

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова»

на правах рукописи

НОВИКОВА
ТАТЬЯНА ВЛАДИСЛАВОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИКО-
ПШЕНИЧНОЙ СМЕСИ НА ЗЕРНО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ
ВЫСЕВА, СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТА И ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИИ
АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Юрий Николаевич Зубарев

Пермь – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИКО- ПШЕНИЧНОЙ СМЕСИ НА ЗЕРНО ПРИ РАЗНОЙ НОРМЕ ВЫСЕВА И СООТНОШЕНИИ КОМПОНЕНТА, ПРИМЕНЕНИИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (Обзор литературы)	9
1.1. Теория и практика агротехнических и инновационные приёмов возделывания одновидовых и смешанных посевов однолетних бобовых и бобово-злаковых культур в Среднем Предуралье	9
1.2. Предпосылки и традиции научно-практических решений: достоинства и недостатки способов, методов и приёмов применения удобрений и гербицидов в посевах бобово-злаковых культур	17
1.3. Агротехнические и геоинформационные системы с дистанционным зондированием земли при возделывании бобово-злаковых культур в Среднем Предуралье современного агропродовольственного комплекса.....	25
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	32
2.1 Место, объект исследований и схема опыта	32
2.2. Перечень и методика наблюдений и исследований.....	36
2.3. Условия проведения исследований	42
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	49
3.1. Урожайность и структура в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от цифровой коррекции агротехнических приёмов.....	49
3.2. Запасы продуктивной влаги в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы при их разном соотношении компонентов	57
3.3. Засорённость посева вики посевной и яровой пшеницы в чистом и смешанном агроценозе при их разном соотношении в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов.....	60

3.4. Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы при разных соотношениях компонентов.....	64
3.5. Агрофизические показатели плодородия почвы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы при разных соотношениях компонентов.....	73
4. ИНТЕГРИРОВАННАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И КОРМОВАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИКО-ПШЕНИЧНОЙ СМЕСИ НА ЗЕРНО ПРИ РАЗНОМ СООТНОШЕНИИ КОМПОНЕНТОВ И ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИИ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	85
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	86
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	115

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Эффективность и продуктивность зерно – кормовой бобово-злаковой смеси определяется подбором и соотношением компонента при их посеве. Исследования показывают, что этот выбор связан с видом и сортом культуры, значимостью агротехнических приёмов и экономической целесообразностью. При этом существующие агротехнологические приёмы всё активнее насыщаются цифровыми технологиями с элементами точного земледелия. Так, использование геоинформационных систем (ГИС) и дифференцированных технологий, оптимизируют агрономические решения и экономят хозяйственно–технические ресурсы. В Пермском крае средняя урожайность вики посевной за 2021-2023 гг. составила 1,2 т/га, яровой пшеницы 1,4 т/га [Пермский край в цифрах, 2023].

Смешанные посевы бобовых (вики посевной) и злаковых (яровой пшеницы) культур остаются существенным средством биологической интенсификации агропродовольственного производства. На этом фоне одной из целей наших исследований является возможность практического влияния на уровень урожайности зерновой смеси вика посевная + яровая пшеница агротехнических приёмов применения удобрения и гербицида, основанных на данных дистанционного зондирования Земли. Разработка же оптимального сочетания вики посевной с яровой пшеницей в смешанном посеве для формирования наибольшей урожайности кормового зерна с использованием приёмов инновационной агротехники и элементов точного земледелия в Среднем Предуралье и Нечерноземье России и стали предметом наших исследований.

Степень разработанности темы. Экспериментальные данные для Среднего Предуралья при возделывании зерновых и зернобобовых культур, имеющиеся в научной литературе [Пасынкова Е. Н., 2009; Зубарев Ю. Н., Фалалеева Л. В., Попова И. М. 2023; Кравченко Р. В. 2023] изучены частично, в основном приёмы обработки почвы и дозы азотных удобрений. В регионе нет результатов по комплексному применению удобрений и гербицида, соотношению смеси вики посевной с яровой пшеницей, включая элементы точного земледелия [Абрамов Н. В.

2012\$ Зубарев Ю. Н. 2012, Марченко Л. А., 2018]. Нами исследуется возможность практического влияния на уровень урожайности зерновой смеси вики посевная + яровая пшеница агротехнических приёмов применения удобрений и гербицида, основанных на данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Цель и задачи исследований. Цель – определить оптимальную норму высева и сочетание компонента вики посевной с яровой пшеницей в смешанном посеве для формирования гарантированной урожайности и качества кормового зерна с использованием элементов точного земледелия в Среднем Предуралье. Для достижения этой цели сформулированы задачи:

1. Установить оптимальную норму высева и соотношение компонента зерновой смеси вики посевной с яровой пшеницей для получения стабильной урожайности кормового зерна не менее 2–2,5, в том числе – вики посевной 0,9–1,3 т/га с применением ГИС-технологий и цифровой коррекции агротехнических приёмов – способа применения удобрения и гербицида.

2. Выявить динамику формирования сорного компонента в посеве при возделывании вики посевной и яровой пшеницы, степень уничтожения сорняков и микробиологическую активность почвы при комплексном воздействии агротехнических приёмов – нормы высева, способа применения удобрения и гербицида, включая дифференцированные приёмы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

3. Исследовать динамику нормализованного вегетационного индекса растений (NDVI) в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы с применением ГИС-технологий и цифровой коррекции агротехнических приёмов – способа внесения удобрения и гербицида.

4. Определить действие агрофизических показателей плодородия почвы – агрегатного состава, плотности сложения, твёрдости, влажности, запасов продуктивной влаги в почве и гидротермические условия вегетации на урожайность зерновой продукции при возделывании вико-пшеничной смеси с элементами ГИС-технологий и цифровой коррекции агротехнических приёмов – способа применения удобрения и гербицида.

5. Обосновать экономическую, энергетическую и интегрированную кормовую оценку при оптимальном соотношении компонентов смеси вики посевной с яровой пшеницей для получения стабильной урожайности зерна с применением инновационной агротехники и цифровой коррекции агротехнических приёмов.

Новизна. Впервые в Среднем Предуралье на дерново-подзолистых почвах при возделывании чистого и смешанного посева вики посевной с яровой пшеницей апробированы приёмы инновационной агротехники, установлены оптимальная норма высева 1,1–1,7 млн. шт./га и соотношение компонента зерновой смеси вики посевной с яровой пшеницей – 55+45 %, для получения гарантированной урожайности кормового зерна не менее 2–2,5, в том числе – вики посевной 0,9–1,3 т/га. Выявлена экономическая эффективность применения ГИС–технологий и методов дистанционного зондирования Земли для внесения минеральных удобрений и гербицида.

Теоретическая и практическая значимость. Элементы инновационной агротехники с использованием ГИС–технологий, основанных на дифференцированном применении удобрения и гербицида с оптимальным соотношением компонентов зерновой бобово-злаковой смеси, являются рациональным средством повышения экономической эффективности системы земледелия в Среднем Предуралье на дерново-подзолистых почвах. Полученные в процессе исследования результаты применяются в передовом агропредприятии ООО «Предуралье» Пермского муниципального округа Пермского края на площади 10 га.

Методология и методы исследований. Методология исследования основана на установлении цели, определении задач и разработке программы исследований; обзоре научной литературы по теме исследований; проведении полевых опытов, производственных испытаний, лабораторных исследований; фенологических наблюдений и учета; статистической обработке экспериментальных данных и анализе полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Для достижения урожайности вико-пшеничной смеси 2–2,5 т/га, установлена оптимальная норма высева 1,1–1,7 млн. шт./га с применением ГИС–технологий и инновационной агротехники.

2. Применение гербицида сплошным методом показало уничтожение сорного компонента в два раза. При использовании дифференцированного метода опрыскивания уменьшение сорного компонента составило до 2,2 раз.

3. Определён нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в динамике по фазам вегетации растений в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы. Выявлена зависимость NDVI от фазы вегетации и агроклиматических условий.

4. Исследованы агрофизические показатели плодородия почвы в динамике – агрегатный состав, плотность сложения, твёрдость. Закономерно, все показатели имели разные значения в начале и в конце вегетационного периода, большее влияние оказывает возделывание вики посевной.

5. Обоснованы интегрированная, экономическая, энергетическая и кормовая оценка оптимального соотношения компонента смеси (нормы высева) вики посевной с яровой пшеницей. Максимальная рентабельность получена в зерновой смеси вики и пшеницы 55+45% при дифференцированном применении удобрения и гербицида с цифровой коррекцией. Отмечено, что средний сбор кормовых единиц и переваримого протеина с каждого гектара в смешанном агроценозе вики посевной с яровой пшеницей стабилен.

Степень достоверности. Результаты, полученные в работе, подтверждают свою достоверность общепринятыми методиками. Заключение обоснованы результатами проведённых наблюдений и исследований. Экспериментальные данные обработаны с использованием статистического анализа. Полевые опыты ежегодно (2021–2023 гг.) оценивала комиссия по приёме опытов ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и ФГБНУ Пермский НИИСХ – филиал ПФИЦ УрО РАН. Результаты исследований интерпретированы в научных отчётах на кафедре агробиотехнологий и при выполнении государственной научной программы – номер государственной регистрации 121041500119 – 7 «Разработка адаптивных ресурсосберегающих технологий земледелия и защиты растений при возделывании зерновых, зернобобовых и высокопродуктивных полевых культур в Среднем Предуралье».

Личный вклад автора. Автором разработана программа исследований, заложены и проведены три закладки (2021–2023 гг.) полевого факториального опыта, полевые наблюдения, обобщение и статистическая обработка данных, выводы и предложения производству.

Апробация. Данные диссертационной работы представлены на всероссийских научно-практических и международных конференциях (Пермь, 2021, 2022, 2023; Краснодар, 2021; Санкт-Петербург, 2022). По результатам исследовательской работы опубликовано 15 статей, в том числе 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 114 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 9 рисунков, 22 таблицы, заключения, предложения производству, списка литературы (включает 238 наименований, в том числе 32 – на иностранном языке) и 61 приложение.

Глава 1. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИКО-ПШЕНИЧНОЙ СМЕСИ НА ЗЕРНО ПРИ РАЗНОЙ НОРМЕ ВЫСЕВА И СООТНОШЕНИИ КОМПОНЕНТА, ПРИМЕНЕНИИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (Обзор литературы)

1.1. Теория и практика агротехнических и инновационные приёмов возделывания одновидовых и смешанных посевов однолетних бобовых и бобово-злаковых культур в Среднем Предуралье

Теория и практика современного агропродовольственного комплекса Российской Федерации и Пермского края – это инновационный подход к агрономии, включающий применение новой методики расчёта доз и норм агрохимикатов, современных видов и сортов бобовых и злаковых культур, выбору оптимальных норм высева и компонентов в смешанном посеве, энерго – и ресурсосберегающие приёмы обработки почвы и выращивания культур, применение однолетних смешанных бобово-злаковых посевов на кормовое зерно, щадящее использование удобрения и химической мелиорации, агробиологические подходы к сохранению плодородия почвы и человеческих ресурсов, агротехнические и инновационные приёмы эффективной устойчивости для однолетних бобово-злаковых посевов, с перспективой новых приёмов цифровой агротехники. Весь этот комплекс формирует вопросы, которые стоят на повестке дня в нашем регионе последние пять–десять лет земледельческой практики [Зубарев Ю.Н., 2022; Фалалеева Л.В., 2023].

На сегодняшний день на территории Пермского края 3777,1 тыс. га находится под сельскохозяйственным назначением, в том числе 950 тыс. га занимают пахотные земли [Посевные площади..., 2023]. Ввиду не самых лучших агроклиматических условий, для возделывания сельскохозяйственных культур, Пермский регион относят к неблагоприятному, с элементами рискованного земледелия. Последнее становится основанием для появления новых видов экономической и ресурсной поддержки, формирования инновационного подхода к возделыванию культур, подбору новых сельскохозяйственных растений, устойчивых к климатическим условиям региона и продвижения сельского хозяйства в среду молодых

профессиональных кадров, знающих цифровые методы и агротехнологии [Набоков В.И., 2019; Волков В.И., 2020; Ленточкин А.М., 2021].

Для формирования относительно стабильных и гарантированных урожаев, необходим подбор районированных сортов для Среднего Предуралья, возделывание и приспособление агротехнологий к региональным условиям и традициям сельскохозяйственного производства [Кривобочек В.Г., 2018]. Селекционная работа оснащает аграрный сектор все более новыми и совершенными сортами, способными преодолеть негативное влияние агроклиматических факторов, создать устойчивость к болезням и грибкам, увеличить урожайность [Flexas J., 2006; Гультяева Е.И., 2020].

Смешанные посевы дают наибольший урожай лучшего качества, если компоненты смесей подобраны по видовому и сортовому составу с учетом критериев их совместимости [Оюн А.Д., 2019; Кравченко Р.А., 2020].

Морфологическая совместимость – один из основных принципов подбора компонентов смесей. Чаще всего в качестве бобовых компонентов однолетних смешанных посевов на зеленую массу включают вику посевную и горох полевой или посевной как высокобелковые культуры, повышающие качество корма. Однако эти растения имеют полегающий стебель, поэтому другой компонент смеси должен быть с прямостоячим стеблем (например, овес или ячмень) [Елисеев С.Л., 2001]. Вика и горох хорошо цепляются усиками за мятликовые культуры и при оптимальном соотношении компонентов не полегают. Иногда в качестве поддерживающих культур высевают зернобобовые культуры с прямостоячим стеблем – люпины, кормовые бобы [Елисеев С.Л., 2002]. Горох и вика также не полегают при наличии этих «подпорок», но такие смеси не имеют смысла, поскольку оба компонента высокобелковые, а чистые посевы их более технологичны и имеют не меньшую белковую продуктивность [Пенчуков В.М., 1995; Кононов А.С., 1996; Яговленко Л.Л., 2005; Волошин В.А., 2006; Такунов И.П., 2007; Мельников О.В., 2009].

Фотопериодизм культуры также следует учитывать при подборе компонентов смеси [Скамарохова А.С., 2024]. Длиннодневные культуры, как

правило, более требовательны к влагообеспеченности, поэтому их нужно высевать в самые ранние сроки, тем более что они сравнительно холодостойки; при задержке с посевом их урожайность снижается. Культуры короткого дня как более теплолюбивые высевают при прогревании почвы на глубине посева до 8-10°C. Эти культуры устойчивы к недостатку влаги в первые фазы развития, и поэтому их можно высевать в более поздние сроки. Культуры различного фотопериодизма несовместимы как компоненты смеси (например, соя и овес, горох и кукуруза). В некоторых случаях их пытаются совместить, проводя посев в разные сроки. Однако это мало приемлемо в технологическом плане, смешанные или совместные посевы оказываются экономически неэффективными [Наумкин В.Н., 2007; Назаренко Л.В., 2013].

Смешанные или совместные посевы одинакового фотопериодизма – вики и овса, кукурузы и сои, сорго и сои – дают высокие урожаи зеленой массы хорошего качества [Зубрицкий В.А., 1994; Васин В.Г., 2008; Ткачук Е.П., 2022; Ханиева И.М., 2023].

Темпы роста в начальные фазы развития – также важный фактор при подборе компонентов для смешанных посевов [Дуборезов И.В., 2018]. Длиннодневные мятликовые и бобовые культуры (овес, рожь, ячмень, горох, вика, кормовые бобы) в первые фазы развития растут быстро. У короткодневных культур (кукуруза, соя, подсолнечник), эволюционно сформировавшихся при недостатке влаги, в первые фазы надземная масса растет медленно, более быстро развивается корневая система, которая в дальнейшем должна обеспечить растения водой. Аналогичный рост надземных и подземных органов отмечается у культур, приспособленных к легким почвам, например, у люпина желтого, хотя он и является длиннодневным растением. Смешанные посевы культур с разными темпами роста надземной массы в первые фазы развития, например, овса и люпина желтого, овса и сои, овса и подсолнечника, несовместимы. Овес обгоняет в росте короткодневную культуру, затеняя ее, в результате второй компонент смеси изреживается, а оставшиеся растения составляют незначительную часть урожая. По этой же причине несовместимы смеси кукурузы с горохом,

подсолнечника с горохом при одновременном их посеве. Кукуруза и подсолнечник будут угнетены быстрорастущим горохом. Лучшими в этом отношении считаются смеси вики с овсом, гороха с овсом, кукурузы с соей, сорго с соей [Муслимов М.Г., 2019].

Смешанные посевы вики посевной с другими культурами могут обеспечить ряд преимуществ, включая повышение общей продуктивности, улучшение качества корма и более эффективное использование ресурсов. При смешанных посевах вики посевная даёт большую урожайность, поскольку, из-за слабого стеблестоя, нуждается в опоре. В Среднем Предуралье рекомендуется высевать бобовые растения (вику посевную или горох посевной) в смешанных посевах с зерновыми и обычно возделывают с овсом и ячменем [Елисеев С.Л., 2002; Ившин Г.И., 2004; Терентьев В.А., 2006; Тутынина Л.С., 2006; Захарова А.Н., 2009; Дебелый Г.А., 2010; Дебелый Г.А., 2014; Научно-производственный журнал, 2020], но исследований с яровой пшеницей в Пермском крае не проводили.

Правда, вопросы конкуренции в потреблении азота для вико - пшеничной смеси при соотношении компонентов - 75+25, 50+50 и 25+75 %, изучала Е.Н. Пасынкова [2010] в ФГБНУ ФАНЦ имени Н.В. Рудницкого. Было установлено лучшее соотношение смеси – 75% яровой пшеницы и 25% вики посевной, возделываемой на семена, где более высокая средняя урожайность на всех уровнях азотного питания 1,94 т/га получена только в соотношении 75+25 % (пшеница + вика), а наименьшая – 1,21 т/га семян вико - пшеничной смеси, при сочетании пшеницы и вики 25+75 %.

В полевых исследованиях И.М. Поповой [2023] норма высева вики посевной 2 млн. шт./га и яровой пшеницы 1,5 млн. шт./га и их соотношение (75+25 %) обеспечили в системе основной обработки почвы при оборотной выровненной вспашке VN Plus LM 950 Vogel & Noot на глубину 20-22 см и предпосевной комбинированной обработке почвы агрегатом РВК-3,6 на 12-14 см среднюю урожайность вики + пшеницы 1,46 т/га.

Следует отметить, что в Среднем Предуралье урожайность традиционной вико – овсяной смеси стабильно ниже, чем превосходящие её горохо- и вико - яч-

мённые смеси с устойчивым выходом кормового зерна. В то же время вика посевная в смеси с яровой пшеницей лучше противостоит полеганию, а при уборке на кормовое «зерно» даёт отменную зернофуражную смесь.

В теории вопроса позитивным является тот факт, что в состав смесей вики посевной следует включать адаптивные сорта яровой пшеницы, имеющие неполегающие соломины, эректоидные листья, мощный колос и биологическую пластичность к абиотическим факторам и др. [Ленточкин А.М., 2002]. Важно, что бобово-злаковые смеси за счёт симбиотической фиксации азота в почве, сберегают азот минеральных удобрений. Кроме того, смешанные агрофитоценозы позволяют полнее использовать почвенное плодородие, что, в свою очередь, даёт возможность получать больше растениеводческой продукции с единицы площади, яровая пшеница более устойчива к корневым гнилям, переноспорозу и др. болезням [Жученко А. А., 2000; Жученко А. А., 2004; Зотиков В. И., 2009].

Вика посевная одна из наиболее распространенных зернобобовых культур, после гороха. Возделывается на всей территории Российской Федерации, кроме засушливых районов. Чаще всего её посевы используются на зелёную массу, но как зерно-фуражная культура она показывает хорошие кормовые качества, а содержание сырого протеина выше, чем в горохе (30-35 % вика, 24-29 % горох) [Елисеев С. Л., 2002; Фицев А. И., 2003; Захарова А. Н., 2007; Косолапов В. М., 2014; Тюрин Ю. С., 2013; Тюрин Ю. С., 2013; Тюрин Ю. С., 2016].

Возделывание зернобобовых культур в смешанных посевах с зерновыми культурами является одним из эффективных приёмов повышения продуктивности и устойчивости агроценозов [Шитикова А.В., 2023].

Практика же, применения бобово-злаковых смесей, убираемых на кормовое зерно, часто показывает слабую устойчивость их к полеганию, значительному растрескиванию бобов и осыпанию семян вики посевной при перестое растений, в то время как, особенно зерно ячменя, созревает раньше, чем семена вики, а зерно овса ещё не совсем вызревает. В добавок к этому, стеблестой вико - овсяных и вико-ячменных смесей, возделываемых на кормовое зерно склонны к полеганию. Вот почему среди таких смесей особый интерес представляет сочетание вики по-

севной с более устойчивым стеблестоем яровой пшеницы. Вико-пшеничные смеси практически не изучены в Среднем Предуралье. В данном обзоре будут рассмотрены основные преимущества и механизмы повышения эффективности этой зерновой смеси и агротехнические приёмы её возделывания.

Многочисленные исследования свидетельствуют, что смешанные посевы яровой пшеницы и вики посевной обеспечивает более полное использование ресурсов местообитания [Hawkesford M.J., 2013; Sikharulidze T. D., 2021]. Это связано с формированием взаимодополняющих корневых систем и сроках развития культур. В результате повышается интегральная продуктивность и устойчивость агроценоза к неблагоприятным факторам среды [Гаганов А. П., 2018; Безгодов А. В., 2020].

При возделывании пшеницы с викой посевной повышается содержание белка в зерне [Запарнюк В. И., 2016; Теличко О. Н., 2016], так как бобовые культуры обладают способностью к симбиотической фиксации атмосферного азота и накоплению его в вегетативной массе. В итоге получаемый урожай характеризуется более высокой питательной ценностью.

Возделывание вики посевной в агроценозах способствует обогащению почвы азотом, улучшению ее структурно-агрегатного состава и гумусового состояния [Амбарцумова К. А., 2018; Тошкина Е. А., 2018]. Это достигается в результате разложения корневых и пожнивных остатков бобового компонента, а также деятельности клубеньковых бактерий. Таким образом, смешанные посевы оказывают положительное влияние на воспроизводство плодородия почв.

Совместное возделывание яровых вики и пшеницы позволяет сократить потребность в минеральных азотных удобрениях, что снижает материальные и энергетические затраты на их приобретение и внесение [Золотарев В. Н., 2018; Дробышев А. П., 2019]. Кроме того, происходит рациональное использование сельскохозяйственной техники за счет совмещения ряда агротехнических операций.

Таким образом, анализ научной литературы свидетельствует о возможной потенциальной эффективности возделывания посевов яровых пшеницы и вики на зерно. Данная агротехнология обеспечивает повышение продуктивности и устой-

чивости посевов, улучшение качества получаемой продукции, воспроизводство плодородия почв и снижение затрат на производство. Это делает её перспективным направлением повышения эффективности зернового и зернофуражного производства.

Главным фактором при выборе культур для смешанных посевов является межвидовая конкуренция, необходимо подбирать сорта таким образом, чтобы периоды максимального потребления влаги компонентами смеси приходили на разный промежуток времени. В исследованиях А. Н. Захаровой [2007, 2009] описано, что в агрофитоценозах с горохом Самарец наблюдали самую короткую продолжительность совпадения периодов развития компонентов, в среднем 5-7 дней, что на 4-9 дней меньше, чем в смесях с викой. С другой стороны, у ячменя и вики период максимального водопотребления более продолжительный, в отличие от других зерновых культур, в течение 14-15 дней, что свидетельствует о низкой урожайности этой смеси.

Важным фактором при выборе культур отмечается продолжительность вегетационного периода. Данные Государственной комиссии по охране селекционных достижений по Кировской области за 1995-1999 годы показали, что наиболее близкими по продолжительности вегетационного периода являются сорта яровой пшеницы и яровой вики при возделывании на зерно (77 ± 4 и $77,5 \pm 7$ дней соответственно) [Пасынкова Е. Н., 2009].

В современном мире сельскохозяйственная техника играет ключевую роль в развитии агропромышленного комплекса. Стремительный технический прогресс за последние десятилетия привел к появлению высокопроизводительных, многофункциональных и энергоэффективных машин, которые значительно облегчают и повышают эффективность работ в сельском хозяйстве.

Одним из важнейших достижений в этой сфере стало создание универсальных тракторов, способных выполнять широкий спектр задач: вспашку, культивацию, посев, внесение удобрений и средств защиты растений, уборку урожая и многое другое. Эти мощные машины оснащаются интеллектуальными системами управления, системами глобального позиционирования, автопилотом, что позво-

ляет повысить точность и производительность работ. Кроме того, современные трактора отличаются высокой топливной экономичностью и соответствуют строгим экологическим нормам [Селиванов Н.И., 2018].

Значительный прогресс наблюдается и в развитии комбайнов - ключевой техники для уборки урожая. Зерноуборочные комбайны сегодня могут убирать несколько культур, оснащаются бортовыми компьютерами, системами картирования урожайности, позволяющими точно отслеживать и анализировать данные по сбору урожая. Некоторые модели способны самостоятельно адаптироваться к условиям поля, подстраивая рабочие органы под текущую ситуацию.

Не менее важную роль играет и специализированная техника для внесения удобрений и средств защиты растений [Sudduth К.А., 1999]. Современные опрыскиватели, разбрасыватели и другие машины оснащаются точными системами дозирования, позволяющими экономно и точно вносить необходимые препараты, минимизируя потери и воздействие на окружающую среду [Володин М. С., 2023].

Кроме того, в арсенале современного фермера есть множество других видов сельскохозяйственной техники: посевные комплексы, культиваторы, косилки, пресс-подборщики, разнообразные погрузчики и транспортные средства. Все они призваны облегчить труд аграриев, повысить производительность и качество выполнения полевых работ [Nosov V. V., 2022].

Таким образом, сочетание современной технической вооружённости земледелия и растениеводства, агробиологических технологий в комплексе с адаптивной селекцией, дают синергетический эффект при возделывании новых культур в чистых и смешанных посевах, вычленяя лучшие и оптимальные агротехнические приёмы в технологическом процессе производства кормового зерна. Современная сельскохозяйственная техника, как высокотехнологичный и многофункциональный комплекс, обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев при рациональном использовании агрономических ресурсов [Оришний К. О., 2019].

1.2. Предпосылки и традиции научно-практических решений: достоинства и недостатки способов, методов и приёмов применения удобрений и гербицидов в посевах бобово-злаковых культур

Бобово-злаковые смеси являются важным элементом современных агротехнологий, обеспечивающим повышение продуктивности и устойчивости кормовых агроценозов [Дронов А. В., 2016; Алёшин М. А., 2020]. Особенности роста и развития компонентов бобово-злаковых травосмесей обуславливают необходимость дифференцированного подхода к внесению минеральных удобрений. В нашем обзоре анализируются выводы исследований, с использованием приёмов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для дифференцированного внесения удобрений под смешанные посевы зерно-бобовых культур, для улучшения питания растений [Schonbeck M., 2017; Iqbal M. A., 2018; Nave R. L. G., 2018; Козлова Л. М., 2021; Гулянов Ю.А., 2022].

Таким образом, использование сплошного средне-рекомендуемого внесения минеральных удобрений под бобово-злаковые травосмеси часто не обеспечивает сбалансированного питания компонентов фитоценоза [Banik P., 2006; Jensen E. S., 2020]. Это может приводить к доминированию злаковых видов и вытеснению бобовых компонентов, снижению кормовой ценности травостоя и ухудшению азотфиксирующей способности бобовых [Лапшин Ю. А., 2017; Красноперов А. Г., 2019].

Ряд исследований посвящен разработке технологий дифференцированного внесения минеральных удобрений под бобово-злаковые травостои [Бадамшина Е. Ю., 2012] с целью оптимизации питания их компонентов. В частности, установлено, что:

1. Внесение повышенных доз азотных удобрений (до 60-90 кг/га д.в.) в виде подкормок способствует лучшему развитию злаковых трав, но угнетает бобовые компоненты [Гамзиков Г. П., 2013; Гергокаев Д. А., 2017]. Напротив, более низкие дозы азота (30-60 кг/га) обеспечивают оптимальное соотношение бобовых и злаковых культур в травостое.

2. Использование фосфорно-калийных удобрений (до 60-120 кг/га в д.в.) способствует улучшению роста и развития бобовых компонентов, сохранению их доминирования в травосмесях [Кирюшин В. И., 2002; Ермохин Ю. И., 2004; Полищук А. А., 2010].

3. Внесение удобрений локально, в виде ленточного или точечного размещения, позволяет более эффективно использовать питательные вещества растениями и повышает их сохранность в почве [Михайленко И. М., 2005; Кобец Н.И., 2006; Пигорев И. Я., 2021].

4. Применение технологий дифференцированного внесения удобрений на основе картирования показателей плодородия почв, оценки потребностей растений обеспечивает оптимизацию питания компонентов бобово-злаковых смесей и повышение их продуктивности на 10-30% [Астахов В. С., 2022; Зубарев Ю. Н., 2023].

Эффективное использование бобово-злаковых смесей в кормопроизводстве требует применения технологий дифференцированного внесения минеральных удобрений с учётом особенностей питания их компонентов [Персикова Т. Ф., 2013]. Данный подход позволяет обеспечить сбалансированное питание растений, сохранить оптимальное соотношение бобовых и злаковых видов в травостое, повысить продуктивность и кормовую ценность агрофитоценозов. Разработка и применение инновационных методов распределения удобрений в смесях бобов и злаков представляет собой важное направление улучшения современных систем удобрения в животноводстве [Астахов В. С., 2019; Астахов В. С., 2023].

