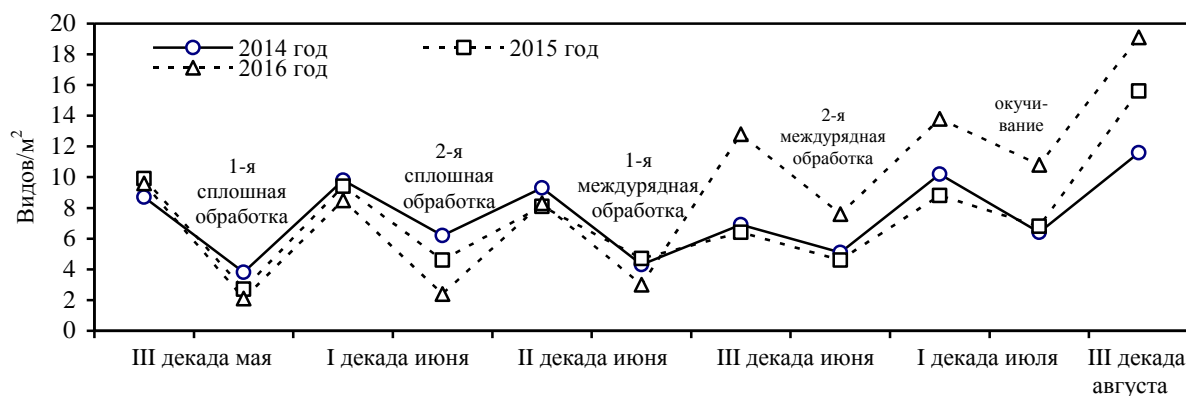


Рисунок 9 – Динамика видового обилия сорных растений на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Таблица 8 – Сходство (C_s) видового состава сорных растений в посадках картофеля по годам исследований (2012-2017 гг.)

Годы	2013	2014	2015	2016	2017
2012	0.89	0.80	0.84	0.93	0.86
2013		0.85	0.92	0.89	0.89
2014			0.86	0.85	0.85
2015				0.87	0.91
2016					0.88

На основании расчетов коэффициента общности удельного обилия Шорыгина, варьирующих в пределах 39.2-77.9 (в среднем 55.5), можно говорить об изменчивости структуры и разном соотношении между видами сорных растений в посадках картофеля по годам (табл. 9).

Таблица 9 – Общность удельного обилия (M_s) сорных растений в посадках картофеля по годам исследований (2012-2017 гг.)

Годы	2013	2014	2015	2016	2017
2012	48.4	50.4	43.1	47.7	42.8
2013		59.2	39.2	54.9	53.2
2014			61.7	73.6	54.6
2015				77.9	61.5
2016					64.1

Для посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав, оказалась характерна высокая степень засоренности. Через 7 дней после посадки ежегодно насчитывалось 133-153 экз./м² (табл. 10). Особенностью многолетних трав, как предшественника картофеля, является формирование корневищно-малолетнего типа засоренности, из-за существенной доли многолетних злаковых видов (табл. 11). Их вклад в общую засоренность варьировал по годам и составлял от 6.2 до 39.8%. В 2012 г. засоренность поля севооборота характеризовалась структурно более сложным корнеотпрысково-корневищно-малолетним типом. На многолетние корнеотпрысковые виды приходилось 15.8%, в том числе на осот полевой – 14.5%. Доля малолетних двудольных видов существенна – в разные годы она составляла 48.0-93.2%. В 2015 и 2017 гг. сложилась не совсем типичная ситуация, когда доленое участие малолетников оказалось очень большим (87 и 93%), а многолетних злаковых соответственно незначительным (13 и 6%). В 2015 г. причиной случившегося оказалась более интенсивная осенняя обработка почвы, состоявшая из двух вспашек, вместо традиционной одной. Необходимость проведения второй поздней вспашки (конец октября) возникла из-за того, что первая была проведена раньше обычных сроков (начало сентября), что привело к сильному зарастанию поля пыреем ползучим уже осенью (Смук, Шпанев, 2016). В 2017 г. малолетний тип засоренности оказался обусловлен особенностью поля, на котором размещалась посадка картофеля. В два предыдущих года возделывания на нем многолетних трав распространение пырея ползучего было также незначительным.

Таблица 10 – Засоренность посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав (2012-2017 гг.)

Показатели	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Видовое обилие, видов/м ²	15	15	15	17	22	22
Густота через 7 дней после посадки, экз./м ²	148	147	134	153	143	133
Фитомасса на момент десикации, г/м ²	812.6	47.4	112.8	78.5	151.2	308.2
Масса 1 сорного растения, г/растение	7.37	0.54	1.12	0.71	0.52	0.58

Таблица 11 – Структура засоренности посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав (2012-2017 гг.)

Биологические группы	Доля в общей численности сорных растений, %					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Многолетние злаковые	26.4	39.8	34.9	12.6	19.0	6.2
Многолетние двудольные	25.5	4.9	1.1	0.3	1.3	0.6
Малолетние двудольные	48.0	55.3	64.0	87.1	79.7	93.2

Выявленными различиями в структуре засоренности определялось варьирование по годам фитомассы, сформированной сорными растениями за период произрастания в посадках картофеля. Значение фитомассы сорняков на момент проведения десикации изменялось от 47.4 (2013 г.) до 812.6 г/м² (2012 г.). Наивысшее значение массы одного сорного растения, равное 7.37 г, было зафиксировано в 2012 г., когда на долю многолетних двудольных сорняков приходилось 25.5%, тогда как в другие годы она варьировала от 0.3 до 4.9%. В среднем значимость вклада многолетних двудольных растений в формирование общей фитомассы оказалась на уровне немногим менее 50% (табл. 12). С учетом того, что технологией возделывания картофеля предусмотрены регулярные механические обработки, эффективные в борьбе с малолетними сорняками, в годы незначительного присутствия многолетних двудольных видов средняя масса одного сорного растения невелика и составляет 0.70 г/растение.

Таблица 12 – Среднемноголетняя структура засоренности и фитомассы сорного компонента посадок картофеля на момент проведения десикации (2012-2017 гг.)

Биологические группы	Доля в общей численности сорных растений, %	Доля в общей фитомассе сорных растений, %
Многолетние злаковые	20.5	19.6
Многолетние двудольные	8.9	45.4
Малолетние двудольные	67.3	34.7

Группа доминирующих видов в посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав, была представлена 7 видами (табл. 13). Лидирующие позиции по фактическому и удельному обилию занимали марь белая (*Chenopodium album* L.) и пырей ползучий (*Elitrigia repens* (L.) Nevski). Среднемноголет-

няя численность мари белой составила 45 экз./м², максимальная – 239 экз./м², долевое участие в засоренности 3.0-43.8% (табл. 14). Проведение довсходовых сплошных обработок посадок позволяло резко снизить численность мари белой на первоначальном этапе вегетации. Так, после проведения первой сплошной обработки численность данного вида восстанавливалась лишь на 12.5-21.7% от уровня, зафиксированного на 7 день после посадки. Влияние же всего комплекса механических воздействий на почву приводило к снижению уровня засоренности данным видом до незначительного, когда после окучивания насчитывалось 1-6 экз./м², а перед десикацией – 5-13 экз./м² (рис. 10). Усредненная масса одного растения мари белой составила 0.82 г. при высоте 11.1 см.

Таблица 13 – Доминантные виды сорных растений в посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав (2012-2017 гг.)

Вид	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, K _{об}
Марь белая	45	25.5	97.8	25.3
Пырей ползучий	29	22.4	93.4	22.0
Пикульники	20	14.5	99.7	14.5
Фиалка полевая	13	10.0	95.7	9.9
Дымянка аптечная	8	7.1	80.7	7.0
Редька дикая	8	4.1	62.6	3.9
Торица полевая	5	3.9	92.3	3.6

Таблица 14 – Показатели засоренности посадок картофеля марью белой в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, K _{об}
2012	16	10.7	100.0	10.74
2013	4	3.0	88.9	2.67
2014	38	28.0	100.0	28.03
2015	67	43.8	98.1	43.00
2016	60	41.9	100.0	41.90
2017	34	25.3	100.0	25.30

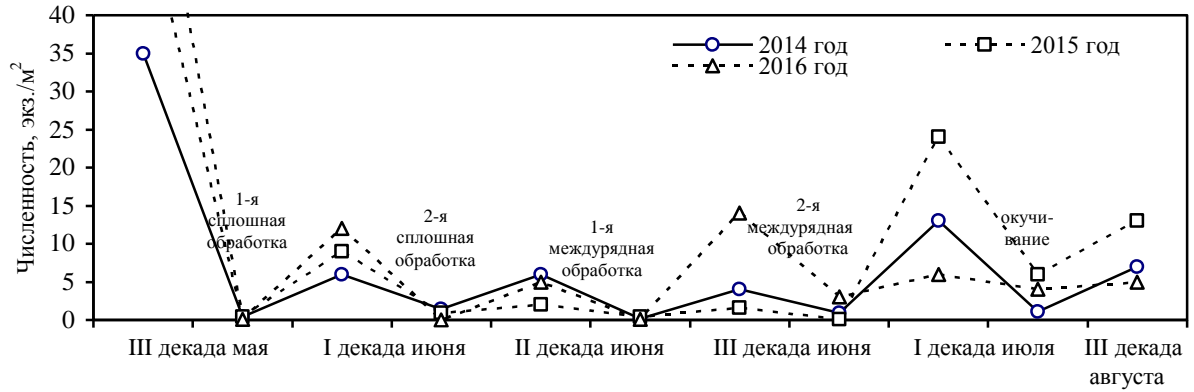


Рисунок 10 – Динамика численности мари белой на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Доля пырея ползучего в общей засоренности посадок картофеля варьировала по годам в широких пределах – от 5.4 до 39.8% (табл. 15). Максимально зафиксированное присутствие пырея на момент проведения 1-го учёта через 7 дней после посадки культуры достигало 132 экз./м², среднемноголетняя численность составила 29 экз./м², высота и масса – 34.2 см и 1.43 г/растение.

Таблица 15 – Показатели засоренности посадок картофеля пыреем ползучим в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, K _{об}
2012	39	26.4	100.0	26.4
2013	59	39.8	100.0	39.8
2014	42	31.5	100.0	31.5
2015	19	12.3	96.3	11.8
2016	27	18.8	100.0	18.8
2017	7	5.4	63.9	3.4

При сильной начальной засоренности посадок (2014 г.) пыреем ползучим механические обработки почвы оказывались нерезультативны в борьбе с ним. В этом случае вклад данного вида в общую численность и фитомассу сорных растений на момент проведения десикации составлял 63.5 и 66.8% соответственно. При этом среднемноголетние показатели оказались на уровне 15.0% по общей численности и 17.4% в отношении общей фитомассы.

Обратная ситуация наблюдалась в условиях невысоких показателей присутствия пырея ползучего на начальном этапе функционирования агробиоценоза (2015 г.) Отмечалась его низкая выживаемость, вследствие чего, к моменту десикации фиксировались такие же невысокие показатели его обилия, как и в весенний период (рис. 11). Долевое участие пырея ползучего в фитомассе и численности всех сорных растений составляло 16.2 и 7.5%, что почти соответствует многолетним значениям рассматриваемых признаков.

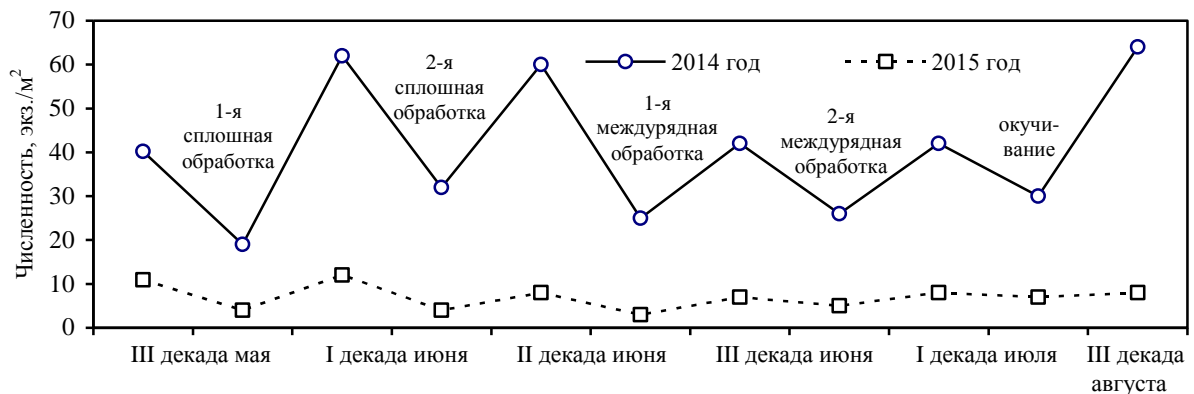


Рисунок 11 – Динамика численности пырея ползучего на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Остальные массовые виды в посадках картофеля – это пикульники (*Galeopsis* spp.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), дымянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.) и торица полевая (*Spergula arvensis* L.).

Виды пикульников, присутствовавшие ежегодно в массовом количестве в посадках картофеля, в разных условиях произрастания насчитывали от 9 до 31 экз./м², формировали в среднем 14.5% общей засоренности и при этом характеризовались самой высокой встречаемостью среди всех доминирующих видов сорных растений (99.7%), а также достаточно высокой, для видов группы малолетних двудольных, массой 1 сорного растения (8.33 г) (табл. 16). Можно отметить, что популяция данных видов-засорителей посадок картофеля очень разнородна по степени своего биологического развития. Так, в период проведения десикации культуры одновременно присутствовали как молодые малорослые

растения, так и высокорослые, успевшие завершить свой жизненный цикл развития. По среднемноголетним данным их высота составляла 25.8 см. Эффективность проводимых в соответствии с технологией выращивания картофеля механических обработок почвы привела к уменьшению засоренности картофельного поля пикульниками к моменту десикации в 3.8 раза по сравнению с начальной засоренностью (рис. 12).

Таблица 16 – Показатели засоренности посадок картофеля пикульниками в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, К _{об}
2012	11	7.2	100.0	7.22
2013	31	20.8	100.0	20.83
2014	24	18.2	100.0	18.24
2015	9	6.0	98.1	5.90
2016	27	18.6	100.0	18.55
2017	22	16.3	100.0	16.27

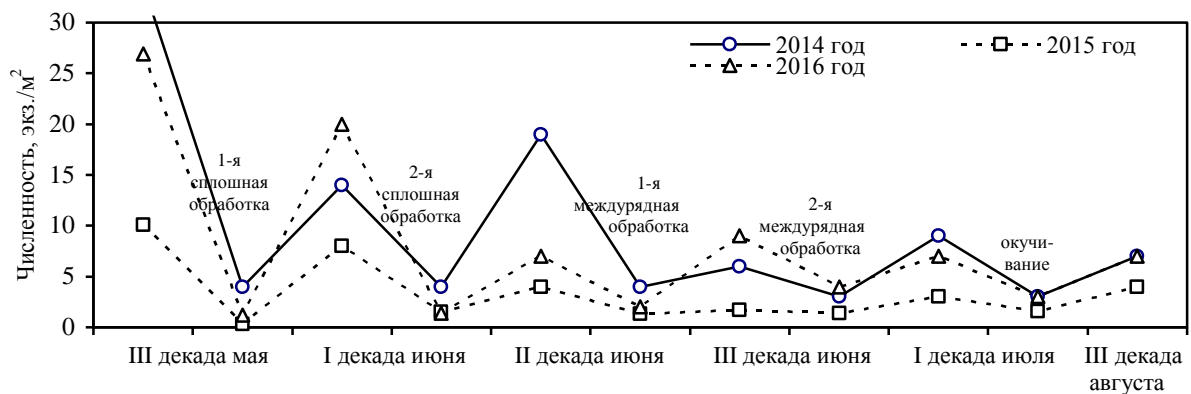


Рисунок 12 – Динамика численности пикульников на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Отличительная особенность фиалки полевой – это ее низкая начальная численность в отдельные годы (2-3 экз./м²) (табл. 17). Однако в отличие от мари белой, пикульников и других малолетних двудольных видов, фиалка полевая проявила повышенную способность к восстановлению численности популяции в период после прекращения проведения междурядных обработок. Так, различие между численностью на 7 день после посадки картофеля и на момент про-

ведения десикации составило всего 7.5%, вследствие роста ее обилия во второй половине вегетации культуры, особенно сильно проявившемся в 2015 г. (рис. 13).

Таблица 17 – Показатели засоренности посадок картофеля фиалкой полевой в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, K _{об}
2012	2	1.6	77.8	1.21
2013	23	15.4	100.0	15.38
2014	3	2.3	96.3	2.23
2015	17	10.9	100.0	10.91
2016	9	6.1	100.0	6.12
2017	31	23.4	100.0	23.42

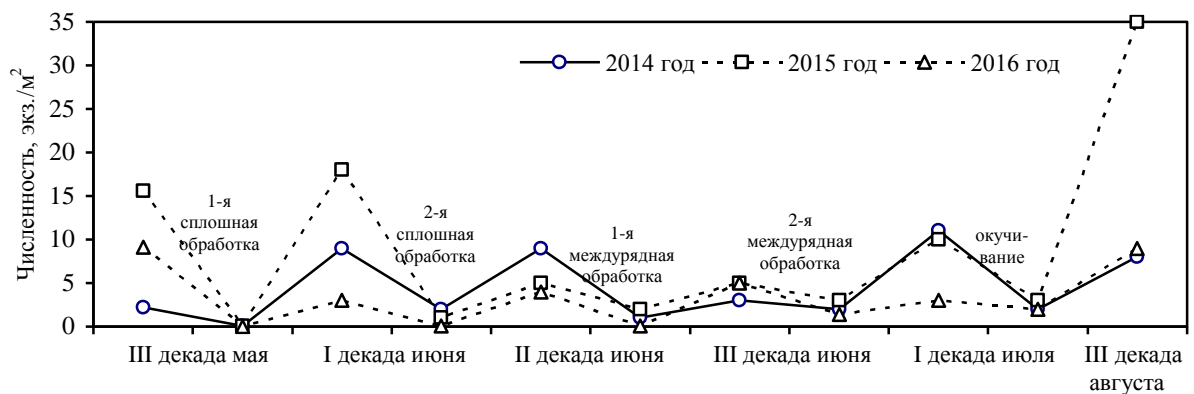


Рисунок 13 – Динамика численности фиалки полевой на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Многолетняя динамика произрастания на картофельных полях дымянки аптечной и редьки дикой позволяет отнести данные виды к группе доминантных сорных видов только в 3-4 года из шести (табл. 18-19). В большинстве лет исследований растения дымянки аптечной за время вегетации картофеля успевали успешно обсемениться и регистрировались на момент десикации в минимальном количестве. Даже в годы сильной засоренности посадок редькой дикой она успешно подавлялась проведением первых механических обработок почвы (рис. 14). Такая же ситуация отмечалась и для дымянки аптечной, но не во все годы исследований (рис. 15).

Таблица 18 – Показатели засоренности посадок картофеля дымянкой аптечной в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, К _{об}
2012	31	21.1	100.0	21.07
2013	1	0.8	66.7	0.55
2014	0.3	0.2	27.8	0.06
2015	11	7.0	98.1	6.86
2016	4	2.9	94.4	2.76
2017	14	10.8	97.2	10.54

Таблица 19 – Показатели засоренности посадок картофеля редькой дикой в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, К _{об}
2012	0.6	0.4	44.4	0.18
2013	0.4	0.3	33.3	0.09
2014	15	11.3	100.0	11.29
2015	15	9.9	100.0	9.86
2016	4	2.6	75.9	1.95
2017	0.5	0.4	22.2	0.08

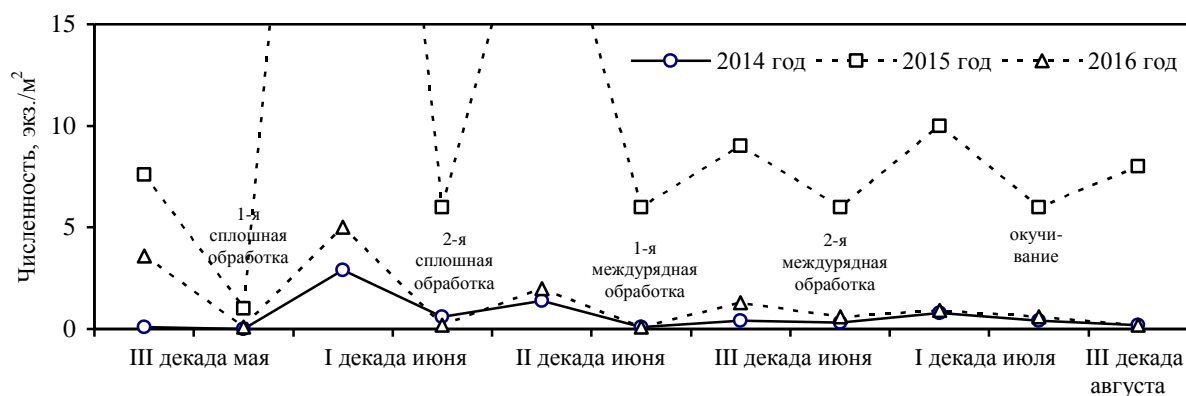


Рисунок 14 – Динамика численности дымянки аптечной на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Замыкающая список группы доминантных видов сорных растений торица полевая отличалась стабильностью своего присутствия в посадках картофеля (табл. 20). В условиях повышенного увлажнения (2016 г.) результативность механических обработок в борьбе с ней заметно снижалась (рис. 16).

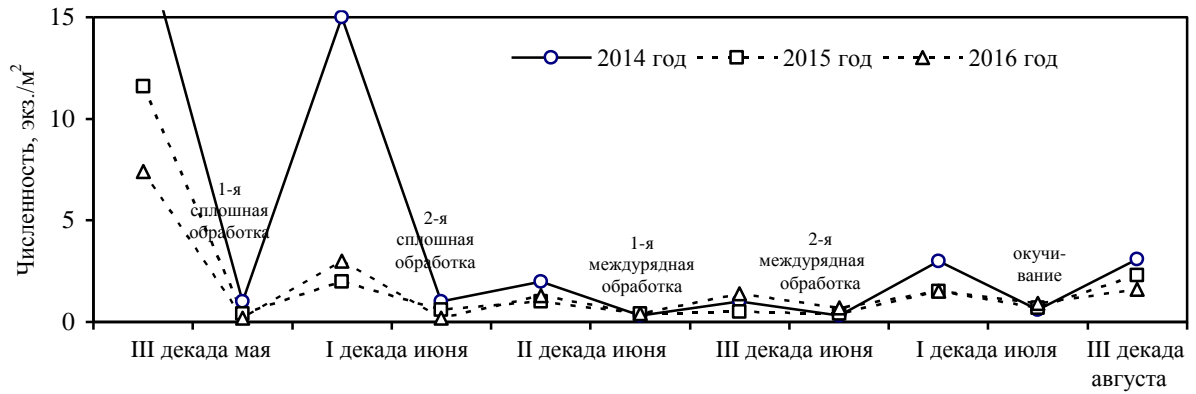


Рисунок 15 – Динамика численности редьки дикой на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Таблица 20 – Показатели засоренности посадок картофеля торницей полевой в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, $K_{об}$
2012	5	3.2	88.9	2.82
2013	5	3.7	88.9	3.27
2014	3	1.9	88.9	1.72
2015	5	3.1	90.7	2.85
2016	7	4.6	96.3	4.42
2017	9	6.6	100.0	6.55

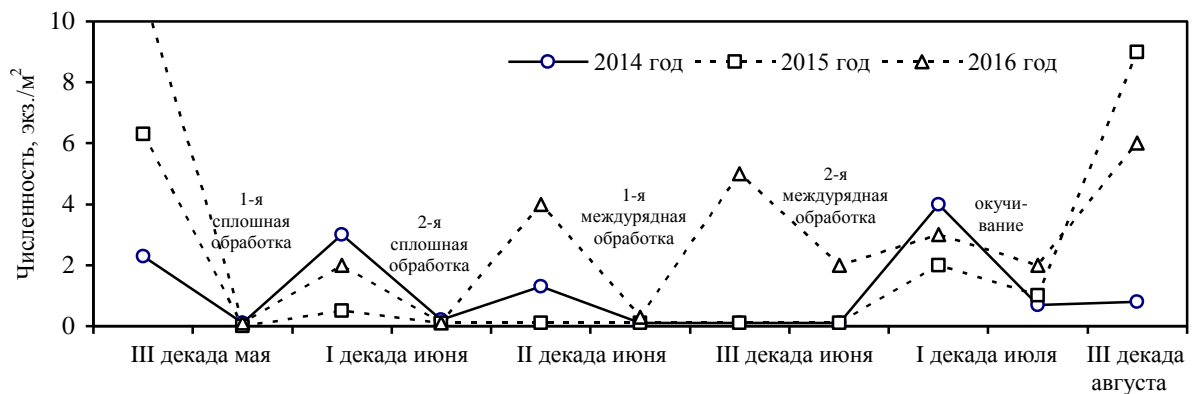


Рисунок 16 – Динамика численности торницы полевой на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

В отдельные годы к массовым видам ($K_{об} > 1$) также относились осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), мать и мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), щавель малый (*Rumex acetosella* L.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), горец разве-

систый (*Persicaria lapathifolia* L.), бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.). В большинстве случаев эти виды составляли группу сорных растений со средним обилием ($K_{об}$ от 0.1 до 1), куда также были отнесены гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A.Love) и клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) (табл. 21). В 2012 году среднего обилия достигали бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.) и чистец болотный (*Stachys palustris* L.), в 2013 г. – звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), в 2013 и 2017 гг. – незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill).

Таблица 21 – Виды сорных растений со средним обилием в посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав (2012-2017 гг.)

Вид	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, $K_{об}$
Бородавник обыкновенный	1.9	1.3	58.5	0.96
Ромашка непахучая	0.8	1.1	41.7	0.86
Горец развесистый	1.6	0.8	38.4	0.62
Гречишка вьюнковая	0.9	0.7	53.9	0.45
Тимофеевка луговая	1.4	0.8	21.8	0.34
Щавель малый	0.4	0.5	23.2	0.33
Клевер луговой	0.4	0.3	21.6	0.11

Большое количество видов составляли группу сорных растений низкого обилия ($K_{об} < 0.1$) и редкой встречаемости в посадках картофеля на момент проведения защитных мероприятий. К таковым было отнесено 33 вида. Это бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), подорожник большой (*Plantago major* L.), полынь обыкновенная (*Aurelium vulgare* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), щавель кислый (*Rumex acetosa* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub), мята полевая (*Mentha arvensis* L.), чистец болотный (*Stachys palustris* L.), борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowsky* Mander), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.), сушеница топяная (*Filaginella uliginosa* (L.) Opiz), виды горошков (*Vicia* spp.), незабудка полевая (*Myosotis*

arvensis (L.) Hill.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), торичник красный (*Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl), ясколка дернистая (*Cerastium holosteoides* Fries), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), вероника полевая (*Veronica arvensis* L.) и плющевидная (*Veronica hederifolia* L.), ситник жабий (*Juncus bufonius* L.), яснотка пурпурная (*Lamium purpureum* L.), скерда кровельная (*Crépis tectorum* L.), кривоцвет полевой (*Licopsis arvensis* L.), кострец безостый (*Bromus inermis* Leys), зубчатка обыкновенная (*Odontites vulgaris* Moench), будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.). При этом среди перечисленных видов последние семь встречались в единичных экземплярах и только в один год из шести лет исследований.

С особенностью предшественника связано большое разнообразие присутствующих в посадках картофеля многолетних двудольных сорных растений. Всего выявлено 20 таких видов. Чаще других встречались осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) и щавель малый (*Rumex acetosella* L.), на отдельных полях в заметном обилии присутствовали мать и мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), чистец болотный (*Stachys palustris* L.). Значительно уступал им по обилию бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess) (табл. 22). Данная группа сорных растений ко времени десикации почти на 50% определяет величину общей фитомассы сегеталов и способна существенно повлиять на итоговое значение массы 1 сорного растения посадок картофеля (табл. 23).

Среднемноголетняя численность осота полевого составляла 2 экз./м² в начале вегетации, в отдельные годы достигая 22 экз./м², и 4 экз./м² перед десикацией (табл. 24). Таким образом, регулярно проводимые механические обработки позволяют довольно эффективно сдерживать рост численности этого вредоносного вида, но только не в условиях избыточного увлажнения (рис. 17). Масса одного растения осота полевого равна 14.0 г, высота – 31.5 см.

Таблица 22 – Наиболее распространенные многолетние двудольные виды сорных растений в посадках картофеля (2012-2017 гг.)

Вид	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, К _{об}
Осот полевой	2.3	3.0	42.1	2.73
Мать-и-мачеха обыкновенная	0.9	1.3	16.4	1.20
Щавель малый	0.4	0.5	23.2	0.33
Чистец болотный	0.1	0.2	12.5	0.07
Бодяк щетинистый	0.1	0.1	7.9	0.03

Таблица 23 – Среднемноголетняя структура засоренности и фитомассы сорного компонента посадок картофеля на момент десикации (2012-2017 гг.)

Вид	Доля в общей численности сорных растений, %	Доля в общей фитомассе сорных растений, %
Осот полевой	1.8	20.2
Мать-и-мачеха обыкновенная	3.4	16.0
Щавель малый	1.2	2.5
Чистец болотный	0.8	2.3
Бодяк щетинистый	0.3	1.9

Таблица 24 – Показатели засоренности посадок картофеля осотом полевым в разные годы

Год	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %	Коэффициент обилия, К _{об}
2012	22	14.5	100.0	14.52
2013	3	1.8	83.3	1.47
2014	0.2	0.2	12.7	0.02
2015	0.4	0.3	24.1	0.06
2016	1.4	1.0	29.6	0.29
2017	0.1	0.1	2.8	0.01

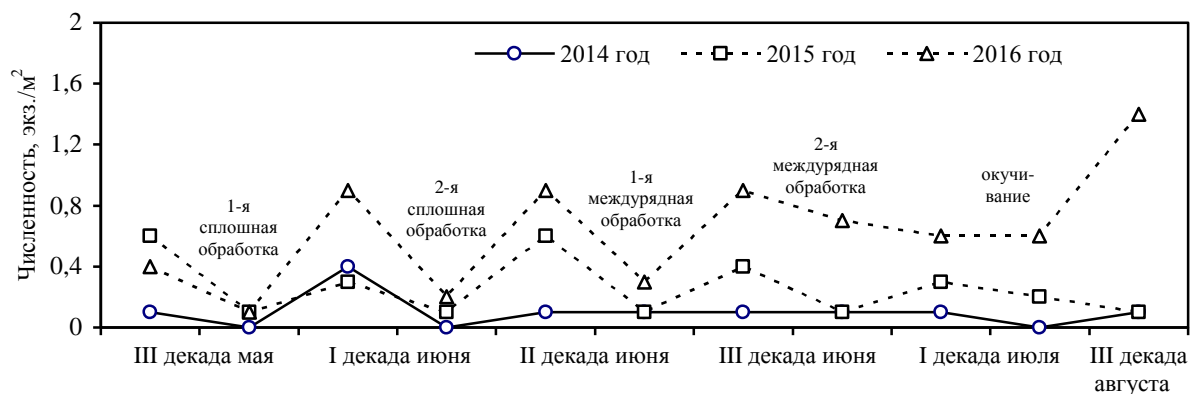


Рисунок 17 – Динамика численности осота полевого на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

Сильно варьируя по годам, численность щавеля малого оказалась максимальной в момент проведения десикации и в отдельных случаях достигала уровня засоренности в 74 экз./м², при среднемноголетнем значении 7 экз./м². Уборочные показатели массы и высоты данного вида – 0.90 г/растение и 9.7 см.

Еще одна отличительная черта изучаемых посадок картофеля – это наличие многолетних трав, которые полностью не удается уничтожить осенней и весенней обработкой почвы. Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) обычно представлена значительно большей численностью, чем клевер луговой (*Trifolium pratense* L.). По нашим данным их среднемноголетняя численность в посадках картофеля составляет 1.4 и 0.4 экз./м² соответственно.

Наблюдения за сезонной динамикой численности сорных растений показали, что в посадках картофеля можно выделить не менее 6 волн появления сорняков. Массовое прорастание сорных растений приходится на начальный период, когда еще отсутствуют всходы картофеля. В это время в массе появляются пырей ползучий, марь белая, пикульники, редька дикая, фиалка полевая, дымянка аптечная. Через 7 дней после посадки картофеля общая численность сорных видов достигает 150 экз./м². После первой сплошной обработки почвы культиватором густота сорного травостоя восстанавливается почти в полном объеме (на 81.4%) в переувлажненных условиях и менее существенно (51.6%) при недостатке атмосферных осадков (рис. 18). После второго такого приема восстановление популяции составило от 44.1 до 88.0%. Происходило оно в основном за счет появления тех же видов, за исключением редьки дикой. После первой междурядной механической обработки прирост численности сорняков составил 88.5% при нормальной погоде и 354.4% в условиях избытка осадков вегетации 2016 года, после второго – в среднем 189.4%. Необходимо также отметить то обстоятельство, что значительная запыреенность картофельного поля, зафиксированная в 2014 году закономерно привела к более высокому уровню общей засоренности во время проведения всего комплекса механических обработок посадок в сравнении с аналогичными периодами 2015 и 2016 годов, в

силу их малой эффективности в борьбе с пыреем ползучим в годы его массового присутствия. В период от окучивания до десикации численность сорного компонента посадок активно пополнялась за счет появления сушеницы топяной (*Filaginella uliginosa* (L.) Opiz), торичника красного (*Spergularia rubra* (L.) J. et C.Presl), вероники полевой (*Veronica arvensis* L.) и плющевидной (*Veronica hederifolia* L.), ясколки дернистой (*Cerastium holosteioidees* Fries). К моменту уборки картофеля они совокупно составляли 38.0% общей засоренности, тогда как группа доминантных двудольных лишь 15.5%. При этом количество сорных растений на единицу площади посадки возрастало в зависимости от условий увлажнения в 2.6-8.6 раза.

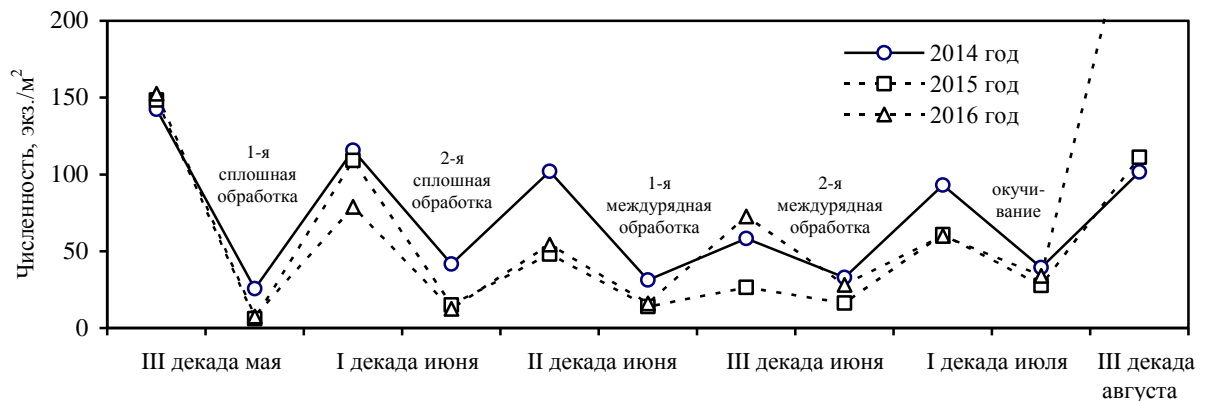


Рисунок 18 – Динамика численности сорных растений на посадках картофеля при 5 механических обработках почвы, предусмотренных технологией возделывания культуры

3.2 Вредители и болезни на посадках картофеля

По нашим наблюдениям, которые в полной мере согласуются с литературными данными по Северо-Западному региону, основными вредителями картофеля являлись жуки щелкуны и колорадский жук. Хорошо известно, что численность личинок жуков щелкунов в почве во многом определяется предшественником картофеля в севообороте. При этом многолетние травы являются самым неудачным вариантом, поскольку здесь в течение нескольких лет происходит значительное нарастание плотности популяции вредителя (Трепашко,

2013). Наши исследования подтверждают данный эффект многолетних трав в севообороте. На протяжении 2012-2017 гг. фиксировалась традиционно высокая для агроэкологического стационара численность личинок жуков щелкунов. Учет, проводимый за 3-5 дней до посадки картофеля, выявлял наличие в среднем 48 лич./м², что почти в 10 раз превышало ЭПВ вредителя на этой культуре, равный 5 экз./м² (Танский, 1988). По данным 2012-2013 гг. поврежденность клубней проволочниками находилась в диапазоне от 27.9% до 36.8%, количество ходов в клубне составляло 2.0-2.1. По результатам почвенных раскопок в пахотном горизонте предназначенных под посадку картофеля было выявлено 6 видов жуков щелкунов, среди которых массовыми являлись *Agriotes obscurus* L. и *Adrastus pallens* F. (табл. 25). Ежегодно на их долю приходилось более 80% обнаруженных в почве личинок. При этом в отдельные годы явное численное преимущество мог иметь какой-то один из этих видов, как, например, *Adrastus pallens* F. в 2015 г. или *Agriotes obscurus* L. – в 2016 г. Характерная для полей агроэкологического стационара ситуация со стабильно высокой численностью вида *Adrastus pallens* F. была выявлена нами впервые и уже опубликована в литературе (Шпанев и др., 2014).

Таблица 25 – Процентное соотношение видов жуков щелкунов в пахотном горизонте посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав

Вид	Год			
	2014	2015	2016	2017
<i>Agriotes obscurus</i> L.	48.2	31.9	58.5	43.4
<i>Agriotes lineatus</i> L.	14.8	0	0	0
<i>Adrastus pallens</i> F.	37.0	67.0	35.8	56.6
<i>Hemicrepidius niger</i> L.	0	1.1	1.6	0
<i>Athous subfuscus</i> Müll.	0	0	3.3	0
<i>Cidnopus aeruginosus</i> Ol.	0	0	0.8	0

Нашими исследованиями определены сезонные изменения численности личинок жуков щелкунов на посадках картофеля. Так, по обобщенным данным 2012-2013 гг. в середине вегетации картофеля наблюдалось снижение плотно-

сти нахождения личинок жуков щелкунов в посадках, которое связано с активным отрождением в этот период жуков вида *Adrastus pallens* F., имеющих двухгодичный цикл развития (рис. 19).

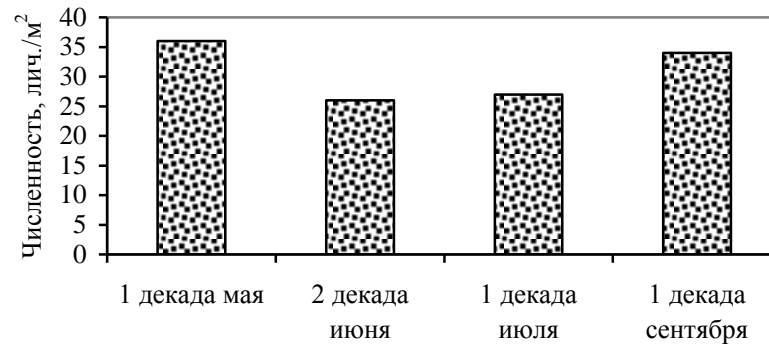


Рисунок 19 – Динамика численности личинок жуков щелкунов в пахотном горизонте посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав (2012-2013 гг.)

Колорадский жук представляет реальную опасность для картофеля только в годы массового размножения и на выборочных посадках культуры. Заселенность растений личинками колорадского жука в фазу цветения картофеля в 2012 году составила 1.2% со средним количеством 8 лич./растение. По краям поля заселенность растений личинками колорадского жука была намного выше, и чаще можно было констатировать сильную поврежденность листового аппарата. На момент проведения десикации (22 августа) питающиеся личинки колорадского жука по-прежнему выявлялись на растениях. Тогда же в массе присутствовали отродившиеся жуки нового поколения. В условиях 2013 года присутствия данного вредителя в посадках картофеля не наблюдалось. Таким образом, ЭПВ вредителя, равный 10% заселенных растений и более 10 лич./растение, не был превышен. Ввиду малочисленности присутствия колорадского жука и его личинок проведения специальных защитных мероприятий по защите посадок картофеля от данного вредителя не требовалось.

Из других вредителей ежегодно отмечались следы повреждений клубней картофеля подгрызающими совками и мышевидными грызунами (табл. 26). При анализе урожая первых насчитывалось менее 10%, вторых – менее 1%.

Таблица 26 – Характеристика вредителей и болезней на посадках картофеля опытных полей (Агроэкологический стационар МФ АФИ, 2012-2013 гг.)

Вредители, болезни	2012	2013
Жуки шелкуны (личинки)		
-численность, экз./м ²	25	44
-поврежденность клубней, %	27.9	36.8
-интенсивность повреждения, кол-во ходов	2.1	2.0
Колорадский жук (личинки)		
-заселенность растений в фазу цветения, %	1.2	0.0
-плотность заселения, лич./растение	8.0	0.0
Подгрызающие совки (личинки)		
-поврежденность клубней, %	7.2	6.7
-интенсивность повреждения, %	12.2	21.0
-общая степень повреждения, %	0.6	0.9
Мышевидные грызуны		
-поврежденность клубней, %	0.5	0
-интенсивность повреждения, %	30.3	-
-общая степень повреждения, %	0.1	0
Фитофтороз		
-пораженность растений, %	100	100
-интенсивность поражения, %	51.7	85.0
-развитие, %	51.7	85.0
-пораженность клубней, %	13.8	22.0
-интенсивность поражения, %	26.2	35.2
-развитие, %	2.1	5.4
Ризоктониоз		
-пораженность растений, %	2.7	0
-пораженность клубней, %	43.8	19.1
-развитие, %	5.8	1.9
Обыкновенная парша		
-пораженность клубней, %	0.1	0.1
-интенсивность поражения, %	5.0	5.0
-развитие, %	0.1	0.1
Мокрая гниль		
-пораженность клубней, %	2.3	0

Наиболее вредоносным заболеванием картофеля в регионе наших исследований является фитофтороз. При эпифитотийном развитии болезни, часто наблюдаемом в условиях Ленинградской области, потери могут превышать

50% потенциального урожая картофеля (Патрикеева, Чингарева, 2005). Степень проявления фитофтороза на посадках картофеля преимущественно определяется характером погодных условий, сложившихся в период вегетации культуры (Шпанев, Смук, 2015). Благоприятными условиями принято считать наличие обильных осадков, умеренных среднесуточных температур, продолжительных и интенсивных рос.

В 2012 году обильные осадки (287% от среднегодовой нормы за первую декаду августа) и часто повторяющиеся продолжительные росы, наблюдаемые с самого начала августа способствовали умеренному поражению растений картофеля фитофторозом. Развитие болезни на листьях составило 52%, доля пораженных клубней в уборном урожае – 13.8%.

В 2013 г. сложились еще более благоприятные условия для сильного поражения картофеля фитофторозом. Превышение среднегодовых значений по уровню суммы активных температур за период вегетации картофеля составило 18%, по количеству осадков – 67%. В августе практически ежедневно наблюдались обильные и длительные росы. Особенно сильно пострадали поздние посадки картофеля, на которых фитофтороз проявился раньше, чем началось смыкание растений в рядах. В итоге, в цветение картофеля большинство листьев уже имели симптомы поражения (рис. 20). В период формирования клубней поражено было 75% листовой поверхности. На момент проведения десикации наблюдалось полное отмирание ботвы, вследствие длительной и очень активной деятельности фитопатогена. Такая степень поражения соответствовала самому высокому баллу, развитие болезни составило 85%. Пораженность клубней фитофторозом достигла 22%. Столь сильное поражение фитофторозом явилось основной причиной низкой урожайности картофеля, которая на поздних посадках, где отсутствовали защитные мероприятия против болезни, оказалась равной всего 50 ц/га.

Ризоктониоз – второе по значимости заболевание фиксируемое в нашем опыте. Высокие показатели развития болезни в последние годы во многом

определялось большой зараженностью семенного материала. Фитоэкспертиза клубней перед посадкой ежегодно выявляла не менее 50% с признаками поражения болезнью. Гибель растений от ризоктониоза на начальных этапах развития культуры находилась в пределах 3%. Симптомы поражения, характерные для данного заболевания, выявлялись в 2012 г. на 43.8% клубней, в 2013 г. из-за поздней посадки и ускоренного начального развития культуры – на 19.1% клубней.

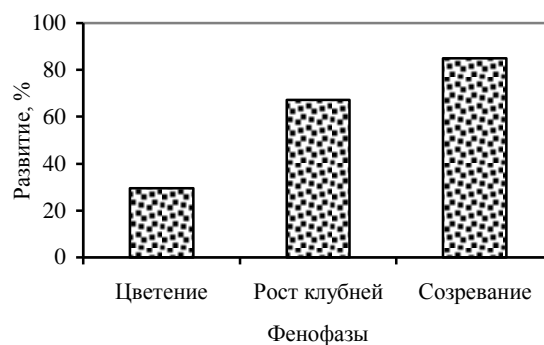


Рисунок 20 – Динамика поражения растений картофеля фитофторозом в годы его эпифитотийного развития

Распространение обыкновенной парши на картофеле в регионе очень неравномерно. Оно определяется типом почв, агрофоном, насыщенностью севооборота картофелем, предшественником, технологией возделывания культуры. Изменчивость проявления болезни по годам связана с погодными условиями. Отсутствие длительных засушливых периодов за время вегетации картофеля в 2012-2013 гг. предопределили крайне малую величину пораженности клубней обыкновенной паршой – 0.1% от общего количества клубней.

В отличие от обыкновенной парши, обильное выпадение осадков в предуборочный период 2012 г. способствовало проявлению мокрой гнили на клубнях картофеля. Признаки данного заболевания были выявлены на 2.3% клубней, тогда как в 2013 г. наличие данного фитопатогена в урожае картофеля не зафиксировано.

Таким образом, при возделывании картофеля по пласту многолетних трав формируется сложный тип и сильная степень засоренности, в том числе многолетними однодольными и двудольными видами. И происходит это на самых начальных этапах функционирования картофельного агробиоценоза, задолго до появления всходов культурных растений. Это делает обоснованным включение в систему защитных мероприятий на посадках картофеля, размещенных после многолетних трав, применение гербицидов, в том числе глифосатсодержащих препаратов с широким спектром действия. Наличие нескольких волн появления сорных растений указывает на необходимость неоднократного проведения защитных мероприятий.

Проявление напряженной фитосанитарной обстановки на посадках картофеля по данному предшественнику выражается сильным повреждением клубней личинками жуков щелкунов. Сильное поражение клубней картофеля ризоктониозом в большей степени связано с зараженностью семенного материала, эпифитотийное развитие фитофтороза – с благоприятными погодными условиями. Система защитных мероприятий должна включать обязательную обработку клубней инсекто-фунгицидными препаратами, вегетирующих растений – фунгицидами.

Глава 4. ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ

Одним из самых перспективных направлений в фитосанитарном мониторинге является дистанционный, основанный на использовании летательных аппаратов при сборе данных и современного программного обеспечения для их цифровой обработки. При этом более оперативной, независимой от облачности и с гораздо более высокой разрешающей способностью является съёмка беспилотными летательными аппаратами (Манылов, 2012). В качестве недостатков следует упомянуть не очень высокую производительность, ограниченную техническими характеристиками БПЛА, и значительную зависимость от погодных условий, в первую очередь силы ветра.

4.1 Пространственная структура засоренности посадок картофеля

Неравномерность пространственного распространения сорной растительности на полях хорошо известное явление, которому, впрочем, уделяется мало внимания в отечественной науке и производстве. Между тем, известно, что сорные растения реагируют на вид и тип почвы, обеспеченность влагой и питательными веществами, содержание гумуса, кислотность (Синягин, 1966; Рогожникова, Шпанев, 2014; Mortensen et al., 1992; Nordmeyer, Niemann, 1992; Wartenberg, 1995; Pluschkel, Pallutt, 1996; Hurle, 1998). Кроме того, на распространение сорных растений на поле оказывает влияние неравномерное внесение органических и минеральных удобрений, неравномерная глубина обработки почвы, неравномерность высева культур (Humer, 1988; Grigo, 1989; Biller, 1994; Wartenberg, 1996).

В ходе проведения исследований нами также была предпринята попытка оценить пространственную структуру засоренности посадок картофеля. Для этого имелись детальные учеты засоренности полей 0.6 га, из расчета размещения на каждом из них на равном удалении друг от друга 54 постоянных площа-

док. Таким образом, поле виртуально делилось на 54 квадрата размером 10×10 м. В таблицах 27-28 приведены средние, максимальные и минимальные значения численности отдельных видов и групп сорных растений, а также коэффициенты вариации и агрегации для каждого из полей периода исследований 2014-2016 гг. Высокие коэффициенты вариации указывают на сильную степень варьирования в размещении сорных растений на полях. Коэффициенты вариации для пырея ползучего по годам составляли 70.4-106.1, мари белой – 51.9-101.7, пикульников – 81.4-90.4, фиалки полевой – 43.2-75.0. В целом для многолетних сорных растений, особенно двудольных, оказалась характерна более выраженная пространственная неоднородность в структуре засоренности посадок картофеля. Согласно значениям коэффициентов агрегации, превышающим 1, все виды сорных растений имели агрегированное (сгущенное, пятнистое, контактное) размещение на полях. Ближе всего к случайному размещению оказались фиалка полевая, в один год из трех – дымянка аптечная и торица полевая.

Таблица 27 – Пространственная структура размещения биологических групп сорных растений в посадках картофеля (2014-2016 гг.)

Вид	Год	Густота, экз./м ²			Коэффициент вариации, $K_{\text{вар}}$	Коэффициент агрегации, $K_{\text{агр}}$
		сред.	мин	макс		
Всего сорняков	2014	134	27	228	30.1	17.0
	2015	153	49	339	49.3	52.0
	2016	143	66	274	32.5	21.2
Малолетние двудольные	2014	86	22	194	45.3	24.6
	2015	133	33	329	57.8	62.5
	2016	114	34	227	38.8	24.1
Многолетние двудольные	2014	2	0	8	109.5	2.6
	2015	1	0	4	171.4	2.0
	2016	2	0	19	200.0	10.7
Многолетние злаковые	2014	47	3	120	63.3	26.2
	2015	19	1	95	103.0	28.6
	2016	27	4	91	69.6	18.4

Таблица 28 – Пространственная структура размещения доминантных видов сорных растений в посадках картофеля (2014-2016 гг.)

Вид	Год	Густота, экз./м ²			Коэффициент вариации, K _{вар}	Коэффициент агрегации, K _{аг}
		сред.	мин	макс		
Марь белая	2014	38	1	96	65.5	22.6
	2015	67	0	239	101.7	97.1
	2016	60	14	160	51.9	22.7
Пырей ползучий	2014	42	2	120	70.4	29.3
	2015	19	0	94	106.1	29.6
	2016	27	3	91	70.9	19.0
Пикульники	2014	24	1	119	85.6	25.0
	2015	9	0	37	81.4	8.5
	2016	27	3	96	90.4	30.6
Фиалка полевая	2014	3	0	11	75.0	2.4
	2015	17	2	37	43.2	4.3
	2016	9	2	21	49.6	3.0
Дымянка аптечная	2014	0.3	0	3	200.0	1.8
	2015	10.7	0	29	76.7	8.9
	2016	4.2	0	28	108.5	6.9
Редька дикая	2014	15	1	52	93.4	18.4
	2015	15	1	57	74.4	11.7
	2016	4	0	51	223.1	25.8
Торица полевая	2014	3	0	9	78.4	2.3
	2015	5	0	21	101.5	6.9
	2016	7	0	43	123.9	14.1

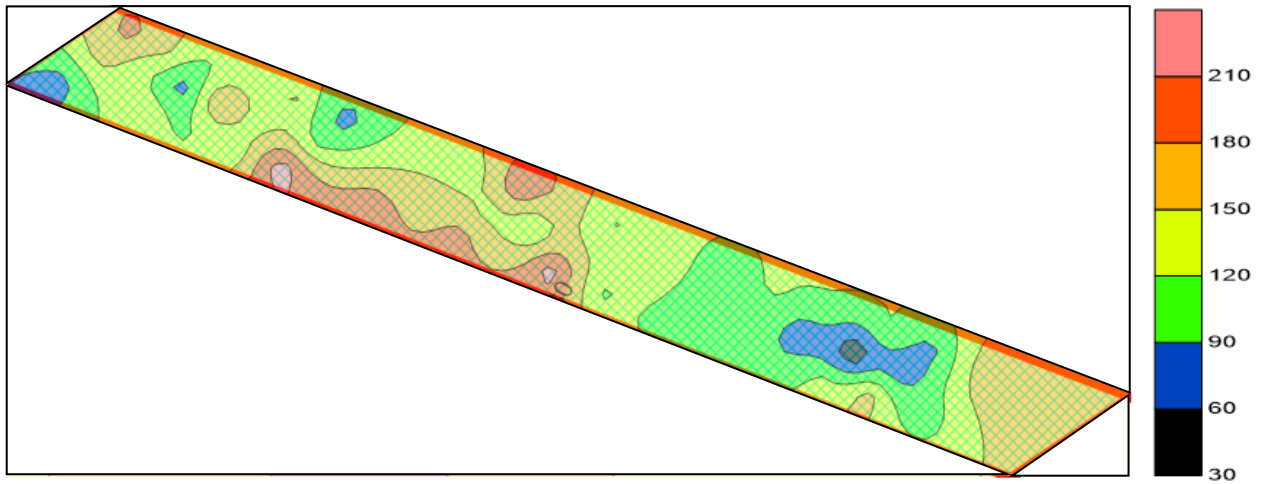
Выявленная на основе коэффициентов варьирования и агрегации пространственная неравномерность засоренности посадок картофеля во многом была обусловлена различием в удобренности внутри каждого из полей, созданной нами согласно схеме опыта. Однако сильное варьирование показателя численности доминантных видов сорных растений наблюдалось и в пределах отдельных уровней удобренности (табл. 29). Это фиксировалось на протяжении всех трех лет детального изучения пространственной структуры засоренности посадок картофеля, что указывает на типичность выявленной ситуации, востребованность и целесообразность дифференцированного подхода при проведении гербицидных обработок.

Таблица 29 – Пространственная структура размещения доминантных видов сорных растений в посадках картофеля с учетом фона минерального питания (2014-2016 гг.)

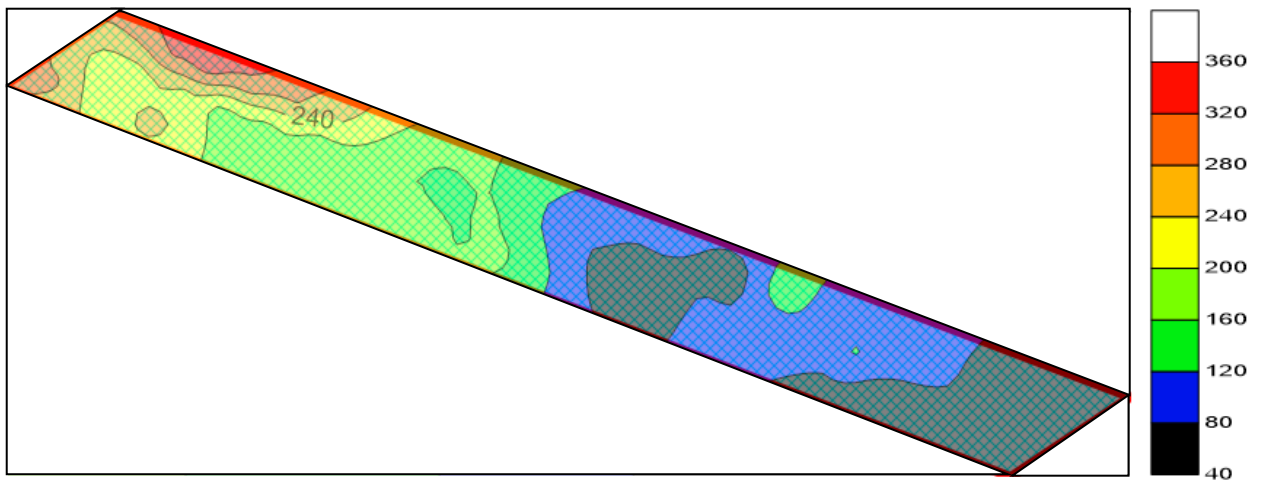
Вид	МУ	2014 г.		2015 г.		2016 г.	
		К _{вар}	К _{агр}	К _{вар}	К _{агр}	К _{вар}	К _{агр}
Марь белая	N ₀ P ₀ K ₀	96.1	19.2	65.6	2.7	62.1	18.3
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	46.9	15.3	65.1	27.2	31.8	10.6
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	37.0	9.2	25.6	13.9	42.7	18.4
Пырей ползучий	N ₀ P ₀ K ₀	65.2	29.6	113.7	43.4	52.3	8.4
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	68.2	18.7	80.4	17.5	86.4	29.8
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	66.8	30.0	105.5	20.2	62.5	16.7
Пикульники	N ₀ P ₀ K ₀	44.9	2.0	74.0	2.7	75.7	7.8
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	60.7	21.1	56.8	4.7	53.3	18.0
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	43.2	6.5	64.2	7.8	90.1	28.7
Фиалка полевая	N ₀ P ₀ K ₀	83.3	2.5	42.3	3.4	54.7	4.1
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	52.3	1.8	29.0	2.6	32.3	1.4
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	74.2	1.8	47.1	4.6	56.1	3.1
Дымянка аптечная	N ₀ P ₀ K ₀	200.0	1.0	84.7	9.9	106.7	10.1
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	166.7	1.8	80.9	9.3	68.5	2.6
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	133.3	1.2	68.2	8.1	76.5	2.0
Редька дикая	N ₀ P ₀ K ₀	63.4	12.7	27.2	1.8	100.0	5.0
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	79.0	16.0	54.5	5.7	202.2	37.9
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	66.7	2.7	120.7	29.6	176.9	4.2
Торица полевая	N ₀ P ₀ K ₀	96.3	2.4	49.6	3.4	93.7	14.0
	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	46.6	1.3	103.7	3.0	118.3	11.5
	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	85.2	2.0	70.3	1.8	69.4	1.7

Графическое представление пространственной неоднородности засоренности посадок картофеля, полученное с помощью программы АФИ ГИС, можно видеть на рисунке 21.

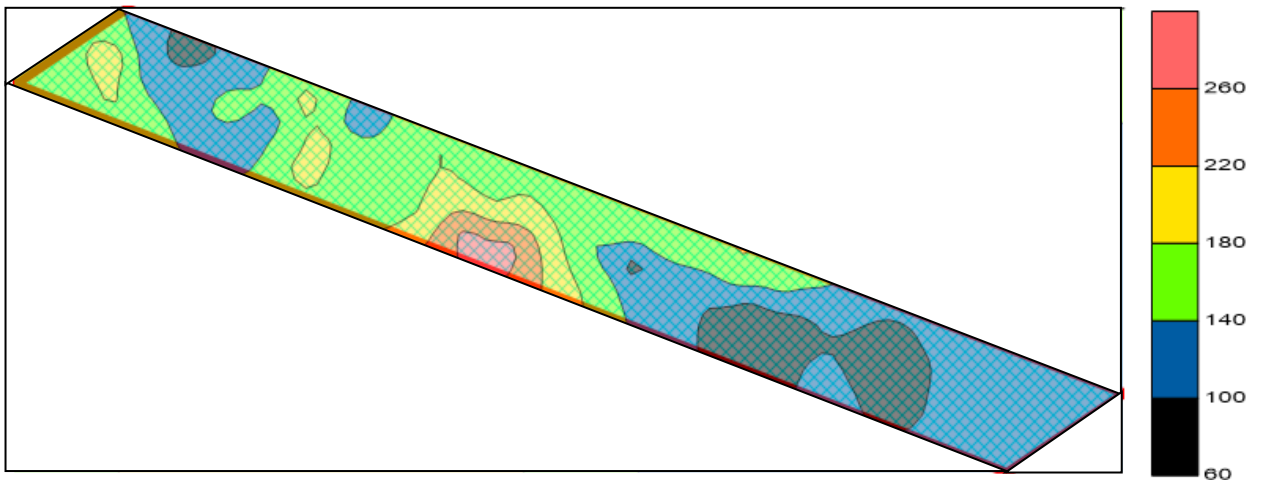
Общая засоренность, 2014 г.