Рациональное применение удобрений является одним из ключевых факторов, определяющих высокую и стабильную продуктивность сельскохозяйственного производства [Афанасьев Р. А., 2013; Соколов М. С., 2018; Перекопский А. Н., 2020]. Однако традиционные методы равномерного внесения удобрений не всегда позволяют достичь максимальной эффективности их использования. В этой связи все большую популярность приобретает дифференцированный подход к внесению удобрений [Абрамов Н. В., 2013; Зыков А. В., 2019; Юнин В. А., 2020].

Суть дифференцированного внесения удобрений заключается в том, что их дозы и соотношения определяются с учетом фактического состояния [Якушев В. П., 2007] и потребностей растений на конкретном участке поля [Абрамов Н. В., 2014]. Для этого применяются современные технологии картографирования плодородия почв, отслеживания состояния посевов и прогнозирования урожайности [Абрамов Н. В., 2013; Ерёмин Д. И., 2017].

Использование специализированных датчиков, спутниковых и беспилотных систем позволяет детально оценивать текущее состояние почвенного плодородия, доступность питательных веществ, влажность, засоренность и другие параметры в разных частях поля. На основе этих данных создаются цифровые карты, отображающие внутриполевую неоднородность, которая затем учитывается при дифференцированном внесении удобрений [Шаповалов Д. А., 2020].

Применение дифференцированного способа внесения удобрений обеспечивает ряд важных преимуществ [Абрамов Н. В., 2015]. Во-первых, это позволяет значительно повысить коэффициент использования питательных веществ растениями, что сокращает расход удобрений и снижает затраты [Liu P., 2015]. Во-вторых, точечное внесение удобрений исключает их избыточное внесение на отдельных участках, тем самым уменьшая отрицательное действие на окружающую среду [Тарасов С. И., 2021]. В-третьих, дифференцированное внесение способствует более равномерному развитию растений и, как следствие, получению стабильно высоких урожаев [Синявский И. В., 2015].

Внедрение дифференцированного внесения удобрений требует определенных инвестиций в специализированную технику, программное обеспечение и систему сбора данных [Абрамов Н. В., 2015; Королева П. В., 2017]. Однако, экономические выгоды от его применения, как правило, существенно превышают затраты. Дифференцированный подход к внесению удобрений становится все более востребованным в современном высокотехнологичном АПК.

Разностороннее применение удобрений, основанное на точной оценке потребностей растений, способствует значительному увеличению эффективности использования питательных веществ, оптимизации расходов на удобрения и сни-

жению отрицательного действия на окружающую среду. Это делает его важным элементом интенсивных технологий точного земледелия.

Необходимость перехода к дифференцированным технологиям внесения удобрений обусловлена ограниченностью традиционных подходов и возрастающими требованиями к эффективности и экологичности агротехнологий [Абрамов Н. В., 2015; Гулянов Ю.А., 2019].

Дифференцированное внесение удобрений под сельскохозяйственные культуры, безусловно, является одним из передовых методов повышения эффективности использования питательных веществ и получения стабильно высоких урожаев. Однако, как и любая другая технология, оно имеет ряд недостатков и ограничений, которые необходимо учитывать при внедрении [Канокова М. А., 2021; Masi, M., 2023].

Одним из главных недостатков дифференцированного внесения удобрений является значительная капиталоемкость. Для реализации этой технологии требуется приобрести дорогостоящее оборудование: специальные опрыскиватели или разбрасыватели с системами точного дозирования, датчики и приемники сигнала ГЛОНАСС/GPS, программное обеспечение для мониторинга и анализа данных. Зачастую эти расходы оказываются не под силу небольшим фермерским хозяйствам, что ограничивает массовое внедрение данной технологии [Труфляк Е. В., 2022; Бяшимова С., 2023].

Кроме того, внедрение дифференцированного внесения удобрений предполагает необходимость регулярного проведения почвенных и растительных анализов, что в свою очередь, требует дополнительных финансовых и трудовых затрат. Неточность или недостаточная достоверность получаемых данных может привести к ошибкам в определении доз внесения удобрений и, как следствие, к снижению эффективности этой технологии. [Быков В.Л, 2016; Труфляк Е. В., 2018]

Ещё одним недостатком дифференцированного внесения удобрений является его сложность в практическом применении. Для успешной реализации данной технологии требуется высокая квалификация специалистов, владеющих навыками работы с геоинформационными системами (ГИС), методами почвенной и агрохи-

мической диагностики, а также умением правильно интерпретировать получаемые данные [Ахметзянов М. Р., 2023; Мухачева, М. П., 2023]. Недостаток знаний и опыта у персонала может послужить причиной неэффективного или даже нерационального использования удобрений.

Наконец, применение технологии дифференцированного внесения удобрений ограничивается размерами поля. Её использование более целесообразно на крупных и однородных участках, в то время как на небольших или сильно пересеченных полях эффект может быть нивелирован [Петрова Г.В., 2014; Derepaskin A. I., 2023].

Несмотря на очевидные преимущества дифференцированного внесения удобрений, его внедрение сопряжено с рядом технико-экономических, организационных и агротехнических ограничений [Abramov N. V., 2020]. Преодоление этих недостатков и рациональное сочетание с другими инновационными агротехнологиями является ключом к эффективному использованию дифференцированного внесения удобрений [Зубарев Ю. Н., 2012; Абрамов Н. В., 2015] в современном сельском хозяйстве.

Научные основы дифференцированного подхода включают:

- оценку пространственной и временной неоднородности почвенного плодородия;
- выявление закономерностей динамики питательного режима в агроценозах;
- разработку алгоритмов и моделей для определения дифференцированных норм удобрений;
- создание специализированных технических средств для точечного внесения удобрений.

Методы оценки пространственной неоднородности почвенного плодородия.

Ключевым элементом дифференцированной технологии применения удобрений является диагностика неоднородности почвенного плодородия на уровне конкретных полей и агроландшафтов.

1. Традиционные методы полевых исследований:

- отбор почвенных проб с последующим лабораторным анализом;
- обследование почв с использованием экспресс-методов;
- картографирование почвенного покрова.

2. Методы дистанционного зондирования:

- использование космических и аэрофотоснимков;
- применение наземных георадарных и электромагнитных съёмок;
- интеграция данных дистанционного зондирования с ГИС-технологиями.

3. Методы прецизионного земледелия:

- сбор данных с использованием навигационных систем и датчиков;
- построение карт внутри полевой изменчивости плодородия почв;
- создание базы данных для разработки дифференцированных технологий.

На основе информации о пространственной неоднородности почвенного плодородия разрабатываются конкретные методы и приемы дифференцированного применения удобрений [Гулянов Ю.А., 2023; Miller J.O., 2024]:

1. Локальное (точечное) внесение удобрений – предполагает размещение питательных веществ небольшими дозами в непосредственной близости от корневых систем растений:

- размещение удобрений в непосредственной близости от корневых систем растений;
- использование специализированной техники для локального внесения;
- контроль за равномерностью распределения удобрений по площади.

2. Ленточное (полосное) внесение удобрений – предполагает размещение питательных веществ в виде линейных полос или лент в почве:

- размещение удобрений полосами или лентами вдоль рядков посева;
- повышение коэффициента использования питательных веществ;
- совмещение операций посева и внесения удобрений.

3. Переменно-нормированное внесение удобрений – предполагает внесение питательных веществ в соответствии с фактическим или прогнозируемым уровнем плодородия почв и потребностями культур на конкретных участках поля. Данный подход основан на использовании технологий точного земледелия и

предполагает картографирование показателей плодородия, оценку пространственной вариабельности почвенного покрова, математическое моделирование продуктивности агроценозов и осуществление направленного внесения удобрений:

- применение переменных норм удобрений внутри поля на основе карт плодородия;
- использование GPS-навигации и систем автоматического регулирования;
- регулирование доз и состава удобрений с учетом потребностей культур.

Многочисленные исследования свидетельствуют о высокой эффективности дифференцированных технологий внесения удобрений по сравнению со сплошным внесением одной дозы:

- повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 10-25 %;
- возрастание урожая основной и побочной продукции на 12-30 %;
- повышение питательных веществ в растениеводческой продукции;
- уменьшение расхода минеральных удобрений на 15-35 %;
- уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду.

Таким образом, дифференцированное применение удобрений является современным и перспективным направлением повышения эффективности и экологичности агротехнологий [Любич В.А., 2012; Еремин Д. И., 2022]. Использование методов оценки пространственной неоднородности почвенного плодородия в сочетании с точными способами внесения удобрений позволяет оптимизировать питание растений и минимизировать потери питательных веществ [Левин А. А., 2021]. Это обеспечивает существенный рост продуктивности агроценозов, при снижении материальных и энергетических затрат на производство. Внедрение дифференцированных технологий применения удобрений является одним из ключевых направлений развития современного адаптивно-ландшафтного земледелия.

Проблема борьбы с сорной растительностью в сельском хозяйстве всегда была и остается одной из наиболее насущных и необходимых [Колобков Е.В., 2017; Лунёва Н. Н., 2018]. Традиционные методы сплошного, равномерного внесения гербицидов не всегда позволяют достичь желаемого результата, часто приводя к избыточному применению химических средств защиты растений

[Юдин В.С., 2008; Власенко Н. Г., 2012; Шпанаев А.М., 2017]. В этой связи все более востребованным становится дифференцированный подход к опрыскиванию сельскохозяйственных культур гербицидами [Uzhinskiy A., 2021].

Сущность дифференцированного опрыскивания заключается в избирательном внесении гербицидов только на участки, где фактически присутствует сорная растительность [Uzhinskiy A., 2019]. Для этого используются современные технологии точного земледелия, включающие картографирование засорённости полей, мониторинг состояния посевов с применением беспилотных летательных аппаратов и спутниковых снимков, а также специализированную технику [Goncharov P., 2020; Ariza-Sentis M., 2024].

Дифференцированное опрыскивание позволяет значительно сократить расход гербицидов, снизить финансовые затраты и уменьшить неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Точечное внесение препаратов, только на проблемные участки, обеспечивает более эффективное подавление сорняков, при этом, исключая их избыточное применение агрохимиката на остальной площади полей [Гурьянов А. М., 2018; Зубарев Ю.Н., 2023].

Помимо очевидных экономических выгод [Rider T. W., 2006], дифференцированный подход к опрыскиванию посева имеет и ряд важных агротехнических преимуществ [Franco C., 2017; Шпанев А. М., 2020]. Он способствует сохранению естественного почвенного плодородия, поскольку позволяет снизить общую нагрузку химических средств защиты растений на сельскохозяйственные культуры. Кроме того, избирательное применение гербицидов благоприятно влияет на состоянии культурных растений, исключая их излишнее угнетение [Лысов А.К., 2019].

Вместе с тем, внедрение дифференцированного опрыскивания гербицидами сопряжено с рядом технических и организационных сложностей. Оно требует приобретения высокотехнологичной техники, оснащенной системами точного дозирования и навигации, а также специального программного обеспечения для картографирования и мониторинга засорённости [Гогмачадзе Г. Д., 2021; Котельни-

кова М. Н., 2022]. Кроме того, необходимо соответствующее обучение персонала для правильного применения данной технологии.

Таким образом, дифференцированный способ опрыскивания посевов гербицидами является эффективным инструментом повышения качества защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности. Его использование позволяет оптимизировать расход химических средств, снизить издержки производства и минимизировать неблагоприятное воздействие на агро – и экосистему [Гурьянов А. М., 2018; Акинчин А. В., 2021]. Внедрение этой технологии является важным шагом на пути к более рациональному и экологически ответственному ведению сельского хозяйства [Наумов М. О., 2021; Gushchina V. A., 2021; Гущина В. А., 2023].

1.3. Агротехнические и геоинформационные системы с дистанционным зондированием земли при возделывании бобово-злаковых культур в Среднем Предуралье современного агропродовольственного комплекса

Современное сельское хозяйство невозможно без применения передовых информационных технологий, среди которых особое место занимают геоинформационные системы (ГИС). ГИС – технологии открывают новые возможности для повышения эффективности и рациональности ведения сельскохозяйственного производства [Bongiovanni R., 2004; Мелентьев А. А., 2018; Ковалева Е. В., 2021; Сергеева В. А., 2021].

В основе геоинформационных технологий и систем лежит возможность сбора, обработки, анализа и визуализации пространственных данных [Кузнецов К.В., 2012; Fasiolo D.T., 2023]. В сельском хозяйстве это позволяет получать подробную информацию о состоянии и характеристиках земельных участков, посевных площадей, насаждений, инфраструктуры и других объектов. Базы пространственных данных ГИС содержат сведения о рельефе, почвенном покрове, гидрологии, микроклимате и других факторах, влияющих на сельскохозяйственное производство [Мелентьев А. А., 2020; Артемьева Е. Н., 2021; Запара Я.Ю., 2021; Казяк Е.В, 2022].

Применение ГИС– технологий в сельском хозяйстве даёт возможность проводить точное картографирование полей, планировать и контролировать агротехнические мероприятия, оптимизировать использование производственных ресурсов [Дунаева Е.А., 2019; Gulyanov Yu.A., 2021; Katz L., 2022]. Так, ГИС–системы позволяют точно отслеживать состояние посевов, выявлять очаги распространения вредителей и болезней, определять оптимальные сроки и нормы внесения удобрений и средств защиты растений. Это позволяет значительно повысить урожайность и качество сельскохозяйственной продукции при существенном снижении затрат [Линков С. А., 2018; Котлярова Е. Г., 2021; Ширяев А. В., 2021].

Кроме того, геоинформационные системы дают возможность создавать точные прогнозные модели будущих урожаев, планировать севооборот, размещать сельскохозяйственные культуры с учётом природно-климатических особенностей территории [Levi W., 2017; Mohammad R., 2021; Зубарев Ю.Н., 2022]. Геоданные также используются при управлении сельскохозяйственной техникой, организации логистики перевозок, обеспечении контроля и отчётности [Городов В. Т.; 2018, Попов А. А., 2019, Зубарев Ю.Н., 2023].

Применение ГИС–технологий в растениеводстве, животноводстве, мелиорации, агрохимии и других отраслях агропродовольственного комплекса открывает широкие перспективы для повышения продуктивности и устойчивости сельского хозяйства [Улезько А. В., 2019; Чупина И. П., 2019; Aleinik S. N., 2020; Секира О. М., 2023]. Они позволяют повысить обоснованность управленческих решений, более рационально использовать земельные, водные, энергетические и другие ресурсы, уменьшить неблагоприятное воздействие на окружающую среду [Линков С. А., 2018; Линков С. А., 2020; Евдокимова Н. Е., 2021; Романенко И. А., 2021].

Таким образом, геоинформационные системы стали неотъемлемым инструментом современного высокоэффективного сельскохозяйственного производства, открывая новые горизонты для его дальнейшего инновационного развития [Кутышев И. Н., 2014; Потанин В. Г., 2016; Кадыров С. В., 2019; Улезько А. В., 2019; Хмелев Д. В., 2021].

Существуют два основных метода внесения удобрений с разной степенью трудоёмкости и затрат: менее трудоёмкий метод, известный как офлайн, и более затратный метод, называемый онлайн. При первом варианте удобрения рассчитывают заранее для каждой определенной зоны поля, после чего техника работает в соответствии с заранее заданным программным режимом. Второй способ предполагает расчёты в процессе внесения удобрений непосредственно на поле.

В опыте Шаповалова Д. А. [2020] представлена система с офлайн внесением аммиачной селитры в качестве подкормки. Исследование проведено одновременно в разных областях Российской Федерации (Краснодарский край, Липецкая область, Ростовская область, Самарская область, Саратовская область, Ставропольский край, Тамбовская область, Ульяновская область).

В 2019 году проведен эксперимент с дифференцированным внесением минеральных удобрений во всех указанных регионах. В исследовании установлено, что для оптимального роста урожаев необходимо изменить дозировку минеральных удобрений в зависимости от уровня плодородия почвы. Обычно средняя доза удобрений составляет 500 кг/га. В зонах с низким плодородием можно снизить дозу удобрений до 400 кг/га, перераспределяя оставшиеся 100 кг/га в зоны с более высоким уровнем плодородия. Экономически выгодно внести 600 кг/га удобрений в зоны с высоким плодородием, 500 кг/га в зоны с нормальным уровнем плодородия и 400 кг/га в зоны с низким уровнем плодородия. Путем перераспределения доз удобрений по зонам при сохранении общей средней нормы внесения удобрений можно достичь повышения урожайности озимой пшеницы на 0,3-0,5 т/га. [Витковская С. Е., 2009].

В работе Долматова А. П. и Куприянова Д. А. [2018] изучали различные методы внесения удобрений для посевов нута. Полная норма минеральных удобрений, внесенных одновременно с основной обработкой, привела к увеличению урожайности на 2,1 центнера с гектара или на 33,8%. Разделенное внесение минеральных удобрений на три этапа, включая подкормку вне корневой зоны, привело к дополнительному увеличению урожайности на 3,3 ц/га. Такой же прирост урожайности был получен при дифференцированном внесении удобрений осенью.

Максимальный урожай в 10,5 ц/га был получен при дифференцированном предпосевном внесении удобрений [Гафуров Р. М., 2012].

При выращивании сельскохозяйственных культур болезни представляют собой серьезную угрозу для урожаев и сельского хозяйства в целом. Они могут вызываться многочисленными патогенами, такими как бактерии, вирусы, грибы, нематоды и другие микроорганизмы. В последующем эти болезни могут привести к значительным потерям урожая и требуют систематического контроля. Неблагоприятная ситуация с заболеваниями растений является одной из основных проблем, которая уменьшает эффективность внедрения новых сортов и гибридов, применения минеральных и органических удобрений, а также других агротехнических методов, направленных на увеличение урожайности.

Если оставить посевы или посадки без должной защиты на год-два, эти вредители и болезни могут привести к значительному ухудшению состояния растений: сорные растения будут подавлять культурные, сильно снижая их производственные возможности; болезни поражают различные органы растений, делая их непригодными; вредители-фитофаги либо уничтожают части растений, либо полностью их поедают. [Шпаар Д., 2003, Шпаар Д., 2009].

Каждый год на территории различных районов Среднего Предуралья появляются вредители, такие как злаковые мухи, тли, трипсы, блошки и другие, которые снижают урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Наибольший вред приносят различные болезни. Из представителей сорной растительности больше вреда наносят многолетние растения [Марченко Л. А., 2017].

Ущерб, причиненный сельскохозяйственными культурами и посевами, воспринимается в различных формах. Основная проблема – борьба за ресурсы между различными растениями, такая конкуренция существует во всех экосистемах, но её сила может сильно различаться. Это связано с тем, что некоторые растения снижают доступность определённых ресурсов для использования другими растениями [Родионова А. Е., 2015].

Сорные растения и сельскохозяйственные конкурируют за потребление воды и питательные вещества из почвы. Они затемняют культурные растения, что приводит к уменьшению процессов фотосинтеза и снижению температуры почвы.

Из исследований Г.С. Груздева [1988], ежегодные потери от болезней, сорняков и вредителей составляют 36 % возможных урожаев в мире, а в России - в среднем 26 %. По данным учёных КНР, около 61% исследованных зерновых полей были тяжелыми и слегка перегруженными, при этом избыточная загрузка озимых зерновых достигала 58 %.

По данным Г. А. Чесалина [1975] на почвах, подвергшихся большому количеству сорной растительности урожайность пшеницы снижается на 65-75 %, гороха на 20-30 %, яровых культур на 46-65 %, кукурузы на 50-90 %, картофеля на 50-70 %, а овощи от 95 до 97 %.

По словам В.А. Захаренко [2001], потери урожая составляют 300 миллиардов долларов (40% от общего урожая), а в России эти потери оцениваются в 100-110 миллионов тонн в пересчете на зерно, что соответствует 12-15 миллиардам. Такое отрицательно воздействие на культурные растения оказывают вредные организмы.

Засоренность полей является большой проблемой в сельском хозяйстве, т.к. сорные растения значительно снижают влажность почвы: для создания одного килограмма сухого вещества сорной растительности требуется больше ресурсов, чем для создания такого же веса культурных растений. Корни сорняков имеют разветвлённую структуру и проникают глубоко, что обеспечивает лучшие условия для контроля воды по сравнению с культурными растениями [Троц В. Б., 2014; Абдулвалеев Р. Р., 2015].

При сильной засорённости полей, температура почвы снижается на 2-4 %, что снижает жизнедеятельность корней культурных растений и микроорганизмов в почве, в связи с чем ухудшается питательный режим растений.

В исследованиях Н. Н. Лунёва [2004] и Т. М. Брагина [2024], сорные растения являются переносчиками и распространителями болезней и вредителей, для уменьшения конкуренции с культурными растениями они выделяют вещества за-

медляющее рост и развитие корневой системы сельскохозяйственных растений, что в свою очередь, приводит к увеличению затрат на обработку посевов и снижению количества и качества получаемой продукции.

При использовании общепринятых методов опрыскивания пестицидами и агрохимикатами, главным минусом является то, что не учитывается распространённость и плотность засорения болезнями, вредителями и сорными растениями [Гулидова В.А., 2023]. Это приводит к увеличению пространственной неравномерности химических свойств почвы, что сказывается на урожайности [Peliy A.F., 2018, Бурлуцкий В.А., 2019]. Поэтому современное точное земледелие должно уделять особое внимание регулированию этих факторов в пределах конкретных участков поля для снижения агрохимической нагрузки и риска излишних затрат [Thorp, K.R., 2004; Введенская А. В., 2017; Vach H., 2018].

Применение гербицидов с учётом изменчивости засорённости полей позволяет сократить расходы на гербициды на 30–60%, увеличить их эффективность в 1,3–1,7 раза и снижения отрицательного действия на окружающую среду [Шарова М. Д., 2015; Литвинов М. А., 2023].

Дифференцированное опрыскивание гербицидом снижает нагрузку на окружающую среду и уменьшает затраты на производство. в исследованиях Марченко Л.А. [2017] при дифференцированном методе опрыскивания гербицидом в зависимости от засорения участков поля, при помощи системы Green Seeker RT 200, снизило расход гербицида диалена Супер (BP) на 23 %, по сравнению со сплошным опрыскиванием.

Исследования Л. А. Марченко [2018] и коллег показали, что применение дифференцированного внесения гербицидов с учетом изменчивости засоренности полей с использованием системы Green Seeker RT 200 позволило сократить расход диалена Супер (BP) на 23% по сравнению со стандартным внесением средней дозы препарата. Это не только снизило затраты на производство сельскохозяйственной продукции, но и минимизировало пестицидную нагрузку на окружающую среду.

Результатами нашей патентной проработки и изучения открытых источников научной литературы по аналогичной тематике установлено, что комплексного применения дифференцированного метода внесения удобрения и гербицида в смешанных агроценозах с викой посевной и яровой пшеницей в стране до настоящего времени не было.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место, объект исследований и схема опыта

Полевые исследования проводили в течение 2021–2023 гг. на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве агрополигона ФГБУН Пермский НИИСХ – филиал ПФИЦ УрО РАН. Объект исследований – вика посевная сорта Мега (норма высева 2 млн. шт./га) и яровая пшеница – Каменка (6 млн. шт./га).

Схема трёхфакторного полевого опыта (приложение А. 2): фактор А – доза применения удобрений: A_1 – ($N_{15}P_{60}K_{60}$) – средне–рекомендованная (средняя) доза для бобово-злаковых смесей в Среднем Предуралье (контроль) [Михайлова Л.А., 2014]; A_2 – (НРК) – расчётная доза с использованием дифференцированного внесения (по зонам продуктивности отбирались почвенные образцы для агрохимического анализа, после доза удобрений рассчитывалась балансовым методом [Михайлова Л.А., 2012], основанным на учете использования растениями питательных веществ из почвы и удобрений) (табл. 1). Фактор В – опрыскивание гербицидом: B_1 – без гербицида (контроль); B_2 – сплошное (Линтаплант (КС), норма применения препарата 0,8 л/га); B_3 – дифференцированное (с учётом ЭПВ) и цифровой коррекцией (Линтаплант (КС), норма применения препарата 0,8 л/га). Фактор С – соотношение компонента в посеве и норма высева (вика + пшеница), % (млн. шт./га): C_1 – 100+0 (2,0+0) (контроль); C_2 – 0+100 (0+6,0); C_3 – 85+15 (1,7+0,9); C_4 – 70+30 (1,4+1,8); C_5 – 55+45 (1,1+2,7); C_6 – 40+60 (0,8+3,6) %. Соотношение компонента зерновой смеси принято в долях (%) от нормы высева (млн. шт./га) вики посевной Мега – 2 млн. шт./га и яровой пшеницы Каменка – 6 млн. шт./га в чистом виде (100%).

Сорт яровой пшеницы Каменка включен в Госреестр в 2019 году, среднеинтенсивный, среднеранний. Проводимые исследования показали, что сорт устойчив к мучнистой росе, корневым гнилям и септориозу колоса [Федорова А.В., 2019]. Вегетационный период 78-97 дней. Культура зависима от температурного режима, который влияет на её вегетационный период [Агеева Е. В., 2021]. Наибо-

лее важным для неё периодом вегетации, следует отметить трубкование с достаточным количеством влаги и благоприятным температурным режимом, что обеспечивает стабильно высокие урожаи зерна [Лыскова И.В., 2021; Переведенцев Ю.П., 2020; Рысин И.И., 2020]. Согласно исследованиям [Иванов Д.А., 2007; Волкова Л.В., 2023], значительное влияние на продуктивность яровой пшеницы оказывает уровень влагообеспеченности, выраженный через гидротермический коэффициент (ГТК).

Для наших исследований был выбран сорт Каменка, так как он районирован для Волго-вятского региона и показывает хорошую урожайность при неблагоприятных погодных условиях.

В работе изучали бобово-злаковую смесь. Бобовой культурой выбрана вика посевная сорта Мега, который также включен в Госреестр в 2020 г. Сорт среднеранний, вегетационный период составляет 90-100 дней. Семена средне крупные, при формировании урожая созревание происходит одновременно, за счёт чего облегчается уборочная кампания [Меднов А.В., 2020]. Часто используется в качестве кормового растения. Она обладает высокой питательной ценностью и способностью фиксировать атмосферный азот, что делает её ценным компонентом в севооборотах (приложение А. 1).

Размещение делянок рендомизированное в два яруса, повторность четырёхкратная. Общая площадь делянок (А) – 2100 м², учётная – 1100 м²; общая площадь делянки (В) – 480 м², учётная – 360 м²; общая площадь (С) – 96 м², учётная – 60 м².

Основная зяблевая обработка почвы выполнена оборотным полунавесным плугом KUNN Manager C5T/5, ранней весной – боронование БЗТС-1. Минеральные удобрения внесены разбрасывателем KUNN AXIS 40.2М с предпосевной обработкой почвы двумя методами: по средне-рекомендованным (средним) дозам и дифференцированным способом с ДЗЗ согласно схеме опыта. Для обеспечения точности в расчётах дозировок удобрения были проведены аналитические исследования, которые осуществляли в аккредитованной лаборатории. В результате было установлено, что карбамид содержал 48,9 % азота; аммофос – 49,2 % фос-

фора и 12,4 % азота; калий хлористый имел в своем составе 54,9 % калия. Таблица 1 иллюстрирует разницу между средне–рекомендуемыми (средними) дозами для Пермского края и дифференцированными дозами удобрений. В зависимости от нуждаемости почвы в элементах питания были рассчитаны и внесены разные дозы минеральных удобрений (приложение Б. 5 – Б. 9). В 2021 г. средняя доза карбамида составляла 10,67 кг/га, аммофоса – 109,00 кг/га, калия хлористого 17,61 кг/га. В 2022 году карбамид был внесен в дозе – 72,98 кг/га, аммофос – 185,58 кг/га, калий хлористый не потребовался. В 2023 г. дозы были схожи с 2022 г., карбамид – 72,80 кг/га, аммофос – 186,18 кг/га, калий хлористый так же не потребовался.

Таблица 1–Физическая масса удобрений при внесении средне–рекомендуемой и расчётной дозы дифференцированным способом, среднее за 2021-2023 гг.

Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Применение удобрений и доза, кг/га (А, В)					
	дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ			сплошное, средне-рекомендуемая доза		
	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий
100+0	53,02	157,27	9,92	43,23	113,21	111,11
0+100	52,16	160,63	12,19	43,23	113,21	111,11
85+15	54,60	150,27	4,36	43,23	113,21	111,11
70+30	51,38	166,02	0,67	43,23	113,21	111,11
55+45	50,83	163,99	0,67	43,23	113,21	111,11
40+60	50,90	163,33	7,42	43,23	113,21	111,11
Среднее	52,15	160,25	5,87	43,23	113,21	111,11

Предпосевная культивация проведена универсальным культиватором КБМ–8П. Посев вики и пшеницы в чистом виде и в смеси осуществлён сеялкой Amazone d9 4000 с прикатыванием на следующий день кольчато-шпоровым катком 3-ККШ-6.