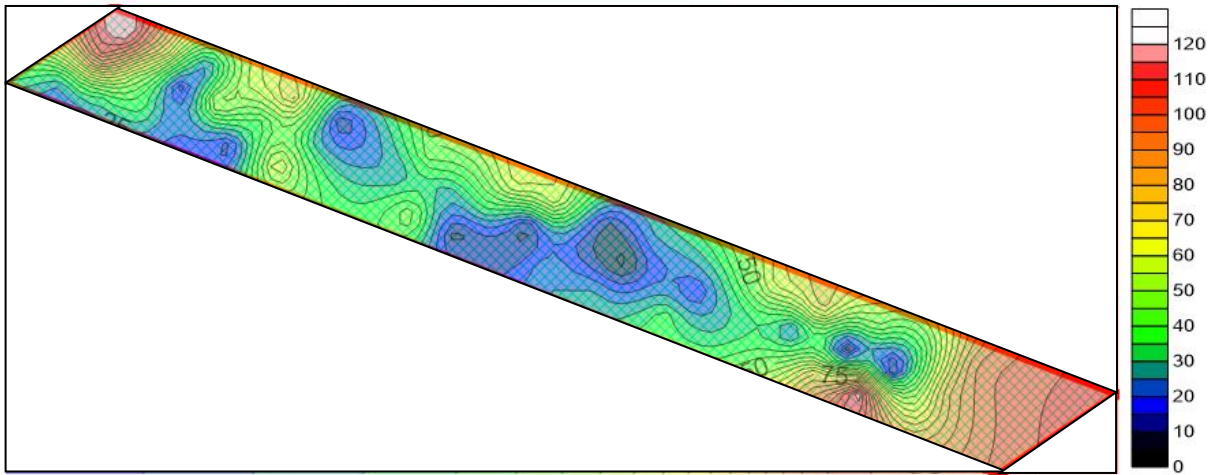
Общая засоренность, 2015 г.



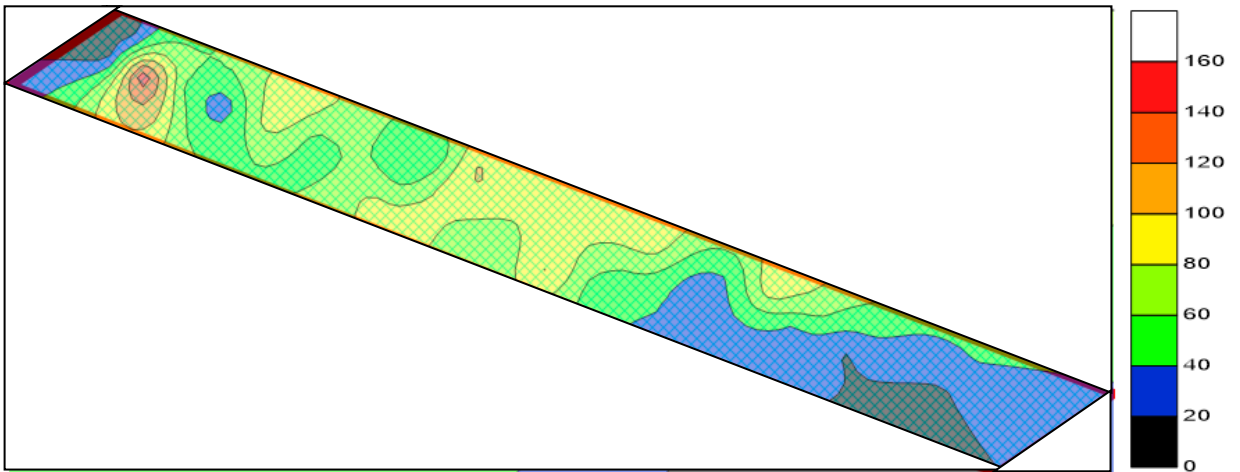
Общая засоренность, 2016 г.



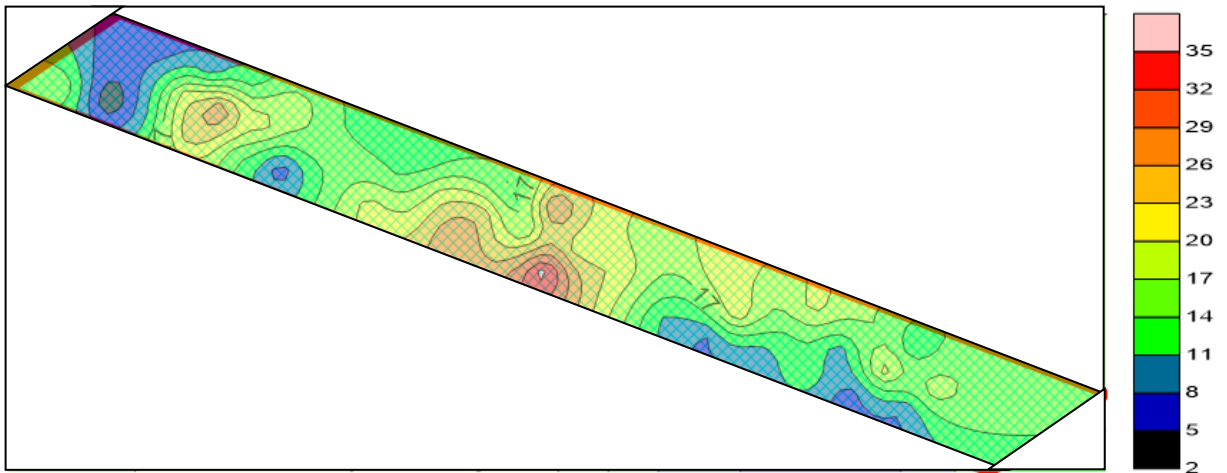
Пырей ползучий, 2014 г.



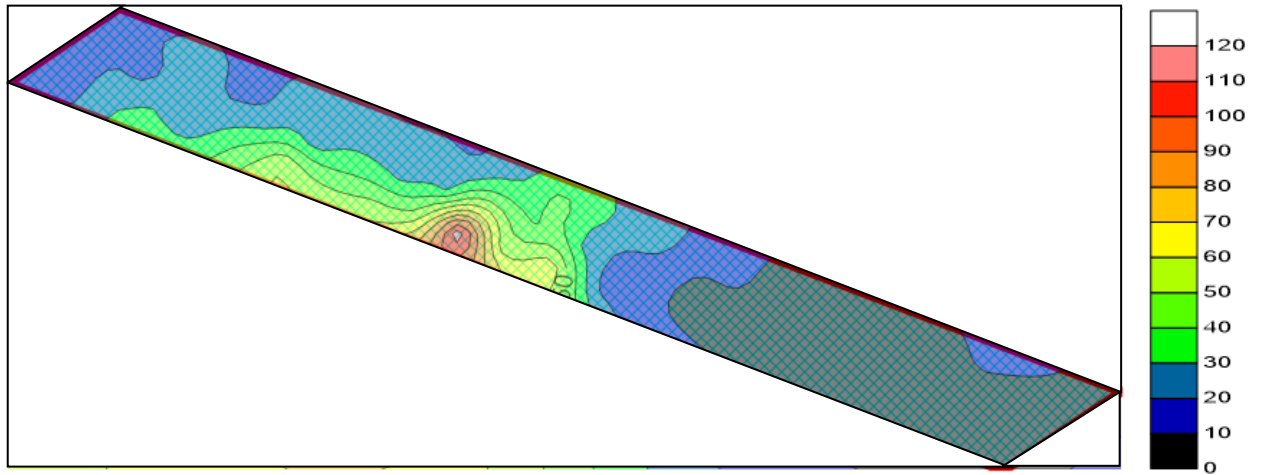
Марь белая, 2016 г.



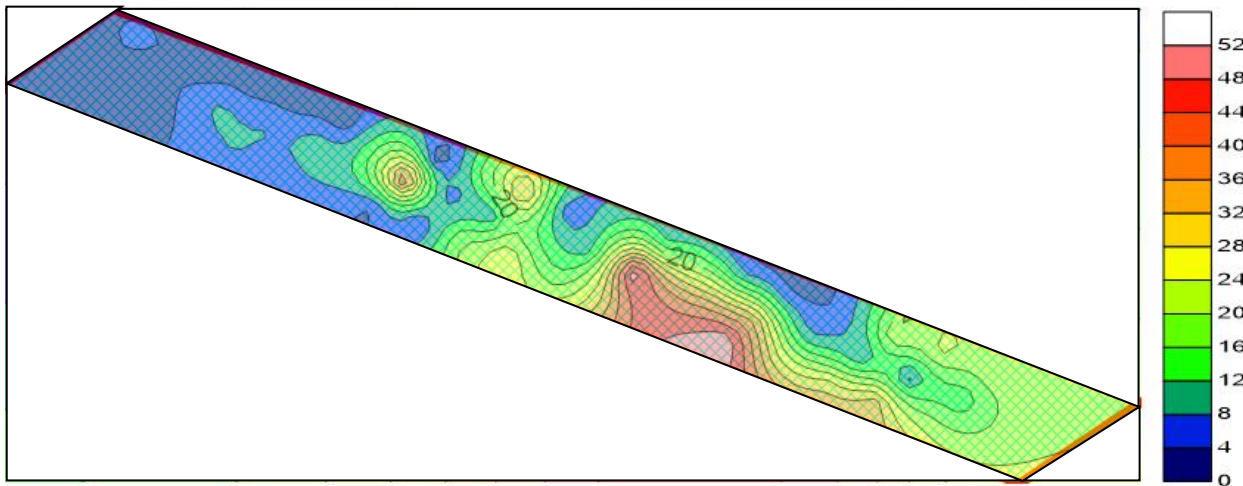
Фиалка полевая, 2015 г.



Пикульники, 2014 г.



Редька, 2014 г.



Торица, 2016 г.

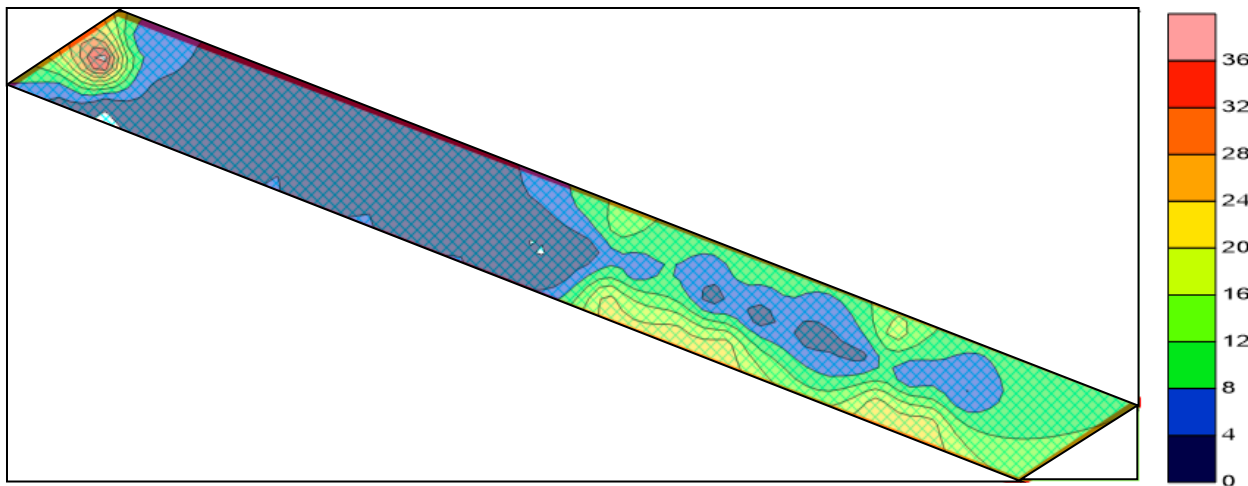


Рисунок 21 – Контурные карты пространственного размещения сорных растений в посадках картофеля, составленные в программе АФИ ГИС

4.2 Возможности дистанционного мониторинга засоренности посадок картофеля

Дистанционное определение засоренности посадок картофеля основывается на использовании вегетационных индексов, которые характеризуют состояние и тип произрастающей растительности. В спектральной оценке посевов с.-х. культур широкое применение получил индекс NDVI, который надежно определяет биомассу вегетирующей растительности.

Результаты работы с прибором GreenSeeker указывают на определенные перспективы использования индекса NDVI при оценке засоренности посадок картофеля. Так, нами была выявлена положительная связь между засоренностью посадок картофеля и величиной вегетационного индекса NDVI (табл. 30). Это объясняется тем, что данный индекс дает количественную характеристику фотосинтетически активной биомассы, которая состоит как из культурных, так и сорных растений. Коэффициент корреляции между численностью сорняков на постоянных учетных площадках и значением индекса оказались равны 0.54* и 0.31 для 17 и 23 июня в 2016 г., 0.67* и 0.82* – для 15 и 26 июня в 2017 г. При этом в первый учет наиболее тесная связь фиксировалась для индекса NDVI и плотности нахождения в посадках картофеля многолетних злаковых сорных растений, которые преобладали над остальными видами ($r = 0.51-0.77^*$). После массового появления однолетних двудольных сорняков, вегетационный индекс сильнее стал коррелировать и с их численностью тоже ($r = 0.27$). Фактические значения индекса NDVI на посадках картофеля в 2016 г. изменялись в пределах 0.19-0.28 – 17 июня и 0.26-0.46 – 23 июня, в 2017 г. – 0.16-0.19 – 15 июня и 0.17-0.23 – 26 июня. По мере роста и развития картофеля сила связи между засоренностью и индексом NDVI ослабевала. При учете 10 июля, когда растения картофеля достигали высоты 5-10 см, коэффициент корреляции оказался равен 0.17, а перед окучиванием (24 июля) – 0.37. В послевсходовый период по-прежнему наблюдалась тесная связь между засоренностью посадок пыреем ползучим и индексом NDVI ($r = 0.71^*$).

Таблица 30 – Спектральная характеристика засоренности посадок картофеля

Год	Дата	Густота сорных растений, экз./м ²	NDVI	Коэффициент корреляции
2016	17 июня	31-162	0.19-0.28	0.54*
	23 июня	71-201	0.26-0.46	0.31
2017	15 июня	76-188	0.16-0.19	0.67*
	26 июня	12-100	0.17-0.23	0.82*

Из данных 2017 г. следует, что в довсходовый период слабозасоренные посадки (до 50 экз./м²) имеют значения индекса равное 0.16-0.20, средnezасоренные (51-150 экз./м²) – 0.21-0.25. В этот же период сильно запыреенные (200-500 растений/м²) участки на поле картофеля имели значение индекса NDVI 0.27-0.38. Это предполагает, что пространственная неоднородность засоренности посадок картофеля может выявляться с помощью индекса NDVI и не только наземным, но и дистанционным способом.

При возделывании картофеля по пласту многолетних трав выделяются два периода, которые приурочены к проведению гербицидных обработок и имеют ключевое значение для определения пространственной структуры засоренности посадок с помощью дистанционных методов мониторинга.

Первый период приходится за 3-5 дней до появления всходов картофеля, когда регламентами предусмотрено применение глифосатсодержащих гербицидов по вегетирующим сорным растениям. С одной стороны, дистанционное выявление сорной растительности в этот период упрощается отсутствием культурных растений, с другой стороны, оно трудно осуществимо по отношению к малолетним видам, которые находятся на самых начальных стадиях развития и имеют плохо развитую вегетативную массу. Другими словами, цифровая аппаратура не во всех случаях способна уловить их присутствие на поле, что, например, удалось сделать нам только в 2013 г., когда на одной половине поля не проводилась первая сплошная довсходовая обработка почвенными орудиями и ко времени проведения гербицидной обработки сорные растения в значительной степени покрывали поверхность почвы. Визуально это ситуация хорошо

просматривалась на снимке в инфракрасном диапазоне спектра и плохо – в видимом (рис. 22). Дешифровка аэрофотоснимков, проведенная нами с помощью создания эталонов в программе ERDAS IMAGINE, позволила четко диагностировать сильно и слабозасоренные части поля, имеющие соответствующие отличия в спектральных характеристиках. Так, у слабозасоренного участка фиксировались более высокие значения во всех каналах видимой части спектра, что обеспечивало ему более насыщенный темный фон.

В тоже время дистанционная оценка оказывается состоятельна по отношению к многолетним сорным растениям, особенно пырею ползучему, которые на момент проведения обработки гербицидами сплошного действия имеют значительную надземную массу. Это подтверждают приведенные выше данные по наземному спектрометрированию сильнозасоренных пыреем ползучим участков на поле картофеля. Неравномерность пространственного распространения осота полевого по полю картофеля в 2012 г., выявленная с помощью программы ERDAS IMAGINE путем обработки снимков с беспилотного летательного аппарата, сделанных за 3-5 суток до появления всходов культуры, представлена на рисунке. Засоренные участки характеризовались значительно более низкими показателями красного и голубого спектров цвета (рис. 23).

Таким образом, в довсходовый период имеется реальная возможность дистанционного обнаружения участков массового присутствия многолетних сорных растений и дифференцированного внесения глифосатов с учетом фактического их распространения по площади поля.

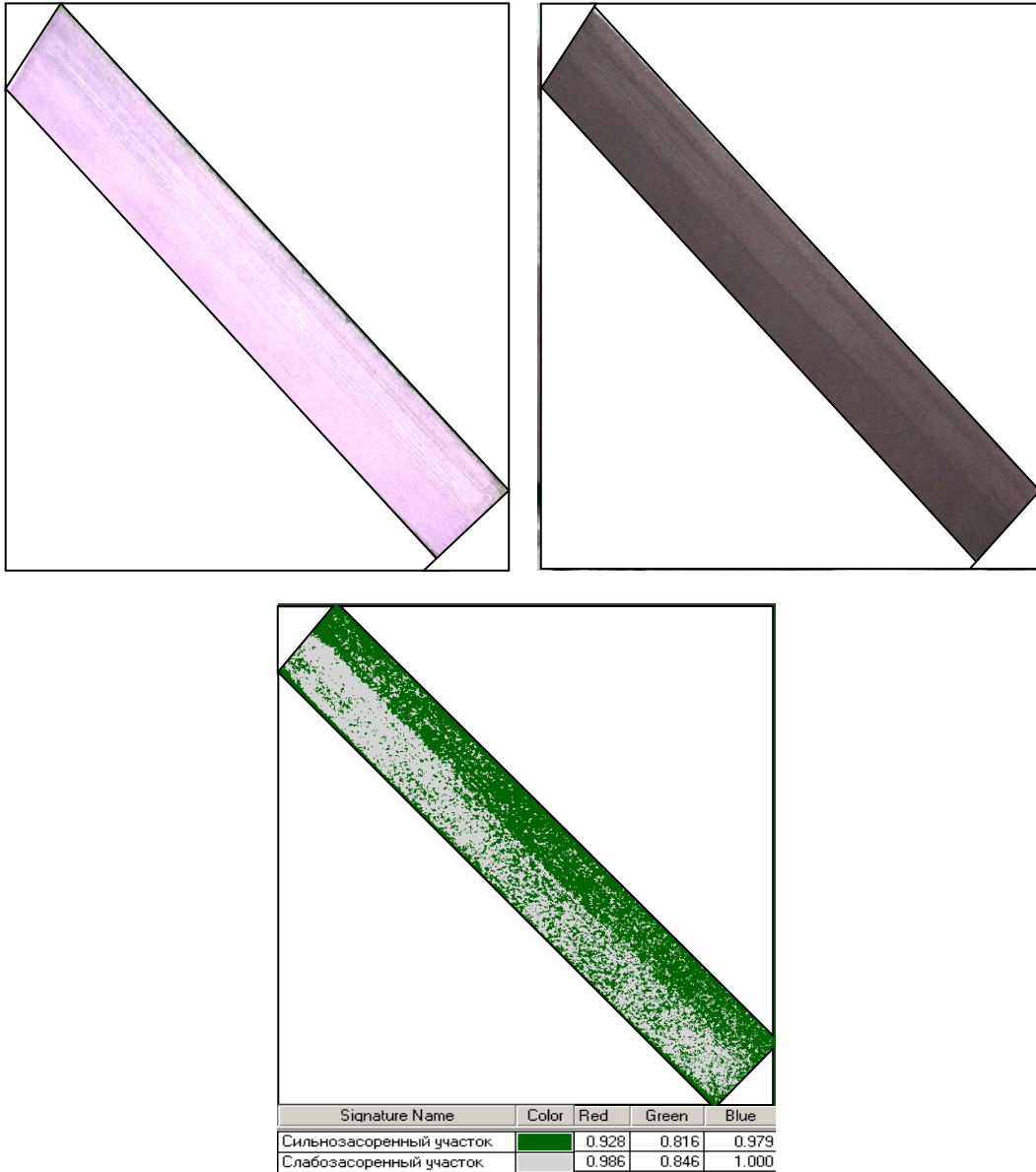


Рисунок 22 – Распознавание сильнозасоренных участков в посадках картофеля в довсходовый период с помощью созданных эталонов в программе ERDAS IMAGINE (слева – снимок в видимом диапазоне спектра, справа – в инфракрасном, снизу – после дешифровки)

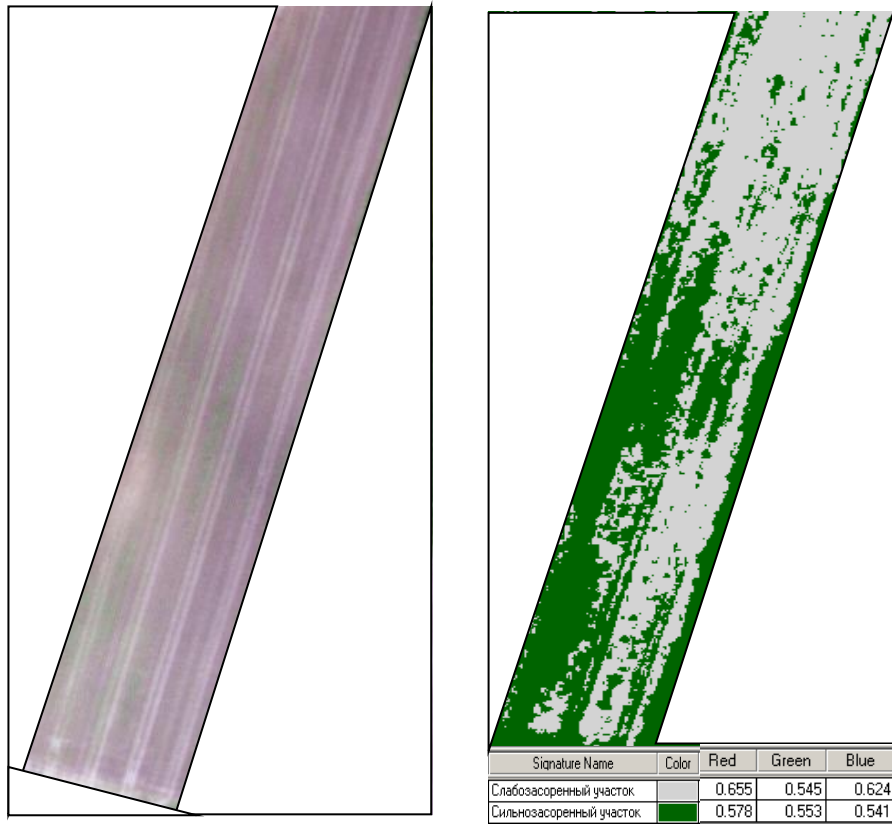


Рисунок 23 – Распознавание сильнозасоренных многолетними видами участков в посадках картофеля в довсходовый период с помощью созданных эталонов в программе ERDAS IMAGINE
(слева – снимок в видимом диапазоне спектра, справа – после дешифровки)

Второй период применения гербицидов в нашем опыте приурочен к высоте растений картофеля 10-15 см. Наличие культурных растений в посадках затрудняет дешифровку засоренности с помощью вегетационного индекса NDVI и требует разработки узкозональных индексов, которые основаны на спектральных особенностях сорной растительности. При этом разные виды сорных растений имеют свой спектр отражения листовой поверхности. Большинство из них достоверно имели более низкие по сравнению с растениями картофеля значения трех основных спектров цвета (табл. 31). Спектральный анализ состоял из более чем 100 замеров для листовой поверхности культурных и сорных растений, проводившихся по фотоснимкам 2017 года в программе ERDAS IMAGINE.

Таблица 31 – Спектральная характеристика сорных растений и картофеля при обследовании посадок на засоренность при высоте культуры 10-15 см

Растения	Каналы		
	R	G	B
Картофель	0.601	0.773	0.511
Марь белая	0.523	0.709	0.489
Пырей ползучий	0.611	0.776	0.557
Пикульники	0.554	0.732	0.504
Фиалка полевая	0.567	0.723	0.546
Клевер красный	0.569	0.758	0.497
Пастушья сумка	0.616	0.800	0.597
Бородавник обыкновенный	0.564	0.737	0.370
<i>HCP₀₅</i>	<i>0.020</i>	<i>0.014</i>	<i>0.014</i>

Определенный результат по выявлению засоренности в этот период удалось получить при анализе аэрофотоснимка, сделанного в этот период в 2014 году, когда на поле образовался участок, необработанный гербицидом Титус (рис. 24). Спектральная характеристика этого участка, полученная в программе QGIS, была представлена значениями каналов R, G, B, равными 0.119, 0.127, 0.817, вегетационным индексом NDVI – 0.16. Часть поля, обработанная герби-

цидом, имела более высокие показатели в красном (0.132) и голубом (0.972) спектрах цвета, но меньшее значение индекса NDVI (0.09).

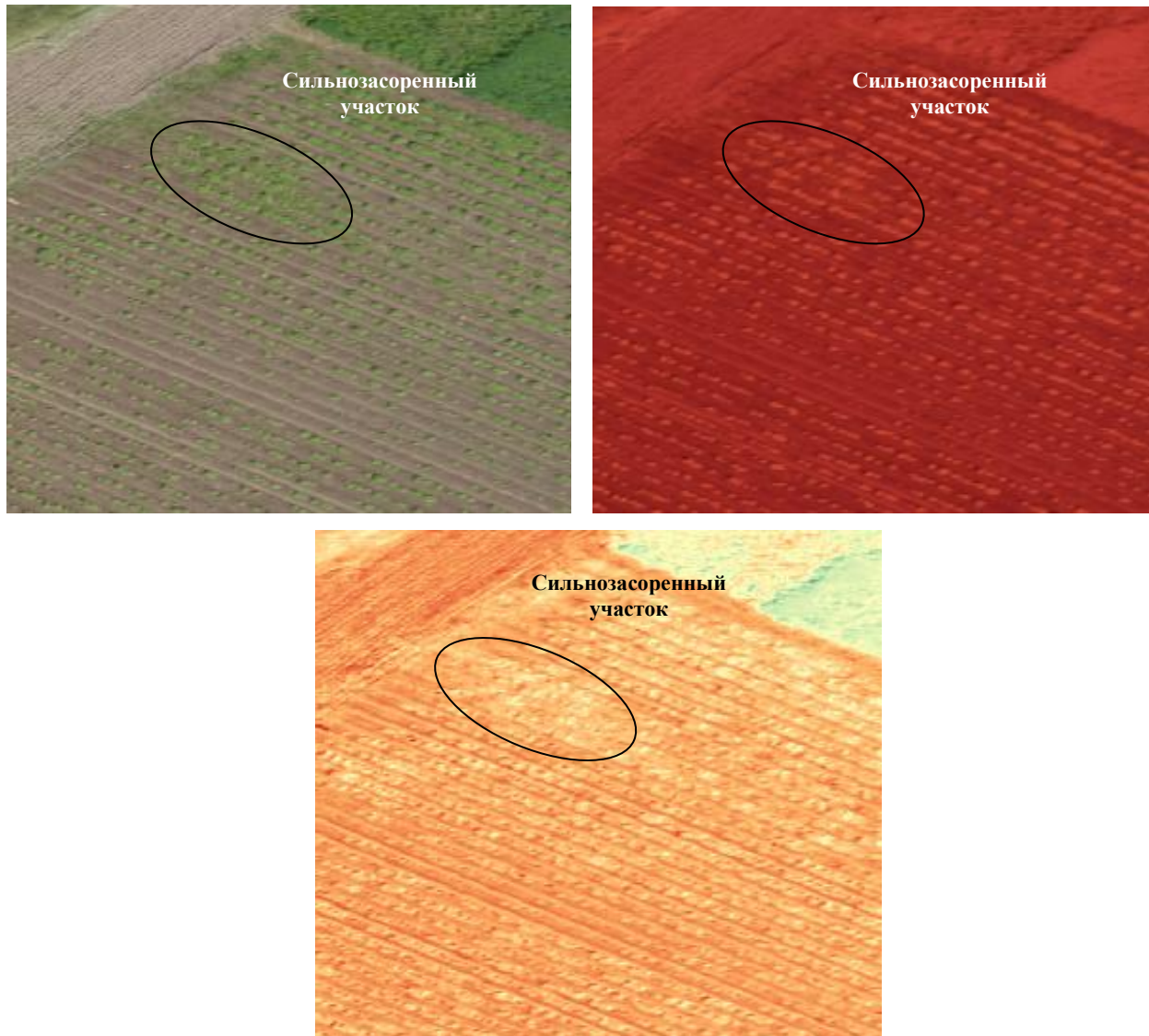


Рисунок 24 – Аэрофотоснимки и NDVI карта, созданная в программе QGIS, посадок картофеля в послевсходовый период при высоте культурных растений 10-15 см (слева – снимок в видимом диапазоне спектра, справа – в инфракрасном, внизу – NDVI карта)

Пространственная структура засоренности посадок картофеля довольно четко выявлялась нами дистанционными методами в предуборочный период, когда сорные растения в отличие от культурных продолжали вегетацию. Согласно полученным данным спектральной оценки, массовое присутствие сорной растительности приводило к сильному снижению показаний красного (с 0.476 до 0.304) и голубого (с 0.483 до 0.351) спектров цвета (рис. 25).

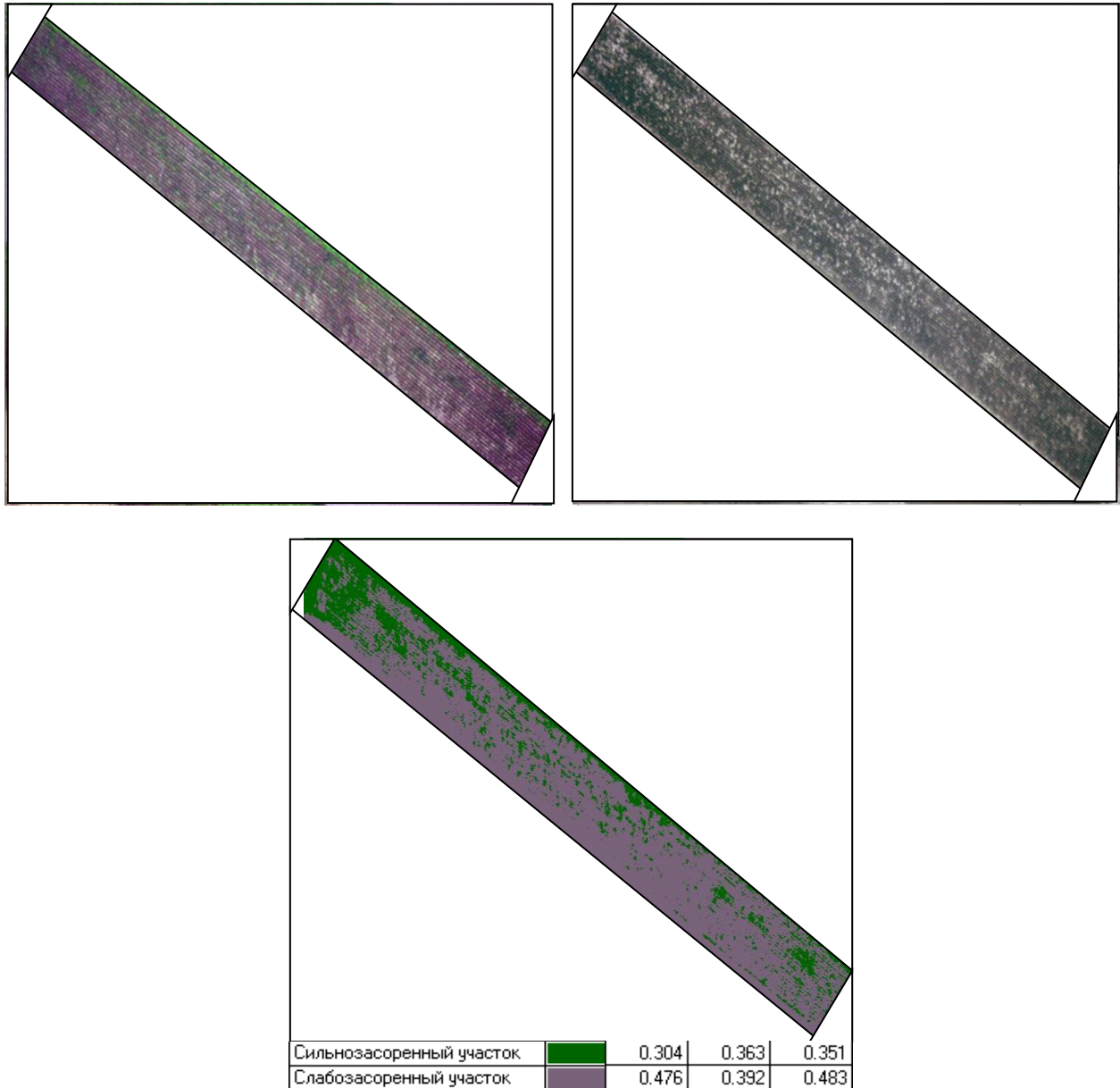


Рисунок 25 – Распознавание сильнозасоренных участков в посадках картофеля в предуборочный период с помощью созданных эталонов в программе ERDAS IMAGINE (слева – снимок в видимом диапазоне спектра, справа – в инфракрасном, внизу – после дешифровки)

Таким образом, сорная растительность имеет явное неравномерное размещение в пространстве опытных полей картофеля, обусловленное особенностями многолетнего произрастания на данной территории, а также разным содержанием элементов питания в пахотном горизонте. Слабо и сильнозасоренные участки в посадках картофеля имеют различия в спектральных характеристиках, на которых основана их дешифровка при обработке аэрофотоснимков ГИС-программами. Дистанционное определение засоренности посадок картофеля легче осуществимо в довсходовый период, когда на полях отсутствуют культурные растения. Полученные результаты могут служить основой для дискретного проведения защитных мероприятий против сорных растений, в том числе гербицидных обработок.

Глава 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ

5.1 Влияние полного минерального удобрения

В отечественной литературе сведения, касающиеся влияния минеральных удобрений на засоренность агроценозов диаметрально противоположны. По результатам подобных исследований может наблюдаться как увеличение численности сорных растений (Манько, 1991; Пупонин, Захаренко, 1991; Боронтов и др., 2001; Лебедев, Стрижков, 2008; Стрижков и др., 2010), так и её уменьшение в посевах полевых культур (Волкова, 1986; Дудкин и др., 2002; Дудкин, Дудкина, 2004; Гармашов, Витер, 2008; Мельникова, 2008). В полной мере это относится и к картофелю. Одни ученые считают, что внесение удобрений неизбежно сопровождается ростом засоренности (Родионова, 2004), другие указывают на снижение засоренности посадок (Зубарев, 2001; Ситенков, 2003; Молявко и др., 2011). Для условий возделывания картофеля в Северо-Западном регионе зависимость уровня засоренности посадок от применения минеральных удобрений мало изучена и в научной литературе представлена фрагментарно (Петрушенко, 2006).

По нашим данным, внесение минеральных удобрений приводило к достоверным изменениям в засоренности посадок картофеля, включая ее структуру. Так, отмечалось снижение доли многолетних видов сорных растений и увеличение малолетних (табл. 32).

Таблица 32 – Влияние минеральных удобрений на структуру засоренности посадок картофеля (Шпанев и др., 2017а)

Биологические группы	Доля, % от общей численности		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Многолетние злаковые	29.7	21.2	23.3
Многолетние двудольные	13.9	2.6*	1.0*
Малолетние двудольные	56.4	76.2**	75.7**

Здесь и далее: ** различия существенны при $P \geq 0.99$, * – при $P \geq 0.95$

На первом этапе просматривались негативные изменения, проявляющиеся в росте численности малолетних двудольных видов и общего уровня засоренности посадок (табл. 33). Такую ситуацию можно было наблюдать ежегодно, при этом присутствие малолетних двудольных видов на удобренных вариантах увеличивалось в 1.7-3.6 раза (рис. 26). Снижение численности многолетних двудольных видов, по-видимому, связано с многолетним эффектом внесения минеральных удобрений в севообороте, который проявлялся в повышенном фитоценотическом давлении со стороны культурных растений. Это явление хорошо просматривается по нашим данным в посадках картофеля и известно из литературы (Зубарев, 2001; Ситенков, 2003; Полин, 2009). Так, на высокоудобренном варианте рост численности сорняков за период от окучивания до десикации составил 3.1 раза, среднеудобренного – 3.9 раза, неудобренного – 7.9 раза, в том числе малолетних двудольных – 4.2, 6.3 и 11.4 раза, многолетних двудольных – 4, 4.1 и 9.4 раза, многолетних злаковых – 1.9, 1.6 и 2.7 раза. Это значит, что положительное влияние удобрений, столь очевидное во второй половине вегетации картофеля, ограничивает прорастание всех групп сорных растений (Шпанев и др., 2017а).

Таблица 33 – Влияние минеральных удобрений на количественные показатели засоренности посадок картофеля (2012-2016 гг.)

Показатели сорных растений	Доза удобрений		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Видовое обилие (через 7-10 дней после посадки), видов/м ²	10	10	10
Численность (через 7-10 дней после посадки), экз./м ²	104	154*	174**
- многолетние злаковые	33	32	38
- многолетние двудольные	10	4**	2**
- малолетние двудольные	61	118**	135**
Видовое обилие (перед десикацией), видов/м ²	14	12*	11**
Численность (перед десикацией), экз./м ²	202	124**	96**
Фитомасса (перед десикацией), г/м ²	304.5	262.2**	154.8**
Масса 1 сорного растения (перед десикацией), г	1.51	2.11*	1.61

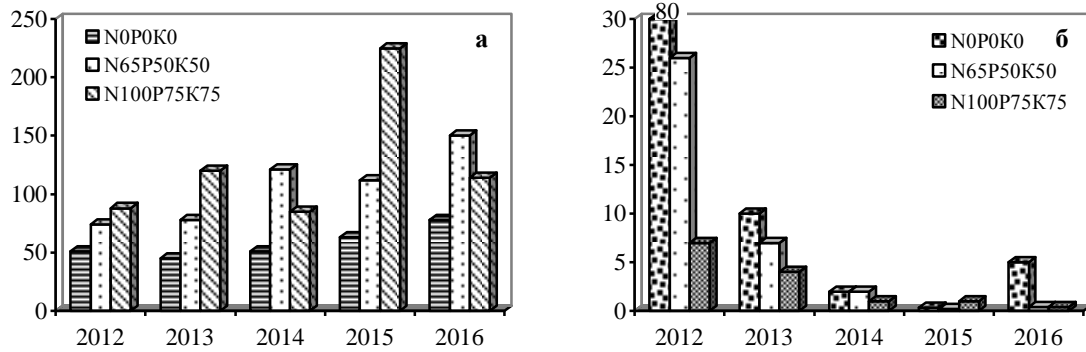


Рисунок 26 – Засоренность посадок картофеля малолетними (а) и многолетними (б) двудольными видами на разных фонах минерального питания

Анализ данных выявил неоднозначную реакцию разных видов сорных растений на внесение минеральных удобрений. Так, отзывчивыми на внесение минеральных удобрений оказались мари белая и пикульники, численность которых в зависимости от доз увеличивалась в 3.3-5.1 раза и 3.6-4.1 раза (табл. 34). В отдельные годы различия между крайними по удобренности вариантами достигали 34.7 раза для мари белой (2015 г.) и 11.2 раза для пикульников (2013 г.). По усредненным за годы исследований данным на варианте с высокими дозами минеральных удобрений на долю этих видов приходилось 44 и 14%, тогда как в варианте без удобрений – 14 и 7%. Для мари белой наличие азотпозитивных и калийпозитивных качеств хорошо известно (Неклюдов, 1990; Баздырев, 1993; Труфанов и др., 2015; Турусов и др., 2015). По данным зарубежных исследователей высокие дозы азотных удобрений (280 кг д.в./га) стимулируют прорастание семян мари белой в почве, что сопровождается увеличением их всхожести с 3 до 30% (Fawcett, Sleyfe, 1978).

Обратную закономерность можно отметить для редьки дикой и торицы полевой, наибольшие показатели присутствия которых отмечались на варианте, где не было предусмотрено внесение минеральных удобрений (табл. 34). Преимущество удобренного варианта по численности торицы полевой в отдельные годы достигало 6.9 раза (2012 г.), редьки дикой – 5.3 раза (2014 г.). Здесь на долю двух этих видов приходилось 18.5%, тогда как на среднем по удобренности варианте

– 9.6%, на высоком – 4.7%. В отношении торицы полевой этот факт хорошо известен и объясняется тем, что она относится к группе оксифитов – растений, предпочитающих кислую реакцию почвенного раствора (Рогожникова, Шпанев, 2014). На варианте без удобрений кислотность почвы сильнее выражена (рН= 4.18), чем на вариантах с многолетним внесением средних и высоких доз минеральных удобрений (рН= 4.42 и 4.43).

Таблица 34 – Влияние минеральных удобрений на засоренность доминантными видами сорных растений посадок картофеля (2012-2016 гг.)

Виды	Численность, экз./м ²		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Пырей ползучий	31	30	38
Осот полевой	7	1**	1**
Марь белая	15	49**	76**
Пикульники	7	29**	25**
Фиалка полевая	10	12	8*
Дымянка аптечная	6	6	9
Редька дикая	12	10	5**
Торица полевая	7	4*	3**

Таким образом, под влиянием минеральных удобрений изменяется не только фактическая густота стояния, но и соотношение между доминантными видами сорных растений в посадках картофеля. При этом разные виды сорняков по-разному реагировали на изменение условий произрастания. С повышением обеспеченности почвы основными элементами питания отмечалось снижение высоты и массы у таких сорных растений, как марь белая, дымянка аптечная, редька дикая и торица полевая (табл. 35). Для высококонкурентных видов сорняков (пырей ползучий и пикульники) просматривалась обратная ситуация (Шпанев и др., 2017а).

Влияние минеральных удобрений на рост конкурентноспособности посадок картофеля по отношению к сорным растениям, обусловлено мощной вегетативной массой и густой посадкой. Неудобренные участки поля из-за недостаточно развитых растений картофеля (высота – 38 см) хорошо прогревались и

освещались, а на удобренных – культурные растения имели значительно более мощную вегетативную массу (высота – 51-53 см) и создавали сплошной полог.

Таблица 35 – Влияние минеральных удобрений на индивидуальные показатели доминантных видов сорных растений в посадках картофеля (2012-2016 гг.) (Шпанев и др., 2017а)

Виды	Доза удобрений								
	N ₀ P ₀ K ₀			N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀			N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅		
	экз./м ²	см	г	экз./м ²	см	г	экз./м ²	см	г
Пырей ползучий	31	28	1.18	30	37*	1.59*	38	37*	1.49*
Марь белая	15	12	1.01	49*	11	0.55*	76**	10	0.39*
Пикульники	7	19	2.12	29**	21	5.59**	25**	30*	6.03**
Фиалка полевая	10	13	0.36	12	16	0.33	88**	13	0.32
Дымянка аптечная	6	23	2.50	6	36	1.37*	9	30	0.67**
Редька дикая	12	29	3.29	11	27	1.99*	5**	26	2.33*
Торица полевая	7	11	0.38	4*	9	0.24*	3**	6*	0.13**

В результате на момент проведения десикации картофеля на неудобренном варианте наблюдалось равное соотношение между многолетними двудольными и злаковыми сорняками, а на долю малолетних двудольных видов приходилось более половины всех сорных растений. С внесением полного минерального удобрения в посадках увеличивалось присутствие многолетних злаковых видов, доленое участие многолетних и малолетних двудольных снижалось (табл. 36). По сравнению с начальной засоренностью на низком фоне минерального питания уменьшилась доля участия многолетних злаковых сорняков (на 12.4%), увеличилась – многолетних двудольных (на 2.5%) и малолетних двудольных (на 9.9%). На среднем и высоком фонах минерального питания возросла доля многолетних злаковых (на 8.5 и 11.3%) и двудольных (на 4.6 и 8.5%), уменьшилась – малолетних двудольных (на 13.1 и 19.8%).

Еще большие различия между изучаемыми вариантами обозначились по соотношению фитомассы сорной растительности. При отсутствии минеральных удобрений основной вклад в общую фитомассу составляли многолетние двудольные (67.4%), а малолетние двудольные имели небольшое преимущество над многолетними злаковыми (табл. 37).

Таблица 36 – Влияние минеральных удобрений на структуру засоренности посадок картофеля в период проведения десикации

Биологические группы	Доля, % от общей численности		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Многолетние злаковые	17.3	29.7*	34.6**
Многолетние двудольные	16.4	7.2**	9.5**
Малолетние двудольные	66.3	63.1	55.9*

Таблица 37 – Влияние минеральных удобрений на соотношение групп сорных растений по фитомассе на посадках картофеля в период проведения десикации

Биологические группы	Доля, % от общей фитомассы		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Многолетние злаковые	13.7	22.4*	32.3*
Многолетние двудольные	67.4	50.9*	37.3**
Малолетние двудольные	18.7	26.6*	30.3*

При внесении средних доз минеральных удобрений доля многолетних двудольных снижалась (на 16.5%), а многолетних злаковых и малолетних двудольных увеличивалась в равной степени (на 8.7 и 7.9%). На высокоудобренном варианте соотношение всех трех групп было максимально близким, за счет того, что еще больше снизилось долевого участие многолетних двудольных (на 30.1% по сравнению с N₀P₀K₀), а многолетних злаковых и малолетних двудольных, наоборот, возросло (на 18.6 и 11.6% по сравнению с N₀P₀K₀).

5.2 Влияние нового органоминерального удобрения

Внесение удобрений имеет особое значение при возделывании культур на дерново-подзолистых почвах, которые часто характеризуются низким содержанием основных элементов питания и повышенной кислотностью. Даже на стадии хорошей окультуренности отдельные виды удобрений сохраняют здесь высокую эффективность (Иванов и др., 2010). Однако избежать скрытой деградации таких почв без применения органических удобрений и мелиорантов практически невозможно (Иванов и др., 2015).

Одним из наиболее перспективных современных средств воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв являются органоминеральные удобрения (Асеева, 2012), в том числе на основе куриного помета (Казаков, Милюткин, 2010; Агафонов и др., 2016). В число таковых входит и новое органоминеральное удобрение, разработанное и изученное в полевых опытах Агрофизического НИИ. Оно обладает рядом преимуществ перед своими аналогами: более концентрированным и сбалансированным содержанием макро- и микроэлементов (до 26%), выраженной нейтрализующей способностью (20%), высоким содержанием органического вещества (72.2%) при отсутствии жизнеспособных семян сорных растений и возбудителей болезней. Его высокая удобрительная ценность подтверждена исследованиями (Иванов и др., 2014), однако воздействие на засоренность посадок картофеля ранее не изучалось.

Результаты исследований выявили тенденцию увеличения начальной засоренности картофельного поля при внесении нового органоминерального удобрения на низком фоне минерального питания (табл. 38). При совместном внесении органоминерального удобрения (4 т/га) со средними ($N_{65}P_{50}K_{50}$) и высокими ($N_{100}P_{75}K_{75}$) дозами минеральных удобрений существенно снижалось присутствие в посадках картофеля многолетних двудольных сорных растений (с 56 до 5 экз./м²) и увеличивалось представительство малолетних двудольных сорняков (с 49 до 131 экз./м²). Более того, по произведенному эффекту на сорную растительность совместное внесение двух видов удобрений оказывало более сильное влияние, чем одних только минеральных или органоминеральных удобрений (Шпанев и др., 2017б). Так, численность малолетних двудольных сорняков возрастала соответственно в 2.7, 2.3 и 1.2 раза, многолетних двудольных снижалась – в 11.2, 5.6 раза. Внесение органоминерального удобрения на высоком фоне минерального питания сопровождалось снижением плотности травостоя пырея ползучего (табл. 39). Высокую отзывчивость на внесение нового органоминерального удобрения проявил осот полевой, численность которого увеличивалась почти в 2 раза (с 20 до 34 экз./м²) на низком фоне минерального питания.

Таблица 38 – Влияние нового органоминерального удобрения на засоренность посадок картофеля (2012-2013 гг.) (Шпанев и др., 2017б)

Сорные растения	N ₀ P ₀ K ₀			N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀		N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅		
	ОМУ			ОМУ		ОМУ		
	0 т/га	4 т/га	6 т/га	0 т/га	4 т/га	0 т/га	2 т/га	4 т/га
Через 7 дней после посадки <i>густота, экз./м²</i>	111	132	121	154	135	220	144*	174*
Перед десикацией <i>густота, экз./м²</i>	78	115*	115*	126	86*	115	91*	81*
<i>фитомасса, г/м²</i>	281.6	694.0*	525.7*	700.3	420.1*	478.3	177.1*	172.7*
<i>фитомасса, г/растение</i>	3.61	6.03*	4.57*	5.56	4.88	4.16	1.95*	2.13*

Таблица 39 – Влияние нового органоминерального удобрения на начальную засоренность (экз./м²) посадок картофеля биологическими группами сорных растений

Группы	N ₀ P ₀ K ₀			N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀		N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅		
	ОМУ			ОМУ		ОМУ		
	0 т/га	4 т/га	6 т/га	0 т/га	4 т/га	0 т/га	2 т/га	4 т/га
Многолетние злаковые	29	28	28	54	47	111	60	38
Многолетние двудольные	39	56	42	20	14	7	6	5
Малолетние двудольные	44	49	52	80	75	103	79	131

Влияние нового органоминерального удобрения в большей степени проявлялось во второй половине вегетации картофеля и сказывалось на итоговых количественных и качественных показателях сорного компонента агрофитоценоза. Полученные данные на фоне низкого минерального питания (N₀P₀K₀) указывают на существенное увеличение высоты и фитомассы большинства видов сорных растений, произрастающих в посадках картофеля (табл. 40). Обратная ситуация наблюдалась на среднем и высоком фонах минерального питания, где внесение изучаемого органоминерального удобрения приводило к достоверному снижению индивидуальных показателей развития сорной растительности. Это было связано с повышением конкурентоспособности культурных растений, на что косвенно указывает высота растений картофеля, возрастающая под влиянием вносимого органоминерального удобрения (табл. 41).

Фитосанитарный эффект от совместного применения нового органоминерального и полного минерального удобрений выразался в снижении как густоты (со 115 до 86 и 81 экз./м²), так и фитомассы сорной растительности (с 694.0 до 420.1 и 172.7 г/м²) за период совместного произрастания культурных и сорных растений в агробиоценозе картофельного поля. Наименьшее присутствие сорных растений в период десикации картофеля фиксировалось на варианте максимальной дозы минеральных и органоминерального удобрений и составило 81 экз./м².

Таким образом, применение полного минерального и нового органоминерального удобрений на основе птичьего помета приводило к отрицательным изменениям, проявляющимся в росте численности малолетних двудольных видов и общего начального уровня засоренности посадок картофеля. Положительное влияние удобрений проявлялось во второй половине вегетации картофеля за счет повышения конкурентоспособности культурных растений, что ограничивало прорастание всех групп сорных растений и приводило к существенному снижению индивидуальных показателей развития сорняков. Результат совместного влияния полного минерального и органоминерального удобрений превосходил по силе произведенного фитосанитарного эффекта каждый вид удобрения в отдельности. Это касалось как роста начальной засоренности посадок, так и снижения количественных и качественных показателей сорных растений за период их совместного произрастания с культурными растениями в агробиоценозе картофельного поля.

Глава 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ, РАЗМЕЩЕННЫХ ПОСЛЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

В условиях многолетней повышенной начальной засорённости картофельного агробиоценоза в 2014-2016 годах нами проводилась сравнительная оценка эффективности механического, химического и комбинированного способов защиты посадок картофеля от сорной растительности.

Проведенные исследования показали, что эффективность одних только механических воздействий на сорную растительность в процессе ухода за посадками картофеля оказывается довольно высокой (Смук, Шпанев, 2017б). По итогам проведения всех пяти агромероприятий гибель сорных растений по усредненным многолетним данным составила 66%, по годам варьировала в пределах 63-68% (табл. 42-43). Наивысший защитный эффект наблюдался в отношении малолетних двудольных видов, гибель которых находилась в пределах 73-80%. Гибель мари белой, фиалки полевой, редьки дикой, дымянки аптечной, торицы полевой, пикульников в порядке их перечисления составляла 85.4, 78.4, 72.3, 70.2, 73.7 и 69% (табл. 44).

Таблица 42 – Эффективность механической защиты посадок картофеля от сорной растительности (2014-2016 гг.)

Биологические группы	Снижение численности, %					Итого
	Довсходовые сплошные обработки		Послевсходовые междурядные обработки		Окучивание	
	1-я	2-я	1-я	2-я		
Малолетние двудольные	97.1	88.7	82.0	57.0	61.8	77.3
Многолетние злаковые	68.8	61.3	59.5	35.3	29.2	50.8
Многолетние двудольные	87.7	70.2	76.0	63.8	48.5	69.3
Все сорняки	84.5	73.4	72.5	52.0	46.5	65.8

Таблица 43 – Эффективность механической защиты посадок картофеля от сорной растительности в отдельные годы исследований (2014-2016 гг.) (Смук, Шпанев, 2017б)

Биологические группы сорных растений	Снижение численности, %					Итого
	Довсходовые сплошные обработки		Послевсходовые междурядные обработки		Окучивание	
	1-я	2-я	1-я	2-я		
<i>2014 г.</i>						
Малолетние двудольные	94.5	81.5	86.1	55.6	81.4	79.8
Многолетние злаковые	55.4	49.8	57.8	39.1	28.4	46.1
Многолетние двудольные	81.8	58.3	71.4	75.0	100.0	77.3
Все сорняки	77.2	63.2	71.8	56.6	69.9	67.7
<i>2015 г.</i>						
Малолетние двудольные	98.3	88.9	72.2	42.1	61.3	72.6
Многолетние злаковые	67.7	66.3	64.6	28.0	12.9	47.9
Многолетние двудольные	88.9	75.0	90.0	60.0	25.0	67.8
Все сорняки	85.0	76.7	75.6	43.4	33.1	62.8
<i>2016 г.</i>						
Малолетние двудольные	98.5	95.7	87.8	73.4	42.7	79.6
Многолетние злаковые	83.3	67.7	56.1	38.8	46.3	58.4
Многолетние двудольные	92.3	77.3	66.7	56.4	20.6	62.7
Все сорняки	91.4	80.2	70.2	56.2	36.5	66.9

Таблица 44 – Эффективность механической защиты посадок картофеля в отношении доминирующих видов сорной растительности (2014-2016 гг.)

Виды сорных растений	Снижение численности, %					Итого
	Довсходовые сплошные обработки		Послевсходовые междурядные обработки		Окучивание	
	1-я	2-я	1-я	2-я		
Пырей ползучий	68.0	61.4	59.4	34.2	29.3	50.5
Осот полевой	90.7	84.0	69.4	45.0	45.4	66.9
Фиалка полевая	97.5	90.4	84.9	57.8	61.5	78.4
Марь белая	99.3	88.9	90.0	82.3	66.6	85.4
Пикульники	94.0	82.7	73.8	39.6	54.8	69.0
Торица полевая	98.7	86.6	78.9	47.8	56.4	73.7
Дымянка аптечная	94.9	87.3	84.9	41.4	42.6	70.2
Редька дикая	96.4	85.9	73.5	49.1	56.5	72.3

В сильной степени (на 63-77%) механическими воздействиями на почву уничтожались виды, представляющие группу многолетних двудольных сорняков, в том числе осот полевой на 67%.

Недостаточно высокие показатели эффективности (46-58%) фиксировались в отношении многолетних злаковых сорняков, что особенно важно при возделывании картофеля по пласту многолетних трав, где высока доля этой группы сеgetалов. Пырей ползучий, на долю которого приходилось 22.4% от общей численности сорняков в нашем опыте, является наиболее злостным и распространенным сорным растениям в посадках картофеля данного региона исследований. Положительных результатов в борьбе с пыреем ползучим можно добиться и механическим способом только при условии его невысокой численности. Так, в 2015 г. при средней плотности равной 11 экз./м² под влиянием всех агротехнических приемов возделывания картофеля его густота стояния уменьшилась до 7 экз./м² (в 1.6 раза), на момент проведения десикации составила 8 экз./м², высота и масса 1 растения – 42.3 см и 1.54 г. Долевое участие пырея ползучего в фитомассе и численности всех сорных растений составляло 16.2 и 7.5%. При сильной засоренности пыреем ползучим механические обработки почвы оказываются менее результативными в борьбе с ним. По данным 2014 года, когда в посадках насчитывалось 40 экз./м², за период от первого сплошного боронования посадок до окучивания густота травостоя пырея ползучего снизилась до 30 экз./м² (в 1.3 раза), а к десикации увеличилась до 64 экз./м² (в 2.1 раза). Высота и фитомасса одного растения пырея ползучего оказались равны 31.3 см и 1.18 г, а вклад данного вида в общую численность и фитомассу сорных растений на момент проведения десикации составлял 63.5 и 66.8% соответственно.

Можно отметить, что наиболее сильное воздействие на пырей ползучий достигается самыми ранними агротехническими операциями, а именно первой и второй довсходовыми обработками культиватором окучником КОН-2.8 ПМ в сцепке с ротационной бороной БРУ-0.7. Междурядные обработки и окучивание менее эффективно в уничтожении пырея ползучего.

Первой довсходовой обработкой агрегатом КОН-2.8 + БРУ-0.7 уничтожалось более 90% малолетних сорняков, 88% – многолетних двудольных, 69% – многолетних злаковых. Более слабый эффект наблюдался от второй сплошной механической обработки, произведенной тем же орудием. Густота стояния малолетних двудольных видов сеgetальной растительности уменьшалась на 89%, многолетних двудольных – 70%, многолетних злаковых – 61%. Менее эффективными оказались две послевсходовые обработки, которыми уничтожались сорные растения, находящиеся в междурядьях. При этом, если после первой междурядки погибало 73% сорных растений, то после второй – только 52%. На эффективности сказывался тот факт, что многие сорные растения к этому периоду выглядели уже хорошо укоренившимися. Именно по этой причине гибель пырея ползучего не превышала по годам 39%. Эффективность окучивания варьировала по годам в пределах 33-70%. Данным приемом сильнее уничтожались малолетние, нежели многолетние сорные растения.

Формирование сложного типа засоренности и недостаточная эффективность одних только механических воздействий на многолетний компонент сорной растительности приводит к необходимости проведения в посадках картофеля размещенных по пласту многолетних трав высокоэффективных химических защитных мероприятий.

Химическая защита агроценоза картофеля от сорной растительности оказалась эффективнее механической за счет большей результативности по отношению ко всем группам сорных растений (табл. 45). Наибольшее преимущество рассматриваемой системы защиты наблюдалось в снижении под влиянием химобработок засоренности посадок многолетними злаковыми растениями (Смук, Шпанев 2017а). Их численность снижалась на 78%, в том числе под влиянием обработки гербицидом торнадо, ВР – 87%. Более позднее применение гербицида титус, СТС снижало густоту произрастания пырея ползучего на 85%, а по данным разных лет на 71-92% (табл. 46-47). Высокая эффективность дан-

ного гербицида в отношении пырея ползучего подтверждается результатами и других исследователей (Каволюнайте, Палюлите, 2000).