Для уничтожения сорного компонента использовался гербицид Линтаплант (КС), норма применения препарата 0,8 л/га, опрыскивателем ОП-2000. Перед обработкой гербицидом проводили количественный учёт сорной растительности и фиксировали видовой состав сорного компонента на всех делянках опыта, как предназначенных для внесения гербицида, так и на контрольном варианте. Необходимость опрыскивания варианта с дифференцированным внесением гербицида и ДЗЗ, определяли следующим образом. Установленное количество сорняков

сравнивали с экономическим порогом вредоносности (ЭПВ), основанным на возможно допустимом количестве сорных растений на квадратном метре. При превышении численности ЭПВ сорных растений на делянке, осуществляли опрыскивание посева без изменения норм расхода препарата и норм расхода рабочей жидкости [Экономические пороги вредоносности..., 2016].

Цифровую коррекцию агротехнических приёмов проводили с применением аналитических средств геоинформационной системы (ГИС) – QGIS с дополнительным получением вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), основанного на мультиспектральных снимках серии спутников Sentinel-2 и использовании калькулятора растров в программе ArcGIS. Была использована традиционная формула вычисления индекса $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$, где NIR – отражение в ближнем инфракрасном канале снимка; RED – отражение в красном канале снимка [Malenovský Z., 2012].

Временной интервал охватывал обработку четырёх снимком, отображающих вегетационный период 2021, 2022, 2023 гг. перед внесением удобрения, опрыскиванием гербицидом и через 30 дней после этой операции - по датам: 3, 15, 24 июня, 9 июля; 2, 17, 29 июня, 12 и 29 июля, 9 августа; 3, 13, 30 июня 18 и 31 июля, соответственно. Снимки подбирали по датам, близким к срокам наблюдений. Статистическая обработка NDVI по исследуемым полям выполнена с помощью встроенного в геоинформационную программу ArcGIS модуля «Зональная статистика» на всех четырёх повторениях опыта.

Полевой опыт проведён в соответствии методикой опытного дела [Доспехов Б. А., 1985]. Перед уборкой растения яровой пшеницы отбирали поделяночно с пробных площадок для определения структуры урожайности. Уборка урожая - однофазная комбайном SAMPO SR-2010.

В целом агротехника в полевом опыте общепринятая для яровых зерновых и зернобобовых культур, соответствует системе земледелия, рекомендованной для Среднего Предуралья, за исключением элементов, поставленных на изучение.

2.2. Перечень и методика наблюдений и исследований

Полевой опыт проведён в соответствии методикой опытного дела [Доспехов Б.А., 1985]. Анализ посевного материала: чистота по ГОСТ 12037-81 [ГОСТ 12038-84]; энергия прорастания и всхожесть по ГОСТ 12038-84 [ГОСТ 26489-85]; масса 1000 семян по ГОСТ 12042-80 [ГОСТ 12038-84].

Агрохимическая характеристика почвы по ГОСТ 26107-84 [ГОСТ 26489-85]; общий азот по методу определения по ГОСТ 26207-91 [ГОСТ 26213-91, 1992]; определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-91 [Доусон Р.Б., 1957, Енсен М.Т., 2000], методы определения органического вещества по ГОСТ 26483-85 [ГОСТ 26213-91, 1992]; приготовление солевой вытяжки и определение её рН по методу ЦИНАО.

Определение типа почвы и ее описание по почвенному разрезу [Васильев И.П., 2004]. Определение агрегатного состава почвы (%) – мегаструктуры (>10 мм), макроструктуры (10-0,25 мм) и микроструктуры (0,25-0,01 мм); структуры, строения (сложения) почвы; пористости почвы (Р), %; запасов продуктивной влаги в почве проведены по стандартным методикам [Васильев И.П., 2005].

Определение полевой всхожести и густоты стояния культур, комплексная оценка качества культур в посеве, структура урожайности, морфологический анализ растений - по методическим указаниям Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1989], Л. Т. Румянцева [1989], Макарова В.М. [1995]. Определение засорённости посева количественно-весовым методом в начале, в середине и в конце вегетации растений [Методы учёта засорённости посевов, 2005]. Определение индекса применения эффективности гербицида [Зубарев Ю. Н., 2003]. Учет урожайности зерна проводили поделочно с пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту [Доспехов Б.А., 2011]. Математическая оценка полученных данных [Доспехов Б.А., 2011]. Экономическая оценка мероприятий [по сборникам цен ФЭР-2001].

Методологическая и методическая практика определения нормализованного вегетационного индекса растений (NDVI) в полевом опыте (2021-2023 гг.):

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности – это простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Один из самых распространённых и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова. Вычисляется индекс по следующей формуле где, NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра RED - отражение в красной области спектра.

Согласно этой формуле, плотность растительности (NDVI) в определённой точке изображения равна разнице интенсивностей отражённого света в красном и инфракрасном диапазоне, делённой на сумму их интенсивностей (напряжённости).

Расчёт NDVI базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения сосудистых растений. В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. При этом высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведёт к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет чётко отделять и анализировать растительные объекты от прочих природных контуров. Использование же не простого отношения, а нормализованной разности между минимумом и максимумом отражений увеличивает точность измерения, позволяет уменьшить влияние таких явлений как различия в освещённости снимка, облачности, дымки или поглощение радиации атмосферой.

Участки характеристической кривой отражения растительности (усреднённой), используемые для расчёта NDVI с помощью данных MODIS NDVI может быть рассчитан на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющим спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и инфракрас-

ном диапазоне (0,75-1,0 мкм). Алгоритм расчета NDVI встроен практически во все распространенные пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования (табл. 2) (Arc View Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ScanView и др.).

Таблица 2 – Комбинации каналов камер спутников, используемые для расчёта NDVI в полевом трёхфакторном опыте в годы исследований (2021-2023)

MSS Landsat(4,5)	5 (0.6-0.7 мкм), 6 (0.7-0.8 мкм) или 7 (0.8-1.1 мкм)
TM Landsat(4,5)	3 (0.63-0.69 мкм), 4 (0.76-0.90 мкм)
ETM+ Landsat7	3 (0.63-0.69 мкм), 4 (0.75-0.90 мкм)
AVHRR NOAA	1 (0.58-0.68 мкм), 2 (0.72-1.0 мкм)
MODIS Terra(Aqua)	1 (0.62-0.67 мкм), 2 (0.841-0.876 мкм)
ASTER Terra	2 (0.63-0.69 мкм), 3 (0.76-0.86 мкм)
LISS IRS(1C/1D)	2 (0.62-0.68 мкм), 3 (0.77-0.86 мкм)

Со времени разработки алгоритма для расчёта NDVI (Rouse B. J, 1973) у него появилось довольно много модификаций предназначенных для уменьшения влияния различных помехообразующих факторов. Таких, к примеру, как поглощение аэрозолями атмосферы (atmospheric - resistant vegetation index - ARVI), отражение от слоя и поверхности почвы (soil adjusted vegetation index - SAVI).

Для расчёта индексов NDVI используются формулы, учитывающие отношения между отражающей способностью различных природных объектов и растительностью в других диапазонах, помимо красного и инфракрасного, что делает их более сложными в применении. Существуют также индексы, основанные на NDVI, но корректирующие сразу несколько помехообразующих факторов, как, например, EVI (Enhanced vegetation index).

Дискретная шкала NDVI. Для отображения индекса NDVI используется стандартизованная непрерывная градиентная или дискретная шкала, показывающая значения в диапазоне от -1 до 1 (%), или в так называемой масштабированной шкале в диапазоне от 0 до 255 (используется для отображения в некоторых пакетах обработки дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), соответствует количе-

ству градаций серого), или в диапазоне 0 до 200 (-100 до 100), что более удобно, так как каждая единица соответствует 1% изменения показателя (табл. 3). Благодаря особенностям отражения в NIR-RED областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение NDVI, (что позволяет использовать этот параметр для их идентификации).

Таблица 3 – Дискретная шкала NDVI в полевом трёхфакторном опыте в годы исследований (2021-2023)

Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0,1	0,5	0,7
Разряженная растительность	0,1	0,3	0,5
Открытая почва	0,25	0,3	0,025
Облака	0,25	0,25	0
Снег и лед	0,375	0,35	-0,05
Вода	0,02	0,01	-0,25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0,3	0,1	-0,5

Правда, как правило, для задач, связанных с картографированием растительности используют не масштабированную шкалу, начинающуюся с 0 (значения NDVI меньше 0 растительность принимать не может). Для перевода из шкалы от -1 до 1 в 0 -200 (масштабирование) используется следующая формула:

$$\text{Масштабированный NDVI} = 100 (\text{NDVI} + 1).$$

Продуктивность посева для различных типов экосистем может быть связана корреляцией с NDVI. Это свойство довольно активно используется для регионального картирования и анализа различных типов ландшафтов, оценке ресурсов и площадей биосистем в масштабе стран и континентов.

В то же время, расчёт NDVI употребляется на основе серии разновременных (разносезонных) снимков с заданным временным разрешением, позволяя получать динамическую картину процессов изменения границ и характеристик различных типов растительности – декадные, месячные, межфазные вегетационные, сезонные или годовые вариации.

Будучи искусственным безразмерным показателем NDVI предназначен для измерения эколого-климатических и агробиологических и фенологических характеристик растительности, но, при этом, может показывать значительную корреляцию с некоторыми параметрами, совсем другой области:

- Продуктивностью (временные изменения).
- Биомассой.
- Влажностью, минеральной и органической насыщенностью почвы.
- Испаряемостью (эвапотранспирацией).
- Объёмом или суммой выпавших осадков.
- Мощностью и характеристиками снежного покрова.

Зависимость между этими параметрами и NDVI, как правило, не прямая и связана с особенностями исследуемой территории, её климатическими и экологическими характеристиками, кроме этого, часто приходится учитывать временную разнесённость параметра и ответной реакции NDVI.

Благодаря всем этим особенностям, карты NDVI часто используются как один из промежуточных дополнительных слоев для проведения более сложных типов анализа, результатами которых могут являться карты продуктивности полей, сельскохозяйственных угодий, землепользований, лесов, карты типов ландшафтов, растительности и природных зон, почвы, аридные, фито-гидрологические и другие эколого-климатические карты. На основе карты NDVI возможно получение численных данных для использования в расчётах оценки и прогнозирования урожая и продуктивности, биологического разнообразия, степени деградации и ущерба от различных естественных и антропогенных бедствий, аварий и стихии. Часто эти данные используются для вычисления других, универсальных и территориально-привязанных индексов: LAI - индекс листовой поверхности, FPAR - индекс фотосинтетической активной радиации, поглощаемый растительностью.

В целом, главным преимуществом NDVI является лёгкость его получения: для вычисления индекса не требуется никаких дополнительных данных и методик, кроме непосредственно самой космической съёмки и знания её параметров.

Так, благодаря минимальному временному разрешению данных MODIS/Terra, вычисление NDVI на их основе может давать оперативную информацию об эколого-климатической обстановке и возможность отслеживать динамику различных параметров с периодичностью до одной недели, а большой пространственный охват позволяет проводить мониторинг территорий, соразмерный с площадями областей и целых регионов. Данные же камер высокого разрешения, типа Landsat, IRS, Aster позволяют следить за состоянием объектов размерами вплоть до отдельного поля или лесного массива.

При этом следует, учитывать и главные недостатки использования NDVI-индекса:

- Невозможность использования данных, не прошедших этап радиометрической коррекции (калибровки).

- Погрешности, вносимые погодными условиями, сильной облачностью и дымкой - их влияние можно частично скорректировать использованием улучшенных коэффициентов и композитных изображений с сериями NDVI за несколько дней, недель или месяцев (MVC - Maximum Value Composite). Усредненные значения позволяют избежать влияния случайных и некоторых систематических погрешностей. Как показывает практика, это очень часто применяемый подход для подготовки данных для создания карт NDVI. Примеры, показанные в дальнейшем, к сожалению, сделаны на основе разовой съёмки, ошибки которой не скорректированы с помощью MVC. Расчёт MVC довольно прост и может быть выполнен в ArcInfo GRID с помощью следующих операций (в примере 5 слоев NDVI сделанных из снимков разных дат): $up = upos(ndvi1, ndvi2, ndvi3, ndvi4, ndvi5)$ $result = con(up == 1, ch1, up == 2, ch1, up == 3, ch1, up == 4, ch1, up == 5, ch1)$.

- Необходимостью для большинства задач сравнения полученных результатов с предварительно собранными данными тестовых участков (эталонных), в которых должны учитываться сезонные эколого-климатические показатели, как самого снимка, так и тестовых площадок на момент сбора данных. Особенно значимыми данные материалы становятся при расчетах продуктивности, запасах биомассы и прочих количественных показателях.

- Возможностью использования съёмки только времени сезона вегетации сельскохозяйственных культур для исследуемого региона. Из-за привязанности к количеству фотосинтезирующей биомассы, NDVI не эффективен на снимках, полученных в сезон ослабленной или не вегетирующей в этот период растительности.

2.3. Условия проведения исследований

На опытных полях Пермского НИИСХ были заложены три почвенных разреза дерново-подзолистых почв, которые имеют аналогичное строение.

На территории исследования в почвах преобладает подзолистый процесс почвообразования, об этом свидетельствует наличие гумусово-подзолистого горизонта A_2 .

Разрез 1 заложен в 2021 г. на опытном поле. Дерново-глубокоподзолистая среднепахотная тяжелосуглинистая на покровном суглинке. Угодье – пашня. Глубина разреза 117 см, грунтовых вод и вскипания не обнаружено. Произрастает вика, пшеница, сорная растительность (рис. 1).



Рисунок 1. Строение почвенного профиля дерново-глубокоподзолистой среднепахотной тяжелосуглинистой почвы на покровном суглинке, разрез 1

$A_{\text{пах}}$ 0-25 – сухой, темно-серый, крупно-комковатой структуры, тяжелосуглинистый, много корней, плотный, переход не ясный по плотности;

A_2 25-50 – сухой, светло-коричневый, комковатой структуры, тяжелосуглинистый, присутствуют корни, уплотненный, ясный переход;

A_2B 50-88 – слегка увлажнен, светло-коричневый, мелкоореховатой структуры, легкая глина, единичные корни, уплотнен, заметны затеки гумуса, характер перехода неясный;

B 88-117 – слегка увлажнен, коричневый, ореховатой структуры, тяжелосуглинистый, уплотнен, затеки гумуса, характер перехода неясный;

BC 117> – влажноват, коричневый, бесструктурный, тяжелосуглинистый, уплотнен, встречается редкая галька, органические остатки отсутствуют.

Разрез 2 заложен в 2022 году на опытном поле. Дерново-неглубокоподзолистая, среднепахотная, тяжелосуглинистая на покровном суглинке. Угодье – пашня. Глубина разреза 128 см, грунтовых вод и вскипания не обнаружено. Произрастает вика, пшеница, сорная растительность (рис. 2).

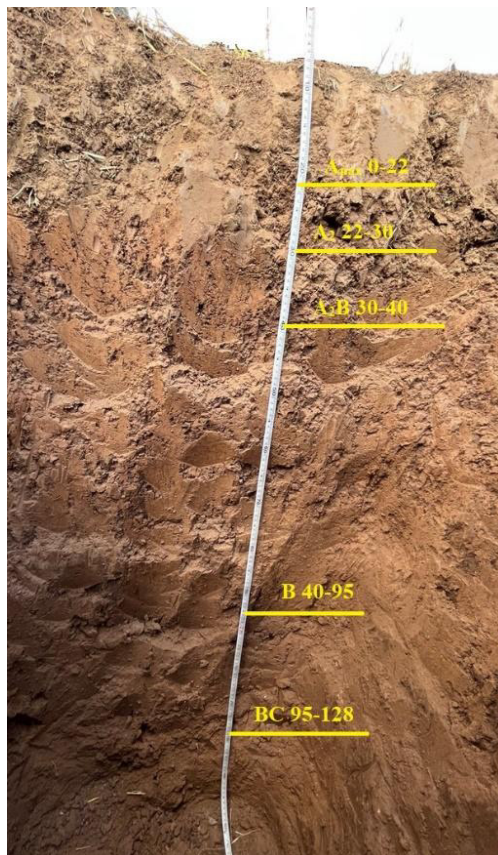


Рисунок 2. Строение почвенного профиля дерново-неглубокоподзолистой среднепахотной тяжелосуглинистой почвы на покровном суглинке, разрез 2.

$A_{\text{пах}}$ 0-22 – сухой, темно-серый, бесструктурный, тяжелосуглинистый, много корней, слабоплотный;

A_2 22-30 – сухой, белесового оттенка, мощностью до 7 см, уплотненный, плитчатая структура;

A_2B 30-40 – увлажнен, переходный горизонт, буроватого цвета с белесыми пятнами, уплотнен, комковато-ореховатая структура;

B 40-95 – влажный, иллювиальный горизонт, бурый, очень плотный, ореховатая структура;

BC 95-128 – влажный, бурый, бесструктурный, очень плотный, корневые органические остатки отсутствуют, влажноватый, постепенно переходящий в почвообразующую породу.

Разрез 3 заложен в 2022 году на опытном поле. Дерново-неглубокоподзолистая, среднепахотная, тяжелосуглинистая на покровном суглинке. Угодье – пашня. Глубина разреза 129 см, грунтовых вод и вскипания не обнаружено. Произрастает вика, пшеница, сорная растительность (рис. 3).



Рисунок 3. Строение почвенного профиля дерново-неглубокоподзолистой среднепахотной тяжелосуглинистой почвы на покровном суглинке, разрез 3.

$A_{\text{пах}}$ 0-15 – сухой, темно-серый, бесструктурный, тяжелосуглинистый, много корней, слабоплотный;

A_1 15-22 – сухой, гумусовый горизонт, мощность 6 см, серый, структурный, ореховатый, тяжелосуглинистый, присутствуют корневые остатки культур, уплотненный;

A_2 22-30 – сухой, белесового оттенка, мощностью до 7 см, уплотненный, плитчатая структура;

A_2B 30-40 – увлажнен, переходный горизонт, буроватого цвета с белесыми пятнами, уплотнен, комковато-ореховатая структура;

B 40-90 – влажный, иллювиальный горизонт, бурый, очень плотный, ореховатая структура;

BC 90-129 – влажный, бурый, бесструктурный, очень плотный, корневые органические остатки отсутствуют, влажноватый, постепенно переходящий в почвообразующую породу.

Исследуемые почвы имеют следующие строение профиля: пахотный горизонт имеет мощность от 15 до 25 см. В почвах 1 и 2 разреза подпахотным горизонтом выделяется подзолистый горизонт A_2 , а в почве разреза 3 подпахотный горизонт представлен элювиально-иллювиальным горизонтом. Далее следуют горизонт B_2 и переходный горизонт к материнской породе BC . Почвы залегают на одной почвообразующей породе, покровном суглинке.

Погодные условия и фенологические условия вегетационных периодов с акцентом на критические фазы развития и периоды вегетации культур в годы исследований (2021-2023) (табл. 4). Если 2021 год, в целом характеризовался температурой воздуха, выше нормы с недостаточным количеством атмосферных осадков, то в 2022 году условия вегетационного периода были более благоприятными, с оптимальной для вегетации культур температурой и достаточным приходом влаги в критический период (ГТК–1,4). Аналитический и экспериментальный материал течения погоды иллюстрируют графики среднесуточной температуры (рисунки 4–6), таблицы 4 и 5, а также, приложение Б. 1 – Б. 3. Так, 2021 год, в целом характеризовался среднесуточной температурой воздуха, выше нормы (272-303°C,

или суточной – 19–17°C) с недостаточным количеством атмосферных осадков (ГТК–0,3) (приложение Б. 1).

Таблица 4 – Погодные условия и прохождение критичных фенологических фаз развития вики посевной и яровой пшеницы

Норма высева / соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Фазы развития, меж-фазный период	Дата		Продолжительность, дней	Сумма		ГТК
		начало	конец		Положительных температур, °С	осадков, мм	
2021 г.							
100+0	посев -всходы -ветвление	13.05	27.05	14	272	9	0,3
		28.05	15.06	18	303	9	0,3
	ветвление - бутонизация -цветение	16.06	24.06	8	174	45	2,6
		25.06	16.07	21	455	80	1,8
	вегетационный период	13.05	03.09	112	2044	248	1,2
0+100	посев -всходы -кущение	13.05	25.05	12	258	4,6	0,2
		26.05	10.06	15	209	11	0,5
	кущение - трубкование - колошение	11.06	23.06	12	255	22	0,9
		24.06	14.07	20	439	104	2,4
	вегетационный период	13.05	02.09	112	2044	248	1,2
2022 г.							
100+0	посев -всходы -ветвление	13.05	24.05	11	67	16	2,4
		25.05	11.06	18	238	62	2,6
	ветвление - бутонизация -цветение	12.06	28.06	16	237	27	1,1
		29.06	15.07	16	319	7	0,2
	вегетационный период	13.05	03.09	111	1863	133	0,7
0+100	посев -всходы -кущение	13.05	22.05	9	67	16	2,4
		23.05	07.06	15	183	42	2,3
	кущение - трубкование - колошение	08.06	22.06	14	221	40	1,8
		23.06	10.07	17	273	13	0,5
	вегетационный период	13.05	03.09	111	1863	133	0,7
2023 г.							
100+0	посев -всходы -ветвление	07.05	18.05	11	81	3	0,4
		19.05	04.06	16	329	19	0,6
	ветвление - бутонизация -цветение	05.06	12.06	7	78	7	0,9
		13.06	25.06	12	145	2	0,2
	вегетационный период	07.05	08.08	88	1529	106	0,7
0+100	посев -всходы -кущение	07.05	14.05	7	23	3	1,3
		15.05	30.05	15	288	17	0,6
	кущение - трубкование - колошение	31.05	10.06	10	177	9	0,5
		11.06	30.06	19	231	14	0,6
	вегетационный период	07.05	08.08	88	1529	106	0,7

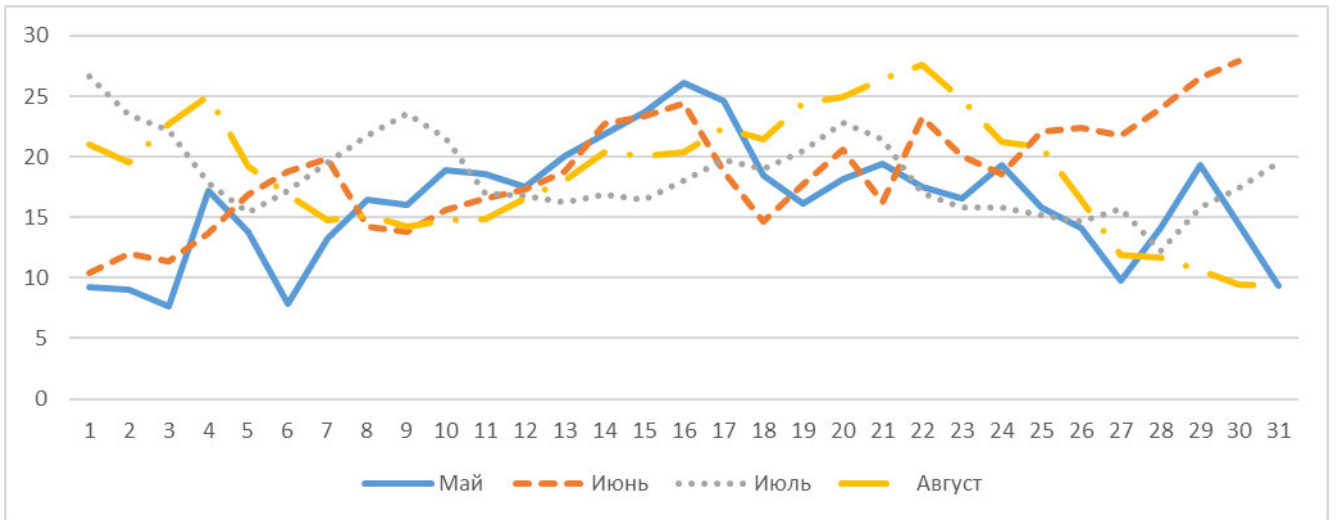


Рисунок 4. График среднесуточной температуры воздуха вегетационного периода 2021 г.

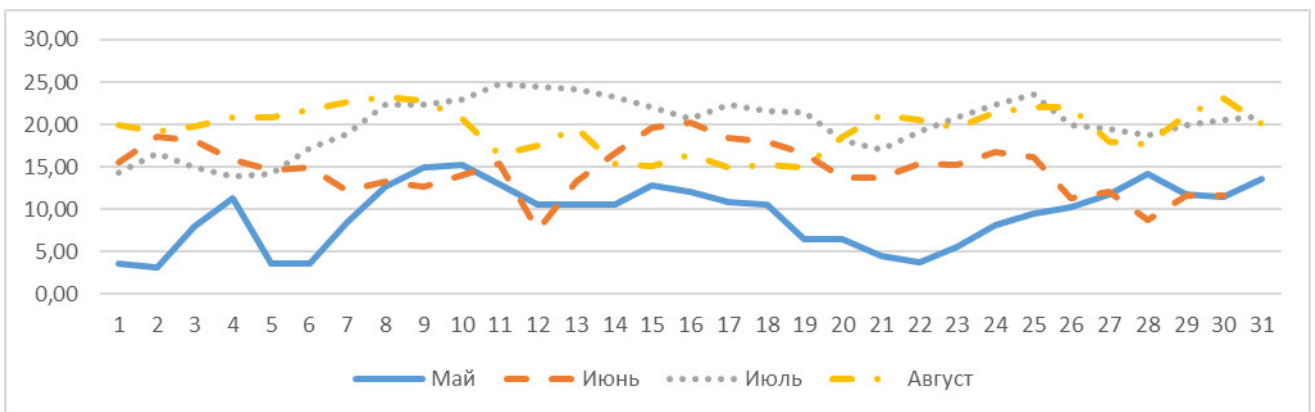


Рисунок 5. График среднесуточной температуры воздуха вегетационного периода 2022 г.

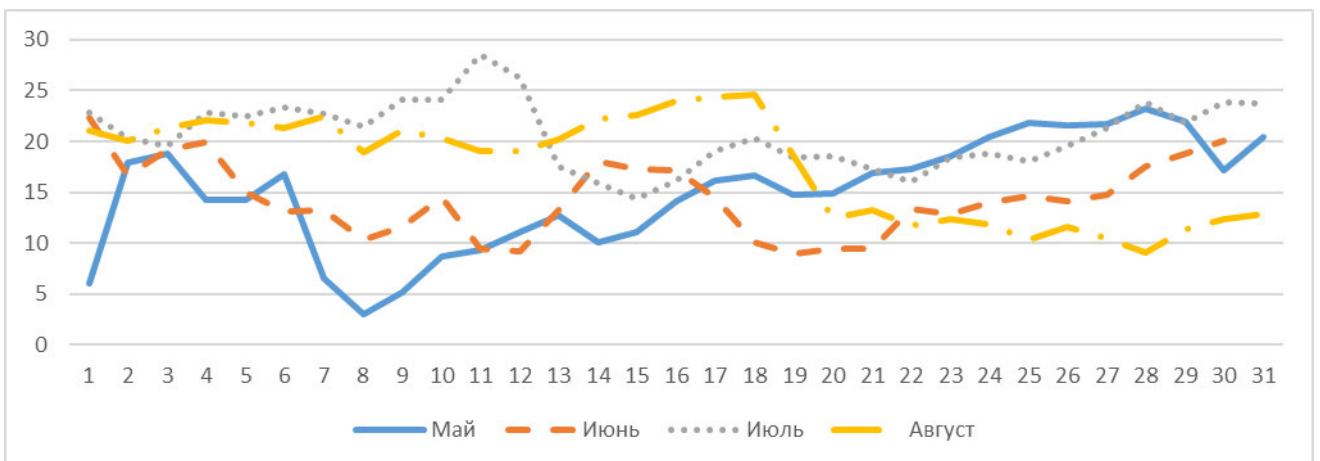


Рисунок 6. График среднесуточной температуры воздуха вегетационного периода 2023 г.

В 2022 году условия вегетационного периода были более благоприятными, с оптимальной для вегетации культур температурой (67-238^oC, или суточной 6-

13°C), но с достаточным приходом влаги в критический периоды – всходы–ветвление и ветвление–бутонизация у вики посевной (ГТК–2,6 и 1,1); в периоды всходы–кущение и кущение–выход в трубку у яровой пшеницы (ГТК–2,3 и 1,8) (приложение Б. 2).

Несмотря на различия погодных условий в годы исследований (2021–2023), особенно в критический период развития – в фазах кущения яровой пшеницы и ветвления вики посевной, средний гидротермические коэффициенты составляли 1,2–0,7, как показатели относительно благоприятных средних условий (после вышеназванных, критических фаз вегетации), для полевых культур и всходов сопутствующих им сорных растений.

Таблица 5 – Гидротермические и фенологические факторы вегетации агроценоза вики посевной и яровой пшеницы

Норма высева/соотношение компонентов вики и пшеницы, %	Период по фазам вегетации	ГТК		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
Вика посевная 100+0	Посев-всходы	0,3	2,4	0,4
	Всходы-ветвление	0,3	2,6	0,6
	Ветвление-бутонизация	2,6	1,1	0,9
	Бутонизация -цветение	1,8	0,2	0,2
	Цветение-созревание	4,2	0,1	1,6
	Созревание-уборка	0,7	0,3	0,7
	вегетационный период	1,2	0,7	0,7
Яровая пшеница 0+100	посев-всходы	0,2	2,4	1,3
	всходы-кущение	0,5	2,3	0,6
	кущение-выход в трубку	0,9	1,8	0,5
	выход в трубку-колошение	2,4	0,5	0,6
	колошение-созревание	2,4	0,1	0,7
	созревание-уборка	0,9	0,3	0,8
	вегетационный период	1,2	0,7	0,7

В 2023 году условия вегетации зерновых и бобовых культур также были ограниченно благоприятными (табл. 4–5). Период вегетации культур составил 88 дней, против 112-111 дней в 2021 и 2022 гг. В критические фазы и периоды посева–всходов и всходов–ветвления (кущения) было достаточно сухо (ГТК – 0,4–0,6) (приложение Б. 3 – Б. 4).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Урожайность и структура в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от цифровой коррекции агротехнических приёмов

Максимальная урожайность 2,04 т/га была получена при соотношении вико-пшеничной смеси 40%+60%, без обработки гербицидами и с дифференцированным способом внесения минеральных удобрений (табл. 6).