Таблица 45 – Эффективность химического способа защиты посадок картофеля от сорной растительности (2014-2016 гг.)

Биологические группы	Снижение численности, %				
	1-я довсходовая сплошная обработка	Гербицидные обработки		Окучивание	Итого
		Торнадо, ВР	Титус, СТС + Тренд 90		
Малолетние двудольные	96.6	90.6	95.7	68.1	87.7
Многолетние злаковые	73.6	87.1	84.6	67.1	78.1
Многолетние двудольные	83.2	85.8	94.1	93.9	89.3
Все сорняки	84.5	87.8	91.5	76.4	85.0

Таблица 46 – Эффективность химической защиты посадок картофеля в отношении доминирующих видов сорной растительности (2014-2016 гг.)

Виды сорных растений	Снижение численности, %				
	1-я довсходовая сплошная обработка	Гербицидные обработки		Окучивание	Итого
		Торнадо, ВР	Титус, СТС + Тренд 90		
Пырей ползучий	73.0	87.2	84.6	67.2	72.1
Осот полевой	83.3	69.0	81.7	100.0	83.5
Фиалка полевая	93.7	79.6	92.6	66.5	83.1
Марь белая	98.9	96.2	95.0	63.6	88.4
Пикульники	93.0	82.8	94.2	71.2	85.3
Торица полевая	98.0	99.9	98.5	92.9	97.8
Дымянка аптечная	88.3	90.3	94.4	69.5	85.6
Редька дикая	93.5	95.7	95.1	37.5	85.3

Таблица 47 – Эффективность химической защиты посадок картофеля от сорной растительности в отдельные годы исследований (2014-2016 гг.)

Биологические группы сорных растений	Снижение численности, %				Итого
	1-я довсходовая сплошная обработка	Гербицидные обработки		Окучивание	
		Торнадо, ВР	Титус, СТС + Тренд 90		
<i>2014 г.</i>					
Малолетние двудольные	93.3	84.3	98.4	55.7	82.9
Многолетние злаковые	68.5	89.2	70.5	73.7	75.5
Многолетние двудольные	76.5	68.9	99.5	100.0	86.2
Все сорняки	79.4	80.8	89.5	76.5	81.5
<i>2015 г.</i>					
Малолетние двудольные	99.0	89.2	94.9	85.4	92.1
Многолетние злаковые	79.5	91.7	92.4	85.7	87.3
Многолетние двудольные	85.7	94.3	87.5	100.0	91.9
Все сорняки	88.1	91.7	91.6	90.4	90.4
<i>2016 г.</i>					
Малолетние двудольные	97.5	98.4	93.8	63.2	88.2
Многолетние злаковые	72.8	80.3	91.0	41.9	71.5
Многолетние двудольные	87.5	94.2	95.3	81.8	89.7
Все сорняки	85.9	91.0	93.4	62.3	83.1

Основное снижение численности многолетних двудольных сорняков происходило в результате применения гербицида титус, СТС. При этом гибель сорных растений этой группы в разные годы составляла 88-99.5%. Гербицидная обработка препаратом торнадо, ВР оказывала на многолетние двудольные сорняки несколько более слабый защитный эффект. Например, гибель осота полевого от применения этого гербицида составляла 69%, тогда как от более позднего применения гербицида титус, СТС – 82%. Необходимо отметить одинаково высокую степень уничтожения малолетних сорных растений ранней обработкой культиватором и группы многолетних двудольных по результатам окучивания. Наблюдалась высокая эффективность гербицидной обработки препаратом торнадо, ВР по отношению к отдельным видам малолетних сорных растений. Например, гибель мари белой, торицы полевой, редьки дикой и дымянки аптечной превышала 90%, для фиалки полевой и пикульников, имеющих растянутый период прорастания и через 7-10 дней после обработки снова появля-

ющихся в большом количестве на поле, составляла 80-83%. Общая гибель всех групп сорных растений после проведения всех мероприятий предусмотренных данным вариантом опыта составила 85%.

Таким образом, применение гербицидов позволяет достичь более высокого и длительного эффекта в уничтожении сорняков. Вместе с тем необходимо отметить, что одним из необходимых условий экологизации современного земледелия является стремление снизить пестицидную нагрузку на агроценозы, в том числе за счет уменьшения кратности проводимых химических защитных мероприятий. Поэтому исследования по оптимизации защиты посадок картофеля от сорной растительности ведутся нами в направлении разумного сочетания агротехнических и химических мероприятий, что полностью удовлетворяет концепции интегрированной защиты растений.

На одном уровне с химическим способом борьбы с сорными растениями по результативности оказался комбинированный (табл. 48). Две довсходовые механические обработки снижали общую численность сорняков на 87 и 80% соответственно. По отношению к пырею ползучему и тимофеевки луговой вторая обработка уже не была столь эффективной, как первая. По-видимому, к этому времени они уже успевали основательно укорениться. Последующая гербицидная обработка препаратом титус, СТС оказалась очень важной, поскольку с ее помощью удавалось уничтожить 97% многолетних злаковых и 95% многолетних двудольных сорняков. Также необходимо отметить стабильно высокую эффективность (в среднем по годам изучения не менее 90%) данного гербицида по отношению к группе доминантных малолетних видов сорного компонента картофельного поля (табл. 49). Защитный эффект от окучивания на этом варианте опыта составил 87% погибших сорных растений, от всего комплекса защитных мероприятий – 87% сорняков с варьированием по годам в пределах 85-92% (табл. 50).

Таблица 48 – Эффективность комбинированного способа защиты посадок картофеля от сорной растительности (2014-2016 гг.)

Биологические группы	Снижение численности, %				
	Довсходовые сплошные обработки		Гербицидная обработка	Окучивание	Итого
	1-я	2-я	Титус, СТС + Тренд 90		
Малолетние двудольные	96.8	93.8	93.7	80.7	91.3
Многолетние злаковые	77.6	63.1	97.2	86.7	81.2
Многолетние двудольные	86.9	83.2	94.8	92.6	89.4
Все сорняки	87.1	80.0	95.2	86.7	87.3

Таблица 49 – Эффективность комбинированной защиты посадок картофеля в отношении доминирующих видов сорной растительности (2014-2016 гг.)

Виды сорных растений	Снижение численности, %				
	Довсходовые сплошные обработки		Гербицидная обработка	Окучивание	Итого
	1-я	2-я	Титус, СТС + Тренд 90		
Пырей ползучий	77.8	61.9	97.1	87.5	81.1
Осот полевой	77.8	92.5	93.8	90.0	88.5
Фиалка полевая	91.8	92.9	91.0	80.8	89.1
Марь белая	99.2	97.8	96.8	70.1	91.0
Пикульники	92.7	89.7	93.9	77.5	88.5
Торица полевая	94.9	82.1	97.9	91.2	92.6
Дымянка аптечная	88.1	94.2	92.7	74.6	87.4
Редька дикая	98.3	88.0	94.0	71.2	89.9

Полную картину по изменению численного состава сорных растений в течение вегетационного периода картофеля на разных вариантах защиты посадок можно видеть на рисунке 27.

Таблица 50 – Эффективность комбинированной защиты посадок картофеля от сорной растительности в отдельные годы исследований (2014-2016 гг.) (Смук, Шпанев, 2017в)

Биологические группы сорных растений	Снижение численности, %				
	Довсходовые сплошные обработки		Гербицидная обработка	Окучивание	Итого
	1-я	2-я	Титус, СТС + Тренд 90		
<i>2014 г.</i>					
Малолетние двудольные	93.2	87.1	96.6	76.8	88.4
Многолетние злаковые	75.3	61.0	96.9	77.8	77.8
Многолетние двудольные	87.5	68.4	99.7	100.0	88.9
Все сорняки	85.3	72.2	97.7	84.9	85.0
<i>2015 г.</i>					
Малолетние двудольные	99.6	96.9	87.1	93.5	94.3
Многолетние злаковые	86.0	67.9	97.9	100.0	88.0
Многолетние двудольные	83.3	100.0	87.5	100.0	92.7
Все сорняки	89.6	88.3	90.8	97.8	91.7
<i>2016 г.</i>					
Малолетние двудольные	97.6	97.3	97.4	71.9	91.1
Многолетние злаковые	71.4	60.3	96.7	82.4	77.7
Многолетние двудольные	90.0	81.2	97.2	77.8	86.6
Все сорняки	86.3	79.6	97.1	77.4	85.1

При механической борьбе с сорняками наблюдалось быстрое восстановление их численности в течение 5-10 дней после каждой проведенной операции по обработке почвы. После первой сплошной обработки культиватором и ротационной бороной популяция сеgetальной растительности восстанавливалась на 69% (52-81% по годам), после второй – на 67% (44-88%), после 1-й междурядной обработки той же сцепкой с.-х. орудий – на 82% (55-134%), после 2-й – на 157% (82-229%). В результате, несмотря на достаточно высокую эффективность механических обработок почвы в отношении гибели сорняков их густота стояния в посадках оставалась значительной. После окучивания в разные годы насчитывалось 28-39 экз./м² сорных растений. Более того, за дальнейший период вегетации картофеля посадки значительно зарастали сорняками. Рост численности сорных растений за период от окучивания до десикации составлял по годам – 2.6, 4.0 и 8.6 раза. Сильнее всего это отмечалось во влажном 2016 году.

Таким образом, на момент проведения десикации засоренность посадок картофеля составляла 88-293 экз./м² и 47.4-812.6 г/м². Это указывает на недостаточный уровень защиты, который обеспечивается механическими мероприятиями по уходу за посадками картофеля, в качестве предшественников которого выступали многолетние травы.

На варианте с химической защитой наблюдался довольно продолжительный срок между первой и второй обработками гербицидами, который в зависимости от скорости роста культуры составлял от 12 до 20 дней. За это время густота произрастания сорных растений увеличивалась в 2-3.8 раза, достигая 97-100 экз./м². После проведения второй гербицидной обработки и окучивания в посадках картофеля насчитывалось 2-6 экз./м² сорных растений, а на момент проведения десикации 33-128 экз./м². Таким образом, увеличение численного состава сорняков во второй половине вегетации культуры в зависимости от условий увлажнения этого периода составило 13.8-21.8 раза. Наименьший прирост численности сорных растений наблюдался в наименее увлажненном 2014 году.

Комбинированная защита на первом этапе ничем не отличалась от механической, поскольку ею были предусмотрены две первые сплошные обработки посадок механическими орудиями. Восстановление плотности популяции сорных растений после 1-й обработки составило 60% (49-70% по годам), после 2-й, в виду отсутствия 1-й междурядной обработки и продолжительного (10-15 дней) ожидания обработки гербицидом Титус, СТС, засоренность возрастала в 3.8-18.1 раза, достигая величины 76-114 экз./м². После проведения гербицидной обработки и окучивания в посадках картофеля насчитывалось не более 2 экз./м² сорных растений, что примерно столько же, что и на химическом варианте, а на момент проведения десикации – 33-224 экз./м².

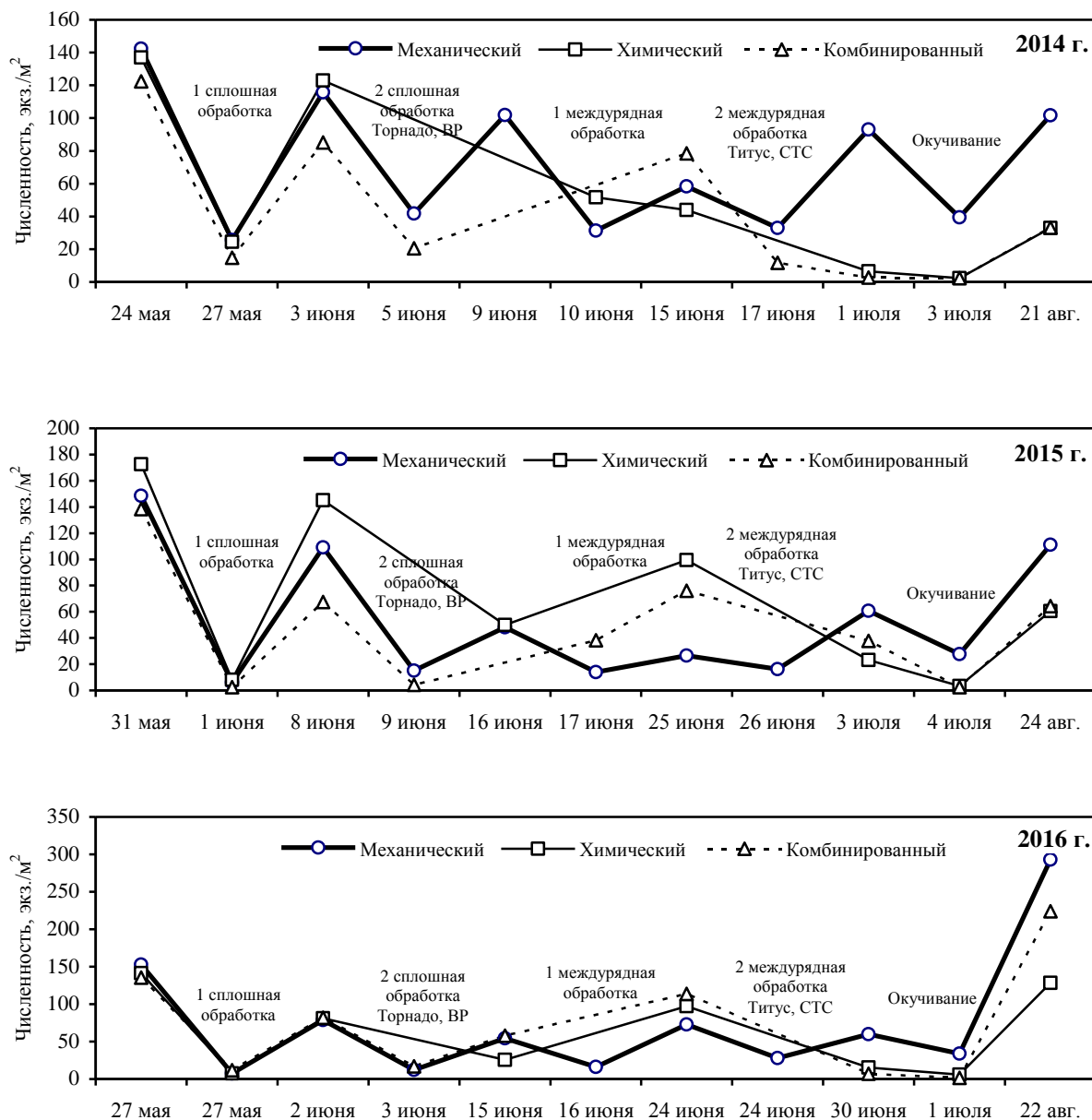


Рисунок 27 – Сезонная динамика численности сорных растений на разных вариантах защиты посадок картофеля

Сходство химического и комбинированного способа защиты обозначилось и по такому показателю, как видовое обилие сорных растений. На этих варианте после проведения окучивания в разные годы насчитывалось 1-3 и 1-2 видов/м², на варианте с механической защитой – 6-11 видов/м² (рис. 28). На момент проведения десикации количество произрастающих видов сорных растений в посадках картофеля естественным образом возросло – до 12-19, 9-14 и 7-17 видов/м² соответственно на механическом, химическом и комбинированном вариантах защиты.

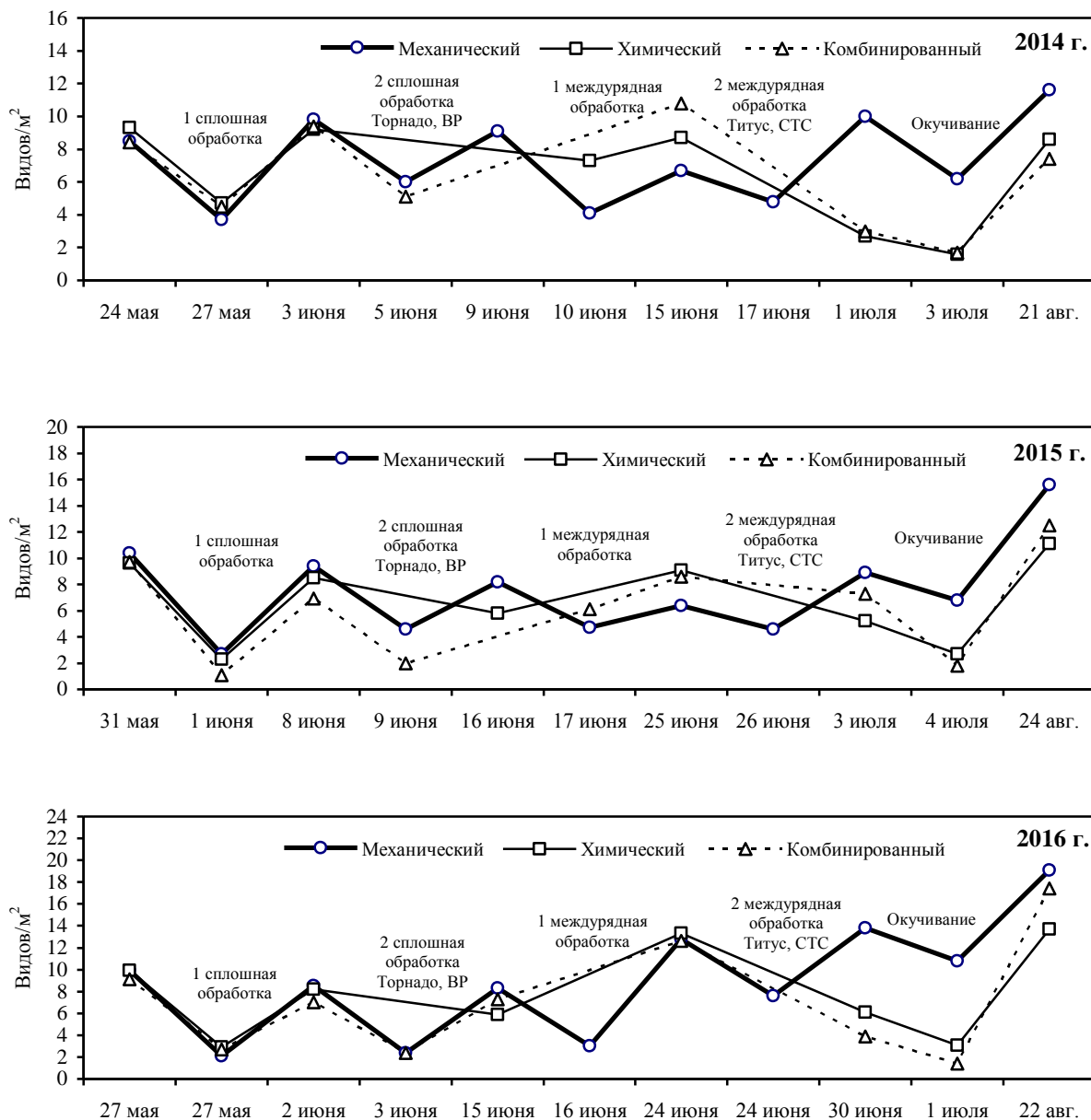


Рисунок 28 – Сезонная динамика видового обилия сорных растений на разных вариантах защиты посадок картофеля

Последствие влияния разных способов защиты на засоренность посадок картофеля показано в таблице 51. Оно выражается снижением численности и массы сорных растений в сравнении с контролем, которым выступал механический способ, на момент проведения десикации. Результативность химического и комбинированного способов борьбы с сорняками по данным 2014-2015 гг. была очень близка по значению и статистически не различима. Плотность сор-

ных растений оказалась ниже на 54-56%, фитомасса – 75-77%. При этом в 2014 г. проявлялось более сильное последствие защитных мероприятий на численный состав сорняков, а в 2015 г. – на их вегетативную массу (табл. 52). В отдельных случаях эффективность защитных мероприятий против сорных растений оказывается еще более высокой. В 2012 г. при сильной засоренности многолетними корневищными и корнеотпрысковыми видами сорных растений химические мероприятия приводили к снижению численного состава сорняков и их массы на 77.3 и 89.1% соответственно.

Таблица 51 – Последствие влияния способов защиты на засоренность посадок картофеля (2014-2015 гг.)

Способ защиты	Численность сорных растений перед десикацией		Фитомасса сорных растений перед десикацией	
	экз./м ²	снижение, %	г/м ²	снижение, %
Механический	106	-	95.7	-
Химический	47	55.7	23.8	75.1
Комбинированный	49	53.8	22.2	76.8
НСР ₀₅	25	-	31.2	-

В 2016 г. в условиях эпифитотийного развития фитофтороза не представилось возможным достоверно оценить эффективность изучаемых способов защиты на конечную засоренность посадок и урожайность клубней картофеля.

Структурный анализ урожая картофеля показал, что уровень сохраненного урожая на вариантах с химическим и комбинированным набором защитных мероприятий составил 0.2-0.7 кг/м², или 8-26% (табл. 53). Наибольший хозяйственный эффект был достигнут при комбинированной защите посадок картофеля. Здесь была сформирована самая высокая урожайность. Вариант с химической защитой уступал механическому и комбинированному способам борьбы с сорняками по густоте растений картофеля. Это было связано с особенностью легких по механическому составу супесчаных почв, которым свойственно сильное переуплотнение, а потому необходимы периодические рыхления верх-

него слоя. Кроме того, в посадках картофеля всегда присутствовала небольшая часть растений, которые из-за раннего появления попадали под действие обработки гербицидом сплошного действия.

Таблица 52 – Последствие влияния способов защиты на засоренность посадок картофеля в отдельные годы исследований

Способ защиты	Численность сорных растений перед десикацией		Фитомасса сорных растений перед десикацией	
	экз./м ²	снижение, %	г/м ²	снижение, %
<i>2014 год</i>				
Механический	102	-	112.8	-
Химический	33	67.6	36.3	67.8
Комбинированный	33	67.6	29.3	74.0
НСР ₀₅	15	-	13.3	-
<i>2015 год</i>				
Механический	111	-	78.5	-
Химический	61	45.0	11.3	85.6
Комбинированный	64	42.3	15.2	80.6
НСР ₀₅	22.1	-	6.2	-

Таблица 53 – Влияние способов защиты посадок картофеля от сорной растительности на элементы структуры урожая (2014-2015 гг.)

Способ защиты	Густота продуктивных растений		Масса клубней с растения		Число клубней с растения		Урожайность	
	шт./м ²	% к контролю	кг	% к контролю	шт.	% к контролю	кг/м ²	% к контролю
Механический	4.6	-	0.57	-	13.6	-	2.69	-
Химический	4.1	89	0.71	125	14.9	110	2.91	108
Комбинированный	4.9	107	0.70	123	14.8	109	3.40	126
НСР ₀₅	0.4	-	0.07	-	1.5	-	0.30	-

Хозяйственный эффект защитных мероприятий во многом зависел от структуры засоренности посадок картофеля. При преобладании малолетних видов сорных растений (2014 г.) он был наименьшим и составлял 5% сохраненного урожая на варианте с химической защитой и 16% – с комбинированной. При сильной засоренности многолетними злаковыми сорняками (2015 г.) защитный эффект химического и комбинированного способов защиты посадок картофеля был равен 10 и 38% соответственно (табл. 54). При корнеотпрысково-корневищно-малолетнем типе засоренности (2012 г.), когда механическое воздействие на сорняки не приносило должного эффекта, химические защитные мероприятия обеспечивали сохранение урожая на уровне 57%.

Таблица 54 – Влияние способов защиты посадок картофеля от сорной растительности на элементы структуры урожая в отдельные годы исследований

Способ защиты	Густота продуктивных растений		Масса клубней с растения		Число клубней с растения		Урожайность	
	шт./м ²	% к контролю	кг	% к контролю	шт.	% к контролю	кг/м ²	% к контролю
<i>2014 год</i>								
Механический	6.0	-	0.45	-	14.3	-	3.45	-
Химический	4.7	78	0.65	144	15.9	111	3.61	105
Комбинированный	5.6	93	0.66	147	16.4	115	3.99	116
НСР ₀₅	0.8	-	0.16	-	1.6	-	1.22	-
<i>2015 год</i>								
Механический	7.1	-	0.69	-	13.0	-	1.92	-
Химический	6.6	93	0.78	113	14.1	108	2.12	110
Комбинированный	7.7	108	0.73	106	13.4	103	2.64	138
НСР ₀₅	0.6	-	0.14	-	1.2	-	1.10	-

Таким образом, нашими исследованиями было установлено, что из-за сложного типа засоренности с большим участием многолетних корневищных, а иногда и корнеотпрысковых видов, характерного для посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав, наблюдается недостаточно высокая эффективность одних только механических воздействий на сорные растения. К уборке такие посадки сильно зарастали сорными растениями. Химические мероприятия эффективны по отношению ко всем группам сорных растений, но уступали по произведенному хозяйственному эффекту комбинированному способу борьбы с сорняками.

Глава 7. КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Конечный результат проведенных исследований подразумевает оценку совместного влияния двух изучаемых в опыте факторов интенсификации картофелеводства на засоренность посадок и урожайность культуры.

По степени влияния изучаемых факторов на засоренность посадок картофеля выделяются два периода – первой и второй половины вегетации культуры.

Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и защиты посадок картофеля от сорной растительности в первой половине вегетации культуры не проявлялась, что можно видеть из данных таблицы 55. Более того, на варианте с внесением высокой дозы минеральных удобрений эффективность защитных мероприятий по отношению к малолетним двудольным сорнякам оказалась даже ниже, чем на удобренном варианте. При этом на всех фонах удобренности комбинированный способ защиты демонстрировал более высокую эффективность, чем химический. Фактическая засоренность химического варианта защиты на среднем и высоком фонах удобренности составляла 3 и 6 экз./м², что в 1.8-2.2 раза больше варианта с комбинированной защитой и в 5.0-12.5 раз меньше варианта с механической защитой. На удобренном варианте различия по засоренности посадок между химическим и комбинированным способом защиты не просматривались.

Интересно отметить особенности, выявленные в сезонной динамике численности сорных растений на разных вариантах по удобренности и способам защиты посадок картофеля от сеgetалов. Так, на высокоудобренном фоне динамика засоренности имела более сглаженный вид, чем на среднеудобренном и особенно удобренном фонах (рис. 29). Это было связано с тем, что на удобренном варианте отмечалось значительное восстановление численности

сорняков после проведения защитных мероприятий. Особенно нагляден в этом отношении период от окучивания картофеля до десикации. Так, если по завершению всего цикла обработок на неудобренном фоне в химическом и комбинированном вариантах защиты насчитывалось 2-3 экз./м², в механическом – 38 экз./м², то ко времени проведения десикации – 63, 75 и 143 экз./м², что от исходной засоренности составляло 58, 82 и 151%. На фоне средней удобренности после окучивания насчитывалось 1-2 и 34 экз./м², на момент десикации – 41-43, 97 экз./м², восстановление популяции составило 30, 31 и 60%. На варианте высокой удобренности численность сорняков на момент десикации составляла 16, 18 и 44% от начальной засоренности посадок.

Таблица 55 – Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и способов защиты посадок картофеля от сорной растительности на момент проведения учета после окучивания (2014-2016 гг.)

Варианты опыта		Малолетние двудольные		Многолетние злаковые		Многолетние двудольные		Все сорняки	
		экз./м ²	снижение, %	экз./м ²	снижение, %	экз./м ²	снижение, %	экз./м ²	снижение, %
МУ	СЗ								
N ₀ P ₀ K ₀	М	14.6	-	18.4	-	1.3	-	34.2	-
	Х	2.2	84.9	0.4	97.8	0.1	92.3	2.6	92.4
	К	1.9	87.0	0.3	98.4	0.1	92.3	2.4	93.0
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	М	17.1	+17.1	18.6	+1.1	0.5	61.5	36.2	+5.8
	Х	2.5	82.9	0.4	97.8	0	100	2.9	91.5
	К	1.1	92.5	0.1	99.5	0.1	92.3	1.3	96.2
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	М	15.9	+8.9	14.4	21.7	0.4	69.2	30.6	10.5
	Х	4.9	66.4	1.1	94.0	0.1	92.3	6.1	82.2
	К	2.9	80.1	0.4	97.8	0	100	3.3	90.4
НСП ₀₅ (МУ)		1.77		6.74		-		5.53	
НСП ₀₅ (СЗ)		1.92		5.47		-		5.21	
НСП ₀₅ (МУ*СЗ)		3.33		9.37		-		9.30	

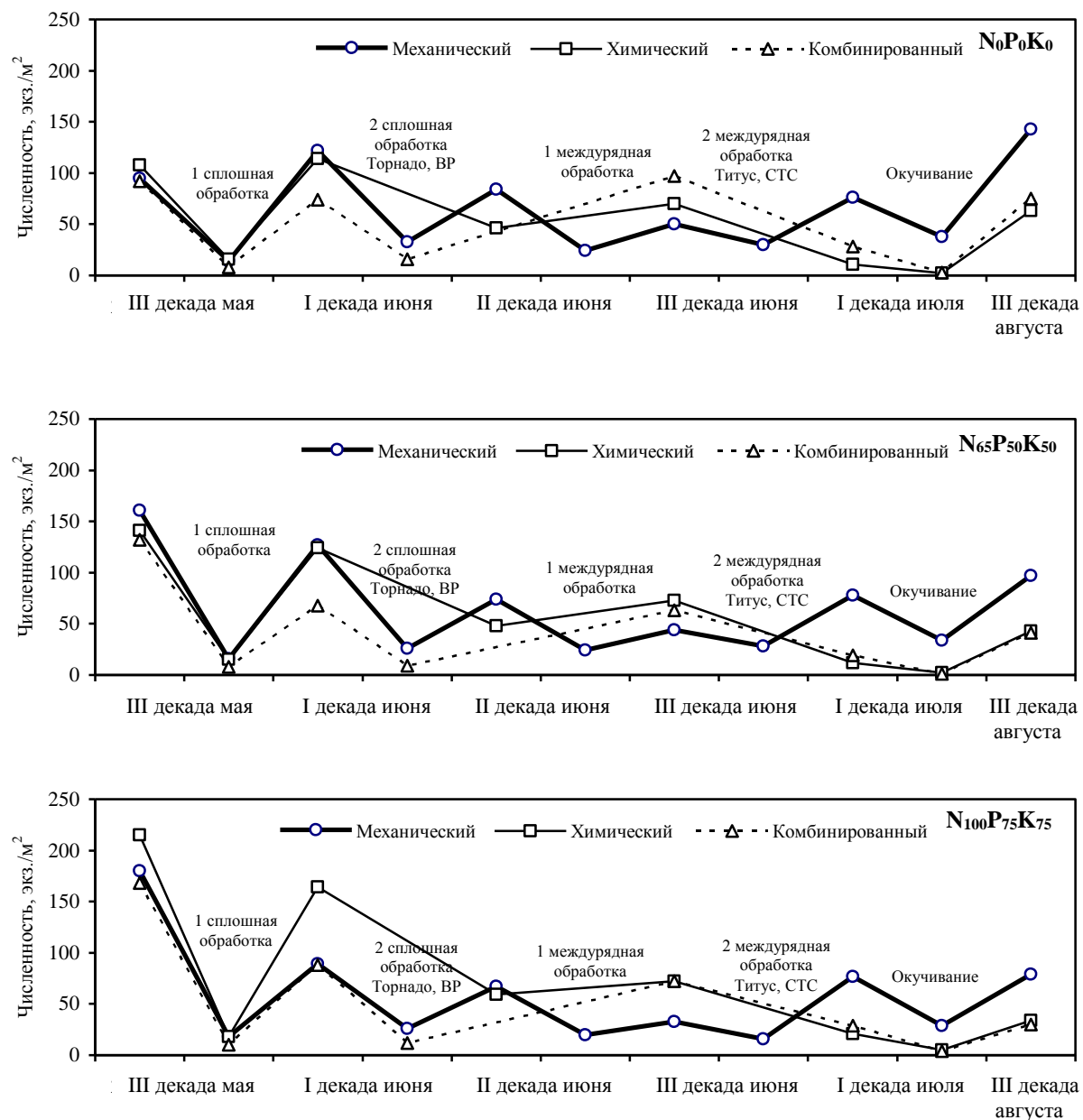


Рисунок 29 – Сезонная динамика численности сорных растений на разных вариантах удобрения и защиты посадок картофеля (2014-2015 гг.)

Качественные изменения засоренности, характеризующиеся показателем видового обилия, претерпевали за весь период учетов значительные изменения (рис. 30). Первоначально значительных различий между вариантами по удобрению и защите по данному показателю не наблюдалось. Механические обработки контрольного варианта опыта способствовали сохранению количества видов сорного компонента агроценоза на высоком уровне в 10 видов/м² вплоть

до окучивания. Двукратное применение гербицидов в химическом варианте сократило данный показатель до 3 видов/м², а однократное применение гербицида Титус, СТС в комбинированном варианте защиты до 5 видов/м².

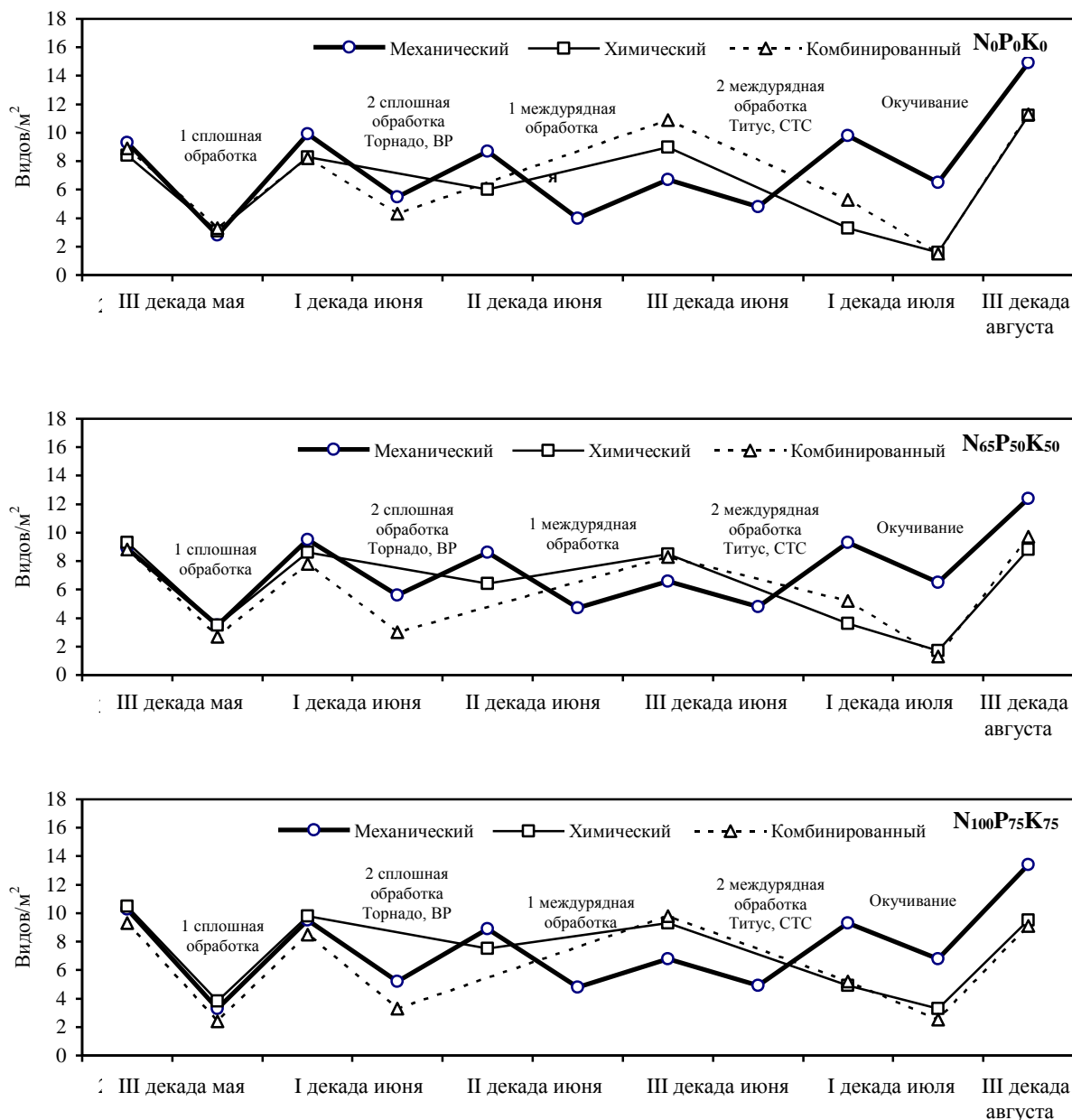


Рисунок 30 – Сезонная динамика видового обилия сорных растений на разных вариантах удобрения и защиты посадок картофеля (2014-2015 гг.)

На момент проведения десикации на неудобренном фоне видовое обилие сорных растений составляло 15 видов/м² на варианте с механической защитой, 11 видов/м² – на вариантах с химической и комбинированной защитой, на сред-

неудобренном фоне – 12, 9, 10 видов/м², на высокоудобренном фоне – 13, 10, 9 видов/м². Таким образом, под действием совместного применения удобрений и защитных мероприятий снижался не только численный состав, но и видовое разнообразие сорных растений в посадках картофеля.

Комплексное влияние удобрений и защитных мероприятий, проявляющееся во второй половине вегетации культуры, нашло отражение в итоговых показателях засоренности посадок картофеля. Так, с увеличением содержания в пахотном слое элементов питания наблюдалось повышение эффективности мероприятий по защите посадок картофеля от сорной растительности (табл. 56).

Таблица 56 – Комплексное влияние удобрений и защитных мероприятий на итоговые показатели засоренности посадок картофеля (2014-2015 гг.)

Варианты опыта		Численность сорных растений перед десикацией		Фитомасса сорных растений перед десикацией	
Минеральные удобрения	Способ защиты	экз./м ²	снижение, %	г/м ²	снижение, %
N ₀ P ₀ K ₀	Механический	143	-	137.6	-
	Химический	63	55.9	32.5	76.4
	Комбинированный	75	47.6	40.6	70.5
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	Механический	97	32.2	67.6	50.9
	Химический	43	69.9	23.2	83.1
	Комбинированный	40	72.0	17.6	87.2
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	Механический	78	45.5	81.7	40.6
	Химический	34	76.2	15.6	88.9
	Комбинированный	30	79.0	6.5	95.3
НСП ₀₅ (МУ)		28.29		33.84	
НСП ₀₅ (СЗ)		24.82		31.20	
НСП ₀₅ (МУ*СЗ)		46.96		55.89	

Результативность варианта с химической защитой, по сравнению с механической, возростала с 55.9 до 76.2% по численности и с 76.4 до 88.9% – по фитомассе сорных растений. Еще более высокий защитный эффект просматривал-

ся при комбинированном способе воздействия на сорную растительность. Снижение численного состава сорных растений на момент проведения десикации на этом варианте в зависимости от фона минерального питания составило 47.6-79%, надземной массы сорняков – 70.5-95.3%. Из данных таблицы 56 следует, что вариант с химической защитой имел преимущество над вариантом с комбинированной защитой только на неудобренном фоне, а на фоне средней и высокой удобренности уступал ему.

Влияние изучаемых факторов интенсификации картофелеводства по средствам снижения засоренности посадок распространялось на величину формируемой урожайности клубней.

Под действием минеральных удобрений повышался хозяйственный эффект от защитных мероприятий (табл. 57). Например, на варианте с химической защитой, по сравнению с механической, при внесении средних доз удобрений наблюдалось увеличение общей урожайности клубней равное 33%, высоких доз – 74%. Хозяйственная эффективность комбинированного способа защиты оказалась еще выше и составила 55 и 107% соответственно на среднем и высоком фоне минерального питания. При этом выявленное преимущество комбинированной защиты над химической явилось следствием ее положительного влияния на продуктивную густоту растений картофеля, которая превосходила показатели контроля в зависимости от дозы вносимых удобрений на 5, 11 и 16%. Различия по показателям продуктивности растений, а именно количеству и массе сформированных клубней, между двумя сравниваемыми вариантами оказались невелики и недостоверны. Все основные элементы структуры урожая повышались под влиянием совместного применения удобрений и мероприятий по защите посадок картофеля от сорной растительности.

Таблица 57 – Комплексное влияние удобрений и защитных мероприятий на урожайность и элементы структуры урожая картофеля (2014-2015 гг.)

Варианты опыта		Урожайность клубней		Густота продуктивных растений		Масса клубней с растения		Число клубней с растения	
		кг/м ²	% к контролю	шт./м ²	% к контролю	кг	% к контролю	шт.	% к контролю
МУ	СЗ								
N ₀ P ₀ K ₀	М	2.14	-	4.4	-	0.49	-	12.3	-
	Х	2.08	97	3.9	89	0.52	106	11.5	93
	К	2.46	115	4.6	105	0.55	112	11.9	97
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	М	2.99	140	4.9	111	0.62	127	15.0	122
	Х	2.84	133	4.1	93	0.71	145	13.9	113
	К	3.32	155	4.9	111	0.69	141	14.9	121
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	М	2.92	136	4.8	109	0.61	125	13.6	111
	Х	3.73	174	4.2	95	0.91	186	19.0	154
	К	4.42	207	5.1	116	0.87	178	17.4	142
НСП ₀₅ (МУ)		0.35		0.55		0.06		1.39	
НСП ₀₅ (СЗ)		0.31		0.58		0.07		1.47	
НСП ₀₅ (МУ*СЗ)		0.56		1.04		0.12		2.29	

Необходимым условием изучения эффективности комплекса агротехнических и химических мероприятий, применяемых при возделывании продовольственного картофеля, является их всесторонняя экономическая оценка. Экономический анализ в нашей работе был проведен с использованием данных полевых экспериментов и материалов бухгалтерской отчетности опытного хозяйства Меньковского филиала АФИ, на базе которого выполнялись исследования (табл. 58). В соответствии со схемой полевого эксперимента сумма итоговых затрат существенно изменялась в зависимости от наличия или отсутствия в каждом из вариантов опыта мероприятий по внесению минеральных удобрений, кратности механических и химических обработок посадок гербицидами.

Таблица 58 – Исходные показатели, используемые в расчетах экономической эффективности комплексного применения удобрений и защитных мероприятий

Показатели	Значения	
Общие показатели		
-общехозяйственные расходы по отношению к прямым	%	25
-внереализационные расходы по отношению к сумме прямых и общехозяйственных	%	0.8
-плановая прибыль по отношению к сумме прямых общехозяйственных и внереализационных	%	8.4
-продолжительность сменного времени на работах по применению пестицидов	час	6
-количество рабочих часов за месяц на работах по защите растений с вредными условиями труда	час	124
-продолжительность сменного времени на работах не связанных с вредными условиями труда	час	8
-количество рабочих часов за месяц на работах не связанных с вредными условиями труда	час	165
-доплата к тарифу за вредные условия	%	20
-резерв на отпуск к тарифной ставке	%	10
-начисления на заработную плату с учетом всех доплат	%	30.2
Оплата труда		
-тарифная ставка зарплаты тракториста при управлении агрегатом по применению средств защиты растений	руб./га	56.0
-норма выработки	га/смену	15-18
-продолжительность сменного времени	час	6
-доплата к тарифу за вредные условия 20%	руб./га	11.2
- резерв на отпуск к тарифной ставке 10%	руб./га	5.6
- начисления на заработную плату 30.2%	руб./га	21.99
-итого затраты на оплату труда тракториста на работе по опрыскиванию посадок	руб./га	94.78
-месячный оклад (тарифная ставка) специалиста на работах по фитосанитарному мониторингу	руб.	20000
-норма выработки при фитосанитарном обследовании полей	га/смену	30
-продолжительность сменного времени	час	8
-количество рабочих часов за месяц на работах по защите растений не с вредными условиями труда	час	165
-резерв на отпуск к тарифной ставке 10%	руб.	2000
-начисления на заработную плату 30.2%	руб.	6644
-итого затраты на оплату труда специалиста на работах по фитосанитарному мониторингу за месяц	руб.	28644
-итого затраты на оплату труда специалиста на работах по фитосанитарному мониторингу	руб./га	46.35
Использование технических средств		
Трактор JD-6920 SE используемый в агрегате с разбрасывателем минеральных удобрений Amazone-Z-AM-1500	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	5430000
-годовая норма амортизации	%	20.0
-годовая загрузка	час	1500
-производительность при разбрасывании	га/смену	72

Разбрасыватель минеральных удобрений Amazone-Z-AM-1500	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	634500
-годовая норма амортизации	%	16.7
-годовая загрузка	час	7.8
-производительность при разбрасывании	га/смену	72
Трактор JD-6920 SE используемый в агрегате с опрыскивателем Amazone UF	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	5430000
-годовая норма амортизации	%	20.0
-годовая загрузка	час	1500
-производительность на опрыскивании	га/смену	15-18
Опрыскиватель Amazone UF	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	1315000
-годовая норма амортизации	%	16.7
-годовая загрузка	час	40
-производительность на опрыскивании	га/смену	15-18
Трактор МТЗ-82 используемый в агрегате с КОН-2.8+БРУ-0.7 (культиватор в сцепке с ротационной бороной для сплошных довсходовых и междурядных обработок)	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	105700
-годовая норма амортизации	%	20.0
-годовая загрузка	час	1500
-производительность на сплошных довсходовых и междурядных обработках	га/смену	9.0
КОН-2.8+БРУ-0.7 (культиватор в сцепке с ротационной бороной для сплошных довсходовых и междурядных обработок)	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	45000
-годовая норма амортизации	%	12.5
-годовая загрузка	час	96.4
-производительность на сплошных довсходовых и междурядных обработках	га/смену	9.0
-Трактор МТЗ-82 используемый в агрегате с КОН-2.8 (окучивание)	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	105700
-годовая норма амортизации	%	20.0
-годовая загрузка	час	1500
-производительность на окучивании	га/смену	12
КОН-2.8 (окучивание)	шт.	1
-балансовая стоимость	руб.	45000
-годовая норма амортизации	%	12.5
-годовая загрузка	час	139.3
-производительность на окучивании	га/смену	12
Расходные материалы		
-расход дизельного топлива на внесение минеральных удобрений и опрыскивание	л/га	11.9
-расход дизельного топлива при довсходовых обработках и окучивании	л/га	3.5
-расход дизельного топлива при междурядных обработках	л/га	3.0
-закупочная цена дизельного топлива с НДС	руб./л	32.18
Гербицид Торнадо, ВР		
-норма применения	л/га	3.0
-цена с НДС	руб./л	805.0

Гербицид Титус, СТС -норма применения -цена с НДС	кг/га руб./кг	0.05 34694.8
Препарат Тренд-90 -норма применения -цена с НДС	л/га руб./л	0.2 361.40
Цена реализации картофеля по фракциям Продовольственный Нестандарт	руб./кг руб./кг	16.0 4.0

Формирование среднеудобренного ($N_{65}P_{50}K_{50}$) и высокоудобренного фонов ($N_{100}P_{75}K_{75}$) происходило путем ежегодного внесения смеси аммиачной селитры и азофоски, что в весовом исчислении составляло 43.6:312.5 кг/га и 72.7:468.8 кг/га соответственно. При средней цене аммиачной селитры в 13.13 руб./кг и азофоски 17.85 руб./кг стоимость туковой смеси для среднего фона составила 6150.6 руб./га, для высокого – 9322.6 руб./га. Доля вклада стоимости удобрений в сумму прямых затрат при их внесении составила 76.8% при средних дозах удобрений и достигала уровня 83.4% при применении высоких доз удобрений. Затраты на использование сельскохозяйственной техники находились на уровне 17.3 и 12.4%, оплата труда тракториста и расходы на дизельное топливо суммарно 5.9% и 4.2% соответственно на средне и высокоудобренном фоне (табл. 59).

Таблица 59 – Прямые затраты при предпосадочном внесении минеральных удобрений, руб./га

Виды прямых затрат	Затраты					
	$N_0P_0K_0$		$N_{65}P_{50}K_{50}$		$N_{100}P_{75}K_{75}$	
	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%
Оплата труда тракториста	0	0	89.19	1.1	89.19	0.8
Использование технических средств	0	0	1387.96	17.3	1423.07	12.4
Дизельное топливо	0	0	382.94	4.8	382.94	3.4
Смесь минеральных удобрений	0	0	6150.59	76.8	9322.63	83.4
Итого	0	0	8010.68	100.0	11182.70	100.0

Общая величина затрат на внесение минеральных удобрений, включающая помимо прямых общехозяйственные, внереализационные и плановую прибыль, составила 10941.3 руб./га при формировании среднего фона и 15273.8 руб./га – высокого фона минерального питания (табл. 60).

Таблица 60 – Итоговые затраты на проведение предпосадочного внесения минеральных удобрений, руб./га.

Виды затрат	Затраты, руб./га		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Прямые	0	8010.68	11182.70
Общехозяйственные	0	2002.7	2795.7
Внереализационные	0	80.1	111.8
Плановая прибыль	0	847.9	1183.6
Итого	0	10941.3	15273.8

Сумма затрат на проведение комплекса механических обработок почвы в защите посадок картофеля от сорных растений составила 1746.0 руб./га (табл. 61). При этом довсходовые сплошные обработки агрегатом в составе культиватора и ротационной бороны являлись несколько более затратными, чем междурядные, где не проводилась обработка верхней части гребня, а значит расход топлива и время на выполнение операции требовалось меньше (3 л/га). Еще меньшая величина затрат оказалась связана с окучиванием посадок картофеля, поскольку использовалось только одно почвообрабатывающее орудие (КОН-2.8). И это при том, что из-за повышенной тяговой силы при окучивании происходил повышенный расход топлива (3.5 л/га), сопоставимый по величине с довсходовыми сплошными обработками.

Таблица 61 – Затраты на проведение механической защиты посадок картофеля от сорной растительности

Виды затрат	Затраты, руб./га					Итого
	Довсходовые сплошные обработки		Послевсходовые междурядные обработки		Окучивание	
	1-я	2-я	1-я	2-я		
Прямые	265.9	265.9	249.8	249.8	246.8	1278.2
Общехозяйственные	66.5	66.5	62.5	62.5	61.7	319.7
Внереализационные	2.7	2.7	2.5	2.5	2.5	12.9
Плановая прибыль	28.1	28.1	26.4	26.4	26.1	135.1
Итого	363.2	363.2	341.2	341.2	337.1	1746.0

Отличительной особенностью химического способа защиты посадок картофеля от сорной растительности в нашем опыте являлось наличие двух последовательных обработок гербицидами. С учетом стоимости препарата (805 руб./л) и его нормы расхода (3 л/га) сумма прямых затрат при обработке посадок картофеля гербицидом Торнадо, ВР составила 4318.61 руб./га. При этом основная доля затрат приходилась на приобретение нужного объема препарата (55.9%) и использование трактора в агрегате с опрыскивателем (31.9%) (табл. 62).

Менее затратной оказалась последующая обработка посадок картофеля гербицидом Титус, СТС с добавлением в рабочую жидкость ПАВ Тренд 90. При довольно высокой закупочной цене данных препаратов (34694.8 руб./кг и 361.4 руб./л) нормы их расхода при внесении оказались низкими (0.05 кг/га и 0.3 л/га).

Таблица 62 – Прямые затраты при обработке посадок картофеля гербицидами

Виды прямых затрат	Обработка гербицидом			
	Торнадо		Титус + Тренд 90	
	руб./га	%	руб./га	%
Оплата труда тракториста и специалиста по фитосанитарному мониторингу	141.13	3.3	141.13	3.5
Использование технических средств	1379.54	31.9	1659.17	41.2
Дизельное топливо	382.94	8.9	382.94	9.5
Затраты на приобретение гербицида	2415.00	55.9	1843.16	45.8
Итого	4318.61	100.0	4026.40	100.0

Общая величина затрат при химическом способе защиты посадок картофеля от сорной растительности составила 12098.4 руб./га, что оказалась почти в 7 раз более затратным по сравнению с вариантом механической защиты (табл. 63).

Комбинированный способ, сочетающий как механические, так и химические защитные мероприятия, по сумме всех произведенных при его реализации затрат в 3.8 раза превышал вариант с механической защитой и оказался в 1.8 раза дешевле химического способа защиты посадок картофеля (табл. 64).

Таблица 63 – Затраты на проведение химического способа защиты посадок картофеля от сорной растительности

Виды затрат	Затраты, руб./га				Итого
	1-я довсходовая сплошная обработка	Гербицидные обработки		Окучивание	
		Торнадо, ВР	Титус, СТС + Тренд 90		
Прямые	265.9	4318.6	4026.4	246.8	8857.7
Общехозяйственные	66.5	1079.7	1006.6	61.7	2214.5
Внереализационные	2.7	43.2	40.3	2.5	88.7
Плановая прибыль	28.1	457.1	426.2	26.1	937.5
Итого	363.2	5898.5	5499.4	337.1	12098.4

Таблица 64 – Затраты на проведение комбинированного способа защиты посадок картофеля от сорной растительности

Виды затрат	Затраты, руб./га				Итого
	Довсходовые сплошные обработки		Гербицидная обработка Титус, СТС + Тренд 90	Окучивание	
	1-я	2-я			
Прямые	265.9	265.9	4026.4	246.8	4805.0
Общехозяйственные	66.5	66.5	1006.6	61.7	1201.3
Внереализационные	2.7	2.7	40.3	2.5	48.2
Плановая прибыль	28.1	28.1	426.2	26.1	508.5
Итого	363.2	363.2	5499.4	337.1	6563.0

Экономический анализ показал, что за счет роста продовольственной фракции урожая картофеля комбинированная защита посадок приносила более высокую прибыль, чем химическая и механическая борьба с сорной растительностью. Обозначенные различия составили 59320 и 103040 руб./га, или 16.4 и 32.3% (табл. 65).

Затратная часть комплексного применения минеральных удобрений и защитных мероприятий против сорных растений приведена в таблице 66, прибыль от реализации полученного урожая картофеля – в таблице 67. Совместный

эффект удобрений и защиты особенно наглядно проявляется на высоком уровне минерального питания, где различия между механическим, химическим и комбинированным вариантами достигают максимума. Так, на высоком фоне минерального питания химическая защита, по сравнению с механической, обеспечивает повышение прибыли на 32.9%, комбинированная защита – на 60.3%, тогда как на среднем фоне – 3.3 и 15.6%, а на низком – 1.9 и 17.3%.

Таблица 65 – Экономический анализ способов защиты посадок продовольственного картофеля от сорной растительности

Распределение клубней картофеля для реализации	Способы защиты								
	Механический			Химический			Комбинированный		
	ц/га	Цена реализации, руб./кг	Выручка от реализации, руб./га	ц/га	Цена реализации, руб./кг	Выручка от реализации, руб./га	ц/га	Цена реализации, руб./кг	Выручка от реализации, руб./га
Продовольственный	175.9	16.0	281440	205.8	16.0	329280	237.9	16.0	380640
Нестандарт	92.7	4.0	37080	82.4	4.0	32960	102.3	4.0	40920
Итого	268.6		318520	288.2		362240	340.2		421560

Таблица 66 – Затраты на комплексное применение удобрений и защитных мероприятий против сорных растений в посадках картофеля

Виды затрат	Способы защиты								
	Механический			Химический			Комбинированный		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Прямые	1278.2	9288.9	12460.9	8857.7	16868.4	20040.4	4805.0	12815.7	15987.7
Общехозяйственные	319.7	2322.2	3115.2	2214.5	4217.1	5010.1	1201.3	3203.9	3996.9
Внереализационные	12.9	92.9	124.6	88.7	168.7	200.4	48.2	128.2	159.9
Плановая прибыль	135.1	983.1	1318.9	937.5	1785.4	2121.1	508.5	1356.4	1692.1
Итого	1746.0	12687.2	17019.6	12098.4	23039.5	27372.0	6563.0	17504.2	21836.6

Таблица 67 – Экономический эффект способов защиты посадок продовольственного картофеля от сорной растительности на разном фоне минерального питания

Распределение клубней картофеля для реализации	Способы защиты								
	Механический			Химический			Комбинированный		
	ц/га	Цена реализации, руб./кг	Выручка от реализации, руб./га	ц/га	Цена реализации, руб./кг	Выручка от реализации, руб./га	ц/га	Цена реализации, руб./кг	Выручка от реализации, руб./га
Низкий фон минерального питания (N ₀ P ₀ K ₀)									
Продовольственный	137.1	16.0	219360	143.1	16.0	228960	162.6	16.0	260160
Нестандарт	76.8	4.0	30720	64.6	4.0	25840	83.2	4.0	33280
Итого	213.9		250080	207.7		254800	245.8		293440
Средний фон минерального питания (N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀)									
Продовольственный	197.7	16.0	316320	212.5	16.0	340000	233.0	16.0	372800
Нестандарт	101.6	4.0	40640	71.8	4.0	28720	99.3	4.0	39720
Итого	299.3		356960	284.3		368720	332.3		412520
Высокий фон минерального питания (N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅)									
Продовольственный	192.9	16.0	308640	261.8	16.0	418880	318.0	16.0	508800
Нестандарт	99.6	4.0	39840	110.7	4.0	44280	124.3	4.0	49720
Итого	292.5		348480	372.5		463160	442.3		558520

Сводная таблица экономической оценки совместного применения удобрений и защитных мероприятий против сорных растений на посадках продовольственного картофеля свидетельствует о том, что наиболее рентабельным вариантом при всех нормах внесения удобрений является комбинированная защита (табл. 68). При этом с повышением норм внесения удобрений рентабельность комбинированной защиты возрастает до 130% в связи со значительным увеличением уровня сохраненного урожая и улучшения его качества.

Применение двукратных химических обработок при отсутствии удобрений нерентабельно, а при внесении удобрений по рентабельности значительно уступает комбинированной защите растений.

Применение только механических средств борьбы с сорной растительностью нерентабельно не зависимо от фона минерального питания.

Таблица 68 – Экономическая эффективность комплексного применения удобрений и защитных мероприятий против сорных растений на посадках продовольственного картофеля

Наименование	Фон минерального питания и способы защиты								
	N ₀ P ₀ K ₀			N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀			N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅		
	М	Х	К	М	Х	К	М	Х	К
Полученный урожай, ц/га	213.9	207.7	245.8	299.3	284.3	332.3	292.5	372.5	442.3
Сохраненный урожай, ц/га	-	0	31.9	85.4	70.4	118.4	78.6	158.6	228.4
Стоимость сохраненного урожая, руб./га	-	0	43360	106880	118640	162440	98400	213080	308440
Затраты на защиту растений и внесение удобрений, руб./га	1746.0	12098.4	6563.0	12687.2	23039.5	17504.2	17019.6	27372.0	21836.6
Дополнительные затраты на защиту растений и внесение удобрений, руб./га	-		4817.0	10941.2	21293.5	15758.2	15273.6	25626.0	20090.6
Дополнительные затраты на уборку урожая, руб./га	-		15950	42700	35200	59200	39300	79300	114200
Чистый доход, руб./га	-		22593.0	53238.8	62146.5	87481.8	43826.4	108154.0	174149.4
Рентабельность, %	-		108.8	99.2	110.0	116.7	80.3	103.1	129.7

Таким образом, нашими исследованиями выявлено наличие комплексного эффекта от применения минеральных удобрений и защитных мероприятий, влияющего на засоренность посадок и урожайность картофеля. В полной мере он проявляется во второй половине вегетации культуры и выражается в более сильном угнетении развития и снижении численности сорной растительности. Наиболее высокий биологический и хозяйственный эффект достигался применением высоких доз минеральных удобрений и комбинированной защитой посадок картофеля от сорных растений. Этот же вариант имел наиболее высокую рентабельность, тогда как химическая защита, предусматривающая двукратную

обработку посадок гербицидами, даже на среднем и высоком фоне минерального питания оказалась по большому счету экономически нецелесообразна. Не оправдывает себя с экономической точки зрения внесение средних и высоких доз минеральных удобрений при механическом способе защиты посадок картофеля от сорных растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Уточнен видовой состав сорных растений в посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав в Северо-Западном регионе РФ, насчитывающий 55 видов, в том числе 20 видов с многолетним циклом развития. Установлен преимущественно корневищно-малолетний, реже корнеотпрысково-корневищно-малолетний или малолетний тип и высокая степень (133-153 экз./м²) засоренности, а также наличие не менее 6 волн появления сорных растений, что требует обязательного и неоднократного проведения защитных мероприятий против данной группы вредных организмов.