Таблица 6–Урожайность в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2021 г.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)						Среднее по фактору В	Отклонения
Удобрений (А)	Гербицида (В)	вика 100%	пшеница 100%	вика + пшеница (85%+15%)	вика + пшеница (70%+30%)	вика + пшеница (55%+45%)	вика + пшеница (40%+60%)		
Средняя доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	1,05	1,64	1,47	1,62	1,57	1,96	1,55	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	1,52	1,79	1,42	1,75	1,91	1,78	1,69	0,14
	Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами	0,87	1,51	1,18	1,40	1,70	1,43	1,35	-0,21
Дифференцированный способ	Без гербицида	0,84	1,73	1,18	1,37	1,77	2,04	1,49	-0,07
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	0,77	1,85	1,22	1,51	1,79	1,72	1,48	-0,08
	Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами	0,83	1,62	1,38	1,53	1,53	1,39	1,38	-0,17
	Среднее по фактору	0,98	1,69	1,31	1,53	1,71	1,72	1,49	–
	Отклонения	–	0,71	0,33	0,55	0,73	0,74	–	
НСР ₀₅	Главных эффектов	фактора А						F _ф <F ₀₅	–
		фактора В и взаимодействия АВ						0,16	
		фактора С и взаимодействия АС						0,10	
	Частных различий	I порядка						1,21	
		II порядка						0,55	
		III порядка						0,25	

В среднем наиболее урожайным является вариант по фактору В со сплошным опрыскиванием гербицидами 1,69 т/га при средней дозе минеральных удобрений, на 0,14 т/га выше урожайности на контрольном варианте. Дифференцированное внесение гербицидов показало урожайность на 0,34 т/га ниже в сравнении со сплошным опрыскиванием.

По способу опрыскивания гербицидами самую высокую урожайность показал вариант со сплошным внесением 1,58 т/га среднее по опыту. На контрольном варианте урожайность снизилась на 0,06 т/га (1,52 т/га).

В среднем по опыту отмечено, чем меньше в соотношении вико-пшеничной смеси бобового компонента, тем выше урожайность от 0,98 т/га (вика 100 %) до 1,72 т/га (вика+пшеница (40 %+60 %)).

Максимальная урожайность получена в чистом посеве пшеницы при использовании среднерекомендуемой дозы удобрений и без обработки гербицидом (3,67 т/га) (табл. 7). Минимальная урожайность зафиксирована при возделывании вики в чистом посеве, с дифференцированным применением удобрений и сплошной обработкой гербицидом (0,96 т/га). Таким образом, выявлена актуальность возделывания вики в смеси с пшеницей. При возделывании вико-пшеничной смеси с применением среднерекомендуемой дозы минеральных удобрений урожайность варьировала от 1,69 т/га до 2,97 т/га, в среднем 2,34 т/га. В варианте с дифференцированной технологией применения удобрений урожайность изменялась от 1,44 т/га до 2,56 т/га, в среднем 2 т/га. Отказ от внесения удобрений и гербицидов в настоящее время не рентабельно. При возделывании сельскохозяйственных культур ежегодно происходит вынос элементов питания, данные показатели нужно поддерживать или повышать. Применение гербицидов также необходимо, в связи с увеличением сорной растительности за вегетационный период, агрофизических приемов недостаточно, для уменьшения количества сорняков.

Таблица 7–Урожайность в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2022 г.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)						Среднее по фактору В	Отклонения
Удобрений (А)	Гербицида (В)	вика 100%	пшеница 100%	вика + пшеница (85%+15%)	вика + пшеница (70%+30%)	вика + пшеница (55%+45%)	вика + пшеница (40%+60%)		
Средняя доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	3,28	3,67	1,85	2,85	2,97	2,24	2,81	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	1,72	3,78	2,96	2,26	2,41	2,48	2,61	-0,21
	Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами	1,29	3,04	1,69	2,46	2,75	2,50	2,29	-0,52
Дифференцированный способ	Без гербицида	1,85	1,89	2,00	2,32	2,11	2,56	2,12	-0,69
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	0,96	2,08	1,44	1,59	1,85	2,03	1,66	-1,15
	Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами	1,47	2,10	1,57	2,38	2,49	2,08	2,02	-0,80
–	Среднее по фактору С	1,76	2,76	1,92	2,31	2,43	2,32	2,25	–
	Отклонения	–	1,00	0,16	0,55	0,67	0,55	–	
НСР ₀₅	Главных эффектов	фактора А						0,3	–
		фактора В и взаимодействия АВ						0,20	
		фактора С и взаимодействия АС						0,30	
	Частных различий	I порядка						1,00	
		II порядка						0,90	
		III порядка						0,90	

Наибольшая урожайность в опыте - 2,97 т/га отмечена при соотношении вики-пшеничной смеси 55 % + 45 %, со сплошным внесением минеральных удобрений на фоне без обработки гербицидами. Наибольшая средняя урожайность отмечена контрольный вариант по фактору В без обработки гербицидами 2,81 т/га при

средней дозе минеральных удобрений. Дифференцированное внесение гербицидов несущественно снижает урожайность на 0,52-0,80 т/га.

В результате исследований выявлено, что урожайность при применении дифференцированной технологии внесения удобрений и опрыскивании гербицида ниже, чем при использовании традиционных методов. Дифференцированный способ внесения экономит затраты на приобретение гербицидов и удобрений, а также время внесения и обработки возделываемых культур.

Погодные условия 2023 года были схожи с 2021 годом, в связи с чем, данные по урожайности отражают подобную картину (табл. 8). Наибольшая средняя урожайность 1,63 т/га зерновой продукции вико–пшеничной смеси в соотношении 55+45% получена, соответственно, в вариантах опыта с комплексной цифровой коррекцией дифференцированной дозы применения удобрения и опрыскивания гербицидом посевов зерновой смеси.

Наибольшая средняя урожайность зерна получена в чистом посеве яровой пшеницы при использовании средне–рекомендуемой дозы удобрения и обработки гербицидом (2,24 т/га). Минимальная средняя урожайность зафиксирована при возделывании вики в чистом посеве при средне–рекомендуемой дозе удобрения в комплексе с дифференцированной обработкой гербицидом (1,02 т/га), поскольку, главным фактором низкой урожайности является полегание, в связи, с чем и рекомендуются смешанные посевы (приложение И. 3).

Целевой показатель средней урожайности 2–2,5 т/га зерновой продукции был превышен на 31% в чистых посевах вики посевной (3,28 т/га) и яровой пшеницы (3,78 т/га) только в 2022 году. Запланированного уровня урожайность зерновых смесей вики с пшеницей достигнута при соотношении компонентов 55+45%, где она была наибольшей, как при удобрении посева средне–рекомендуемой дозой в сочетании с дифференцированной цифровой коррекцией приёма опрыскивание гербицидом – 2,75 т/га, так и при комплексном дифференцированном применении удобрения и гербицида – 2,49 т/га.

Таблица 8–Урожайность в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2023 г.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)						Среднее по фактору В	Отклонения
Удобрений (А)	Гербицида (В)	пшеница 10%	вика 100%	вика + пшеница (85 + 15%)	вика + пшеница (70 + 30%)	вика + пшеница (55 + 45%)	вика + пшеница (40 + 60%)		
Средняя доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	1,20	0,90	0,86	1,03	1,06	1,28	1,05	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	0,70	1,16	0,72	1,01	0,99	1,00	0,93	-0,13
	Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами	0,89	0,91	0,60	0,62	0,66	0,71	0,73	-0,32
Дифференцированный способ	Без гербицида	0,82	0,85	1,08	1,23	1,18	1,06	1,03	-0,02
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	0,51	0,90	0,77	0,91	0,74	1,09	0,82	-0,23
	Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами	1,05	1,56	1,19	1,55	1,63	1,53	1,42	0,37
–	Среднее по фактору С	0,95	0,83	0,78	0,92	0,92	1,04	0,91	–
	отклонения	–	-0,12	-0,17	-0,03	-0,03	0,10	–	–
НСР ₀₅	главных эффектов	фактора А						F _ф <F ₀₅	-
		фактора В и взаимодействия АВ						0,06	
		фактора С и взаимодействия АС						0,08	
	частных различий	I порядка						0,43	
		II порядка						0,22	
		III порядка						0,19	

Результаты анализа структуры урожайности зернобобовой смеси в зависимости от способа внесения удобрения и гербицида представлены в табл. 9. Установлено, что в среднем, у вики посевной сформировано 2-4 штук семян, а в каждом колосе яровой пшеницы в среднем по 20 зёрен. При уменьшении в смеси доли бобовой культуры снижается количество стеблей, но число семян в бобе остаётся на уровне 2-4 штук. При увеличении соотношения в зерновой смеси доли яровой пшеницы, возрастает и количество продуктивных стеблей, что влияет на число зёрен.

Таблица 9–Структура в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева / соотношение компонента вики и пшеницы, % (фактор С)	Структура урожайности (среднее за три года)			Применение		Норма высева / соотношение компонента вики и пшеницы, % (фактор С)	Структура урожайности (среднее за три года)		
удобрений (А)	гербицида (В)		продуктивных растений / стеблей, шт./м ²	семян в бобе / соцветии, шт.	масса 1000 зерен, г	удобрения (А)	гербицида (В)		продуктивных растений / стеблей, шт./м ²	семян в бобе / соцветии, шт.	масса 1000 зерен, г
Сплошное, среднерасчётная доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	81	4	68,4	Дифференцированное, цифровая коррекция дозы	Без гербицида	100+0	87	4	70,4
		0+100	—	—	—			0+100	—	—	—
		85+15	41	4	78,7			85+15	120	18	36,5
		70+30	39	21	35,0			70+30	40	4	74,9
		55+45	94	4	68,4			55+45	16	18	36,4
		40+60	13	20	37,3			40+60	37	4	82,4
	Среднее		48	4	70,2	Среднее		42	7	75,6	
	Сплошное	100+0	53	2	67,4	Сплошное	100+0	46	4	81,1	
		0+100	—	—	—		0+100	—	—	—	
		85+15	126	25	36,8		85+15	90	19	35,9	
		70+30	75	3	68,7		70+30	30	3	79,2	
		55+45	20	19	34,8		55+45	24	21	36,6	
		40+60	29	3	66,6		40+60	32	2	79,6	
	Среднее		45	4	68,5	Среднее		29	4	79,3	
	Дифференцированное	100+0	87	2	62,0	Дифференцированное	100+0	128	3	79,1	
		0+100	—	—	—		0+100	—	—	—	
		85+15	131	22	38,4		85+15	79	21	35,8	
		70+30	41	2	77,4		70+30	81	3	80,5	
		55+45	10	12	32,9		55+45	20	21	39,9	
		40+60	35	4	70,3		40+60	38	3	61,3	
	Среднее		38	3	69,3	Среднее		61	3	71,5	
			59	21	36,9			50	19	37,1	

Примечание: в числителе - вика посевная, в знаменателе - яровая пшеница.

Анализ трёхлетних данных (2021-2023), показал, что при дифференцированном внесении удобрения с ДЗЗ, масса 1000 семян у вики посевной выше в интервале 75,4 -79,3 г, а у яровой пшеницы – 36,5- 44,3 г, чем при средне-рекомендуемой дозе у вики (68,5-70,3 г) и у пшеницы (33,4 - 36,9 г). При этом увеличение массы 1000 семян вики посевной к контролю весьма существенно и составляет 10-13%, а у яровой пшеницы – 9-20%.

Необходимо также отметить, что лучшие результаты были получены при дифференцированном внесении удобрения с одновременным опрыскиванием гербицидом. Это позволяет улучшить качество урожая, так как при этом подходе, урожайность зерна может быть ниже, но масса 1000 семян значительно выше, что влияет на экономический эффект от урожая продукции. Таким образом, данная технологическая цифровая коррекция приёма агротехники с ДЗЗ, может оказаться более эффективной для повышения урожайности и качества зерновой продукции (приложение И. 4- И. 11, К. 1).

Показатели структуры урожайности были определены формированием всходов культуры вики посевной и яровой пшеницы и их развитием в течение вегетации (табл. 10). Всходы вики посевной в среднем за три года (2021-2023) варьировали в интервале 83-80 шт./м² при полевой всхожести 49-45 % с тенденцией незначительного уменьшения на 3-2 % к агротехнологическим приёмам дифференцированного применения удобрения и гербицида.

Всходы яровой пшеницы при сплошном применении удобрения и гербицида достигли густоты 153–171 шт./м² с полевой всхожестью 53-63 %. Густота всходов яровой пшеницы при комплексе дифференцированного применения удобрения и гербицида у пшеницы составляла 141–159 шт./м² (59–63 %), или на 12 шт./м² (7%) меньше, чем при сплошной агротехнике. Растений в два раза, соответственно – до 115–118 шт./м² (58-59 %) и 292–259 шт./м² (49-43 %) (приложение В. 1- В. 4).

Таблица 10–Густота всходов и полевая всхожесть растений в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 г.

Применение		Норма высева / соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество всходов растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	
Удобрений (А)	Гербицида (В)		вика	пшеница	смесь	вика	пшеница
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	118	0	-	59	0
		0+100	0	292	-	0	49
		85+15	96	82	178	56	91
		70+30	81	107	188	58	59
		55+45	60	133	193	55	49
		40+60	54	147	201	68	41
		Среднее:	82	153	235	49	58
	Сплошное	100+0	127	0	-	64	0
		0+100	0	326	-	0	54
		85+15	91	87	178	54	97
		70+30	82	99	181	59	55
		55+45	55	152	207	50	56
		40+60	63	192	255	79	53
	Среднее:	84	171	255	51	63	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	124	0	-	62	0
		0+100	0	300	-	0	50
		85+15	93	77	170	55	86
		70+30	72	122	194	51	68
		55+45	68	141	209	62	52
		40+60	52	182	234	65	51
	Среднее:	82	164	246	49	61	
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	115	0	-	58	0
		0+100	0	259	-	0	43
		85+15	92	71	163	54	79
		70+30	69	99	168	49	55
		55+45	58	120	178	53	44
		40+60	45	154	199	56	43
		Среднее:	76	141	217	45	53
	Сплошное	100+0	107	0	-	54	0
		0+100	0	262	-	0	44
		85+15	91	83	174	54	92
		70+30	80	107	187	57	59
		55+45	64	148	212	58	55
		40+60	64	165	229	80	46
	Среднее:	81	153	234	50	59	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	115	0	-	58	0
		0+100	0	289	-	0	48
		85+15	92	94	186	54	96
		70+30	70	117	187	50	65
		55+45	57	136	193	52	50
		40+60	60	161	221	75	45
	Среднее:	79	159	238	48	63	

В нашем случае, следует говорить о некоторых тенденциях, характерных для вегетации и развития растений в смешанном посеве и влиянии погодных условий в критические фазы всходов ветвления (кущения) культур. Относительно

чистых посевов вики посевной и яровой пшеницы, отмечено увеличение густоты посева и полевой всхожести.

Низкие значения полевой всхожести связаны с агроклиматическими условиями Пермского края. В том числе на данный показатель оказывали влияние агрофизические факторы (т.е. плотность почвы и агрегатный состав, так как все исследуемые поля находились на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве), температура почв в фазу всходов, количество осадков и запасы продуктивной влаги.

3.2. Запасы продуктивной влаги в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы при их разном соотношении компонентов

Существует множество факторов, влияющих на урожайность вико-пшеничной смеси и одними из наиболее важных, остаются агроклиматические и погодные условия в периоды вегетации 2021–2023 гг. Они имеют непосредственное воздействие на рост и развитие растений, что, в свою очередь, влияет на урожайность продукции вико-пшеничной смеси. Недостаток влаги негативно и критично отражается на формировании урожая, о чём свидетельствуют запасы продуктивной влаги в почве в годы вегетации.

Запасы продуктивной влаги в почве по фазам вегетации к уборке снижаются во все исследуемые годы (табл. 11, приложение Г. 1 – Г. 4). Максимальные значения отмечаются в начале июня каждого года, что характеризуется накоплением влаги после зимнего периода. Данные показатели характеризуются как удовлетворительные. В 2021 г. запас продуктивной влаги варьирует от 4,73 до 35,89 мм и являются наиболее низкими за все годы исследований (202–2023 гг.). Данная динамика характерна для всего вегетационного периода 2021 года. Здесь запасы продуктивной влаги в 2021 году характеризуются в диапазоне – от неудовлетворительных до плохих (А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина, 1986). За весь вегетационный период почвы не получили необходимого количества влаги, в которых нуж-

дались растения, в связи с чем, 2021 год показал самые низкие результаты по урожайности зерна.

Вегетационный период 2022 года был более благоприятным за весь сезон агрометеорологических наблюдений и экспериментов. Запасы влаги варьировали от 41,98 мм, как хорошие, в начале развития растений, до 15,89 мм, или неудовлетворительных, в конце вегетационного периода. Осадки и не жаркое лето сыграли решающую роль в формировании урожая и были получен максимальный сбор зерновой продукции при выращивании вики посевной и яровой пшеницы в чистых и смешанных посевах.

Относительно 2023 года, следует отметить его аномально жарким, когда запасы продуктивной влаги постепенно истощались, особенно во второй половине вегетационного периода, от хороших запасов до неудовлетворительных.

В 2022 и 2023 гг. показатели запасы продуктивной влаги (ЗПВ) были выше в сравнении с 2021 годом, от 19,05 до 44,1 мм в июне. В конце вегетационного периода 2022 года показатели запасов продуктивной влаги снизились до 7,44–21,58 мм, в 2023 году запасы продуктивной влаги оказались выше (от 16,12–22,78 мм). При корреляционном анализе между запасами продуктивной влаги и урожайностью, зависимости не выявлено, что косвенно свидетельствует о том, что в формировании урожая продукции имели место множество других факторов.

Исследования влажности почвы и запасов в ней продуктивной влаги проводили в слое почвы 0-25 см и, вероятно, растения потребляли влагу из более глубоких горизонтов почвы. При этом 2021 и 2023 гг. характеризуются, как более неблагоприятные, по сравнению с 2022 годом, в связи с чем, урожайность культур полевого опыта в 2022 году была выше. Урожай зерновых культур в среднем по Пермскому региону в 2021 и 2023 гг. также на 30-35 % ниже, по сравнению с 2022 г.

Таблица 11–Запасы продуктивной влаги в почве в слое 0-25 см в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2021-2023 гг.

Применение удобрений и гербицида, (А, В)	Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	Запасы продуктивной влаги, мм		
		03.06.2021	24.06.2021	23.07.2021
2021 г.				
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	4,73	4,31	20,31
	0+100	21,01	13,06	9,56
	85+15	6,56	11,31	17,06
	70+30	34,87	16,56	4,56
	55+45	26,38	9,56	16,56
	40+60	15,31	27,81	15,31
Дифференцированное с расчётной дозой и цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	35,51	11,96	8,71
	0+100	33,02	9,96	10,96
	85+15	18,87	14,46	1,96
	70+30	35,89	22,71	10,46
	55+45	27,30	26,96	8,71
	40+60	16,04	21,96	9,96
2022 г.				
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		02.06.2022	01.07.2022	29.07.2022
	100+0	36,58	28,08	15,58
	0+100	29,08	23,08	10,83
	85+15	25,08	25,58	16,08
	70+30	24,08	25,08	21,58
	55+45	19,83	23,08	17,83
Дифференцированное с расчётной дозой и цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	31,77	17,44	11,94
	0+100	21,00	19,59	7,44
	85+15	39,85	17,94	10,69
	70+30	44,01	24,94	13,94
	55+45	25,35	14,44	7,44
	40+60	36,27	13,19	9,94
2023 г.				
Сплошное, рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		03.06.2023	30.06.2023	18.07.2023
	100+0	35,26	21,32	19,95
	0+100	33,36	19,74	22,78
	85+15	34,40	19,78	19,34
	70+30	35,59	18,86	19,95
	55+45	34,10	18,05	22,32
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	33,76	17,55	16,12
	0+100	30,66	13,91	19,89
	85+15	33,51	16,93	18,51
	70+30	34,9	17,45	17,51
	55+45	20,55	27,1	17,84
	40+60	19,05	9,61	17,98

На этом основании, отметим, что значение и анализ условий влажности и запасов продуктивной влаги в почве остаётся приоритетным, если не основным фактором в формировании продукционного процесса урожая вики посевной и яровой пшеницы.

3.3. Засорённость посева вики посевной и яровой пшеницы в чистом и смешанном агроценозе при их разном соотношении в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов

Анализ видового состава в посевах вики посевной и яровой пшеницы показал, что сорная растительность в полевом опыте представлена многолетними видами: полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), подорожник большой (*Plantago major*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*); клевер (*Trifolium*), вьюнок (*Convolvulus*), малолетними: марь многосемянная (*Lipandra polysperma*), морковь дикая (*Daucus carota*), лебеда садовая (*Atriplex hortensis*), что указывает на характерный видовой состав сорных растений для большинства земель сельскохозяйственного назначения в регионе.

Опрыскивание посева гербицидом против сорного компонента проводили на основе определения экономического порога вредоносности сорняков, когда осуществляли подсчёт сорной растительности. Если один из произрастающих сорняков превышал экономический порог вредоносности (ЭПВ), то посев на делянке обрабатывали гербицидом.

Средняя эффективность уничтожения сорной растительности за три года (2021-2023) в посевах вики посевной и яровой пшеницы в чистом и смешанном агроценозе при применении сплошном и дифференцированном применении удобрения и гербицида достигает 20% (табл. 12, приложение Д. 1 – Д. 3). Так, если до обработки гербицидом в посевах вико-пшеничной смеси отмечали среднее количество сорняков 38–41 шт./м², то после применения гербицида их число сократили до 18-19 шт./м², где доля многолетних видов составила 8-11 шт./м² иди 44-

58 %. Экономический порог вредоносности регламентирован для многолетних видов – 3-6, для малолетних сорняков – 10-18 шт./м² [Зубарев Ю. Н., 2003].

Таблица 12– Засорённость чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева/соотношение компонентов вики и пшеницы, % (С)	Количество сорных растений, шт./м ²						Индекс эффективности применения гербицида
удобрений (А)	гербицида (В)		до опрыскивания гербицидом			после опрыскивания гербицидом			
			однолетние	многолетние	всего	однолетние	многолетние	всего	
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Сплошное	100+0	40	18	58	13	11	24	2,4
		0+100	13	7	20	9	9	18	1,1
		85+15	15	31	46	14	10	24	1,9
		70+30	30	13	43	13	11	24	1,8
		55+45	17	26	43	7	7	14	3,0
		40+60	18	17	35	4	11	15	2,3
	Среднее:		22	19	41	10	10	20	2,0
	Дифференцированное с коррекцией нормы	100+0	17	20	37	10	8	18	2,0
		0+100	16	20	36	10	8	18	2,0
		85+15	21	18	39	12	9	21	1,8
		70+30	19	17	36	9	11	20	1,8
		55+45	25	19	44	8	10	18	2,4
		40+60	21	20	41	8	10	18	2,2
	Среднее:		20	19	39	11	11	19	2,0
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Сплошное	100+0	16	14	30	11	10	21	1,4
		0+100	11	29	40	6	10	16	2,5
		85+15	15	33	48	12	5	17	2,8
		70+30	18	23	41	12	10	22	1,9
		55+45	10	21	31	6	5	11	2,8
		40+60	20	16	36	12	6	18	2,0
	Среднее:		15	23	38	10	8	18	2,1
	Дифференцированное с коррекцией нормы	100+0	24	24	48	13	12	25	1,9
		0+100	20	21	41	9	9	18	2,3
		85+15	23	18	41	10	6	16	2,6
		70+30	20	18	38	12	10	22	1,7
		55+45	20	17	37	9	8	17	2,2
		40+60	24	18	42	11	10	21	1,5
	Среднее:		22	19	41	11	9	20	2,0

Наибольший индекс эффективности гербицида –2,9–4 на всех вариантах полевого исследования при уничтожении сорной растительности был в 2022 году (приложение Д. 1 – Д. 3). Благоприятно тёплый и умеренно–влажный сезон сформировал сильную засорённость посева 56-68 шт./м², которая при сплошной и дифференцированной обработке гербицидом была сокращена в 3-4 раза до 18-23 шт./м², где 30-37% составили многолетние виды. Таким образом, комплексный подход в борьбе с сорной растительностью и дифференцированные приёмы агротехники с элементами ГИС–технологии весьма технологичны и продуктивны.

Результаты микробиологической активности биоты почвы и интенсивности распада льняной ткани от деятельности микроорганизмов, при возделывании вики посевной и яровой пшеницы в чистом и смешанном посеве, в зависимости от применения комплексных агротехнических приёмов (удобрение, гербицид, норма высева и компонента вики и пшеницы в посеве) приведены в таблице 13. Так, в 2021 году, при сплошном применении удобрения и гербицида в чистом посеве вики посевной и яровой пшеницы микроорганизмы почвы разложили не более 10-25 % льняной ткани, в смешанном посеве – 10-16 %.

При дифференцированном применении агрохимикатов с цифровой коррекции удобрения и гербицида показатели эффективности действия микроорганизмов почвы не превышали – в чистых 8–10% и в смешанных посевах 7–18 %, соответственно. В 2022 году картина была аналогичной, где эффективность почвенной биоты также варьировала в чистом посеве от 2 до 4 и, в смешанном посеве – от 7 до 17 %.

Таблица 13 – Микробиологическая активность биоты почвы и интенсивность распада льняной ткани от её деятельности в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов

Применение удобрений (А) и гербицида (В)		Норма высева/соотношение компонента, вики и пшеницы, % (С)	Разложение ткани микроорганизмами, % к исходной массе	
			2021 г.	2022 г.
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	92	96
		0+100	80	98
		85+15	82	97
		70+30	78	99
		55+45	85	100
		40+60	91	91
	Среднее (С):		84	97
	Сплошное опрыскивание	100+0	63	99
		0+100	87	92
		85+15	89	94
		70+30	87	98
		55+45	83	100
		40+60	93	98
	Среднее (С):		88	98
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	94	96
		0+100	92	97
		85+15	95	97
		70+30	90	99
		55+45	79	97
		40+60	97	98
	Среднее			90
Дифференцированное внесение удобрений	Без гербицида	100+0	90	83
		0+100	89	98
		85+15	88	93
		70+30	100	97
		55+45	94	92
		40+60	90	94
	Среднее		93	93
	Сплошное опрыскивание	100+0	78	95
		0+100	84	96
		85+15	79	80
		70+30	69	92
		55+45	92	82
		40+60	87	74
	Среднее		82	82
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	86	87
		0+100	87	97
		85+15	84	84
		70+30	100	92
		55+45	94	85
		40+60	93	97
	Среднее			93

Таким образом, действие агротехнических приёмов при возделывании вики посевной и яровой пшеницы не стимулировало активность микроорганизмов почвы, что вероятно, можно объяснить контрастными и сухими вегетационными условиями.

3.4. Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы при разных соотношениях компонентов

Оценку нормализованного вегетационного индекса растений (NDVI) осуществляли в динамике по датам (фазам вегетации) в годы исследований (2021-2023 гг.) на чистых и смешанных посевах вики посевной и яровой пшеницы. Здесь и далее все экспериментальные материалы по оценке NDVI в полевом опыте представлены в таблицах 14–17, рисунках 7–9 и приложение Е. 1 – Е. 11.

В работе мы применяли рефлектометр GreenSeeker, излучающий короткие импульсы красного и инфракрасного света, измеряющий величину отражённого излучения каждого типа.

Датчик рефлектометра отображает на экране измеренные значения в величинах индекса NDVI. Уровень отражённого света напрямую связан с состоянием растений, чем выше значение NDVI, тем здоровее, гуще, продуктивнее посев культуры или изучаемого агроценоза бобово-злаковых культур. Нормализованный относительный индекс растительности является простым количественным показателем объёма фотосинтетически активной биомассы, или приём количественной оценки растительного покрова. Индекс может принимать значения от 0,00 до 0,99 (рис. 7-9).

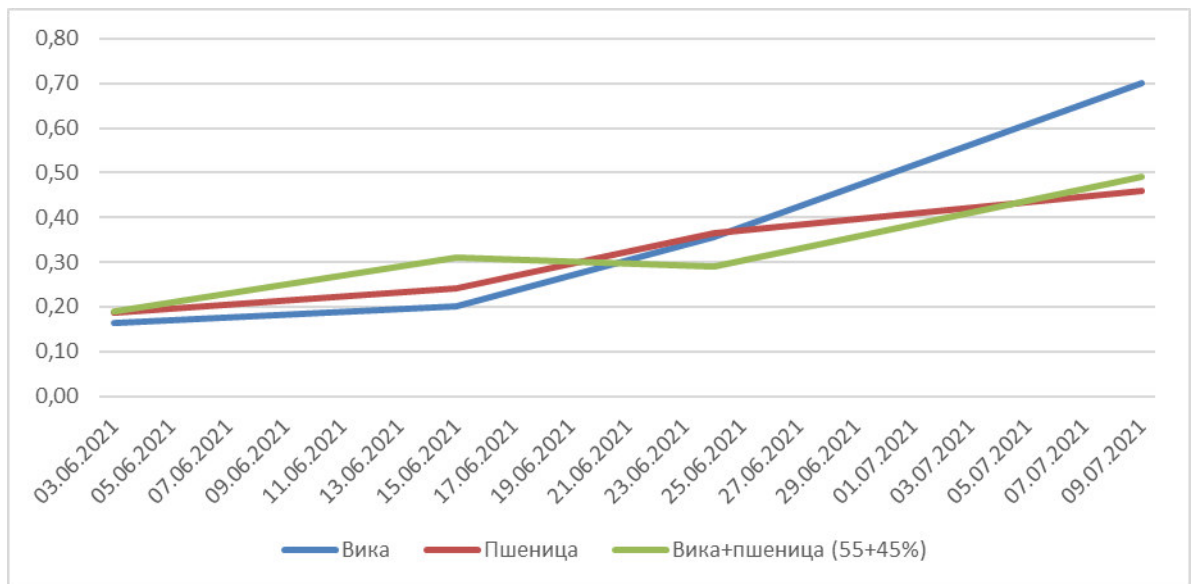


Рисунок 7–Динамика нормализованного вегетационного индекса растений NDVI (на примере агроценозов) вики посевной (100+0%), яровой пшеницы (0+100%) и вико-пшеничной смеси (55+45%) при дифференцированном внесении расчётной дозы удобрения с цифровой коррекцией ДЗЗ и дифференцированной норме опрыскивания гербицидом, 2021 г.

Максимальных показателей NDVI достигает в июле любого сезона исследований.

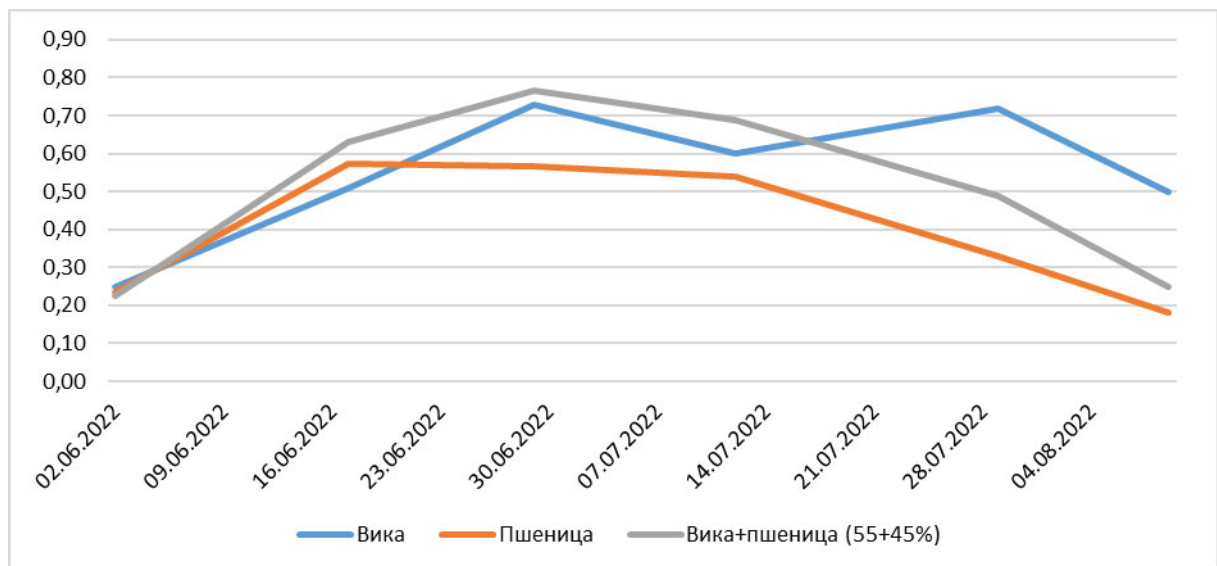


Рисунок 8–Динамика нормализованного вегетационного индекса растений NDVI (на примере агроценозов) вики посевной (100+0%), яровой пшеницы (0+100%) и вико-пшеничной смеси (55+45%) при дифференцированном внесении расчётной дозы удобрения с цифровой коррекцией ДЗЗ и дифференцированной норме опрыскивания гербицидом, 2022 г.

Максимальных показателей NDVI достигает в июле любого сезона исследований.

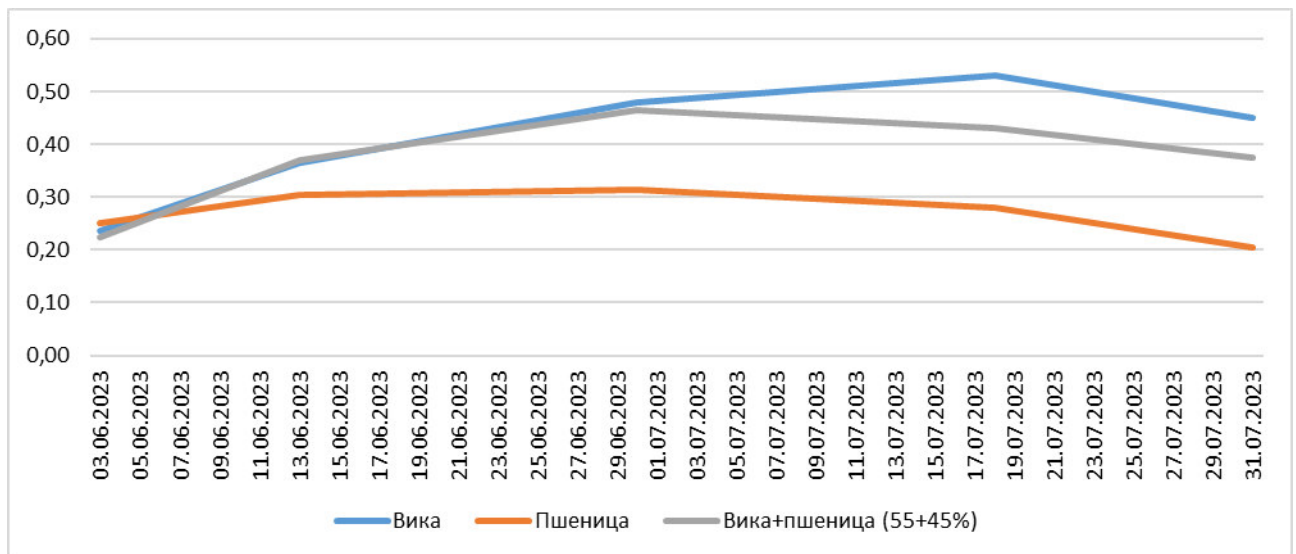


Рисунок 9–Динамика нормализованного вегетационного индекса растений NDVI (на примере агроценозов) вики посевной (100+0%), яровой пшеницы (0+100%) и вико-пшеничной смеси (55+45%) при дифференцированном внесении расчётной дозы удобрения с цифровой коррекцией ДЗЗ и дифференцированной норме опрыскивания гербицидом, 2023г.

Максимальных показателей NDVI достигает в июле любого сезона исследований.

Во все года исследований количественно вегетационный индекс повышается к фазе выхода в трубку-колошение (бутонизация–цветение) и снижается к концу вегетации. При измерениях чистый посев вики посевной показывает большее количество биомассы, это связано с особенностями сельскохозяйственных культур, у яровой пшеницы данный показатель всегда ниже, в связи с особенностями морфо–биологического строения и накопления биомассы.

На обобщённом материале графика на рисунке 7–9, показаны результаты наиболее эффективных агротехнических приёмов – дифференцированного внесения удобрений с цифровой коррекцией ДЗЗ и дифференцированного опрыскивания гербицидом, которые обеспечили индекс NDVI в июне 2021 года с динамичным нарастанием в диапазонах 0,17-0,36 – в посеве вики (100+0%); 0,19-0,37 – пшеницы (0+100%) и 0,19-0,29 – в смеси вики + пшеница (55+45%).

Наибольшей величины показатель NDVI достигали в июле этого года, соответственно – 0,70, 0,46 и 0,49. В период вегетации 2022 года, когда в анализируемых вариантах (вики, пшеницы и смеси вики с пшеницей) получена наибольшая в опыте урожайность зерновой продукции, соответственно: 1,47, 2,10 и 2,49 т/га,

индексы NDVI в июне составили с нарастанием, соответственно – 0,25-0,73; 0,24-0,57 и 0,23 – 0,77; в июле – 0,60-0,72; 0,54-0,33 и 0,69-0,49 с закономерно нисходящими показателями в августе – 0,50; 0,18 и 0,25, из-за созревания бобово-злаковых культур в посевах. Аналогичную динамику NDVI сохранили в июне 2023 года, когда кривые графика соответствовали 0,24-0,48, 0,25-0,32 и 0,23-0,47 с нисходящим трендом в июле вегетационного сезона – 0,53-0,45 (вика); 0,28-0,21 (пшеница) и 0,43-0,38 (вика+пшеница).

Показатели таблицы 14 отражают результаты NDVI в динамике, на примере периода ветвления, выхода в трубку – колошения, с датой фиксации показателей рефлектотром GreenSeeker 24.06.2021 г.

Установлено, что наибольший нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) получен в посеве при сплошном внесении средне-рекомендуемой дозы и при дифференцированном применении расчётной дозы удобрения и гербицида с цифровой коррекцией приёмов ДЗЗ–0,65–0,77 в варианте с соотношением вики и пшеницы 55+45%. Аналогичные показатели обеспечила вика посевная (100+%) –0,60–0,77.

Таблица 14 – Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов (24.06. 2021 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
Удобрений (А)	Гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,84	21,50	450	450
		0+100	0,75	21,30	470	640
		85+15	0,84	16,85	330	440
		70+30	0,80	19,45	300	520
		55+45	0,79	20,65	290	480
		40+60	0,72	21,80	410	460
	Сплошное	100+0	0,76	17,75	230	340
		0+100	0,74	24,05	250	460
		85+15	0,76	19,95	440	500
		70+30	0,82	18,70	290	390
		55+45	0,74	21,40	400	510
		40+60	0,73	22,80	450	450
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,76	16,40	290	340
		0+100	0,73	16,15	280	430
		85+15	0,75	15,95	350	390
		70+30	0,74	17,85	330	330
		55+45	0,74	21,20	330	450
		40+60	0,67	18,20	370	370
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,67	23,15	430	430
		0+100	0,52	22,20	370	390
		85+15	0,59	23,95	350	420
		70+30	0,67	16,30	610	620
		55+45	0,65	15,85	480	600
		40+60	0,65	17,75	610	620
	Сплошное	100+0	0,64	17,25	370	370
		0+100	0,53	18,90	340	360
		85+15	0,68	21,25	300	400
		70+30	0,69	20,70	400	470
		55+45	0,69	22,55	260	450
		40+60	0,70	18,15	380	390
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,73	19,35	410	440
		0+100	0,57	20,05	420	450
		85+15	0,69	20,30	420	430
		70+30	0,74	19,40	480	500
		55+45	0,77	22,55	350	400
		40+60	0,74	20,00	280	490

В таблице 15 представлены индексы NDVI в динамике, на примере периода бутонизации – колошения, с датой фиксации показателей рефлектометром GreenSeeker 29.06.2022 г.

Таблица 15 – Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических (29.06. 2022 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (C)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см	
удобрений (A)	гербицида (B)						
Сплошное, редне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,84	23,35	1000	1000	
		0+100	0,80	20,00	1000	1000	
		85+15	0,80	22,70	1000	1000	
		70+30	0,77	22,80	1000	1000	
		55+45	0,75	19,55	1000	1000	
		40+60	0,64	17,70	1000	1000	
	Сплошное опрыскивание	100+0	0,67	19,00	1000	1000	
		0+100	0,67	17,60	1000	1000	
		85+15	0,67	16,55	1000	1000	
		70+30	0,76	20,20	1000	1000	
		55+45	0,74	24,15	1000	1000	
		40+60	0,64	18,95	1000	1000	
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	0,71	18,15	1000	1000	
		0+100	0,67	19,55	1000	1000	
		85+15	0,67	17,00	1000	1000	
		70+30	0,65	20,60	1000	1000	
		55+45	0,55	19,15	1000	1000	
		40+60	0,56	19,70	1000	1000	
	Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,71	20,10	950	1000
			0+100	0,48	21,75	950	1000
			85+15	0,66	17,70	950	1000
70+30			0,70	16,10	1000	1000	
55+45			0,68	13,55	950	1000	
40+60			0,66	20,15	950	1000	
Сплошное		100+0	0,54	19,85	800	950	
		0+100	0,45	17,75	950	1000	
		85+15	0,57	17,25	950	1000	
		70+30	0,60	21,90	950	1000	
		55+45	0,58	17,95	950	1000	
		40+60	0,57	19,65	950	1000	
Дифференцированное с ДЗЗ		100+0	0,60	21,95	950	1000	
		0+100	0,54	18,30	950	1000	
		85+15	0,57	18,55	950	1000	
		70+30	0,72	22,20	800	950	
		55+45	0,69	15,05	700	900	
		40+60	0,60	21,95	950	1000	

Здесь также, наибольший нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) получен в посеве при сплошном внесении средне–рекомендуемой дозы и при дифференцированном применении расчётной дозы удобрения и гербицида с цифровой коррекцией приёмов ДЗЗ–0,55–0,74 в варианте с соотношением вики и пшеницы 55+45 %. Аналогичные показатели обеспечила вика посевная (100+%) –0,71.

Показатели таблицы 16 иллюстрируют индексы NDVI в динамике, на примере периода цветения – начала формирования, с датой фиксации показателей рефлектотометром GreenSeeker 29.07.2022 г.

Физиологически наступает период, когда осуществляется постепенный отток питательных веществ из листьев для формирования репродуктивных органов растений. Стабилизируется нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в посеве при сплошном внесении средне–рекомендуемой дозы и при дифференцированном применении расчётной дозы удобрения и гербицида с цифровой коррекцией приёмов ДЗЗ на уровне–0,48–0,49 в варианте с соотношением вики и пшеницы 55+45 %.

При этом существенные показатели NDVI обеспечила вика посевная (100+%)–0,56–72 и смесь (85+15%) с преобладание вики посевной, которая сформировала плотный лиственный фон и габитус из развитых растений –0,68-0,77.

Таблица 16 – Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов (29.07. 2022 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,72	19,55	670	780
		0+100	0,64	14,95	1000	1000
		85+15	0,77	20,65	770	780
		70+30	0,61	19,10	880	1000
		55+45	0,63	15,95	1000	1000
		40+60	0,60	13,55	680	770
	Сплошное	100+0	0,66	15,20	760	770
		0+100	0,52	18,05	660	850
		85+15	0,67	17,95	680	680
		70+30	0,50	14,20	1000	1000
		55+45	0,48	13,80	700	1000
		40+60	0,45	15,90	700	840
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,65	14,30	550	670
		0+100	0,45	14,60	780	900
		85+15	0,68	17,45	750	870
		70+30	0,52	17,10	630	850
		55+45	0,53	15,45	670	700
		40+60	0,55	15,80	1000	1000
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,66	10,20	1000	1000
		0+100	0,41	17,20	1000	1000
		85+15	0,39	13,40	1000	1000
		70+30	0,40	14,50	1000	1000
		55+45	0,39	7,10	1000	1000
		40+60	0,38	7,80	1000	1000
	Сплошное опрыскивание	100+0	0,56	13,50	1000	1000
		0+100	0,29	12,10	1000	1000
		85+15	0,43	14,10	1000	1000
		70+30	0,45	16,70	1000	1000
		55+45	0,39	14,40	1000	1000
		40+60	0,39	13,30	800	1000
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	0,72	16,00	1000	1000
		0+100	0,33	12,90	680	680
		85+15	0,41	12,80	1000	1000
		70+30	0,63	17,50	800	1000
		55+45	0,49	14,50	1000	1000
		40+60	0,44	13,30	980	1000

Таблица 17 – Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов (09.08. 2022 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонентов вики и пшеницы, % (С)	ND VI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость, почвы 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,50	15,55	860	1000
		0+100	0,29	6,95	1000	1000
		85+15	0,49	11,60	1000	1000
		70+30	0,31	10,85	1000	1000
		55+45	0,26	10,90	1000	1000
		40+60	0,25	13,00	1000	1000
	Сплошное	100+0	0,67	15,40	1000	1000
		0+100	0,20	11,55	1000	1000
		85+15	0,44	14,00	600	860
		70+30	0,30	11,40	1000	1000
		55+45	0,24	12,80	1000	1000
		40+60	0,25	12,60	1000	1000
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,57	16,50	1000	1000
		0+100	0,20	13,40	1000	1000
		85+15	0,46	10,30	1000	1000
		70+30	0,36	12,10	1000	1000
		55+45	0,29	13,40	860	1000
		40+60	0,30	10,90	1000	1000
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,42	11,10	1000	1000
		0+100	0,21	11,00	1000	1000
		85+15	0,34	11,90	950	1000
		70+30	0,34	11,90	1000	1000
		55+45	0,30	9,05	1000	1000
		40+60	0,32	10,85	1000	1000
	Сплошное	100+0	0,61	13,65	1000	1000
		0+100	0,19	8,00	900	1000
		85+15	0,35	8,80	1000	1000
		70+30	0,29	8,85	1000	1000
		55+45	0,23	10,05	890	940
		40+60	0,21	11,60	860	970
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,50	13,90	1000	1000
		0+100	0,18	11,05	900	1000
		85+15	0,35	12,70	1000	1000
		70+30	0,29	12,80	880	1000
		55+45	0,25	11,85	1000	1000
		40+60	0,24	10,80	900	1000

В таблице 17 показаны индексы NDVI в динамике, на примере периода созревания семян и зерна, с датой фиксации показателей рефлектотромом GreenSeeker 09.08.2022 г.

Физиологически продолжается период, когда происходит дальнейший отток питательных веществ из листьев в репродуктивные органы растений. По этой причине, стабилизируется нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в посевах при сплошном внесении средне-рекомендуемой дозы и при дифференцированном применении расчетной дозы удобрения и гербицида с цифровой коррекцией приёмов ДЗЗ на уровне $-0,23-0,30$ в варианте с соотношением в смеси вики и пшеницы 55+45 %.

При этом более высокие, но убывающие в динамике показатели NDVI, дала вико-посевная (100+%) $-0,42-0,67$, так как сформировала относительно плотный листовый фон и габитус из развитых растений. Чистый посев яровой пшеницы (0+100) из-за созревания зерна значительно уменьшил индекс NDVI до $0,18-21$.

Таким образом, на примере результатов уровня NDVI, полученных в более продуктивный для вики посевной, яровой пшеницы и вико-пшеничных агроценозов вегетационный период в 2022 году, можно констатировать, что для густой растительности соответствует показатель NDVI – $0,7$. Разреженный растительный покров – $0,5$, а открытая почва – $0,025$. Похожие закономерности сохранились в 2021 и 2023 гг. во всех агроценозах вики посевной, яровой пшеницы и в зерновой смеси вики с пшеницей (приложение Е. 1– Е. 11).

3.5. Агрофизические показатели плодородия почвы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в смешанном посевах вики посевной и яровой пшеницы при разных соотношениях компонентов

Агрофизическая оценка почвы и условий функционирования растений в 2021-2023 гг. показала положительное рабочее агрегатное состояние пахотного слоя почвы в полевом опыте (табл. 18).

Таблица 18 – Агрофизические показатели почвы в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 гг.

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высева/соотношение вики и пшеницы, % (С)	Агрегатный состав почвы, %			Плотность сложения почвы (d _v), г/см ³	Плотность твёрдой фазы почвы (d), г/см ³	Пористость почвы (P), %
		мегаструктура (>10 мм)	макроструктура (10-0,25 мм)	микроструктура (0,25-0,01 мм)			
Перед посевом							
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	35,61	62,13	2,26	1,22	2,12	42
	0+100	38,17	58,36	3,47	1,22	2,18	44
	85+15	37,19	60,87	1,94	1,21	2,18	44
	70+30	36,30	62,13	1,57	1,19	2,31	48
	55+45	35,47	60,84	3,69	1,20	2,23	46
	40+60	37,35	59,72	2,93	1,18	2,26	47
	Среднее	36,68	60,68	2,64	1,20	2,21	45
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	38,23	60,63	1,14	1,15	2,12	45
	0+100	41,41	57,25	1,34	1,16	2,06	43
	85+15	36,37	62,25	1,38	1,19	2,05	42
	70+30	37,70	60,57	1,73	1,18	2,03	41
	55+45	36,57	61,47	1,96	1,20	2,07	42
	40+60	36,53	61,37	2,10	1,17	2,10	44
	Среднее	37,80	60,59	1,61	1,18	2,07	43
Перед уборкой							
Сплошное, рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	38,32	58,50	3,18	1,24	1,97	36
	0+100	37,06	59,10	3,84	1,27	1,96	35
	85+15	35,88	60,41	3,64	1,32	1,90	31
	70+30	38,25	55,80	5,96	1,31	1,89	31
	55+45	36,21	57,68	6,10	1,26	1,87	33
	40+60	35,46	59,37	5,17	1,24	1,93	36
	Среднее	36,86	58,49	4,65	1,27	1,92	34
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	32,75	62,25	5,00	1,28	2,16	41
	0+100	41,33	54,84	3,83	1,29	2,16	40
	85+15	37,03	40,97	3,94	1,30	1,99	35
	70+30	34,41	61,70	3,89	1,27	1,95	34
	55+45	35,39	60,49	4,12	1,26	2,04	38
	40+60	35,10	61,21	3,69	1,30	2,21	41
	Среднее	36,10	59,82	4,08	1,28	2,09	38

Дифференцированное применение удобрения и гербицида с ДЗЗ перед посевом культур, проходило при мега- и макроструктуре почвы – в 37,80 и 60,59 %, когда доля микроструктуры не превысила 1,61 %. Перед уборкой культур в посеве вики посевной, яровой пшеницы и их смеси к концу вегетационного сезона, доля

микроструктуры частиц размером 0,25-0,01 мм возросла более, чем в 3,5 раза (1,28 %), при одновременном уменьшении доли мега- и макроструктуры – до 36,10 и 59,82 %. Такая картина наблюдается в вариантах дифференцированного применения расчётной дозы с цифровой коррекцией и дифференцированной коррекции нормы гербицида. Аналогичная тенденция характерна и для сплошного применения средней дозы удобрения и нормы гербицида.

Плотность сложения почвы влияет на рост корней растений, если почва уплотнённая, то существует преграда для проникновений и развития корневой системы растений. Оптимальная плотность для окультуренной дерново-подзолистой почвы 1,0-1,1 г/см³. В наших условиях средняя плотность сложения перед посевом культур составляла 1,18-1,20 г/см³, а к уборке 1,27-1,28 г/см³, что объективно связано с её естественным уплотнением на 6-8 %. Плотность сложения почвы за все года исследований до посева варьировала в пределах 1,14 до 1,25 г/см³. Вика посевная не оказывает положительного влияния на плотность почвы, наоборот возделывание данной культуры уплотняет почву.

К завершению вегетационного периода, плотность сложения почвы, как и её пористость, или объём пор с воздухом в почве, в сильной степени зависит от агрегатного состава. С увеличением размера агрегатов возрастает общая и особенно некапиллярная пористость, вследствие вытеснения воздуха. В нашем случае, средняя пористость почвы перед посевом соответствовала 43–45%, а к моменту уборки урожая уменьшилась на 12–24 % – до 34-38 %. Плотность твёрдой фазы, как отношение твёрдой массы почвы к воде в том же объёме. До посева плотность изменяется от 2,03 до 2,26 г/см³, при средних значениях 2,07–2,21 г/см³, а к уборке вико-пшеничной смеси, данный показатель уменьшился от 1,87 до 2,16 г/см³ при среднем $d=1,92-2,09$ г/см³.

В 2021 г. и 2022 гг. пористость почвы варьировала перед посевом культур в интервале 42–48 %, при возможном уровне 50-60 %, что можно охарактеризовать, как весьма невысокую. Правда, в 2023 г. данный показатель на исследуемом поле был выше – от значительно низкой до удовлетворительной (приложение Ж. 1 – Ж. 8).

4. ИНТЕГРИРОВАННАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И КОРМОВАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИКО-ПШЕНИЧНОЙ СМЕСИ НА ЗЕРНО ПРИ РАЗНОМ СООТНОШЕНИИ КОМПОНЕНТОВ И ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИИ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ

Рентабельность возделывания полевых сельскохозяйственных и, особенно зерновых бобовых культур, является обобщающим, качественным показателем экономической эффективности производства зерновой продукции. Определяющим прибыльность производства зерна является уровень урожайности. Как правило, чем выше урожайность, тем ниже себестоимость и затраты труда на центнер или тонну продукции и соответственно, выше рентабельность.

Анализ данных таблицы 19 свидетельствует, что в среднем за три года (2021-2023) соотношение компонента зерновой смеси вики и пшеницы 55+45 %, обеспечило наибольшую рентабельность 43-49 % и себестоимость продукции 10828–11381 руб./т (или 10,8-11,4 руб./кг) при дифференцированном применении удобрения и гербицида с цифровой коррекцией дозы, и нормы. Себестоимость зерновой продукции в этом варианте была на 11% меньше, чем при сплошном внесении средней дозы удобрения без применения гербицида, соответственно – 12157 руб./т (12,2 руб./кг) и 35 % (приложение 3. 1).

Использование переменных доз удобрений с помощью цифровой коррекции и точечное нанесение гербицида также привело к более высокой прибыльности на 30% и снижению себестоимости зерна до 12746 рублей за тонну (12,7 руб./кг), в сравнении с традиционным применением удобрения и гербицида, где прибыльность составила 28% и себестоимость продукции 12944 рубля за тонну (12,9 руб./кг).

Варианты без применения гербицида имели некоторое снижение себестоимости (10828-12157 руб./т, или 10,8-12,2 руб./кг зерновой продукции, но благоприятствовали сильной засорённости посевов: в 2021 г. – до 11– 21, из них – 10– 11 шт./м², или 48-61% –многолетними видами; в 2022 го – до 27– 71, из них– 35–42 шт./м², или 56-59% – многолетниками; в 2023 г. – до 16-41, из них –14-17 шт./м², или 41-47 % – многолетние сорняки. Такое агротехническое состояние при запредельной засорённости посевов нельзя считать нормальным.

Таблица 19–Экономическая оценка возделывания вики посевной и яровой пшеницы в чистом и смешанном посеве в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов при разной норме высева и соотношении компонента, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева/соотношение комп-та вики и пшеницы, % (С)	Стоимость продукции	Затра-ты	Чистый доход	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
удобрений (А)	гербицида (В)		руб./га				
Сплошное со средне-реко-мен-дуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	224	24321	15872	12160	65
		0+100	202	21948	7402	9708	34
		85+15	215	23375	2428	15471	10
		70+30	222	24110	8513	12128	35
		55+45	227	24644	8633	12157	35
		40+60	231	25115	7678	12647	31
	Среднее		223	23919	8421	12378	35
	Сплошное	100+0	190	20677	8610	14522	42
		0+100	206	22339	9009	9175	40
		85+15	219	23855	6847	12865	29
		70+30	224	24310	5936	13393	24
		55+45	229	24889	6978	12944	28
		40+60	233	25372	6318	13331	25
	Среднее		221	23574	7283	12705	31
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	188	20485	3100	18568	15
		0+100	202	21997	4242	11119	19
		85+15	215	23364	4712	17476	20
		70+30	222	24133	3357	14891	14
		55+45	228	24800	6045	13398	24
		40+60	232	25180	3370	14075	13
	Среднее		221	23327	4138	15071	18
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	180	19593	12876	12122	66
		0+100	157	17083	4177	10563	24
		85+15	174	18866	6476	12231	34
		70+30	180	19516	9270	10968	48
		55+45	182	19831	9747	10828	49
		40+60	193	21032	11811	10271	56
	Среднее		179	19320	9060	11165	46
	Сплошное	100+0	149	16215	1908	19249	12
		0+100	160	17412	5390	9950	31
		85+15	172	18667	2425	15038	13
		70+30	179	19409	4780	13366	25
		55+45	186	20228	6010	12746	30
		40+60	176	19094	8954	11020	47
	Среднее		179	18504	4911	13562	26
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	145	15714	7512	13821	48
		0+100	158	17137	4986	10120	29
		85+15	175	19022	2931	14657	15
		70+30	181	19683	7829	11675	40
		55+45	186	20226	8671	11381	43
		40+60	189	20511	6847	12334	33
	Среднее		175	18716	6463	12331	35

Таблица 20 – Энергетическая оценка возделывания чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов при разной норме высева и соотношении компонента, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, %	Баланс энергии, МДж/га			Коэффициент энергетической эффективности	Энергоёмкость производства единицы урожая, Мдж/кг
удобрений (А)	гербицида (В)		в урожае	в технологических затратах	прирост		
Средне-рекомендуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	80960	25107	75381	3,22	3,0
		0+100	72384	42967	62836	1,68	4,6
		85+15	59214	27400	53125	2,16	4,4
		70+30	75355	30315	68618	2,49	3,7
		55+45	74414	33111	67055	2,25	3,9
		40+60	70340	35747	62396	1,97	4,3
	Среднее		72111	32441	64902	2,30	4,0
	Сплошное опрыскивание	100+0	57640	23350	52451	2,47	4,0
		0+100	77952	41623	68702	1,87	4,1
		85+15	72676	26196	66854	2,77	3,4
		70+30	68804	28741	62417	2,39	3,8
		55+45	70583	31622	63556	2,23	4,0
		40+60	67414	34273	59797	1,97	4,3
	Среднее		69178	30967	62296	2,28	3,9
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	44660	23166	39512	1,93	5,1
		0+100	63336	41363	54144	1,53	5,1
		85+15	52398	25900	46642	2,02	4,7
		70+30	61429	28629	55067	2,15	4,3
		55+45	67950	31581	60932	2,15	4,1
		40+60	59560	34146	51971	1,74	4,9
	Среднее		58222	30797	51378	1,92	4,7
Дифференцированное внесение удобрений	Без гербицида	100+0	51480	24474	46041	2,10	4,6
		0+100	51748	42386	42328	1,22	6,3
		85+15	60449	27244	54395	2,22	4,3
		70+30	67444	30008	60776	2,25	4,1
		55+45	67232	32805	59942	2,05	4,3
		40+60	72534	35625	64617	2,04	4,2
	Среднее		61814	32090	54683	1,98	4,6
	Сплошное опрыскивание	100+0	34100	22882	29015	1,49	6,6
		0+100	56028	41086	46898	1,36	5,7
		85+15	48649	25693	42940	1,89	5,0
		70+30	55043	28383	48736	1,94	4,7
		55+45	58254	31284	51302	1,86	4,8
		40+60	61369	33983	53817	1,81	4,7
	Среднее		52241	30552	45451	1,73	5,2
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	46024	23036	40905	2,00	4,9
		0+100	54218	41049	45096	1,32	5,9
		85+15	50864	25735	45145	1,98	4,8
		70+30	63901	28522	57563	2,24	4,1
		55+45	65237	31392	58260	2,08	4,3
		40+60	58905	33985	51353	1,73	4,9
	Среднее		56525	30620	49721	1,89	4,8

При энергетической оценке [Зубарев Ю.Н., 2001] возделывания вико-пшеничной смеси в соотношении нормы высева 55+45 % отмечаются все варианты с максимальным значением коэффициента энергетической эффективности 2,25 при сплошном внесении удобрений и без обработки гербицидом (табл. 20, приложение 3. 2).