2. Установлено, что отрицательное влияние многолетних трав в качестве предшественника картофеля проявлялось в высокой численности личинок жуков щелкунов (48 экз./м²), в том числе обычно редкого вида *Adrastus pallens* F. (13-41 экз./м²), и сильной поврежденности ими клубней (32.4%). Сильное поражение клубней картофеля ризоктониозом (31.5%) в большей степени связано с зараженностью семенного материала, а эпифитотийное развитие фитофтороза (85%) – с благоприятными погодными условиями.

3. Выявлена неоднородность пространственного размещения сорных растений в посадках картофеля, что подтверждается высокими коэффициентами вариации (43% и более) и агрегации (1.8 и более), причина которой является следствием особенностей их многолетнего произрастания и разным содержанием элементов питания в пахотном горизонте.

4. Определены различия в спектральных характеристиках культурных и сорных растений, а также слабо и сильнозасоренных участков в посадках картофеля. Массовое присутствие сорной растительности приводило к достоверному снижению показателей красного (в 1.1-1.6 раза) и голубого (в 1.2-1.4 раза) спектров цвета, повышению значений вегетационного индекса NDVI (в 1.8-2.4 раза). Дистанционный мониторинг засоренности посадок картофеля легче осуществить в довсходовый период, когда на полях отсутствуют культурные растения.

5. Применение полного минерального и нового органоминерального удобрений на основе птичьего помета приводило к отрицательным изменениям, проявляющимся в росте численности малолетних двудольных видов (в 1.9-2.2 и 1.1-1.3 раза) и общего (в 1.5-1.7 и 1.1-1.3 раза) начального уровня засоренности посадок картофеля. Положительное влияние удобрений проявлялось во второй половине вегетации картофеля за счет повышения конкурентоспособности культурных растений, что ограничивало прорастание всех групп сорных растений и приводило к существенному снижению индивидуальных показателей развития сорняков.

6. Химический и комбинированный способы защиты посадок картофеля показали одинаково высокую эффективность по отношению ко всем группам сорных растений. По итогам проведения всех мероприятий плотность сорняков снижалась на 85 и 87%, в том числе малолетних двудольных – 88 и 91%, многолетних двудольных – 89 и 89%, многолетних злаковых – 78 и 81%. Из-за сложного типа засоренности, характерного для посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав, наблюдалась недостаточно высокая эффективность одних только механических воздействий на сорные растения, что приводило к сильному их зарастанию во второй половине вегетации культуры.

7. Установлено, что наиболее высокий биологический (79% – по численности, 95.3% – по фитомассе), хозяйственный (228.4 ц/га – 207%) и экономический (рентабельность – 129.7%) эффект достигается при совместном применении высоких доз минеральных удобрений и комбинированной защиты посадок картофеля от сорных растений. Двукратная обработка посадок гербицидами, предусмотренная в химическом варианте защиты, даже на среднем и высоком фоне минерального питания по большому счету экономически нецелесообразна (103-110% рентабельности). Не оправдывает себя с экономической точки зрения (80-99% рентабельности) внесение средних и высоких доз минеральных удобрений при механическом способе защиты посадок картофеля от сорных растений.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При возделывании продовольственного картофеля по пласту многолетних трав в Северо-Западном регионе РФ рекомендуется применение средних и высоких доз удобрений совместно с комбинированным способом защиты посадок от сорной растительности, включающим две довсходовые механические обработки КОН-2.8 + БРУ-0.7, обработку гербицидом Титус, ВДГ + Тренд 90 при высоте культурных растений 10-15 см и окучивание.

Для сельхозтоваропроизводителей, практикующих новейшие разработки и передовой опыт, предлагается к ознакомлению и применению методика дистанционного мониторинга засоренности посадок картофеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абилдаева, Ж.А. Борьба с сорняками картофеля в Кзыл-Ордынской области / Ж.А. Абилдаева, Л.А. Котлярова, Г.В. Кузьмина // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1991. – №5. – С. 40-42.
2. Агафонов, Е.В. Использование птичьего помета в земледелии Ростовской области / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, В.А. Ефремов, Д.А. Манашов, А.А. Бельгин, А.А. Громаков, В.В. Турчин, С.М. Иванов. – Персиановский, 2016. – 86 с.
3. Агроклиматические ресурсы Ленинградской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 119 с.
4. Александров, О.Т. Особенности проявления ризоктониоза картофеля в Беларуси и разработка мер борьбы с ним / О.Т. Александров // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. биол. наук. – Прилуки, 1996. – 21 с.
5. Антонов, В.Н. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ / В.Н. Антонов, Л.А. Сладких // Геоматика. – 2009. – №4. – С. 50-53.
6. Архипов, М.В. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России / М.В. Архипов, А.И. Иванов, Т.А. Данилова, С.Н. Сеницына, Ю.А. Тюкалов, Е.Н. Пасынкова. – СПб., Пушкин, 2016. – 136 с.
7. Архипова, О.Е. Оценка засоренности антропогенных фитоценозов на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере амброзии полыннолистной) / О.Е. Архипова, Н.А. Качалина, Ю.В. Тютюнов, О.В. Ковалев // Исследование Земли из космоса. – 2014. – №6. – С. 15-26.
8. Асеева, Т.А. Влияние органоминеральных удобрений на плодородие почв и урожай пропашных культур в условиях Среднего Приамурья / Т.А. Асеева // Плодородие. – 2012. – №1(64). – С. 25-28.

9. Аспидова, Ж.В. Зависимость урожая клубней картофеля от длительности засорения посадок малолетними сорняками / Ж.В. Аспидова, М.С. Галиев // Бюллетень ВИЗР. – 1987а. – №67. – С.69-72.

10. Аспидова, Ж.В. Гербициды на посадках картофеля как элемент интенсивной технологии / Ж.В. Аспидова, М.С. Галиев // Совершенствование химических методов борьбы с сорняками. – Л.: ВИЗР. – 1987б. – С. 84-87.

11. Аспидова, Ж.В. Гербициды на посадках картофеля как элемент интенсивной технологии возделывания / Ж.В. Аспидова // Актуальные проблемы современной гербологии. – Л.: ВИЗР. – 1990. – С. 91-93.

12. Асякин, Б.П. Комплексная программа по защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков в Ленинградской области / Б.П. Асякин, А.В. Бешанов, В.А. Быковский, Л.Н. Бушкова, Ю.И. Власов, В.А. Выцкий, Н.Р. Гончаров, Л.Д. Гришечкина, Н.Е. Ермолаев, С.Г. Жуковский, С.Д. Здражевская, С.Г. Иванов, М.Н. Ильина, И.В. Исси, Г.П. Иванова, В.В. Котова, В.А. Кузнецов, В.Г. Корнилов, Г.А. Кононова, Л.А. Кошелев, О.П. Каширский, Э.И. Ларина, И.А. Лашкова, А.К. Лысов, Н.С. Лепехин, В.А. Павлюшин, Д.С. Переверзев, И.А. Строева, С.Л. Тютюрев, М.Н. Ткаченко, И.В. Тимохин, Н.И. Уткина, Т.С. Фоминых, Н.А. Цветкова. – Л., Пушкин, 1988. – 163 с.

13. Аширов, К.Г. Технология возделывания и уборки картофеля в Прииссыкулье / К.Г. Аширов // Тезисы докладов науч.-произв. конф. молодых ученых, КиргНИИЗ, посвященной 50-летию образования Киргизской ССР и Коммунистической партии Киргизии. – Фрунзе, 1975. – С. 15-16.

14. Бабушкина, Н.Г. Значение структуры агроландшафта в повышении эффективности паразитов чешуекрылых (Lepidoptera) вредителей крестоцветных культур / Н.Г. Бабушкина, К.Е. Воронин // Труды РЭО. – 2001. – Т.72. – С. 42-46.

15. Баздырев, Г.И. Сорняки – враги урожая, знайте и уничтожайте их / Г.И. Баздырев, Г.А. Груздев // Земледелие. – 1984. – №2. – С. 62-63.

16. Баздырев, Г.И. Комплексный подход / Г.И. Баздырев, В.А. Сергиенко, В.А. Фролов // Защита растений. – 1990. – №4. – С. 26-27.
17. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 242с.
18. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев, Л.И. Зотов, В.Д. Полин. – М., 2004. – 228 с.
19. Баиров, Т.О. Продуктивность картофеля при использовании гербицидов в севообороте / Т.О. Баиров // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1988. – №5. – С.46-48.
20. Бадаев, Е.А. Дистанционный мониторинг фитосанитарного состояния сельхозугодий / Е.А. Бадаев, М.Д. Болтаев // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. – Т. 1. – СПб., 2013. – С. 14-17.
21. Байер, Я. Погода и урожай / Я. Байер. – М., «Агропромиздат». – 1990. – 332 с.
22. Байрамбеков, Ш.Б. Гербициды для подавления многолетних сорняков / Ш.Б. Байрамбеков, З.Б. Валеева // Земледелие. – 2010. – №7. – С. 42-43.
23. Байрамбеков, Ш.Б. Борьба с сорняками овоще-бахчевых культур / Ш.Б. Байрамбеков, З.Б. Валеева, О.Г. Корнева // Защита и карантин растений. – 2012. – №3. – С. 22-24.
24. Байрамбеков, Ш.Б. Защита картофеля от однолетних сорняков в орошаемых агроценозах / Ш.Б. Байрамбеков, З.Б. Валеева // Сборник научных трудов «Орошаемое земледелие – селекция и технологии возделывания сельскохозяйственных культур». – Астрахань, 2014. – С. 58-61.
25. Бестаев, В.В. Гербициды в системе ухода за картофелем / В.В. Бестаев // Картофель и овощи. – 1991. – №3. – С. 43.
26. Бешанов, А.В. Опыт химической борьбы с сорняками в условиях Ленинградской области / А.В. Бешанов. – М., 1965. – 39 с.
27. Бешанов, А.В. Эффективность предвсходового применения гербицидов на посадках картофеля / А.В. Бешанов, А.В. Воеводин // Краткие итоги

научных исследований по защите растений в северо-западной зоне СССР. – Рига, 1959. – С. 208.

28. Бирючинских, И. Препараты компании Дюпон, применяемые на картофеле / И. Бирючинских, Н. Хабаров // Вестник овощевода. – 2012. – С. 41-42.

29. Благовидов, Н.Л. Природные условия и качественная оценка земель зоны / Н.Л. Благовидов // Система ведения сельского хозяйства Северо-Западной зоны РСФСР. – Л., 1968. – С. 7-63.

30. Богданова, Л.С. Борьба с сорняками на торфяных почвах / Л.С. Богданова // Научные труды. – Вып. XIV. – Лениздат, 1968. – С. 131-136.

31. Богданова, Л.С. Особенности химической прополки картофеля на торфяной почве / Л.С. Богданова // Научные труды Северо-Западного научно-исследовательского института сельского хозяйства. – 1973. – Вып. 27. – С. 150-153.

32. Богусловская, Н.В. Влияние минеральных удобрений на развитие фитофтороза картофеля / Н.В. Богусловская, А.В. Филиппов, А.Д. Хлыстовский // Агротехнический метод защиты полевых культур. – М., 1981. – С. 97-98.

33. Бокина, И.Г. Рациональное использование химических средств защиты растений как условие эффективной деятельности энтомофагов и сохранения экологического равновесия в агроэкосистемах / И.Г. Бокина // Проблемы экологии агроэкосистем: пути и методы их решения. – Новосибирск, 2009. – С. 14-17.

34. Борисова, Е.Е. Значение севооборота и предшественников в снижении засоренности сельскохозяйственных культур / Е.Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2014. – №6 (37). – С. 13-21.

35. Боровая, В.П. Использование агротехнических приемов в системе защиты картофеля / В.П. Боровая // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. – Краснодар, 2005. – С. 134-135.

36. Боронтов, О.К. Контроль сорняков в зерносвекловичном севообороте / О.К. Боронтов, И.М. Никульников, В.Т. Алехин // Земледелие. – 2001. – №4 – С. 26-27.

37. Браун, Э.Э. Эффективность гербицидов в посадках картофеля / Э.Э. Браун, С.Х. Мухамбеталиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – №4 (32). – С. 79-82.
38. Брюсов, В.Н. Химическая прополка посадок картофеля / В.Н. Брюсов, В.Д. Лыкова, В.П. Ненахов // Защита растений. – 1987. – №4 – С.38-39.
39. Брюсов, В.Н. Как лучше использовать Зенкор / В.Н. Брюсов, В.Д. Лыкова, Н.М. Ненахова, В.В. Смагин // Картофель и овощи. – 1989. – №2. – С. 46.
40. Бусарова, Н.В. Структурно-функциональная организация сообществ членистоногих ползающих полос в условиях лесостепной зоны / Н.В. Бусарова // Автореф. дисс. на соис. уч. канд. биол. наук. – Нижний Новгород, 2006. – 23 с.
41. Бутов, А.В. Оптимальные дозы гербицидов при возделывании картофеля на черноземах / А.В. Бутов // Картофель и овощи. – 2009. – №6. – С. 6-7.
42. Васильев, А.А. Эффективность сидеральных предшественников картофеля в лесостепной зоне Южного Урала / А.А. Васильев // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №8. – С. 19-22.
43. Васильев, О.П. Экономическая эффективность защиты растений в Ленинградской области (на примере защиты овощей и картофеля от вредителей, болезней и сорняков) / О.П. Васильев // Автореф. на соис. уч. ст. канд. эконом. наук. – Л., 1969. – 26 с.
44. Везик, Э.Х. Химическая борьба с сорняками в посадках картофеля на дерново-карбонатных почвах Эстонской ССР / Э.Х. Везик // Автореф. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Жордино, 1984а. – 17 с.
45. Везик, Э.Х. Результаты применения гербицидов на посадках картофеля / Э.Х. Везик // Защита растений. – Таллин, 1984б. – С. 98-106.
46. Везик, Э.Х. Гербициды против пырея ползучего во время вегетации картофеля / Э.Х. Везик // Защита сельскохозяйственных растений в условиях применения интенсивных технологий. – Минск, 1987. – С.48-49.
47. Власенко, Н.Г. Плюсы и минусы агротехнического метода защиты растений / Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Защита и карантин растений. – 2012. – №2. – С. 16-19.

48. Волкова, Г.С. Видовой и количественный состав сорных растений при минимализации обработки и в зависимости от минеральных удобрений / Г.С. Волкова, А.М. Карасева // Проблемы борьбы с сорной растительностью. – М., 1986. – С.22-27.

49. Воловик, А.С. Агротехнические меры борьбы с основными болезнями картофеля / А.С. Воловик, А.Б. Борисенок, Н.Г. Шуйская // Агротехнический метод защиты полевых культур. – М., 1981. – С. 92–96.

50. Воловик, А.С. Чистые посеы – высокий урожай / А.С. Воловик, В.Н. Зейрук // Земледелие. – 1996. – №2. – С. 26.

51. Воробьев, С.А. Земледелие / С.А. Воробьев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.

52. Галиев, М.С. Влияния плотности засорения посадок марью белой и гречишкой развесистой на урожай клубней картофеля / М.С. Галиев, Ж.В. Аспидова // Бюллетень ВИЗР. – 1985. – №62. – С. 53-55.

53. Галиев, М.С. Методические рекомендации по применению гербицидов на картофеле в северо-западном районе Нечерноземной зоны РСФСР / М.С. Галиев, Ж.В. Аспидова. – Л., 1988. – 24 с.

54. Галиев, М.С. Влияние противозлаковых гербицидов на жизнеспособность корневищ пырея ползучего *Elytrigia repens* / М.С. Галиев, И.Н. Надточий // Вестник защиты растений. – 2004. – №3. – С. 57-60.

55. Гармашов, В.М. Засоренность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте / В.М. Гармашов, А.Ф. Витер // Земледелие. – 2008. – №5. – С. 37-38.

56. Герасимов, Ю.Ю. Геоинформационные системы: Обработка и анализ растровых изображений / Ю.Ю. Герасимов, С.А. Кильпелайнен, А.П. Соколов. – М., 2002. – 118 с.

57. Гончаров, Н.Р. Нормативы сохраняемого урожая от применения химических средств защиты растений в РФ в зависимости от интенсивности земледелия / Н.Р. Гончаров. – СПб., 2009. – 8 с.

58. Гончаров, Н.Р. Методика экономической оценки эффективности мероприятий по защите растений в условиях производственного эксперимента / Н.Р. Гончаров. – СПб., 2017. – 26 с.

59. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – 2014 год. – М., 2014. – 775 с.

60. Грейг-Смит, П. Количественная экология растений / П. Грейг-Смит. – М., 1967. – 359 с.

61. Груздев, Г.С. Комплексные меры борьбы с пыреем ползучим / Г.С. Груздев, Г.Д. Белов, Я.И. Монствилайте, А.К. Лысенко, В.А. Колесников, В.С. Виленц, Г.И. Баздырев, В.А. Калинин, В.И. Оверчук, И.В. Горбачев, Н.А. Лисицына, Х. Рекена Нуньез, И.П. Пузинайте, Т.В. Ефремова, А.М. Нестеренко, В.В. Исаев, М.А. Федосенков. – М., 1987. – 32 с.

62. Гусева, О.Г. Напочвенные хищные жесткокрылые и пауки в агроландшафтах Северо-Запада России / О.Г. Гусева // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. доктора биол. наук. – СПб., 2014. – 42 с.

63. Дмитриева, Е.Е. Математическая обработка результатов спектрометрирования и материалов многозональных аэро- и космических съемок сельскохозяйственных угодий / Е.Е. Дмитриева // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. техн. наук. – М., 1998. – 24 с.

64. Долженко, В.И. Перспективные гербициды на картофеле и приемы их рационального применения против комплекса сорных растений в Северо-Западном регионе России / В.И. Долженко, М.С. Галиев, Т.А. Маханькова, Е.И. Кириленко, П.А. Тарарин // Научно обоснованные технологии химического метода борьбы с сорняками в растениеводстве различных регионов Российской Федерации. – Голицыно, 2001. – С. 76-79.

65. Долженко, В.И. Совершенствование ассортимента гербицидов для защиты картофеля / В.И. Долженко, Т.А. Маханькова, М.С. Галиев, С.И. Редюк, Е.И. Кириленко // Химический метод защиты растений. – СПб., 2004. – С. 97-99.

66. Долженко, О.А. Урожайность и качество картофеля при применении гербицидов в условиях дельты Волги / О.А. Долженко // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Астрахань, 2009. – 24 с.

67. Доронина, А.Ю. Материалы к изучению засоренности посевов сельскохозяйственных культур на территории Карельского перешейка (Всеволожский район, Ленинградская область) / А.Ю. Доронина // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. – Голицыно, 2000. – С. 14-19.

68. Доронина, А.Ю. Сегетальные растения Карельского перешейка (Ленинградская область) / А.Ю. Доронина // Фитосанитарное оздоровление агроэкосистем. – Т. 1. – СПб., 2005. – С. 317-320.

69. Доронина, А.Ю. Сорные растения во флоре Карельского перешейка (Ленинградская область) / А.Ю. Доронина // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. – СПб., 2011. – С. 77-81.

70. Дорошенко, Е.И. Урожай и качество картофеля в зависимости от уровня засоренности поля / Е.И. Дорошенко, И.В. Мартынюк // Вестник с.-х. науки. – 1985. – №10. – С. 36-37.

71. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1979. – 416 с.

72. Дудкин, В.М. Севооборот и удобрение – основные факторы управления формированием урожая / В.М. Дудкин, А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Ю.Б. Логачев // Земледелие. – 2002. – №1. – С.25-26.

73. Дудкин, И.В. Регулирование засоренности посевов сахарной свеклы в биологизированных системах земледелия / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Сборник докладов Междун. науч. конф. "Севооборот в современном земледелии" – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С.190-192.

74. Дудкин, И.В. Системы обработки почвы и сорняки / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Защита и карантин растений. – 2010. – №8. – С. 28-30.

75. Дудкин, И.В. Влияние севооборотов на засоренность посевов / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 40-42.

76. Евдокимова, З.З. Методические рекомендации по выращиванию картофеля сорта Сударыня / З.З. Евдокимова, Т.А. Шелабина, Р.Н. Гадаборшев, Е.Б. Милеева, З.П. Котова. – СПб., 2010. – 15 с.

77. Едидеичев, Ю.Ф. Влияние севооборотов на засоренность посевов в Красноярском крае / Ю.Ф. Едидеичев, В.Н. Романов // Проблемы опустынивания и защита биологического разнообразия природохозяйственных комплексов аридных регионов России. – М., 2003. – С. 270-277.

78. Еремкина, О.В. Реакция культурных растений на гербициды при разных уровнях минерального питания / О.В. Еремкина // Труды Чувашской сельскохозяйственной опытной станции. – 1976. – Вып. IV. – С. 109-123.

79. Жукова, Е.Ю. Изучение динамики агроценозов Минусинской котловины комплексными спутниковыми и наземными методами / Е.Ю. Жукова // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. биол. наук. – Красноярск, 2009. – 24 с.

80. Жукова, Е.Ю. Оценка состояния растительности агроценозов Минусинской котловины на основе спутниковой информации / Е.Ю. Жукова // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: чтения памяти Л. М. Черепнина. Матер. 5 Всерос. конф. с междуна. участием. – Т. 2. – Красноярск, 2011. – 419 с.

81. Жукова, П.С. Борьба с сорняками на посадках картофеля / П.С. Жукова, Т.С. Широко // Сельское хозяйство за рубежом. – 1980. – №2. – С.25-28.

82. Жукова, П.С. Агротехнический и химический методы борьбы с сорняками в посадках картофеля / П.С. Жукова, Т.С. Широко. – М., 1981. – 44 с.

83. Жукова, П.С. Сочетание агротехнических и химических мер борьбы с сорняками в посадках картофеля / П.С. Жукова, М.И. Гробер // Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии. – Рига, 1983. – С. 49-50.

84. Жукова, П.С. Эффективность комплексных мер борьбы с сорняками на посадках картофеля в условиях Белоруссии / П.С. Жукова, М.И. Гробер, Н.А. Лобань // Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – С. 145-152.

85. Жукова, П.С. Применение гербицидов на картофеле в условиях Белоруссии / П.С. Жукова, Н.А. Лобань // Современные методы борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – С. 51-59.

86. Журина, Л.Л. Методические указания по составлению агроклиматической характеристики хозяйства (района) для студентов агрономических специальностей (Ленинградская область) / Л.Л. Журина. – СПб, 2002. – 20 с.

87. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России: монография.-М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 662 с.

88. Зазимко, М.И. Концептуальные основы агротехнического метода защиты растений / М.И. Зазимко, В.И. Долженко, В.А. Чулкина, Захаренко В.А. // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. – Краснодар, 2005. – С. 5-9.

89. Зазимко, М.И. Агротехнический метод защиты растений – основополагающий, но неоднозначный / М.И. Зазимко, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 2011. – №5. – С. 11-16.

90. Захаров, А.Ф. Технологические приемы фитосанитарной оптимизации агроэкосистем яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / А.Ф. Захаров // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Курган, 2008. – 21 с.

91. Золотарев, М.А. Влияние севооборота на засоренность посевов сельскохозяйственных культур в условиях осушенных торфяных почв Лесостепи УССР / М.А. Золотарев // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – М., 1974. – 15 с.

92. Зубарев, А.А. Влияние способов предпосадочной обработки и уровней минерального питания на плодородие пойменной почвы и урожай-

ность картофеля / А.А. Зубарев // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Саранск, 2001. – 19 с.

93. Зубков, А.Ф. Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика / А.Ф.Зубков. – СПб., 1995. – 386 с.

94. Иванов, А.И. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения / А.И. Иванов, Н.А. Цыганова, В.А. Воробьёв // Агрохимия. – 2010. – № 3. – С. 17-21.

95. Иванов, А.И. Результаты и развитие исследований в многолетнем стационарном полевом опыте в семипольном севообороте / А.И. Иванов, М.А. Фесенко, В.Е. Вертебный, В.И. Дубовицкая // Агрофизика. – 2012. – №3. – С. 50-57.

96. Иванов, А.И. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв с использованием нового органоминерального удобрения / А.И. Иванов, Ж.А. Иванова, И.А. Фрейдкин // Плодородие. – 2014. – № 6(81). – С. 20-22.

97. Иванов, А.И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах / А.И. Иванов, В.А. Воробьёв, Ж.А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 3. – С. 15-19.

98. Иванов, М.Ф. Гербицид Титус на посадках картофеля / М.Ф. Иванов // Земледелие. – 2000. – №3. – С. 30-31.

99. Иванов, С.Г. Топогард – эффективный гербицид на посадках картофеля / С.Г. Иванов, Т.Е. Тюкалкина, В.И. Горденко // Картофель и овощи. – 1995. – №2. – С. 30.

100. Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области / Под ред. А.Л. Буданцева, Г.П. Яковлева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 800 с.

101. Исаев, М.Д. Борьба с сорняками на посадках картофеля в условиях Татарстана / М.Д. Исаев, С.М. Цветкова // Достижения науки – сельскохозяйственному производству. – Казань, 2002. – С. 128-131.

102.Каволюнайте, И. Возможности снижения засоренности пыреем ползучим на посевах картофеля / И. Каволюнайте, Э. Палюлите // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. – Голицыно, 2000. – С. 250-255.

103.Казаков, Г.И. Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья / Г.И. Казаков, В.А. Милюткин. – Самара, 2010. – 245 с.

104.Калиничев, В.Н. Эффективность систем обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы в картофельных севооборотах Северо-Западной зоны РСФСР // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – М., 1983. – 16 с.

105.Камаева, Г.М. Районирование сорной флоры Воронежской области / Г.М. Камаева // Проблемы ботаники. Труды ВГУ. – Воронеж, 1971. – Вып. 78. – С. 41-46.

106.Камышев, Н.С. Программа стационарных исследований динамики агробиогеоценозов / Н.С. Камышев // Научные записки Воронежского отделения Всесоюзного Ботанического общества. – Воронеж, 1968. – С. 63-77.

107.Капцов, А. Картофель требует защиты! / А. Капцов // Картофельная система. – 2011. – №1. – С. 34-35.

108.Каримова, Л.Б. Влияние гербицидов на микробиологическую активность почв и продуктивность картофеля / Л.Б. Каримова // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1998. – 17 с.

109.Кваснюк, Н.Я. Особенности применения зенкора на картофеле / Н.Я. Кваснюк // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. – СПб., 1995. – С. 416.

110.Кваснюк, Н.Я. Агротехнические методы защиты картофеля от болезней / Н.Я. Кваснюк, Б.В. Анисимов // Картофель и овощи. – 1999. – №2. – С. 28-30.

111.Кваснюк, Н.Я. Зенкор – гарантия защиты картофеля от сорняков / Н.Я. Кваснюк, В.В. Гриднев // Земледелие. – 1999. – №2. – С. 37.

112.Кваснюк, Н.Я. Защита картофеля от сорняков / Н.Я. Кваснюк // Защита и карантин растений. – 2000. – №3. – С. 26.

113.Кваснюк, Н.Я. Защита картофеля от сорной растительности / Н.Я. Кваснюк // Защита и карантин растений. – 2002. – №3 – С. 34.

114.Кваснюк, Н.Я. Посадки картофеля - без сорняков / Н.Я. Кваснюк // Защита и карантин растений. – 2004. – №3 – С. 39.

115.Ковалев, Н.Г. Экологически безопасный способ борьбы с сорняками / Н.Г. Ковалев, А.Е. Родионова, В.А. Тюлин // Защита и карантин растений. – 2002. – №4. – С. 25-26.

116.Ковшер, В.П. Влияние гербицидов и способов ухода за посадками на урожайность и пораженность картофеля болезнями / В.П. Ковшер, Н.П. Яценко, М.И. Юхневич // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – №6. – С. 47-49.

117.Комаров, Н.Ф. Районирование сорной растительности ЦЧО / Н.Ф. Комаров // Борьба с сорной растительностью. – М.-Л., 1935. – С. 161-166.

118.Коротков, В.А. Влияние ухода за картофелем на засоренность, нарастание листовой поверхности и урожайность клубней / В.А. Коротков // Технология возделывания с.-х. культур и качество продукции растениеводства. – Саратов, 1977. – С. 104-110.

119.Корчагина, В.А. Для прополки картофеля / В.А. Корчагина, В.И. Смирнов, В.Б. Глазко // Защита растений. – 1979. – №3. – С.32-33.

120.Котиков, М.В. Оптимальные сроки и нормы внесения гербицида зенкор на картофеле / М.В. Котиков // Картофель и овощи. – 2013. – №6. – С. 26-27.

121.Кошникович, В.И. Эффективность гезагарда и зенкора на картофеле в условиях Западной Сибири / В.И. Кошникович // Фитосанитарное оздоровление. – Т. 2. – СПб., 2005. – С. 386-388.

122.Кротова, А. Эффективный прием / А. Кротова, А. Мелещенко // Земля родная. – 1975. – №4. – С. 33-34.

123. Кузнецов, А.Е. Уход за посадками картофеля: эффективные технологии производства картофеля / А.Е. Кузнецов // *Агро XXI*. – 1999. – С. 13-14.
124. Курдюкова, О.Н. Контроль многолетних сорняков в посадках картофеля / О.Н. Курдюкова, Н.И. Конопля // *Защита и карантин растений*. – 2014. – №2. – С. 39-40.
125. Кутузов, Г.П. Роль севооборота в борьбе с сорняками в посевах кормовых культур / Г.П. Кутузов, Е.А. Каменева, З.А. Кучмасова // *Агротехнический метод защиты полевых культур*. – М., 1981. – С. 123-128.
126. Кух, И.А. Об эффективности междурядной обработки почвы под картофель в сочетании с гербицидами в Западном Полесье УССР / И.А. Кух // *Технология производства картофеля*. – М., 1980. – С. 32-36.
127. Лапшинов, Н.А. Изменчивость урожайности картофеля и ее взаимосвязь с фактором среды / Н.А. Лапшинов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2009. – №5. – С. 35-37.
128. Ларина, С.Ю. Динамика сорной растительности на полях, выведенных из сельскохозяйственного оборота / С.Ю. Ларина // *Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции*. – СПб.: ВИР, 2011. – С. 168-171.
129. Лархер, В. Экология растений / В. Лархер. – М.: «Мир». – 1978. – 384 с.
130. Лебедев, В.Б. Система защиты от сорняков в севообороте / В.Б. Лебедев, Н.И. Стрижков // *Агро XXI*. – 2008. – №1-3. – С.14-15.
131. Липатова, З.И. Из опыта защиты картофеля от сорняков / З.И. Липатова, В.А. Суворкин // *Защита и карантин растений*. – 2001. – №3. – С. 26.
132. Лобань, Н.А. Результаты и перспективы использования смеси гербицидов на картофеле / Н.А. Лобань, П.С. Жукова // *Защита сельскохозяйственных растений в условиях применения интенсивных технологий*. – Минск, 1987. – С. 42-43.