При дифференцированном внесении удобрения коэффициент энергетической эффективности варьирует в интервале 1,86–2,08, но при оценке экономической эффективности варианты дифференцированного внесения удобрения и гербицида показывают значения рентабельности выше, по сравнению со средне-рекомендуемой дозой. Средние показатели со средне-рекомендуемой дозой удобрений, также показывают значения по коэффициенту энергетической эффективности выше (1,92–2,30) по сравнению с дифференцированным внесением удобрений (1,73–1,98), что объективно с уровнем урожая конечной продукции.

Дифференцированное применение удобрения и гербицида с цифровой коррекцией дозы и сплошное опрыскивание нормой гербицида, превалирует по кормовому качеству продукции в смешанном посеве вики посевной с яровой пшеницей (55+45 %), где концентрация питательных веществ в 1 кг зерновой продукции составляет – 1,26-1,27 кормовых единиц и 139-149 граммов переваримого протеина (табл. 21).

Таблица 21 – Интегрированная экономическая, энергетическая и кормовая оценка возделывания чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов при разной норме высева и соотношении компонента, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Экономическая эффективность		Энергетическое качество продукции		Кормовое качество 1 кг зерна		
удобрений (А)	гербицида (В)		себестоимость продукции, руб./кг	рентабельность, %	коэффициент энергетической эффективности	энергоёмкость производства урожая, МДж/кг	корм. ед.	переваримого протеин, г	
Сплошное, со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	12	65	3,2	3,0	1,22	190	
		0+100	10	34	1,7	4,6	1,33	91	
		85+15	16	10	2,2	4,4	1,23	177	
		70+30	12	35	2,5	3,7	1,25	156	
		55+45	12	35	2,3	3,9	1,27	136	
		40+60	13	31	2,0	4,3	1,29	123	
	Среднее			12	35	2,3	4,0	1,26	145
	Сплошное	100+0	15	42	2,5	4,0	1,21	201	
		0+100	9	40	1,9	4,1	1,33	90	
		85+15	13	29	2,8	3,4	1,23	177	
		70+30	13	24	2,4	3,8	1,25	156	
		55+45	13	28	2,2	4,0	1,27	141	
		40+60	13	25	2,0	4,3	1,28	126	
	Среднее			13	31	2,3	3,9	1,26	149
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	19	15	1,9	5,1	1,21	199	
		0+100	11	19	1,5	5,1	1,33	88	
		85+15	17	11	2,0	4,7	1,23	161	
		70+30	15	14	2,2	4,3	1,25	146	
		55+45	13	24	2,2	4,1	1,27	136	
		40+60	14	13	1,7	4,9	1,29	129	
	Среднее			15	16	1,9	4,7	1,26	143
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	12	66	2,1	4,6	1,22	180	
		0+100	11	24	1,2	6,3	1,33	85	
		85+15	12	34	2,2	4,3	1,23	182	
		70+30	11	48	2,3	4,1	1,25	152	
		55+45	11	49	2,1	4,3	1,26	144	
		40+60	10	56	2,0	4,2	1,29	126	
	Среднее			11	46	2,0	4,6	1,26	145
	Сплошное	100+0	19	12	1,5	6,6	1,22	190	
		0+100	10	31	1,4	5,7	1,33	88	
		85+15	15	13	1,9	5,0	1,23	177	
		70+30	13	25	1,9	4,7	1,25	166	
		55+45	13	30	1,9	4,8	1,26	149	
		40+60	11	47	1,8	4,7	1,28	128	
	Среднее			14	26	1,7	5,2	1,26	150
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	14	48	2,0	4,9	1,22	188	
		0+100	10	29	1,3	5,9	1,33	88	
		85+15	15	15	2,0	4,8	1,23	175	
		70+30	12	40	2,2	4,1	1,25	153	
		55+45	11	43	2,1	4,3	1,27	139	
		40+60	12	33	1,7	4,9	1,28	126	
	Среднее			12	35	1,9	4,8	1,26	145

Таблица 22 – Сбор кормовой продукции вики посевной и яровой пшеницы в чистом и смешанном посеве в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов при разной норме высева и соотношении компонента, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева / соотношение компонента вики и пшени- цы, % (С)	Кормовое качество 1 кг зерна		Сбор с гектара			
удобре- ний (А)	гербицида (В)		кормо- вые единицы	перевари- мый про- теин, г	зерна, т	тыс. корм. единиц	перевари- мый про- теин, кг	
Сплош- ное, со средне- рекомен- дуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гер- бицида	100+0	1,22	190	1,84	2,25	350	
		0+100	1,33	91	2,07	2,67	181	
		85+15	1,23	177	1,39	1,71	250	
		70+30	1,25	156	1,83	2,29	293	
		55+45	1,27	136	1,87	2,38	262	
		40+60	1,29	129	1,83	2,36	238	
	Среднее			1,26	145	1,81	2,28	262
	Сплошное	100+0	1,21	201	1,31	1,59	262	
		0+100	1,33	90	2,24	2,98	202	
		85+15	1,23	177	1,71	2,10	379	
		70+30	1,25	156	1,67	2,09	267	
		55+45	1,27	141	1,77	2,25	248	
		40+60	1,28	126	1,75	2,24	228	
	Среднее			1,26	149	1,74	2,19	261
	Диффе- ренциро- ванное с цифровой коррекци- ей нормы	100+0	1,21	188	1,02	1,23	194	
		0+100	1,33	88	1,82	2,42	164	
		85+15	1,23	161	1,16	1,43	186	
		70+30	1,25	146	1,49	1,86	224	
		55+45	1,27	136	1,70	2,16	238	
		40+60	1,29	129	1,55	2,00	202	
Среднее			1,26	143	1,46	1,84	204	
Диффе- ренциро- ванное с цифро- вой коррек- цией дозы	Без гер- бицида	100+0	1,22	180	1,16	1,42	209	
		0+100	1,33	85	1,49	1,98	134	
		85+15	1,23	182	1,42	1,75	256	
		70+30	1,25	152	1,64	2,05	246	
		55+45	1,26	144	1,69	2,13	237	
		40+60	1,29	126	1,89	2,44	246	
	Среднее			1,26	145	1,55	195	233
	Сплошное	100+0	1,22	190	0,77	0,94	146	
		0+100	1,33	88	1,61	2,14	145	
		85+15	1,23	177	1,14	1,40	205	
		70+30	1,25	166	1,34	1,68	228	
		55+45	1,26	149	1,46	1,84	201	
		40+60	1,28	128	1,60	2,00	208	
	Среднее			1,26	150	1,32	1,66	198
	Диффе- ренциро- ванное с цифровой коррекци- ей нормы	100+0	1,22	188	1,05	1,28	200	
		0+100	1,33	88	1,56	2,07	140	
		85+15	1,23	175	1,20	1,48	216	
		70+30	1,25	153	1,55	1,94	233	
		55+45	1,27	139	1,64	2,08	230	
		40+60	1,28	126	1,53	1,96	199	
Среднее			1,26	145	1,42	1,79	213	

Средний сбор кормовых единиц и переваримого протеина с каждого гектара в смешанном агроценозе вики посевной с яровой пшеницей, рационально стабилен, при соотношении компонента нормы высева 55+45 % (табл. 22, приложение 3. 3 – 3. 10). Комплексное дифференцированное применение удобрения и гербицида обеспечило выход 2,08 тыс. кормовых единиц и 230 кг переваримого протеина с гектара. При этой же норме и соотношении компонента (55+45 %), сплошное применение удобрения с дифференцированной нормой гербицида, способствовало на 8 % превышению выхода питательных веществ с гектара и составило 2,25 кормовых единиц и 248 кг переваримого протеина.

Производственная проверка проведена в 2023 году в ООО «Предуралье», на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Год характеризовался повышенной температурой и малым количеством осадков. В таких условиях урожайность вико-пшеничной смеси в соотношении нормы высева 55+45 % составила 1,74 т/га при использовании дифференцированного применения удобрений и гербицида. Содержание питательных веществ в 1 кг продукции – 1,27 корм. единиц и 143 г переваримого протеина. Рентабельность данного варианта составила 43 % (приложение И. 1 – И. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате трёх лет исследований (2021-2023 гг.) установлена оптимальная норма высева (1,1+2,7 млн. шт./га) при соотношении вико – пшеничной смеси 55+45 % (с урожайностью зерновой продукции в интервале 1,46–1,87 т/га, или 73–75 % от расчётного уровня). Плановая урожайность зерна 2,49-2,75 т/га вико–пшеничной смеси (55+45 %) получена только в благоприятном 2022 г.

2. Наибольшие средние урожаи за три года (2021-2023 гг.) получены при сплошном применении средне-расчётной дозы удобрения без опрыскивания гербицидом –1,87 т/га и 1,64 т/га – при дифференцированном внесении дозы удобрения и нормы гербицида с цифровой коррекцией на основе дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий, что сокращает расход гербицида и удобрения. Дифференцированное внесение удобрения с цифровой коррекцией приёмов агротехники, благоприятствует увеличению массы 1000 семян вики посевной на 10-13 % (75,37-79,29 г) и яровой пшеницы на 9-20 % (36,46-44,29 г).

3. Сплошное и дифференцированное применение гербицида Линтаплант (КС) – 0,8 л/га, в среднем за три года (2021-2023 гг.), уничтожает сорняки в посеве вики посевной и яровой пшеницы в два раза – с 38–41 до 18–19 шт./м². Дифференцированная доза удобрения и норма гербицида с цифровой коррекцией при соотношении компонента 55+45% вики посевной и яровой пшеницы уменьшает в 2,2 раза засорённость посева с 37-44 до 17-18 шт./м².

4. Запасы продуктивной влаги в начале вегетации вики посевной и яровой пшеницы были достаточными в 2022 г. и 2023 г. – 19,1–44,1 мм, против 2021 г. – 4,73–35,9 мм, но закономерно снизились до 7,4–21,6 и 16,1–22,8 мм к концу сезона. 2021 г. характеризовался удовлетворительным запасом продуктивной влаги, но к концу вегетационного периода снизился до минимального среднего показателя – 8,5-13,9 мм.

5. Наивысшие показатели NDVI достигнуты в июле 2022 г., соответственно – 0,70, 0,46 и 0,49. Наибольшая урожайность зерновой продукции вики посевной с нормой 2 млн. шт./га (100+0 %) –1,47, яровой пшеницы 6 млн. шт./га (0+100 %) –

2,10 и смеси вики с пшеницей – 1,1+1,7 млн. шт./га (55+45 %) –2,49 т/га получена, когда индексы NDVI в июне составили с нарастанием, соответственно – 0,25-0,73; 0,24-0,57 и 0,23 – 0,77; в июле – 0,60-0,72; 0,54-0,33 и 0,69-0,49 с закономерно нисходящими показателями в августе – 0,50; 0,18 и 0,25, из-за созревания бобово-злаковых культур в посевах. Аналогичная динамика NDVI сохраняется в 2021 г. и 2023 г.

6. Соотношение компонента зерновой смеси вики и пшеницы 55+45 %, в среднем за три года (2021–2023 гг.), обеспечило наибольшую рентабельность 43-49 % и себестоимость продукции 10828–11381 руб./т, или 10,8-11,4 руб. /кг при дифференцированном применении удобрения и гербицида с цифровой коррекцией. Себестоимость зерновой продукции в этом варианте была на 11% меньше, чем при сплошном внесении средней дозы удобрения без применения гербицида, соответственно –12157 руб./т (12,2 руб. /кг) и 35 %. Посева вико – пшеничной смеси без применения гербицида незначительно уменьшают себестоимость зерновой продукции (10828-12157 руб./т), но способствуют сильной засорённости посевов – до 27–71 шт./м², из них – 35–42 шт./м² (или 56-59 %) многолетними сорняками.

7. Дифференцированное применение удобрения и гербицида с цифровой коррекцией дозы и сплошное опрыскивание нормой гербицида, превалирует по кормовому качеству продукции в смешанном посеве вики посевной с яровой пшеницей (55+45 %), где концентрация питательных веществ в 1 кг зерновой продукции составляет – 1,26-1,27 к. ед. и 139-149 г переваримого протеина. Средний сбор кормовых единиц и переваримого протеина с каждого гектара в смешанном агроценозе вики посевной с яровой пшеницей, рационально стабилен, при соотношении компонента нормы высева 55+45 %. Комплексное дифференцированное применение удобрения и гербицида обеспечило выход 2,08 тыс. к. ед./га и 230 кг/га переваримого протеина. При этой же норме и соотношении компонента (55+45 %), сплошное применение удобрения с дифференцированной нормой гербицида, способствовало на 8 % превышению выхода питательных веществ и составило 2,25 тыс. к. ед./га и 248 кг/га переваримого протеина.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Среднего Предуралья для получения стабильной и гарантированной урожайности вики посевной и яровой пшеницы на кормовое зерно в смешанном посеве, не ниже 1,70–1,87 т/га с концентрацией питательных веществ в 1 кг продукции – 1,26-1,27 к. ед. и 139-149 г переваримого протеина следует:

– возделывать вико-пшеничную смесь с нормой высева 1,1-1,7 млн. шт./га в соотношении компонента 55+45 % – при дифференцированном применении удобрения с ДЗЗ и гербицида Линтаплант (КС) – 0,8 л/га, или при сплошном внесении минерального удобрения со средней дозой при дифференцированном применении нормы гербицида Линтаплант (КС) - 0,8 л/га, исходя из агробиологических и экономических возможностей;

– при выращивании вико-пшеничной смеси на зерно и поддержание плодородия почв – исключить агротехнический приём без применения гербицида;

– для увеличения экономии материальных затрат на 10-30 % и повышения рентабельности зерновой продукции на 10-15 %, необходимо использовать дифференцированное применение удобрения и гербицида с ДЗЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулвалеев, Р.Р. Засорённость посевов и урожайность зерновых культур на склоновых участках/ Р.Р. Абдулаев, В.Б. Троц // Известия ОГАУ. - 2015. - №3 (53). - С. 56-58.
2. Абрамов, Н.В. Агрохимия в системе точного земледелия / Н.В. Абрамов // Сохранение и развитие агрохимического наследия академика Д.Н. Прянишникова в Сибири : Материалы международной научно-практической конференции, Кяхта, Республика Бурятия, 27–31 июля 2015 года. Том Часть 1. – Кяхта, Республика Бурятия: Издательство ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2015. – С. 147-157.
3. Абрамов, Н.В. Внесение минеральных удобрений с использованием космических систем / Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров, С. В. Шерстобитов // Мир Инноваций. - 2015. - № 1-4. - С. 9-17.
4. Абрамов, Н.В. Дифференцированное внесение минеральных удобрений с использованием космических систем / Н. В. Абрамов, С. В. Шерстобитов, О. Н. Абрамов // Агропродовольственная политика России. - 2014. -№ 2(26). - С. 2-8.
5. Абрамов, Н.В. Земледелие с использованием космических систем / Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров, С.В. Шерстобитов // Земледелие. - 2015. - №6. – С. 17-21.
6. Абрамов, Н.В. Производительность агроэкосистем и состояние плодородия почв в Западной Сибири / Н.В. Абрамов. Тюмень, 2013. - 253с.
7. Абрамов, Н.В. Плюсы точного земледелия / Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров // Информационный бюллетень МСХ РФ. - 2015. - №2. - С. 47-49.
8. Абрамов, Н.В. Точное земледелие в системе ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых / Н.В. Абрамов, О.Н. Абрамов, С.А. Семизоров, С.В. Шерстобитов // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве : материалы международной научно-практической конференции, Оренбург, 27–28 мая 2013 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Германо-российский аг-

рарно-политический диалог; Ассоциация образовательных учреждений АПК и рыболовства; ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный аграрный университет; Под редакцией Г.В. Петровой. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет. - 2013. – С. 30-40.

9. Абрамов, Н.В. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и уровня минерального питания / Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 6. - С. 4-7.

10. Агеева, Е.В. Масса зерна колоса и масса тысячи зерен как признаки продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в условиях лесостепи Приобья / Е.В. Агеева, И.Н. Леонова, И.Е. Лихенко, В.В. Советов // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. - №7(1). - С. 5-11.

11. Акинчин, А.В. Внесение биологических средств защиты растений с помощью БПЛА / А.В. Акинчин, В.А. Малышев // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве: Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 17-18.

12. Алёшин, М.А. Влияние минеральных удобрений на взаимодействие компонентов смешанных посевов в условиях дерново-подзолистой почвы Предуралья / М.А. Алешин // Пробл. агрохим. и экол. - 2020. - № 3. - С. 33-38.

13. Амбарцумова, К.А. Однолетние бобовые культуры в смешанных посевах в условиях Новгородского региона / К.А. Амбарцумова, Е.А. Тошкина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2018. - № 72. - С. 25-27.

14. Артемьева, Е.Н. Цифровизация сельского хозяйства / Е. Н. Артемьева, А. А. Мелентьев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24–25 февраля 2021 года. Том 1. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 130.

15. Астахов, В.С. К вопросу совершенствования способов и машин для

дифференцированного внесения твёрдых минеральных удобрений / В.С. Астахов, Г.О. Иванчиков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2023. - №2. - С. 151-155.

16. Астахов, В.С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В.С. Астахов // Вестн. Белорус. гос. с-х. акад. - 2019. - №1. - С. 158-161.

17. Астахов, В.С. Точное земледелие как элемент ресурсосбережения и экологической безопасности / В.С. Астахов, Г.О. Иванчиков // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь и инновации - 2022», Горки, 25-27 мая 2022 г. – С. 87-91.

18. Афанасьев, Р.А. Агрохимические принципы точного земледелия / Р.А. Афанасьев // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве. - 2013. - С. 3-7.

19. Ахметзянов, М.Р. Изменение урожайности зерновых культур при дифференцированном внесении минеральных удобрений / М.Р. Ахметзянов, Ф.Н. Галлямов, А.В. Шарафутдинов, Р.Ш. Аблеев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1(65). - С. 107-112.

20. Бадамшина, Е.Ю. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество сена бобово-злакового агрофитоценоза / Е.Ю. Бадамшина // АВУ. - 2012. - №1(93). – С. 13-15.

21. Безгодов, А.В. Биологическая эффективность и конкурентная способность вики яровой при выращивании в смеси с рапсом на семена и зернофураж / А.В. Безгодов, К.А. Галимов, В.Ф. Ахметханов // АВУ. - 2020. - №12 (203). - С. 2-14.

22. Брагина, Т.М. Сорные растения во флоре Наурзумского государственного природного заповедника / Т.М. Брагина, М.М. Рулева, М.А. Бобренко // Вопросы степеведения. - 2024. - № 1. - С. 68-81.

23. Бурлуцкий, В.А. Применение опрыскивателей Amazone нового поколения в прецизионных технологиях возделывания ярового рапса / В.А. Бурлуцкий, А.Ф. Пэлий, А. Диоп, А.И. Беленков, Е.С. Бородина // Известия ТСХА. - 2019. - №3. - С. 48-59.

24. Быков, В.Л. Применение данных дистанционного зондирования для

информационного обеспечения системы точного земледелия / В.Л. Быков, Л.В. Быков, М.В. Новородская, О.Н. Пушак, С.И. Шерстнева // Вестник ОмГАУ. - 2016. - №1(21). - С. 146-154.

25. Бяшимова, С. Точное земледелие: преимущества использования GPS-навигации и датчиков в сельскохозяйственных работах / С. Бяшимова, П. Аннаев, М. Аннагылыджова, А. Аннаева // Всемирный учёный. - 2023. - №8. - С. 45-49.

26. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.:КолосС, 2004. – 424с.

27. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.:КолосС, 2005. – 423с.

28. Васин, В.Г. Продуктивность смешанных посевов раннеспелых гибридов кукурузы с кормовыми бобами и соей / В.Г. Васин, Д.Г. Симонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2008. - №4. - С. 15-19.

29. Введенская, А.В. / Недеструктивный метод диагностики азотообеспеченности растений оптико-электронной системой мониторинга растений / А.В. Введенская, В.В. Введенский, М.С. Гинс, А.М. Хорохоров // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. - 2017. - № 1. - С. 7-15.

30. Витковская, С.Е. Оценка пространственной неоднородности агрохимических показателей почвы и массы растений в полевом опыте / С.Е. Витковская // Плодородие. - 2009. - № 5 (50). - С. 8–9.

31. 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.

32. Волков, В.И. Государственная поддержка и развитие агропромышленного комплекса Пермского края / В.И. Волков // Вестник ОрёлГАУ. - 2020. - №1 (82). С. 160-168.

33. Волкова, Л.В. Влияние гидротермических условий Кировской области на продуктивность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости / Л.В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2023. - №3. - С. 377-388.

34. Володин, М.С. Математическое моделирование динамики производства сельскохозяйственной техники в России в современных условиях / М.С. Володин, И.А. Трибис // Экономика-математические методы анализа деятельности предприятий АПК : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета, Саратов, 21 апреля 2023 года / Под редакцией С.И. Ткачева. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. - 2023. - С. 67-73.
35. Волошин, В.А. Технология возделывания вики озимой в звене кормосырьевого конвейера с использованием отавы на сидерацию. / рекомендации В.А. Волошин, Г.П. Майсак. Пермь. - 2006.- 20с.
36. Гаганов, А.П. Кормовая ценность вики и ее использование в рационах животных и птицы / А.П. Гаганов, З.Н. Зверкова // Главный зоотехник. - 2018. - № 3. - С. 33-40.
37. Гамзиков, Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков // Новосибирск, 2013. -790 с.
38. Гафуров, Р.М. Особенности проявления внутривидовой вариативности количественно- видового состава сорной растительности в посевах зерновых культур / Р.М. Гафуров, В.А. Шептухов, В.А. Цимбалова, А.А. Молодчужев // Сб. мат. науч. – пр. кон., посв.80-летию Московского НИИСХ «Немчиновка» – Достижения и перспективы научного обеспечения агропромышленного комплекса Центрального региона России. -Немчиновка. - 2012. - С. 212-219.
39. Гергокаев, Д.А. Продуктивность многолетних злаковых трав при распределении азотных удобрений в течение вегетации / Д.А. Гергокаев, // Научный журнал КубГАУ. - 2017. - №127 (03) - С. 1-14.
40. Гогмачадзе, Г.Д. Структура сорного компонента и его пространственное распределение в полях зернопропашного севооборота / Г.Д. Гогмачадзе, Н.С. Матюк, В.Д. Полин, И.Ф. Биналиев // АгроЭкоИнфо. - 2021. - № 1(43). - С. 4-15.
41. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 2011. – 65 с.
42. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

– М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. – 7 с.

43. ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1985. – 5 с.

44. Городов, В.Т. Совершенствование методов полевых оценок в селекционном процессе с помощью дистанционных технологий / В.Т. Городов, С.А. Линков // Материалы XXII международной научно-практической конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы». - 2018. - Том 1. - С. 40.

45. Груздев, Г.С. Научные разработки комплексных мер борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / Г.С. Груздев // Труды ВАСХНИЛ.- М.- 1988. - с. 3-8.

46. Гулидова, В.А. Эффективные и экологически рациональные комбинации гербицидов на основе дикамбы и хлорсульфурина для защиты яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) от сорной растительности / В.А. Гулидова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2023. - № 4(64). - С. 29-36.

47. Гулянов, Ю.А. Мониторинг фитометрических параметров с использованием инновационных методов сканирования посевов / Ю.А. Гулянов // Таврический вестник аграрной науки. - 2019. - № 3(19). - С. 64-76.

48. Гулянов, Ю.А. Перспективы использования информационных ресурсов ДЗЗ для управления продукционным процессом полевых агроценозов / Ю.А. Гулянов // Земледелие. -2022. - № 2. - С.26-31.

49. Гулянов, Ю.А. Опыт использования технологий спутникового мониторинга для решения прикладных задач степного земледелия / Ю.А. Гулянов // Пермский аграрный вестник. - 2023. - № 3 (43). - С. 12-20.

50. Гуляева, Е.И. Расширение генетического разнообразия сортов яровой мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia triticina* Erik.) в Нижнем Поволжье / Е.И. Гуляева, С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2020. - № 1. - С. 27-44.

51. Гурьянов, А.М. Оценка засоренности агроценозов и эффективность дифференцированного применения гербицидов в севообороте / А.М. Гурьянов,

- А.А. Артемьев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2018. - № 5(66). - С. 83-89.
52. Гущина, В.А. Способы борьбы с сорняками в технологии возделывания эхинацеи пурпурной / В.А. Гущина, Е.О. Никольская, Н.Ю. Лобанова // Таврический вестник аграрной науки. - 2023. - № 3(35). - С. 42-51.
53. Дебелый, Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В. Толерантность сортов яровой вики к овсу и ячменю / Г.А. Дебелый, А.В. Гончаров, А.В. Меднов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2010. - № 6. - С. 60-61.
54. Дебелый, Г.А. Вика яровая: технология возделывания в Центральном районе Нечернозёмной зоне РФ / Г.А. Дебелый, Л.В. Калинина // МосНИИСХ, 2014. - С. 60-72.
55. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
56. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - Москва: Альянс, 2011. - 350 с.
57. Долматов, А.П. Влияние дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна нута в биологизированном земледелии Оренбургского Предуралья / А.П. Долматов, Д.А. Куприянов // Животноводство и кормопроизводство. - 2018. - №1. - С. 197-201.
58. Доусон, Р.Б. Создание и содержание газонов. Сокр. перев. с англ. Б. Я. Сигалова под ред. С.С. Шаина. – Изд – во МКХ РСФСР, 1957.
59. Дробышев, А.П. Основные направления интенсификации технологий производства кормовых культур в условиях Алтайского края / А.П. Дробышев, В.П. Олешко, В.И. Усенко, Е.Р. Шукис, Д.А. Пугач // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - №8 (178). - С. 5-14.
60. Дронов, А.В. Высокоурожайные бобово-мятликовые травосмеси для агроклиматических условий юго-западной части Центрального региона / А.В. Дронов, О.В. Дьяченко // Земледелие. - 2016. - № 7. - С. 31-35.
61. Дуборезов, И.В. Урожайность и питательность двух- и трёхкомпонентных смесей из вики, гороха и овса / И.В. Дуборезов, В.М. Дуборезов, И.В. Андреев // Кормопроизводство. - 2018. - № 11. - С.11-15.

62. Дунаева, Е.А. Использование данных дистанционного зондирования для ранней диагностики наступления засушливых условий / Е.А. Дунаева, Д.Е. Плотников, С.А. Хвостиков, Е.С. Ёлкина, Е.С. Барботкина, В.В. Вечерков, С.А. Баргалева // Таврический вестник аграрной науки. - 2019. - № 4 (20). - С. 28-45.

63. Евдокимова, Н.Е. Влияние климата на урожайности и потребление в Белгородской области / Н. Е. Евдокимова // Вопросы современной генетики, селекции и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур: Сборник докладов национальной научной конференции, Белгород, 12 октября 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 167-171.

64. Елисеев, С.Л. Влияние срока и способа уборки на урожайность вико-ячменной смеси / С.Л. Елисеев, Е.А. Ренёв, Л.М. Диева // Пермский аграрный вестник. – 2001. - №5. - С. 32.

65. Елисеев, С.Л. Пути повышения продуктивности однолетних трав / С.Л. Елисеев // Земледелие. - 2002. - № 6. - С. 18.

66. Елисеев, С.Л. Возделывание вики на семена в смеси с ячменём / С.Л. Елисеев, И.В. Осокин, Е.А. Ренёв // Земледелие. - 2002. - № 5. - С.41-42.

67. Елисеев, С.Л. Агротехнические и биологические основы повышения семенной продуктивности вико- и горохо-злаковых агрофитоценозов в Предуральском регионе Нечернозёмной зоны России: автореф. дисс. на соиск. учёной степени д-ра с.-х наук / С.Л. Елисеев, – Пермь, 2002. – 34 с.

68. Ерёмин, Д.И. Дифференцированное внесение удобрений как инновационный подход в системе точного земледелия / Д.И. Ерёмин, Ю.П. Кибук // Вестник КрасГАУ. - 2017. - №8. - С. 17-26.

69. Еремин, Д.И. GPS-навигаторы в сельском хозяйстве / Д.И. Еремин, А.В. Завьялова, Д. И. Еремин // Эпоха науки. - 2022. - № 30. - С. 3-8.

70. Ермохин, Ю.И. Основы прикладной агрохимии / Ю.И. Ермохин - Омск, 2004. – 120 с.

71. Енсен, М.Т. Травы кормовые и газонные/ М.Т. Енсен // Семена. – 2000. - №6.

72. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (экологические основы) / А.А. Жученко - М., 2000. – 565 с.
73. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А.А. Жученко - М.: Агрорус, 2004. – 1111 с.
74. Запара, Я.Ю. Геоинформационные технологии при ведении мониторинга состояния посевов / Я.Ю. Запара, А.А. Мелентьев, Д.О. Приходько // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве: Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 11-13.
75. Запарнюк, В.И. Кормовая продуктивность зерна вики посевной / В.И. Запарнюк // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2016. - № 1 (17). - С. 57-63.
76. Захаренко, В.А. Проблемы резистентности вредных организмов к пестицидам – Мировая проблема // Вестник защиты растений. - 2001. -. Ч.1. - С. 3-17.
77. Захарова, А.Н. Зернобобовые культуры в смешанных посевах на кормовое зерно / А.Н. Захарова // Пермский аграрный вестник. Пермская ГСХА. - Вып. XVII. - Ч.1. – Пермь. - 2007. - С. 31-34.
78. Захарова, А.Н. Влияние сорта, азота и нормы высева на урожайность зерна бобово-ячменных смесей в Предуралье: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.Н. Захарова, – Пермь, 2009. – 18с.
79. Золотарев, В.Н. Перспективы использования в кормлении зернофуражной вики посевной (*Vicia sativa* L.) и особенности возделывания на семена в гетерогенных / В.Н. Золотарев // Современные научно-практические решения в области кормопроизводства: сборник трудов Всероссийской конференции ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им. В. Н. Ореховича» (ММХ). Москва. - 2018. - С. 33-35.
80. Зотиков, В.И. Новый прием выращивания семян яровой вики / В.И. Зотиков, З.И. Глазова, М.В. Титенок // Научное обеспечение развития растениеводства, Вестник Орел ГАУ. - 2009. - №5. - 40 с.
81. Зубарев, Ю.Н. Агро - и зооэнергетическая оценка технологий и опера-

ций в сельскохозяйственном производстве Предуралья: учебное пособие / Ю.Н. Зубарев, С.Л. Елисеев, А.А. Васильев, В.Д. Галкин, А.В. Чесноков, С.О. Калинин; под общ. ред. Ю.Н. Зубарева.- Пермь: ПГСХА, 2001.- 113 с.

82. Зубарев, Ю.Н. Учёт и определение вредных организмов в посевах сельскохозяйственных культур Предуралья: учеб.-метод. пособие / Ю.Н. Зубарев, Н.А. Третьяков, И.Н. Медведева, Н.В. Скороходова, С.О. Калинин, Н.Ю. Полякова. – Москва: Московская СХА. - 2003. - 201 с.

83. Зубарев, Ю.Н. Системы точного земледелия: учебное пособие. М.: Пермь; ФГОУ ВПО Пермская ГСХА. - 2012. - 121 с.

84. Зубарев, Ю.Н. Учет и определение вредных организмов в посевах сельскохозяйственных культур Предуралья / Ю.Н. Зубарев, Н.А. Третьяков, И.Н. Медведева и др. - М. - 2003. - 204 с.

85. Зубарев, Ю.Н. Инновационные технологии в агробизнесе / Ю.Н. Зубарев, С.Л. Елисеев, Е.А. Ренёв // Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. - Пермь. - 2012. - 335 с.

86. Зубарев, Ю.Н., Агроэкологические основы адаптивных севооборотов (классика, инновации, экономика): учебное пособие. / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, Н.Ю. Зубарев // Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ». - 2022. - 256 с.

87. Зубарев Ю.Н., Агрометеорологические факторы формирования сорного компонента в агроценозе вики посевной с яровой пшеницей в Среднем Предуралье / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, Т.В. Новикова // Пермский аграрный вестник. - 2022. - №1 (37). - С. 39-49.

88. Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С., Новикова Т.В. Урожайность зерна в смешанных посевах вики посевной и яровой пшеницы при разном соотношении компонентов смеси с применением элементов точного земледелия по данным дистанционного зондирования в Среднем Предуралье / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, Т.В. Новикова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации». - Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ». - 2023. - С. 9-17.

89. Зубарев, Ю.Н. Применение данных дистанционного зондирования

Земли с элементами точного земледелия при возделывании бобово-злаковых смесей с разным соотношением компонентов / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, Т.В. Новикова, С.С. Полякова, Д.С. Фомин // Пермский аграрный вестник. - 2023. - № 1 (41). - С. 20-28.

90. Зубарев, Ю.Н. Применение технологий точного земледелия для контроля качества обработки яровой пшеницы от сорной растительности гербицидами / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, Д.С. Фомин // Технологии земледелия и защиты растений: интеллектуальные, инновационные и цифровые ресурсы - 2022 : Материалы III-й Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры общего земледелия и защиты растений, Почётного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, Почётного работника агропромышленного комплекса России, лауреата региональной премии им. профессора В.Н. Прокошева в области биологии и сельского хозяйства, заведующего кафедрой общего земледелия и защиты растений Ю.Н. Зубарева, Пермь, 13–14 октября 2022 года. - Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ». - 2023. - С. 91-95.

91. Зубрицкий, В.А. Агромоделирование при возделывании смешанных посевов / В.А. Зубрицкий, В.П. Нестерчук, М.Я. Смосаренко // Кукуруза и сорго. - 1994. - № 3. - С. 4-7.

92. Зыков, А.В. Использование робототехнических средств в АПК. / А.В. Зыков, В.А. Юнин, А.М. Захаров // Международный научно-исследовательский журнал. - 2019. - № 3 (81). - С. 8-11.

93. Иванов, Д.А. Адаптивные реакции сельскохозяйственных растений на ландшафтные условия Нечерноземья / Д.А. Иванов, Н.Е. Рубцова // НИИСХ Северо-Востока. - Киров. - 2007. - 356 с.

94. Ившин, Г.И. Селекция посевной яровой вики и кормовых бобов в условиях центральных районов Нечерноземной зоны России: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Г.И. Ившин - М. - 2004. - 57 с.

95. Кадыров, С.В. Цифровые технологии в сельском хозяйстве. Умное

сельское хозяйство / С.В. Кадыров // Сб.: 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития: матер. междунар. науч.-практ. конф. - Воронеж: ВГАУ. - 2019. - С. 29-36.

96. Казяк, Е.В. Результаты использования методов геоинформационного и статистического анализа для изучения спектрально-отражательных характеристик сельскохозяйственных культур Беларуси / Е.В. Казяк, Ю.С. Давидович, Н.А. Шестаков // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. - 2022. - № 2. - С. 55-68.

97. Канокова, М.А. Анализ эффективности применения программных и робототехнических комплексов для защиты посадок сельскохозяйственных культур от болезней, вредителей и сорной растительности / М.А. Канокова // Известия КБНЦ РАН. - 2021. - №6. - С. 126-136.

98. Кирюшин, В.И. Адаптивно- ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко. – Новосибирск. - 2002. - 387 с.

99. Кобец, Н.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли в системах точного земледелия / Н.И. Кобец. - М. - 2006. - С. 146-153.

100. Ковалева, Е.В. Повышение эффективности прецизионного земледелия на основе потоковой методологии / Е.В. Ковалева, Н.А. Лопачев, А.М. Черникова // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве: Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. - 2021. - С. 32-34.

101. Козлова, Л.М. Влияние многолетнего использования кормовых бобово-злаковых травосмесей на урожайность культур в агрофитоценозах / Л.М. Козлова, А.К. Свечников // Достижения науки и техники АПК. - 2021. - №3. – С. 15-22.

102. Колобков, Е. В. Защита растений на Среднем Урале: Монография / Е. В. Колобков, П.А. Постников, А.А. Шанин. // 2-е издание, переработанное и дополненное. – Ставрополь : Центр научного знания "Логос". - 2017. – 142 с.

103. Кононов, А.С. Агробиологическое обоснование продуктивности люпи-

нозлаковых агроценозов / А.С. Кононов // Состояние и перспективы выращивания люпина в Северо-Западной зоне Российской Федерации. - Великие Луки.- 1996. - С. 21-24.

104. Королева, П.В. Местоположение открытой поверхности почвы и линии почвы в спектральном пространстве RED-NIR/ П.В. Королева, Д.И. Рухович, А.Д. Рухович, Д.Д. Рухович, А.Л. Куляница, А.В. Трубников, Н.В. Калинина, М.С. Симакова // Почвоведение. - 2017. - № 12. - С.1435-1446.

105. Косолапов, В.М. Эффективность использования вики в рационах цыплят-бройлеров / В.М. Косолапов, А.П. Гаганов, З.Н. Зверкова, Л.Н. Винжега // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2014. - № 2 (10). - С. 100-104.

106. Котельникова, М.Н. Эффективность применения гербицидов на посевах ячменя / М. Н. Котельникова, Ж. А. Буланова, Д. А. Забара // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК: материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - 2022. – С. 74-82.

107. Котлярова, Е. Г. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – экологическая основа точного земледелия / Е.Г. Котлярова, А.В. Акинчин, Д.В. Диденко // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве: Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. - 2021. - С. 25-28.

108. Кравченко, Р.В., Скамарохова А.С. Влияние минеральных удобрений и сорта на продуктивность озимых вико-пшеничных травосмесей / Р.В. Кравченко, А.С. Скамарохова // Куб. ГАУ. - 2020. - № 84. - С.191-197.

109. Кравченко, Р.В., Скамарохова А.С. Продуктивность бинарных вико-злаковых травосмесей в условиях равнинного агроландшафта Западного Предкавказья / Р.В. Кравченко, А.С. Скамарохова // Пермский аграрный вестник - 2023. - № 2 (42). - С. 27-33.

110. Красноперов, А.Г. Весенне-летние смешанные посевы / А.Г. Красноперов, Н.И. Буянкин // Зернобоб. и круп. культуры. - 2019. - № 2 (30). - С. 144-

154.

111. Кривобочек, В.Г. Итоги и перспективы селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: монография / В.Г. Кривобочек // Пенза: РИО ПГАУ. - 2018. - 180 с.

112. Кузнецов, К.В. Об использовании спутниковых снимков для распознавания сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае / К.В. Кузнецов, Д.А. Липилин // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. - 2012. - № 3 (32). - С.88-92.

113. Кутышев, И.Н. ГИС-технологии в сельском хозяйстве / И.Н. Кутышев, Д.С. Нардин // Проблемы научно-технологической модернизации сельского хозяйства: производство, менеджмент, экономика: сб. труд. Междунар. науч.-практ. конф. - Омск: ОмГАУ. - 2014. - С. 48-52.

114. Лапшин, Ю.А. Смешанные агрофитоценозы как резерв увеличения производства фуражного зерна и более рационального использования земельной площади / Ю.А. Лапшин // Аграр. наука Евро-Северо-Востока. - 2017. - № 3 (58). - С. 36-42.

115. Левин, А.А. Основные критерии и задачи применения GPS оборудования в сельском хозяйстве / А. А. Левин // Сурский вестник. - 2021. - № 1(13). - С. 52-55.

116. Ленточкин, А.М. Морфобиологическое обоснование адаптивной технологии выращивания яровой пшеницы в Уральском районе Нечернозёмной зоны : автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук / А.М. Ленточкин - Пермь, 2002. - 43 с.

117. Ленточкин, А.М. Глобальное потепление и изменение условий ведения растениеводства в Среднем Предуралье / А.М. Ленточкин, Т.А. Бабайцева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. - № 22(6). – С. 826-834.

118. Линков, С.А. Использование сервиса спутникового мониторинга «ВЕГА-Science» для оценки состояния посевов сельскохозяйственных культур / С.А. Линков, А.В. Акинчин, И.С. Донченко, А.А. Попов // Новости науки в АПК: научно-практический журнал Ставропольского гос. аграрного ун-та. - 2018. - №2. - С. 16-20.

119. Линков, С.А. Основные аспекты научно-технологического развития АПК Российской Федерации / С.А. Линков, А.В. Акинчин, Е.Ю. Колесниченко, Т.С. Морозова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2020. - № 4(28). - С. 150-161.
120. Линков С.А. Применение ГИС-технологий в сельскохозяйственном производстве / С.А. Линков, А.В. Акинчин, А.А. Мелентьев [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2018. - № 1(17). - С. 118-126.
121. Литвинов, М. А. Применение беспилотных воздушных систем в сельском хозяйстве / М. А. Литвинов, А. А. Куприн // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2023. – № 6. – С. 28-35.
122. Лунёва, Н.Н. Сорные растения: происхождение и состав / Н.Н. Лунёва // Вестник защиты растений. - 2018. - № 1(95). - С. 26-32.
123. Лунёва, Н.Н. К методике оценки засорённости посевов / Н.Н. Лунёва // Защита и карантин растений. - 2004. - № 10. - С. 42-44.
124. Лыскова, И.В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области / И.В. Лыскова, О.Э. Суховеева, Т.В. Лыскова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. - №22(2). - 244-253.
125. Лысов, А.К. Цифровые технологии мониторинга для дискретного внесения средств защиты растений / А.К. Лысов, Т.В. Корнилов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. - 2019. - № 1 (98). - С. 17-26.
126. Любчич, В.А. Дифференцированное внесение удобрений в системе точного земледелия / В.А. Любчич, С.В. Попов, Ф.Г. Бакиров, А.П. Долматов, М.Р. Курамшин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 1(33). - С. 73-75.
127. Макарова, В.М. Структура урожайности зерновых культур и её регулирование / В.М. Макарова. – Пермь. - 1995. - 144 с.
128. Марченко, Л.А. Использование оптических систем Green Seeker RT 200 при дифференцированном внесении гербицидов / Л.А. Марченко, Т.В. Моч-

кова, Р.К. Курбанов // Вестник ВИЭСХ. - 2018. - № 3. - С. 50-54.

129. Марченко, Л.А. Дифференцированное внесение удобрений и пестицидов с использованием беспилотных летательных аппаратов / Л.А. Марченко, Г.И. Личман, И.Г. Смирнов // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2017. - 104 с.

130. Меднов, А.В. Создание агрофитоценоза на основе нового сорта яровой вики Мега со злаковыми культурами / А.В. Меднов, А.В. Гончаров, А.А. Вольпе, Е.В. Калабашкина, К.А. Матвеев, Л.П. Абрамкина // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2020. - №4 (36). - С. 71-77.

131. Мелентьев, А.А. Применение гис-технологий в сельском хозяйстве / А.А. Мелентьев, Н.М. Затолокина // Вектор ГеоНаук. - 2018. - №2. - С. 79-86.

132. Мелентьев, А.А. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными летательными аппаратами / А. А. Мелентьев // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК: Сборник докладов национальной конференции. Белгород, 30 ноября 2020 г., Белгород, 30 ноября 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. - 2020. - С. 116-117.

133. Мельникова, О.В., Москалева В.Л. Урожайность семян кормовых бобов в смешанных посевах бобовых в зависимости от уровня минерального питания / О.В. Мельникова, В.Л. Москалева // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. 2009. - №4. – С. 14-18.

134. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. / Выпуск второй. М.: Колос, 1989. - 195 с.

135. Михайленко, И.М. Управление системами точного земледелия / И.М. Михайленко. СПб.: СПбГУ, 2005. - 233 с.

136. Михайлова, Л.А. Особенности питания и удобрения основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья: учебное пособие / Л.А. Михайлова, Т.А. Кротких. Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО Пермская ГСХА. - 2012. - 223 с.

137. Михайлова, Л.А. Особенности питания и удобрения основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья: учебное пособие / Л.А. Михайлова, Т.А. Кротких; под общ. ред. Л.А. Михайловой; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное

образов. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Изд. 2-е – Пермь: ИПЦ «Прокрость». - 2014. – 223 с.

138. Муслимов, М. Г. Смешанные посевы как фактор интенсификации кормопроизводства / М.Г. Муслимов, Н.С. Таймазова, Г.И. Арнаутова // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития: Юбилейный сборник научных трудов: материалы международной научно-практической конференции факультета агрономии, агрохимии и экологии, Воронеж, 24 сентября 2019 года / Под общей редакцией В.А. Федотова. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. - 2019. – С. 119-123.

139. Мухачева, М.П. Инновационные технологии растениеводства в России на примере точного земледелия / М.П. Мухачева, В.Б. Пойда // Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России: Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 2-х томах, Персиановский, 20 декабря 2023 года. – Персиановский: Донской государственный аграрный университет. - 2023. – С. 205-209.

140. Набоков, В.И. Агропромышленный комплекс Пермского края на современном этапе развития / В.И. Набоков, В.И. Волков, К.В. Некрасов // Вопросы управления. - 2019. - №6 (61). - С. 170-177.

141. Назаренко, Л.В. Факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур длинного дня на примере пшеницы / Л.В. Назаренко // Научный журнал КубГАУ. - 2013. - №93. С. 1-25.

142. Наумкин, В.Н. Адаптивное растениеводство (биологические и экологические основы) / В.Н. Наумкин. - Белгород: Изд-во Бел.ГСХА. - 2007. - 272 с.

143. Наумов, М.О. Совместное применение гербицида и органоминерального удобрения при возделывании амаранта на зерно / М.О. Наумов, Е.В. Тюкина, Д.В. Бочкарев, Н.В. Смолин, С.В. Емельянов, Е.О. Солдатов // Плодородие. - 2021. - № 1(118). - С. 10-12.

144. Научно - производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2020. - №4 (36) – 176 с.

145. Оришний, К.О. Современное состояние и Перспективы развития сельскохозяйственной техники / К.О. Оришний // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. - 2019. - № 13. - С. 281-283.
146. Оюн, А.Д. Урожайность однолетних бобово-злаковых травосмесей в условиях республики Тыва / А.Д. Оюн // Вестник АГАУ. - 2019. - №7 (177). – С. 57-61.
147. Пасынкова, Е.Н. Азотное питание, урожайность и качество зерна яровой пшеницы в одновидовом и смешанном с викиой посевах / Е.Н. Пасынкова // Агрохимия. - 2009. - №2. - С. 18-27.
148. Пасынкова, Е.Н. Оценка эффективности смешанных посевов яровой пшеницы и вики / Е. Н. Пасынкова, А. А. Завалин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2010. - № 1. - С. 6-8.
149. Пенчуков, В.М. Одновидовые и смешанные посева зернобобовых культур / В.М. Пенчуков // Кормопроизводство. – 1995. - №2. - С. 9-11.
150. Переведенцев, Ю.П. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы по метеорологическим показателям на примере Тетюшского района Республики Татарстан / Ю.П. Переведенцев, И.Д. Давлятшин, А.А. Лукманов, А.Б. Мустафина // Вестник Удмуртского университета. Серия биология. Науки о земле. – 2020. - №30(4). – С. 457-464.
151. Перекопский, А.Н. Варианты внесения органических удобрений в биологизированном севообороте / А.Н. Перекопский, А.М. Захаров // Journal of Advanced Research in Technical Science. - 2020. - № 18. - С. 61-63.
152. Пермский край в цифрах. Краткий статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю; М.: Пермь. - 2023. - 198 с.
153. Персикова, Т.Ф. Влияние различных доз минеральных и бактериальных удобрений на биологическую активность, урожайность и качество зерна бобово-злаковой смеси (яровое тритикале+люпин) / Т.Ф. Персикова, Н.В. Ключкова // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. - 2013. - №1 - С. 40-44.
154. Петрова, Г.В. Эффективность дифференцированного внесения мине-

ральных удобрений ресурсосберегающих технологиях зерновых культур с элементами точного земледелия на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья / Г.В. Петрова, А.П. Долматов, Ф.Г. Бакиров, В.А. Любич, С.В. Попов, М.Р. Курамшин // Достижение науки и техники АПК. - 2014. - № 4. - С. 19-21.

155. Пигорев, И.Я. Эффективность локального применения жидких комплексных удобрений в агроценозах подсолнечника / И.Я. Пигорев, С.Н. Петрова, Н.Н. Трутаева, Н.В. Шитиков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - №9. - С. 45-51.

156. Полищук, А.А. Влияние минеральных удобрений на урожай кормовых бобов / А.А. Полищук, Н.Н. Кашеварова, Н.В. Давыдова // Земледелие. - 2010. - №1. – С. 18-19.

157. Попов, А.А. Оценка состояния посевов с помощью сервиса спутникового мониторинга / А.А. Попов, С.А. Линков // Материалы Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Наука молодых - инновационному развитию АПК» Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ - 2019. - С. 25.

158. Попова, И.М. Влияние комплекса приёмов обработки почвы на урожайность зерна вико-пшеничной смеси в Предуралье / И.М. Попова, Л.В. Фалалева, Ю.Н. Зубарев // Технологии земледелия и защиты растений: интеллектуальные, инновационные и цифровые ресурсы – 2022, III-я Всероссийская научно-практическая конференция [посвящ. 70-летию д-ра с.-х наук, проф. каф. общего земледелия и защиты растений, почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного работника АПК России, лауреата региональной премии им. профессора В.Н. Прокошева в области биологии и сельского хозяйства, заведующего кафедрой общего земледелия и защиты растений Ю.Н. Зубарева] - Пермь: Изд-во ИПЦ «ПрокростЪ». - 2023. - С. 96-99.

159. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Пермского края в 2022 году: статистический сборник – Пермь. - 2023. – 121 с.

160. Потанин, В.Г. Становление и перспективы геоинформационных сис-

тем в сельском хозяйстве / В.Г. Потанин, А.Ф. Алейников // Вычислительные технологии. - 2016. - №S1. - С. 82-93.

161. Родионова, А.Е. Исторический обзор распределения сорных растений в пределах Верхневолжья / А.Е. Родионова, О.В. Савина // Вестник РГАТУ. - 2015. - №1 (25). - С. 50-56.

162. Романенко, И.А. Сценарное прогнозирование производства зерновых культур в регионах России в зависимости от экстремальных климатических параметров / И.А. Романенко // Экономика сельского хозяйства России. - 2021. - №3. - С. 81-87.

163. Румянцева, Л. Т. Изучение коллекции конопли: метод. указания / Л. Т. Румянцева, М. Г. Дудник. – Л.: ВНИИР, 1989. – 20 с.

164. Рысин, И.И. Моделирование влияния климатических факторов на урожайность зерновых культур (на материалах Удмуртии) / И.И. Рысин, П.Б. Акмаров, О.П. Князева // Вестник Удмуртского университета. Серия биология. Науки о земле. – 2020. - №30(4). – С. 465-472.

165. Секира, О.М. Развитие аграрного образования в Российской Федерации / О.М. Секира, А.А. Мелентьев // Материалы национальной научно-практической студенческой конференции "Наука и молодёжь: актуальные вопросы и пути инновационного развития АПК", посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, 06 июня 2023 года. – п. Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. - 2023. - С. 261-262.

166. Селиванов, Н.И. Развитие технической оснащённости сельского хозяйства Красноярского края / Н.И. Селиванов, А.А. Васильев// В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития материалы международной научно-практической конференции. - 2018. - С. 79-81.

167. Сергеева, В. А. Организация данных в ГИС для сельского хозяйства / В.А. Сергеева, А.А. Мелентьев, Л.А. Богачева // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве: Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. -

2021. - С. 14-16.

168. Синявский, И.В. Состояние плодородия почв и экологическая устойчивость агро-ландшафтов Челябинской области / И.В. Синявский // Агро-продовольственная политика России. -2015. - № 1 (13). - С. 2-7.

169. Скамарохова, А.С. Совершенствование технологии возделывания кормовой вико-тритикалевой травосмеси в условиях равнинного агроландшафта Западного Предкавказья / А.С. Скамарохова, Р.В. Кравченко, П.А. Носаленко, С.А. Макаренко // Пермский аграрный вестник - 2024. - №1 (45). - С. 41-48.

170. Соколов, М.С. Органическое удобрение - эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности / М.С. Соколов, Ю.Я. Спиридонов, А.П. Глинушкин, Е.Ю. Торопова // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - №1. - С. 4-12.

171. Такунов, И.П. Теория и практика формирования урожая в гетерогенных люпино - злаковых агрофитоценозах / И.П. Такунов, Т.Н. Слесарева // Сб. научных трудов ВНИИ люпина. - Брянск. -2007. - С. 153-171.

172. Тарасов, С.И. Актуальные вопросы охраны окружающей среды при использовании органических удобрений / С.И. Тарасов // Техника и технологии в животноводстве. - 2021. - № 2 (42). - С. 82-92.

173. Теличко, О.Н. Оценка сортов вики яровой на семенную и кормовую продуктивность в условиях Приморского края / О.Н. Теличко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2016. - № 2 (136). - С. 22-27.

174. Терентьев, В.А. Сравнительная продуктивность однолетних бобово-злаковых агрофитоценозов при получении кормового зерна в Предуралье / В.А. Терентьев // Пермский аграрный вестник. Пермь. - 2006. -№17(1). - С. 73-76.

175. Ткачук, Е.П. Оценка продуктивности смешанных посевов сои и кукурузы в условиях лесостепи Среднего Поволжья/ Е.П. Ткачук, О.А. Тимошкин, О.А. Ткачук // Сурский вестник. - 2022. - № 1 (17). - С. 26-30.

176. Тошкина, Е.А. Экономическое обоснование смешанных агрофитоценозов вики посевной с разными компонентами в условиях Новгородской области / Е.А. Тошкина, К.А. Амбарцумова, А.А. Тошкина // Наука, бизнес, власть - триада

регионального развития: сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции. Великий Новгород. - 2018. - С. 151-154.

177. Троц, В.Б. Состояние и пути рационального использования почвенного плодородия сельскохозяйственных угодий Самарской области / В.Б. Троц // Поволжский агросезон-2014 — АПК Самарской области: задачи и ресурсное обеспечение: матер. V форума. Самара. - 2014. - С. 25-28.

178. Труфляк, Е.В. Точное сельское хозяйство: цифровые технологии в АПК / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона: материалы XII Международной науч.-практ. конф. - Ставрополь: Ставропольский ГАУ. - 2018. - С. 136-138.

179. Труфляк, Е.В. Эффективность использования беспилотной технологии внесения удобрений и средств защиты растений при возделывании озимого ячменя / Е.В. Труфляк, А.А. Кулак // ЕГИ. - 2022. - №44 (6). - С. 314-318.

180. Тутынина, Л.С. Влияние приёмов предпосевной обработки почвы на урожайность вико-ячменной смеси / Л.С. Тутынина, С.Л. Елисеев, Е.А. Ренёв, Ф.Г. Худяков // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Чувашская ГСХА. – Чебоксары. - 2006. - С. 112-114.

181. Тюрин, Ю.С. Основные направления селекции и новые сорта вики посевной / Ю.С. Тюрин, В.Н. Золотарев, В.М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2013. - №2. - С. 26-27.

182. Тюрин, Ю.С. Зернофуражные сорта вики посевной - дополнительный источник кормового белка / Ю.С. Тюрин, В.М. Косолапов // Адаптивное кормопроизводство. - 2013. - № 12. - С. 23-24.

183. Тюрин, Ю.С., Косолапов В.М., Гаганов А.П. Перспективы селекции вики посевной на зерно / Ю.С. Тюрин, В.М. Косолапов, А.П. Гаганов // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2016. - № 2 (18). - С. 103-105.

184. Улезько, А.В. Трансформационные эффекты перехода к цифровой экономике / А.В. Улезько, М.А. Жукова, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. - 2019. - №2. - С. 14-21.

185. Улезько, А.В. Цифровизация как этап эволюции социально-экономических систем / А.В. Улезько, М.А. Жукова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2019. - №1 (60). - С.169-179.

186. Фалалеева, Л.В. Агротехнологические и цифровые решения научной школы Пермского земледелия и защиты растений / Л.В. Фалалеева, И.Н. Медведева, Н.Ю. Зубарев // Технологии земледелия и защиты растений: интеллектуальные, инновационные и цифровые ресурсы – 2022, III-я Всероссийская научно-практическая конференция [посвящ. 70-летию д-ра с.-х наук, проф. каф. общего земледелия и защиты растений, почётного работника ВПО РФ, Почётного работника агропромышленного комплекса России, лауреата региональной премии им. профессора В.Н. Прокошева в области биологии и сельского хозяйства, заведующего кафедрой общего земледелия и защиты растений Ю.Н. Зубарева] - Пермь: Изд-во ИПЦ «ПрокростЪ». - 2023. - С. 4-18.