133.Лунева, Н.Н. Видовой состав сорных растений и тенденции его изменчивости в агроценозах Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Проблемы изучения адвентивной и синатропной флоры в регионах СНГ. – М., Тула, 2003. – С. 62-63.

134.Лунева, Н.Н. Динамика засоренности посевов сельскохозяйственных культур Лодейнопольского района Ленинградской области / Н.Н. Лунева, Н.С. Субикина // Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 2004. – С. 37-47.

135.Лунева, Н.Н. Интегральная оценка засоренности посевов сельскохозяйственных культур / Н.Н. Лунева, Н.Н. Семенова, Е.В. Филиппова // Вестник защиты растений. – 2010. – №4. – С. 32-35.

136.Лунева, Н.Н. Постоянство присутствия видов сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур в Ленинградской области /Н.Н. Лунева, Е.В. Филиппова // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. – СПб., 2011. – С. 209-215.

137.Магила, А.С. Вредители и токсичность почвы специализированных севооборотов / А.С. Магила, Н.А. Калмыкова, О.П. Атлавините, Ю.А. Шлепете // Тезисы докладов научно-практической конференции. 1988. Ч.1. С. 70-72.

138.Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / П.Ф. Маевский. – М., 1954. – 912 с.

139.Мальков, Ф.И. Зябь – важнейшее средство борьбы с пыреем / Ф.И. Мальков // Сельскохозяйственный бюллетень. – 1945. – №17. – С. 6-7.

140.Малюга, А.А. Влияние калийных удобрений на поражаемость картофеля ризоктониозом в Западной Сибири / А.А. Малюга, В.Н. Якименко // Вестник защиты растений. – 2013. – №3. – С. 45-50.

141.Манько, Ю.П. Научные основы и приёмы снижения потенциальной засоренности пашни в интенсивном земледелии Лесостепи Украины / Ю.П. Манько // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. докт. с.-х. наук. – М., 1991. – 47 с.

142. Манылов, И.В. Методы анализа данных аэрофотосъемки земель сельскохозяйственного назначения / И.В. Манылов // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. техн. наук. – СПб., 2012. – 24 с

143. Мартынов, Д.А. Эффективность совместного действия регуляторов роста и гербицидов при выращивании картофеля / Д.А. Мартынов, А.А. Кудашов, Г.Л. Матевосян, М.С. Галиев // Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 1997. – С. 3-11.

144. Мартынюк, И.В. Эффективность гербицидов и их комплексов в посадках картофеля в зоне Полесья Украины / И.В. Мартынюк // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Киев, 1986. – 18 с.

145. Мартынюк, И.В. Применение гербицидов в посадках картофеля / И.В. Мартынюк // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – №7. – С. 135-136.

146. Матевосян, Г.Л. Применение регуляторов роста и гербицидов при выращивании картофеля / Г.Л. Матевосян, А.А. Кудашов, А.В. Грязина // Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 2000. – С. 3-17.

147. Медведев, Б.Н. Перспективы применения центуриона на овощных культурах и картофеле / Б.Н. Медведев, С.И. Редюк, М.С. Галиев, В.А. Фокша, Е.И. Кириленко // // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. – СПб., 1995. – С. 432.

148. Мельникова, О.В. Вынос элементов питания сорными растениями / О.В. Мельникова // Земледелие. – 2008. – №2. – С.14.

149. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – М., 1981. – 83 с.

150. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – 378 с.

151. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – 321 с.

152. Мешалкина, Ю.Л. Использование методов геостатистики для выявления пространственной структуры засоренности угодья / Ю.Л. Мешалкина, В.П. Самсонова // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности. – Пушино, 1995. – С. 34-35.

153. Мигаловский, С.М. Советуем испытать / С.М. Мигаловский // Земледелие. – 1978. – №11. – С. 63.

154. Минько, И.Ф. Зависимость засоренности посевов от структуры и площади питания / И.Ф. Минько, И.А. Кауров // Регулирование роста, развития и питания растений в фитоценозах. – Минск, 1982. – С.153-162.

155. Мирошникова, Е.С. Влияние агротехнических приемов на снижение засоренности в посадках картофеля / Е.С. Мирошникова, Н.А. Акимова, С.В. Лихненко // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. – Краснодар, 2007. – С. 226-228.

156. Моисеев, К.Г. Корректировочные работы по крупномасштабному почвенному картографированию Меньковского филиала Агрофизического института Россельхозакадемии / К.Г. Моисеев, Е.Я. Рижия, Л.В. Бойцова, Е.Г. Зинчук, В.Д. Гончаров // Агрофизика. – 2013. – №1 – С. 30-36.

157. Молявко, А.А. Эффективность зенкора при различных системах механического ухода за посевами картофеля / А.А. Молявко // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности. – Пушино, 1995. – С. 160-164.

158. Молявко, А.А. От чего зависит засоренность картофеля / А.А. Молявко, А.В. Марухленко, Н.П. Борисова // Защита и карантин растений. – 2011. – №1. – С. 30-31.

159. Муратова, Н.Р. Опыт пятилетнего оперативного мониторинга сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана с помощью спутниковых данных / Н.Р. Муратова, А.Г. Терехов /Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2007. - Т. 4. - №2. - С. 277-283.

160. Мысник, Е.Н. Особенности формирования видового состава сорных растений в агроэкосистемах Северо-Западного региона РФ / Е.Н. Мысник // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. биол. наук. – СПб., 2014. – 19 с.

161. Надточий, И.Н. Определение критического периода вредоносности комплекса сорной растительности в культуре картофеля в условиях Ленинградской области / И.Н. Надточий // Фитосанитарное оздоровление агроэкосистем. – Т. 1. – СПб., 2005. – С. 345-347.

162. Надточий, И.Н. Вредоносность сорных растений зависит от сроков их пребывания в посадках картофеля / И.Н. Надточий // Защита и карантин растений. – 2007. – №10. – С. 24-25.

163. Неклюдов, А.Ф. Научные основы полевых севооборотов на черноземах Западной Сибири / А.Ф. Неклюдов // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. докт. с.-х. наук. – Омск, 1990. – 32с.

164. Николенко, А.А. Методы обработки данных гиперспектрального авиакосмического дистанционного зондирования агроэкосистем с учетом атмосферной коррекции / А.А. Николенко // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. техн. наук. – Долгопрудный, 2015. – 24 с.

165. Ниязов, О.Д. Интегрированная система защиты хлопчатника от вредителей в Туркменистане - достижения и проблемы / О.Д. Ниязов // Проблемы интеграции в защите хлопчатника от вредителей. – Ашхабат, 1992. – С. 18-26.

166. Новитняя, А.А. Влияние механических и химических мер борьбы с сорняками на урожай картофеля / А.А. Новитняя // Агротехника и семеноводство в условиях юга РСФСР. – Волгоград, 1985. – С. 38-42.

167. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. – Киев, 1978. – 128 с.

168. Осипов, А.И. Селекция и выращивание высококачественного семенного картофеля на Северо-Западе России / А.И. Осипов, Т.А. Шелабина, З.З. Евдокимова, Н.М. Царьков // Матер. научно-практ. конф. и координ. совещания "Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства". – М., 2008. – С. 175-180.

169. Оспанов, Л.А. О возможности минимализации механических обработок почвы / Л.А. Оспанов, Ш.У. Жарасов // Защита растений. – 1995. – №3. – С. 12.

170. Палий, В.Ф. Об определении обилия в фаунистических исследованиях / В.Ф. Палий // Сб. энтомологических работ АН Киргизской ССР. – Фрунзе, 1965. – №4. – С. 112-121.

171. Пересыпкин, В.Ф. Атлас болезней полевых культур / В.Ф. Пересыпкин. – Киев, 1987. – 256 с.

172. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин. – М., 1989. – 480 с.

173. Пестряков, В.К. Почвы Ленинградской области / В.К. Пестряков. – Л., Лениздат. – 1973. – 344 с.

174. Петровене, И. Конкурентная способность картофеля в борьбе с сорняками на супесчаных почвах Литвы / И. Петровене // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современной земледелии и пути их решения. – Жодио, 1999. – Т. 2 – С. 190-194.

175. Петровене, И. Снижение засоренности картофеля при оптимизации технологии его возделывания / И. Петровене // Защита растений на рубеже XXI века. – Минск, 2001. – С. 99-101.

176. Петрушенко, С.Е. Ведущие факторы продуктивности картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве / С.Е. Петрушенко // Современные проблемы опытного дела. – СПб, 2000. – С. 129-133.

177. Петрушенко, С.Е. Характеристика опытного стационара (Меньковская опытная станция АФИ) / С.Е. Петрушенко // Меньковский агроэкологический стационар. – СПб., 2006. – С. 3-14.

178. Петунова, А.А. Обоснование сроков применения гербицидов используемых по вегетирующим растениям / А.А. Петунова, Т.А. Маханькова, Е.И. Кириленко, С.И. Редюк, М.С. Галиев // Фитосанитарное оздоровление агроэкосистем. – Т. 2. – СПб., 2005. – С. 401-404.

179. Петухов, А.В. Болезни картофеля и меры борьбы с ними в условиях севера Амурской области и Бурятии / А.В. Петухов // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2002. – 22 с.

180. Писарев, Б.А. О возможности сокращения междурядных обработок картофеля при использовании гербицидов / Б.А. Писарев, В.А. Захаренко, К.А. Гаммадов // Химия в сельском хозяйстве. – 1970. – №2. – С. 40-42.

181. Полин, В.Д. Влияние севооборота и удобрений на засоренность посадок картофеля и посевов озимой ржи / В.Д. Полин // Агро XXI. – 2009. – №4-6. – С. 8-9.

182. Природа Ленинградской области и ее охрана / Т.И. Миронова, Э.И. Слепян. – Л.: Лениздат, 1983. – 277 с.

183. Протасова, Л.Д. Конкуренциоспособность сорных растений в агроценозе / Л.Д. Протасова, Г.Е. Ларина // Агрехимия. – 2009. – №6. – С. 67-85.

184. Пупонин, А.И. Влияние разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность полевых культур / А.И. Пупонин, А.В. Захаренко, К.Ш. Дебердеев // Известия ТСХА. – 1991. – №6. – С. 12-23.

185. Редюк, С.И. Действие гербицидов разных классов на сорные растения в посадках картофеля / С.И. Редюк, А.С. Голубев, Е.И. Кириленко, Т.А. Маханькова, В.И. Долженко // Современные средства, методы и технологии защиты растений. – Новосибирск, 2008. – С. 167-169.

186. Рекена, Нуньез Хорхе Луис Эффективность гербицидов в борьбе с пыреем ползучим (*Elytrigia repens*) и их влияние на качество клубней картофеля при внесении повышенных доз удобрений / Рекена Нуньез Хорхе // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – М., 1986. – 14 с.

187.Рогожникова, Е.С. Засоренность ячменя с подсевом многолетних трав при разных уровнях минерального питания / Е.С. Рогожникова, А.М. Шпанев // Вестник защиты растений. – 2014. – №4. – С. 49-51.

188.Родионова, А.Е. Эколого-ландшафтный анализ сеgetальных растений Верхневолжья и мер борьбы с засоренностью посевов на мелиорированных землях / А.Е. Родионова // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. доктора биол. наук. – СПб., 2004. – 48 с.

189. Самсонова, В.П. Учет пространственной неоднородности засоренности полей / В.П. Самсонова, Ю.Л. Мешалкина // Земледелие. – 1998. – №2. – С. 28.

190.Санкина, Е.М. Влияние повышенных доз удобрений на распространность болезней в посевах картофеля / Е.М. Санкина, Т.М. Шухрина, В.Г. Бусоргин // Приемы повышения урожайности картофеля Центрального Черноземья. – Горький, 1982. – С. 103-107.

191.Селянинов, Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г.Т. Селянинов // Труды по сел. - хоз. метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165-177.

192.Сероус, Л.Я. Меры борьбы с проволочниками в агроценозах восточной лесостепи Украины / Л.Я. Сероус, А.Л. Зоуля, В.Я. Исмаилов // Совершенствование рациональных приемов защиты с.-х. культур от вредителей и болезней. – Харьков, 1988. – С. 37-43.

193.Ситенков, А.Ф. Влияние предпосадочной обработки выщелоченного чернозема при разном уровне минерального питания на его водно-физические свойства и урожайность картофеля / А.Ф. Ситенков // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Саранск, 2003. – 19 с.

194.Смук, В.В. Засоренность посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав в Ленинградской области / В.В. Смук, А.М. Шпанев // Вестник защиты растений. – 2016. – №2(88). – С. 38-42.

195.Смук, В.В. Борьба с сорняками на посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав / В.В. Смук, А.М. Шпанев // Защита и карантин растений. – 2017а. – №1. – С. 18-21.

196. Смук, В.В. Эффективность механической защиты посадок картофеля от сорной растительности в Северо-Западном регионе / В.В. Смук, А.М. Шпанев // XIII Международная научно-практическая конференция "Агротехнический метод защиты растений". – Краснодар, 2017б. – С. 389-393.

197. Смук, В.В. Комбинированный способ защиты посадок картофеля от сорной растительности в Северо-Западном регионе / В.В. Смук, А.М. Шпанев // XIII Международная научно-практическая конференция, посвящённая памяти доктора с/х наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ и РМ С.А. Лапшина "Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки с/х продукции". – Саранск, 2017в. – С. 372-375.

198. Соколова, Т.Д. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур опытной станции Меньково / Т.Д. Соколова // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. – СПб., 2011. – С. 295-299.

199. Сонкина, Н.В. Динамика формирования сорного ценоза и критический период вредоносности сорняков в посадках картофеля / Н.В. Сонкина, С.В. Сорока // Известия НАН Беларуси. Серия аграрных наук. – 2004а. – №3. – С. 78-81.

200. Сонкина, Н.В. Пороги вредоносности сорных растений в посадках картофеля / Н.В. Сонкина, С.В. Сорока // Защита растений. – Вып.28. – Минск, 2004б. – С. 20-32.

201. Сонкина, Н.В. Сорная растительность агроценозов картофеля и пути снижения её вредоносности / Н.В. Сонкина // // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Прилуки, 2007. – 22 с.

202. Сорока, С.В. Борьба с сорняками на картофеле / С.В. Сорока, В.С. Терещук, Н.В. Сонкина // Ахова раслін. – 2000. – №2. – С. 16-17.

203. Сорока, С.В. Раундап в посадках картофеля / С.В. Сорока, П.М. Кислушко, Л.И. Сорока // Защита и карантин растений. – 2001. – №10. – С. 34-35.

204. Софинский, А.М. Применение гербицидов в Северо-Западной зоне СССР / А.М. Софинский. – Л., 1969. – 112 с.

205. Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы / под ред. А.А. Исаева. – М.: Изд-во геогр. ф-та МГУ, 2005. – Т. 2. – 412 с.

206. Степанов, А.И. Влияние минеральных и органических удобрений на болезни картофеля и биологическую активность мерзлотно-палевых почв / А.И. Степанов, У.К. Эверстова, Е.И. Прибылых // Сибирская аграрная наука 3 тысячелетия. – Новосибирск, 2000. – С. 108.

207. Стрижков, Н.И. Влияние различных факторов на формирование видового состава сорняков и уровень засоренности культур в севооборотах Поволжья / Н.И. Стрижков, В.Б. Лебедев, С.Е. Каменченко, Ю.И. Долгополов, Якушева Л.Д., Власенко Г.И. // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №5. – С. 15-17.

208. Сутягин, В.П. Севообороты с короткой ротацией в Центральной Нечерноземной зоне / В.П. Сутягин, Ж.Б. Бельшева, В.Н. Петров // Земледелие. – 2010. – №5. – С. 5-6.

209. Сухорученко, Г.И. Система интегрированной защиты посадок продовольственного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации / Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова, С.А. Волгарев, С.В. Зенкевич, О.В. Долженко, Н.А. Вилкова, С.Р. Фасулати, А.Б. Верещагина, М.В. Патрикеева, Ю.Н. Чингаева, Л.П. Козлов, Л.А. Лиманцева, А.В. Хютти, С.Л. Тютюрев, Т.А. Евстигнеева, В.А. Павлюшин, Л.Г. Данилов, Л.А. Буркова, Е.Б. Белых, Л.Д. Гришечкина, А.В. Герасимова, Т.А. Маханькова, С.Г. Иванов, С.И. Редюк, А.С. Голубев, А.К. Лысов, Т.В. Корнилов, Н.Р. Гончаров, Н.И. Наумова, Л.Д. Быкова. – СПб., 2011. – 43 с.

210. Танский, В.И. Биологические основы вредоносности насекомых. – М., 1988. – 182 с.

211. Татарина, Н.Я. Влияние глубины основной обработки почвы и норм навоза на засоренность озимой ржи и картофеля / Н.Я. Татарина, П.Ф. Кошкин, Л.Б. Рычкова, Н.Л. Братчикова // Состав и свойства почв северо-востока Европейской части СССР и воспроизводство их плодородия в связи с обработкой и применением удобрений. – Пермь, 1995. – С. 18-25.

212. Тимофеев, М.М. Влияние прометрина и линурона на физиолого-биохимические процессы и продуктивность картофеля / М.М. Тимофеев // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Киев, 1984. – 26 с.

213. Трепашко, Л.И. Роль важнейших семейств жуков (Insecta, Coleoptera) в энтомоценозе семенников многолетних злаковых травах торфяно-болотных почвах Белорусского Полесья / Л.И. Трепашко, О.Р. Александрович // Защита растений. – Минск, 1981. – Вып. 6. – С. 63–70.

214. Трепашко, Л.И. Распространение, динамика численности и вредоносность жуков сем. Elateridae в Беларуси / Л.И. Трепашко, О.В. Ильюк, М.В. Пуренок, В.В. Головач // Защита растений. – Несвиж, 2013. – С. 216-227.

215. Труфанов, А.М. Фитосанитарное состояние посева ярового рапса при применении ресурсосберегающих технологий / А.М. Труфанов, А.Н. Воронин, У.А. Исаичева, М.К. Кононова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – №1(29). – С. 22-25.

216. Турко, С.А. Атлас болезней и вредителей картофеля / С.А. Турко, В.Г. Иванюк, Д.А. Ильяшенко, Г.К. Журомский, В.И. Калач. – Минск, 2008. – 168 с.

217. Турусов, В.И. Влияние системы обработки почвы, удобрений, гербицида и регулятора роста на сорный компонент в посевах озимой пшеницы / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная, М.К. Кононова // Защита и карантин растений. – 2015. – №12. – С.26-28.

218. Фадеев, Ю.Н. Интегрированная защита растений / Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов. – М., 1981. – 335 с.

219. Федорова, Л.Л. Проблемы борьбы с сорняками в северном земледелии / Л.Л. Федорова // Актуальные проблемы современной гербологии. – Л., 1990. – С. 41-42.

220. Фесенко, М.А. Высокотехнологичная утилизация куриного помета – элемент экологически безопасного сельскохозяйственного производства и экономичный способ увеличения урожайности сельскохозяйственных культур /

М.А. Фесенко, А.И. Иванов // Сб. матер. XVII Междун. форума "День Балтийского моря". – СПб., 2016. – С. 51-53.

221. Физиология сельскохозяйственных растений. Т. XII. Под ред. Потапова Н.Г. М.: Из-во Московского университета, 1971.

222. Филиппова, Е.В. Видовой состав и численность сорных растений в агроценозах полевых культур Северо-Западного региона РФ / Е.В. Филиппова // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. биол. наук. – СПб., 2012. – 23 с.

223. Фисюнов, А.В. Сорные растения / А.В. Фисюнов. – М., 1984. – 320 с.

224. Хомко, Л.С. Роль предшественника в очищении полей севооборотов от сорной растительности / Л.С. Хомко // Засоренность посевов сельскохозяйственных культур и борьба с сорной растительностью. – Ставрополь, 1986. – С. 6-21.

225. Хох, Н.Я. Применение Зенкора в посадках картофеля / Н.Я. Хох // Земляробства и ахова раслін. – 2004. – №4. – С. 34-35.

226. Шална, А. Сочетание механических и химических приёмов по послеуборочному уходу за картофелем / А. Шална, И. Микалаюнас, Р. Барейшис, Б. Беламед // Защита сельскохозяйственных растений в условиях применения интенсивных технологий. – Минск, 1987. – С. 47-48.

227. Шевцов, А. Борьба с сорняками картофеля / А. Шевцов // Картофель и овощи. – 1973. – №5. – С. 11.

228. Шорыгин, А.А. Питание, избирательная способность и пищевые взаимоотношения некоторых *Goobiidae* Каспийского моря / А.А. Шорыгин // Зоологический журнал. – 1939. – Т. 18. – Вып. 1. – С. 27-51.

229. Шпаар, Д. Проблемы развития сельского хозяйства на рубеже XXI века / Д. Шпаар, В.А. Щербаков, С.В. Сорока // Аграрная наука на рубеже XXI века: Материалы общего собрания Академии аграрных наук Республики Беларусь. – Минск, 2000. – С. 210-211.

230. Шпаар, Д. Научные основы снижения норм гербицидов при использовании технологии дифференцированного прецизионного их внесения в

земледелии развитых стран Европы / Д. Шпаар, Г. Ветенберг, К. Даммер, А.В. Захаренко // *Агро XXI*. – 2003. – №1-6. – С. 40-43.

231. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер и др. – Минск: ЧУП «Орех», 2004. – 465 с.

232. Шпанев, А.М. Новые подходы к методике учета сорных растений / А.М. Шпанев, П.В. Лекомцев // *Защита и карантин растений*. – 2012. – №8. – С. 38-41.

233. Шпанев, А.М. Картирование полей на заселенность проволочниками / А.М. Шпанев, О.Г. Гусева, В.В. Нейморовец, В.В. Смук, В.В. Воропаев // *Картофель и овощи*. – 2014. – №9. – С. 24-25.

234. Шпанев, А.М. Перспективы определения засоренности посевов с помощью беспилотного летательного аппарата / А.М. Шпанев // *Применение средств дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве*. – СПб., 2015. – С. 85-88.

235. Шпанев, А.М. Поражение картофеля болезнями в Северо-Западном регионе / А.М. Шпанев, В.В. Смук // *Современная микология в России*. – Т. 5. – М., 2015. – С. 129-130.

236. Шпанев, А.М. Фитосанитарный эффект применения минеральных удобрений на посадках картофеля в Северо-Западном регионе / А.М. Шпанев, В.В. Смук, М.А. Фесенко // *Агрохимия*. – 2017а. – №12. – С. 38-45.

237. Шпанев, А.М. Фитосанитарные аспекты применения нового органоминерального удобрения в полевом севообороте на Северо-Западе РФ / А.М. Шпанев, В.В. Смук, Е.С. Денисюк, М.А. Фесенко // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2017б. – №2. – С. 47-53.

238. Шпанев, А.М. Методологические основы изучения оптических характеристик фитосанитарного состояния посевов / А.М. Шпанев, А.Ф. Петрушин // *Агрофизика*. – 2017в. – №4. – С. 48-57.

239. Шпанев, А.М. Методика фитосанитарного мониторинга агроландшафтов с использованием физико-технической базы точного земледелия / А.М.

Шпанев, П.В. Лекомцев, А.Ф. Петрушин, В.В. Смук. – СПб., 2017г. – 31 с.

240. Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 2002. – 76 с.

241. Ямчук, А.В. Применение гербицидов при индустриальной технологии возделывания картофеля / А.В. Ямчук // Защита растений при интенсивных технологиях. – М., 1989. – С. 115-119.

242. Baziramakenga, R. Kritikal period of guackgrass removal in potatoes / R. Baziramakenga, G.D. Leroux // Weed Sci. – 1994. – Vol.42 – P. 528-533.

243. Birecki, W. Ziemiaky. – PWRIL, Warszawa. – 1958.

244. Cox, C. «Mecoprop (MCPР)» J.Pesticide Reform. – 2004. – 24 (4). – P. 10-5.

245. Fawcett, R.S. Effects of field applications of nitrate on weed seed gennination and dormancy / R.S. Fawcett, E. Sleyfe // Weed Sei. – 1978. – V. 26. – № 6. – P. 225.

246. Friessleban, G., Merker W. Durch schlagbezogena Pflegeverfahren ru unkreitfreien Kartoffevbestanden / G.Friessleban, W. Merker // Saat – und Pflangut, 1977. – Bd.18. – №4. – S. 65-67.

247. Gerhards, R. Precision weed control – more than just saving herbicides / R. Gerhards, M. Sökefeld, C. Timmermann, P. Krohmann, W. Kühbauch // Zeitschr. Pflanzenkrankh Pflanzenschutz, Sonderheft XVII. – 2000. – S. 179-186.

248. Goel, P.K. Use of airborne multi-spectral imagery for weed detection in field crops / P.K. Goel, S.O. Prasher, R.M.Patel, D.L. Smith, A. DiTommaso // Trans. ASAE.-St.Joseph(Mich.). – 2002. – Vol.45. – №2. – P. 443-449.

249. Hopkins, B. A new method for determining the type of distribution of plant individuals / B. Hopkins // Ann. Bot., N. S. – 1954. – V. 18. – №70. – P. 213-227.

250. Hurle, K. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen in der Unkrautbekämpfung aus der Sicht der Herbologie / K. Hurle // Pflanzenschutz - Nachrichten Bayer. – 1998. – 51. – 2. – S.109-128.

251. Kartoffelbau mit Zukunft. – Pflanzenschutz – Kurier, 1974. – Bd.1. – H. 11-12. – S. 15.

252.Lettner, J. Okonomische Potenziale der teilflachenspezifischen Unkrautbekämpfung / J. Lettner, K. Hank, P. Wagner // Ber.Landwirtsch. – 2001. – Bd.79. – H.1. – S. 107-139.

253.Maykuhs, F. Möglichkeiten der Unkrautbekämpfung nach Schadensschwellen Kartoffeln / F. Maykuhs // Gesunde Pflanze. – 1985. – Bd. 37 – S. 99.

254.Moore, P.G. A test for non-randomness in plant population / P.G. Moore // Ann. Bot., N. S. – 1953. – V. 17. – №65. – P. 57-62.

255.Mortensen, D.A. Weed distributions in agricultural fields. Proceedings of the International Weed Science Meeting / D.A. Mortensen, G.A. Johnson, L.J. Young // Minneapolis St. Paul. – 1992. – P. 113-124.

256.Mortensen, D.A. The biology underlying weed management treatment maps in maize / D.A. Mortensen, J.A. Dieleman // Proc. Brighton crop protection conf. – weeds. – Farnham (Sur.), 1997. – Vol. 2. – P. 645-648.

257.Nieróbca, A. Zastosowanie zdalnych metod w analizie zachwaszczenia pól testowych / A. Nieróbca, R. Pudełko, J. Kozyra // Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin. – 2009. – №49 (4). – P. 1622-1629.

258.Nordmeyer, H. Möglichkeiten der gezielten Teilflächenbehandlung mit Herbiziden auf der Grundlage von Unkrautverteilung und Bodenvariabilität / H. Nordmeyer, P. Niemann // Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XIII. – 1992. – S. 539-547.

259.Nordmeyer, H. Weed mapping as a tool for patchy weed control / H. Nordmeyer, A. Häusler, P. Niemann // Proceedings Second International Weed Control Congress. – Copenhagen, 1996. – P. 119-124.

260.Pashiardis, S.M. Improvements of potato yields. – Acta Horticulturae, Agrometeorology of the potato crop. Eds. D. Rijks, C.J. Stigter, Wageningen, Netherlands, 1987. – N 214. – P. 27-42.

261.Pluschkel, U., Pallutt B. Zur Verteilung von Unkräutern auf Getreidefeldern und deren Auswirkung auf die Nutzung von Schadensschwellen / U. Pluschkel, B. Pallutt // Zur Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XV. – 1996. – S. 141-147.

262. Pomykalska, A. Wpływ stopnia zachwaszczenia na plonowanie ziemniaka / A. Pomykalska // Szkodliwość chwastów segetalnych. – Warszawa, 1988. – S. 25-34.

263. Sorensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons / T. Sorensen // Biol. Skrift. – 1948. – №5. – P. 1-34.

264. Thompson, J.F. Potential for automatic weed detection and selective herbicide application / J.F. Thompson, J.V. Stafford, P.C.H. Miller // Crop Protection. 1991. – 10. – P. 254-259.

265. Vanha, B. Vliv počasí na kolísání výnosu brambor. Zemedelske noviny / B. Vanha, J. Zrust // Zemedelek. – 34. – 4. – Praha, 1984.

266. Wartenberg, G. Heterogene Verteilung von Unkräutern auf Ackerflächen-umweltverträgliches Anwenden von Herbiziden / G. Wartenberg // Gesunde Pflanzen. – 1996. – 48. – 1. – S. 3-10.

267. Williams, A.L. Developmental and reproductive outcomes in humans and animals after glyphosate exposure: a critical analysis / A.L. Williams, R.E. Watson, J.M. DeSesso // J. Toxicol. Environ. Health. Pt B: Crit. Rev. – 2012. – 15 (1). – P. 39-96.

268. Zanin, G. Incorporation of weed spatial variability into the weed control decisions - making progress / G. Zanin, A. Berti, L. Riello // Weed Research. – 1998. – 38. – P. 107-118.

269. Zillmann, C.H. Standortfaktoren. Schick, Klinkowski : Die Kartoffel, ein Handbuch. – Berlin, 1961.

270. Zimdahl, R.L. Weed crop competition (a review) / R.L. Zimdahl // International Plant Protection Centre, Oregon St. Univ., Corvallis. – Oregon, 1980. – 195 p.