187. Федорова, А.В. Перспективный сорт пшеницы яровой Каменка / А. В. Федорова, С.В. Ермолаев // Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической наук: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 22 ноября 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. - 2019. - С. 384-387

188. Фицев, А.И. Качество протеина и содержание антипитательных веществ в зерне различных сортов вики яровой / А.И. Фицев, В.Ф. Воронкова, Л.М. Коровина // Доклады РАСХН. - 2003. - № 1. - С.18-20.

189. Ханиева, И.М. СОВМЕСТНЫЕ ПОСЕВЫ КУКУРУЗЫ И СОИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ / И.М. Ханиева, Ю.М. Шогенов, Бозиев А.Л., Т.М. Чапаев, Р.А. Тиев, А.Н. Джуртубаев // IАСJ. - 2023. - №5. – С. 1464-1485.

190. Хмелев, Д.В. Геоинформационные системы как инструмент цифровизации сельского хозяйства / Д. В. Хмелев // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 1

191. Чесалин, Г.А. Сорные растения и борьба с ними / Г.А. Чесалин - М., Колос. - 1975. - 255 с.

192. Чупина, И.П. Процессы развития автоматизации и информатизации в сельском хозяйстве страны / И.П. Чупина, Н.Б. Фатеева, Л.Н. Петрова // Аграрное образование и наука. - 2019. - №3. - С. 21.
193. Шаповалов, Д.А. ASF-index — карта устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почвенного покрова, построенная на основе больших спутниковых данных для задач точного земледелия / Д.А. Шаповалов, П.В. Королева, Н.В. Калинина, Е.В. Вильчевская, А.Л. Куляница, Д.И. Рухович // МСХ. - 2020. - №1. - С. 9-15.
194. Шарова, М.Д. БПЛА - доступные технологии. Инновационные технологии научного развития / М.Д. Шарова // Аэтерна - 2015. - С. 104-106.
195. Ширяев, А.В. Прогнозирование урожайности с использованием вегетационного индекса NDVI / А.В. Ширяев, Г.О. Борисенко // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве: Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. - 2021. - С. 23-24.
196. Шитикова, А.В. Опыт цифровой коррекции агротехнологических приёмов основной обработки почвы, внесения удобрения и гербицида при возделывании яровых зерновых и зернобобовых культур в Среднем Предуралье / А.В. Шитикова, Ю.Н. Зубарев, А.Н. Чиркова, Д.С. Фомин, Н.Ю. Зубарев, Т.В. Новикова, Дм.С. Фомин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «ВЕКовое растениеводство», посвящённой 100-летию кафедры растениеводства. - Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ». - 2023. - С. 181-193.
197. Шпаар, Д. Научные основы снижения норм гербицидов при использовании технологий дифференцированного прецизионного их внесения в земледелии стран Европы / Д. Шпаар, Г. Ветенберг, А.В. Захаренко // АГРО ХХ1. - 2003. - №1-6. - С. 40-43.
198. Шпаар, Д. Точное сельское хозяйство / Д. Шпаар, А.В. Захаренко, В.П. Якушев // СПб.: Павел ВОГ. - 2009. - 397 с.
199. Шпанев, А.М. Эффективность дифференцированного применения

гербицидов в посевах озимой пшеницы / А. М. Шпанев, В. В. Смук // Российская сельскохозяйственная наука. - 2020. - № 4. - С. 25-27.

200. Шпанаев, А.М. Методика фитосанитарного мониторинга агроландшафтов с использованием физико-технической базы точного земледелия / А.М. Шпанаев, П.В. Лекомцев, А.Ф. Петрушин и др. СПб.: АФИ. - 2017. - 31 с.

201. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. – М.:ФГБНУ «Росинформагротех». - 2016 - 76 с.

202. Юдин, В.С. Влияние предпосевной обработки почвы и гербицидов на урожайность зерна яровой пшеницы в Предуралье / В.С. Юдин, Ю.Н. Зубарев, С.О. Калинин // Пермский аграрный вестник. - Пермь. 2008. №1. - С.19-22.

203. Юнин, В.А. Система дифференцированного внесения гранулированных удобрений / В.А. Юнин, А.В. Зыков, А.М. Захаров, А.Н. Перекопский // МНИЖ. - 2020. - № 9-1 (99). - С. 31-35.

204. Яговенко, Л.Л. Эффективность смешанных посевов ячменя с люпином / Л.Л. Яговенко, Г.Л. Яговенко, Е.И. Исаева // Кормопроизводство. – 2005. - №6. - С. 21-22.

205. Якушев, В.П. Информационное обеспечение точного земледелия / В.П. Якушев, В.В. Якушев // СПб. - 2007. - 382 с.

206. Abramov, N.V. Digitization of agricultural land using an unmanned aerial vehicle / N. V. Abramov, S. A. Semizorov, S. V. Sherstobitov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18-20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. - 2020. - P. 1-7.

207. Aleinik, S.N. Agriculture development in the context of technological and ecology problems / S.N. Aleinik, A.F. Dorofeev, A.V. Akinchin [et al.] // Journal of Critical Reviews. - 2020. - Vol. 7. - No. 9. - P. 2174-2182.

208. Ariza-Sentis, M. Object detection and tracking in Precision Farming: a sys-

tematic review / M. Ariza-Sentis, S. Velez, R. Martinez-Pena, H. Baja, J. Valente // *Computers and Electronics in Agriculture*. - 2024. - V. 219. - P. 1-19.

209. Bach, H. Sustainable Agriculture and Smart Farming / H. Bach, W. Mauser // *Earth Observation Open Science and Innovation*. - Washington: Christoph Aurbrecht, 2018. - P. 261-269.

210. Banik, P. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering / P. Banik, A. Midya, B.K. Sarkar, S.S. Ghose // *Eur. J. Agron.* - 2006. - V. 24. - № 4. - P. 325-332.

211. Bongiovanni, R. Precision agriculture and sustainability / R. Bongiovanni, J. Lowenberg-DeBoer // *Precision agriculture*. - 2004. - T. 5. - P. 359-387.

212. Fasiolo, D.T. Towards autonomous mapping in agriculture: A revive of supportive technologies for ground robotics / D.T. Fasiolo, L. Scalera, E. Maset, A. Gasparetto // *Robotics and Autonomous Systems*. - 2023. - V. 169. P.1-34.

213. Flexas, J. Keeping positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress / J. Flexas, J. Bota, J. Galmés [et al.] // *Physiologia Plantarum*. - 2006. - V. 127. - P. 343-352.

214. Franco, C. The value of precision for image-based decision support in weed management / C. Franco, S.M. Pedersen, H. Papaharalampos, J.E. Ørum // *Precision Agriculture*. - 2017. - V.18. - P. 366-382.

215. Goncharov, P. Deep Siamese Networks for Plant Disease Detection / P. Goncharov, A. Uzhinskiy, G. Ososkov, A. Nechaevskiy, J. Zudikhina // *EPJ Web of Conferences*. EDP Sciences. - 2020. - Vol. 226. - P. 1-4.

216. Gulyanov, Yu.A. Scientific bases of principles estimating a state of the vegetation cover in steppe agrocenoses using innovative methods of smart agriculture / Yu.A. Gulyanov // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ.* - 2021. - V. 817. - P. 1-7.

217. Gushchina, V.A. Change in indicators of photosynthetic activity of *Echinacea purpurea* seedlings in the second year of life / V.A. Gushchina, E.O. Nikolskaya, N.Yu. Lobanova // *Plant Archives*. - 2021. - Vol. 21. - №.1. - P. 467-472.

218. Hawkesford, M.J. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production / M.J. Hawkesford, Malcolm // *Journal of Cereal Science*. - 2013. - № 59. - P. 1-8.

219. Rakhimova, O.V. Influence of nitrogen fertilizers on protein productivity of vetch-wheat grain under different water supply conditions / O.V. Rakhimova, V.K. Khramoy, T.D. Sikharulidze, I.N. Yudina // *Caspian Journal of Environmental Sciences*. - 2021. - Vol. 19, №5. - P. 951-954.

220. Derepaskin, A.I. Influence of Parallel Driving Systems and Differentiated Fertilizer Application on the Efficiency of Using Machine and Tractor Units in the Southern Chernozem of North Kazakhstan / A.I. Derepaskin, Yu.V. Polichshuk, A.B. Shayakhmetov [et al.] // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. - 2023. - Vol. 71, №1. - P. 43-51.

221. Iqbal, M. A. Forage sorghum-legumes intercropping: Effect on growth, yields, nutritional quality and economic returns / M. A. Iqbal, A. Hamid, T. Ahmad, et al. // *Bragantia*. - 2018. - Vol. 77. - №1. - P. 283-291.

222. Jensen, E.S. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis / E.S. Jensen, G. Carlsson, H. Hauggaard-Nielsen // *Agron. Sustain. Develop.* - 2020. - V. 40. - № 5. - P. 1-9.

223. Katz, L. Spatiotemporal normalized ratio methodology to evaluate the impact offield-scale variable rate application / L. Katz // *Precision Agriculture*. - 2022. - T. 23. - №4. - P. 1125-1152.

224. Levi, W. Precision agriculture: A smart farming approach / W. Levi // *SPORE: spore.sta.int*. - 2017. - №185. - P. 4-7.

225. Liu, P. A survey of remote-sensing big data / P. Liu // *Front. Environ. Sci.* - 2015. - P. 1-6.

226. Masi, M. Precision Farming: Barriers of Variable Rate Technology Adoption in Italy / M. Masi // *Land*. - 2023. - T. 12. - №5. - C. 1084.

227. Malenovský, Z. Sentinels for science: Potential of Sentinel-1,-2, and-3 missions for scientific observations of ocean, cryosphere, and land / Z. Malenovský, et al. // *Remote Sensing of environment*. - 2012. - T. 120. - C. 91-101.

228. Miller, J.O. Sensor-based measurements of NDVI in small grain and corn fields by tractor, drone, and satellite platforms / J.O. Miller, P. Mondal, M. Sarupria //

Crop and Environment. - 2024. - V. 1. - №1. - P. 33-42.

229. Mohammad, R. Remote Sensing-assisted Delineation of Management Zones Considering Agronomy and Climate Information / R. Mohammad, L. Hooman, W. Tomasz // Conference: First Workshop of the TERRATECH Project. – Barcelona: TERRATECH. - 2021. - P. 37-41.

230. Nave, R.L.G. Forage warm-season legumes and grasses intercropped with corn as an alternative for corn silage production / R.L.G. Nave, M.D. Corbin //Agronomy. - 2018. - Vol. 8. - №10. P. 199.

231. Nosov, V.V. Forecasting the production of agricultural machinery in the Russian Federation / V.V. Nosov, M.G. Tindova, K.A. Zhichkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: II International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science", Smolensk, Russian Federation, Vol. 1045. Smolensk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd. - 2022. - P. 1-8.

232. Peliy, A.F. Use of AMAZONE precision sprayers in rapeseed cultivation technology / A.F. Peliy, A. Diop, E.S. Borodina, V.A. Burlutskiy, A.V. Vvedenskaya, V.V. Vvedenskiy, V.E. Ulyumdzhieva, A.Sh. Gadzhikurbanov, I.A. Bykova, M.S. Gins // Innovative in Agriculture: Conference Papers of the X International Scientific and Practical Conference. Moscow. - 2018. - P. 18-21.

233. Rider, T.W. An economic evaluation of site-specific herbicide application / T.W. Rider, J.W. Vogel, J.A. Dille, K.C. Dhuyvetter, T.L. Kastens // Precision Agriculture. - 2006. - V. 7. - P. 379-392.

234. Schonbeck, M. Soil health and organic farming. Cover crops: selection and management / M. Schonbeck, D. Jerkins, J. Ory // An analysis of USDA organic research and extension initiative (OREI) and organic transitions (ORG) funded research from 2002-2016. Santa Cruz, CA: OFRF. - 2017. - 40 p.

235. Sudduth, K.A. Engineering technologies for precision farming / K.A. Sudduth //International Seminar on Agricultural Mechanization Technology for Precision Farming. – Suwon: Rural Development Admin. - 1999. - P. 5-27.

236. Thorp, K.R. Performance study of variable-rate herbicide applications

based on remote sensing imagery / K.R. Thorp, L.F. Tian // Biosystems Engineering. - 2004. - Т. 88. - №. 1. - P. 35-47.

237. Uzhinskiy, A. Multifunctional platform and mobile application for plant disease detection / A. Uzhinskiy, G. Ososkov, P. Goncharov, A. Nechaevskiy // Proceedings of the 27th Symposium on Nuclear Electronics and Computing. CEUR Workshop Proceedings 2507. - 2019. - P. 110-114.

238. Uzhinskiy, A. One-shot learning with triplet loss for vegetation classification tasks / A. Uzhinskiy, G. Ososkov, P. Goncharov, A. Nechaevskiy, A. Smetanin // Компьютерная оптика. - 2021. - Т. 45. - № 4. - P. 608-614.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Сорт вики посевной Мега

Включён в Госреестр по Северо-Западному (2), Центральному (3), Волго-Вятскому (4), Центрально-Черноземному (5) регионам на семена и кормовые цели.

Лист непосредственно перед цветением зелёный, листочки широкие, форма вершины на средней трети растения прямая. Антоциановая окраска основания стебля сеянца средняя. Верхнее междоузлие стебля опушённое, антоциановая окраска на пазухах листьев слабая. Время начала цветения среднее, парус цветка фиолетовый.

Боб длинный, средней ширины и опушённости, клювик короткий, семяпочек много. Семена среднего размера, округлой формы. Коричневая орнаментация частично диффузная и частично резко выраженная, средней интенсивности. Голубовато-чёрная орнаментация - в виде точки и пятна, средней интенсивности. Семядоли серовато-коричневые.

Масса 1000 семян 77 г. Вегетационный период 87 дней.

Пригоден для возделывания по интенсивной технологии. При уборке требуется использование бобовых жаток. Рекомендуется для выращивания в смешанных посевах, предпочтительно с белой горчицей, а также в смешанных посевах со злаковыми скороспелыми культурами (овёс Козырь, Залп, ячмень Раушан).

Урожайность основной продукции в среднем составила 22,4 ц/га.

Средняя урожайность семян в Северо-Западном регионе - 16,4 ц/га, выше стандарта на 0,6 ц/га. Максимальная урожайность - 23,9 ц/га, на 3,6 ц/га выше стандарта Льговская 22, получена в 2019 г. на Вологодском Зерновом ГСУ Вологодской области. Средняя урожайность сухого вещества в том же регионе - 43 ц/га, на уровне стандарта. Максимальная урожайность - 67 ц/га, на уровне стандарта Льговская 22, получена в 2018 году на Ярославском Комплексном ГСУ Ярославской области.

Средняя урожайность семян в Центральном регионе - 20,3 ц/га, выше стандарта на 0,2 ц/га. Максимальная урожайность - 40,2 ц/га, на 11,2 ц/га выше стандарта.

дарта Немчиновская Юбилейная, получена в 2019 г. на Кинешемском ГСУ Ивановской области. Средняя урожайность сухого вещества в том же регионе - 46,2 ц/га. Максимальная урожайность - 95,4 ц/га, на 6,5 ц/га выше стандарта Никольская, получена в 2019 г. на Сухиничском ГСУ Калужской области.

Средняя урожайность семян в Волго-Вятском регионе - 25,6 ц/га, выше стандарта на 0,7 ц/га. Максимальная урожайность - 55,7 ц/га, на 3,5 ц/га выше стандарта Кшень, получена в 2019 г. на Куженерском ГСУ Республики Марий Эл. Средняя урожайность сухого вещества в том же регионе - 33,2 ц/га. Максимальная урожайность - 74,4 ц/га, на 14,8 ц/га выше стандарта Кшень, получена в 2018 г. на Берёзовской ГСС Пермского края.

Средняя урожайность семян в Центрально-Черноземном регионе - 23,5 ц/га, выше стандарта на 1,5 ц/га. Максимальная урожайность - 76,3 ц/га, на 6,9 ц/га выше стандарта Кшень, получена в 2019 г. на Свердловском ГСУ Орловской области. Средняя урожайность сухого вещества в том же регионе - 50,9 ц/га, выше стандарта на 1,5 ц/га. Максимальная урожайность - 94 ц/га, на 5,2 ц/га выше стандарта Кшень, получена в 2018 г. на Липецкой ГСИС Липецкой области.

Сорт яровой пшеницы Экстра

Ценная по качеству пшеница. Среднеспелый сорт. Включён в Госреестр по Северо-Западному, Центральному и Волго-Вятскому регионам.

По данным Верхневолжского ФАНЦ, Каменка - сорт стабильный по урожайности при нормальных технологиях. Он отличается более высокой, по сравнению со стандартом (сорт Сударыня), устойчивостью к стрессовым факторам среды, в том числе, и к засушливым периодам.

Высота растений больше на 10 см, чем у Сударыни. Устойчивость к полеганию высокая до уровня урожайности в 45-50 ц/га. Поэтому использование нового сорта Каменка для интенсивных технологий возможно при обязательной обработке посевов ретардантами против полегания.

Качество зерна у нового сорта яровой пшеницы Каменка на уровне ценных пшениц.

Устойчивость к наиболее распространенным и вредоносным в регионе болезням высокая.

По урожайности в засушливые 2013, 2014 и 2015 гг. сорт Каменка превышал стандарт. Прибавка урожая к стандартному сорту Сударыня в эти годы варьировала в пределах 4,1-7,6 ц/га.

В острозасушливый 2018 год урожайность Каменки составила 34,2 ц/га, что на 4,8 ц/га выше, чем у сорта Сударыня. В более благоприятный 2016 год урожайность сорта составила 54,8 ц/га с тенденцией превышения стандарта на 2 ц/га.

В Белорусской академии на интенсивном фоне урожайность сорта по годам варьировала от 79 до 86 ц/га.

План расположения полевого трёхфакторного опыта

	A1- 48м							A2- 48м							A2- 48м							A1- 48м										
	5м	10м	4м	10м	4м	10м	5м		5м	10м	4м	10м	4м	10м	5м		5м	10м	4м	10м	4м	10м	5м		5м	10м	4м	10м	4м	10м	5м	
C1	7,5М						C5	7,5М						C3	7,5М						C6	7,5М					C6	7,5М				
	1М							1М							1М							1М						1М				
C2	7,5М						C6	7,5М						C4	7,5М						C5	7,5М					C5	7,5М				
	1М							1М							1М							1М						1М				
C3	7,5М						C1	7,5М						C5	7,5М						C4	7,5М					C4	7,5М				
	1М							1М							1М							1М						1М				
C4	7,5М						C2	7,5М						C6	7,5М						C3	7,5М					C3	7,5М				
	1М							1М							1М							1М						1М				
C5	7,5М						C3	7,5М						C1	7,5М						C2	7,5М					C2	7,5М				
	1М							1М							1М							1М						1М				
C6	7,5М						C4	7,5М						C2	7,5М						C1	7,5М					C1	7,5М				
	1М							1М							1М							1М						1М				
																									</							

Погодные условия и прохождение фенологических фаз развития вики посевной и яровой пшеницы, 2021 г.

Соотношение компонентов вики и пшеницы, % (С)	Фазы развития, межфазный период	Дата		Продолжительность, дней	Сумма		ГТК
		начало	конец		положит. температур, °С	осадков, мм	
100+0	посев - всходы	13.05	27.05	14	272	9	0,3
	всходы - ветвление	28.05	15.06	18	303	9	0,3
	ветвление - бутонизация	16.06	24.06	8	174	45	2,6
	бутонизация - цветение	25.06	16.07	21	455	80	1,8
	цветение - созревание	17.07	23.07	6	136	57	4,2
	созревание - уборка	24.07	02.09	38	713	48	0,7
	вегетационный период	13.05	03.09	112	2044	248	1,2
0+100	посев - всходы	13.05	25.05	12	258	4,6	0,2
	всходы - кущение	26.05	10.06	15	209	11	0,5
	кущение - выход в трубку	11.06	23.06	12	255	22	0,9
	выход в трубку- колошение	24.06	14.07	20	439	104	2,4
	колошение - созревание	15.07	28.07	13	244	59	2,4
	созревание - уборка	29.07	02.09	36	466	43	0,9
	вегетационный - период	13.05	02.09	112	2044	248	1,2

Погодные условия и прохождение фенологических фаз развития вики посевной и яровой пшеницы, 2022 г.

Соотношение компонентов вики и пшеницы, % (С)	Фазы развития, межфазный период	Дата		Продолжительность, дней	Сумма		ГТК
		начало	конец		положит. температур, °С	осадков, мм	
100+0	посев - всходы	13.05	24.05	11	67	16	2,4
	всходы - ветвление	25.05	11.06	18	238	62	2,6
	ветвление - бутонизация	12.06	28.06	16	237	27	1,1
	бутонизация - цветение	29.06	15.07	16	319	7	0,2
	цветение - созревание	16.07	25.07	9	207	2	0,1
	созревание - уборка	26.07	03.09	39	767	20	0,3
	вегетационный период	13.05	03.09	111	1863	133	0,7
0+100	посев - всходы	13.05	22.05	9	67	16	2,4
	всходы - кущение	23.05	07.06	15	183	42	2,3
	кущение - выход в трубку	08.06	22.06	14	221	40	1,8
	выход в трубку- колошение	23.06	10.07	17	273	13	0,5
	колошение - созревание	11.07	30.07	19	424	2	0,1
	созревание - уборка	31.07	03.09	34	669	20	0,3
	вегетационный - период	13.05	03.09	111	1863	133	0,7

Погодные условия и прохождение фенологических фаз развития вики посевной и яровой пшеницы, 2023 г.

Соотношение компонентов вики и пшеницы, % (С)	Фазы развития, межфазный период	Дата		Продолжительность, дней	Сумма		ГТК
		начало	конец		положит. температур, °С	осадков, мм	
100+0	посев - всходы	07.05	18.05	11	81	3	0,4
	всходы - ветвление	19.05	04.06	16	329	19	0,6
	ветвление - бутонизация	05.06	12.06	7	78	7	0,9
	бутонизация - цветение	13.06	25.06	12	145	2	0,2
	цветение - созревание	26.06	03.07	7	148	23	1,6
	созревание - уборка	04.07	08.08	35	748	51	0,7
	вегетационный период	07.05	08.08	88	1529	106	0,7
0+100	посев - всходы	07.05	14.05	7	23	3	1,3
	всходы - кущение	15.05	30.05	15	288	17	0,6
	кущение - выход в трубку	31.05	10.06	10	177	9	0,5
	выход в трубку- колошение	11.06	30.06	19	231	14	0,6
	колошение - созревание	01.07	12.07	11	279	20	0,7
	созревание - уборка	13.07	08.08	26	532	43	0,8
	вегетационный - период	13.05	08.08	88	1529	106	0,7

**Гидротермические и фенологические факторы вегетации агроценозов вики посев-
ной и яровой пшеницы**

Соотношение компонентов вики и пшеницы, %	Период по фазам вегетации	ГТК		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
Вика посевная 100+0	Посев-всходы	0,3	2,4	0,4
	Всходы-ветвление	0,3	2,6	0,6
	Ветвление- бутонизация	2,6	1,1	0,9
	Бутонизация - цветение	1,8	0,2	0,2
	Цветение- созревание	4,2	0,1	1,6
	Созревание-уборка	0,7	0,3	0,7
	вегетационный период	1,2	0,7	0,7
Яровая пшеница 0+100	посев-всходы	0,2	2,4	1,3
	всходы-кущение	0,5	2,3	0,6
	кущение-выход в трубку	0,9	1,8	0,5
	выход в трубку- колошение	2,4	0,5	0,6
	колошение- созревание	2,4	0,1	0,7
	созревание-уборка	0,9	0,3	0,8
	вегетационный период	1,2	0,7	0,7

Агрохимическая характеристика почвы, 2021-2023 гг.

При- мене- ние удоб- рений (А)	Зона продук- тивности	pH _{KCl}	S мг- экв/100г	Hг мг- экв/100г	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	N- NH ₄	N- NO ₃	Гу- мус
2021 год									
Средняя доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		4,67	20,35	3,74	113,40	146,24	6,52	3,13	2,33
Диф- ферен- циро- ванное с циф- ровой кор- рекци- ей до- зы	низкая	4,53	20,12	3,71	88,60	142,04	4,25	2,24	1,80
	средняя	4,83	20,41	3,13	147,80	151,34	10,38	3,35	2,14
	высокая	4,62	20,58	4,71	99,20	139,65	3,93	4,16	3,41
2022 год									
Средняя доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		4,87	17,68	2,72	117,60	163,23	4,74	5,73	2,20
Диф- ферен- циро- ванное с циф- ровой кор- рекци- ей до- зы	низкая	4,73	16,68	2,84	118,70	146,43	4,71	5,05	1,86
	средняя	5,00	17,67	2,44	114,80	158,87	4,37	5,83	1,92
	высокая	4,45	15,70	3,63	149,00	170,65	5,07	5,00	2,17
2023 год									
Средняя доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		5,03	20,20	3,31	142,60	143,60	13,58	10,67	2,53
Диф- ферен- циро- ванное с циф- ровой кор- рекци- ей до- зы	низкая	4,97	19,30	2,93	176,00	205,75	12,05	9,95	1,69
	средняя	4,86	19,10	4,16	122,75	144,00	15,48	7,70	2,02
	высокая	4,95	19,90	3,61	169,00	158,33	10,74	9,40	2,54

Расчёт дозы удобрения, 2021 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Необходимо внести удобрений в физ. весе			Обработка посевов гербицидом, %
удобрений (А)	гербицида (В)		азот, кг/га	фосфор, кг/га	калий, кг/га	
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	43,23	113,21	111,11	0
		0+100	43,23	113,21	111,11	0
		85+15	43,23	113,21	111,11	0
		70+30	43,23	113,21	111,11	0
		55+45	43,23	113,21	111,11	0
		40+60	43,23	113,21	111,11	0
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	0
	Сплошное	100+0	43,23	113,21	111,11	100
		0+100	43,23	113,21	111,11	100
		85+15	43,23	113,21	111,11	100
		70+30	43,23	113,21	111,11	100
		55+45	43,23	113,21	111,11	100
		40+60	43,23	113,21	111,11	100
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	100
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	43,23	113,21	111,11	25
		0+100	43,23	113,21	111,11	75
		85+15	43,23	113,21	111,11	50
		70+30	43,23	113,21	111,11	75
		55+45	43,23	113,21	111,11	50
		40+60	43,23	113,21	111,11	75
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	58
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	8,75	126,00	23,50	0
		0+100	8,75	105,75	27,75	0
		85+15	6,50	126,25	39,25	0
		70+30	9,75	132,75	6,00	0
		55+45	8,50	87,25	6,00	0
		40+60	9,25	100,00	66,75	0
		Среднее:	8,58	113,00	28,21	0
	Сплошное	100+0	10,25	93,50	65,75	100
		0+100	8,50	119,75	82,00	100
		85+15	11,75	66,25	0,00	100
		70+30	13,00	104,25	0,00	100
		55+45	9,25	130,50	0,00	100
		40+60	14,50	95,50	0,00	100
		Среднее:	11,21	101,63	24,63	100
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	12,25	109,00	0,00	50
		0+100	10,75	118,50	0,00	50
		85+15	11,75	123,75	0,00	50
		70+30	12,75	107,75	0,00	50
		55+45	12,75	108,75	0,00	25
		40+60	13,00	106,50	0,00	75
		Среднее	12,21	112,38	0,00	50

Расчёт дозы удобрения, 2022 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Необходимо внести удобрений в физ. весе			Обработка посевов гербицидом, %
удобрений (А)	гербицида (В)		азот, кг/га	фосфор, кг/га	калий, кг/га	
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	43,23	113,21	111,11	0
		0+100	43,23	113,21	111,11	0
		85+15	43,23	113,21	111,11	0
		70+30	43,23	113,21	111,11	0
		55+45	43,23	113,21	111,11	0
		40+60	43,23	113,21	111,11	0
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	0
	Сплошное	100+0	43,23	113,21	111,11	100
		0+100	43,23	113,21	111,11	100
		85+15	43,23	113,21	111,11	100
		70+30	43,23	113,21	111,11	100
		55+45	43,23	113,21	111,11	100
		40+60	43,23	113,21	111,11	100
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	100
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	43,23	113,21	111,11	75
		0+100	43,23	113,21	111,11	100
		85+15	43,23	113,21	111,11	50
		70+30	43,23	113,21	111,11	75
		55+45	43,23	113,21	111,11	100
		40+60	43,23	113,21	111,11	50
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	75
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	74,53	180,50	0,00	0
		0+100	74,53	180,50	0,00	0
		85+15	77,30	171,38	0,00	0
		70+30	71,68	189,88	0,00	0
		55+45	71,68	189,88	0,00	0
		40+60	68,90	199,00	0,00	0
		Среднее:	73,10	185,19	0,00	0
	Сплошное	100+0	74,53	180,50	0,00	100
		0+100	73,93	182,48	0,00	100
		85+15	76,70	173,35	0,00	100
		70+30	71,68	189,88	0,00	100
		55+45	71,68	189,88	0,00	100
		40+60	68,90	199,00	0,00	100
		Среднее:	72,90	185,85	0,00	100
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	73,93	182,48	0,00	50
		0+100	73,93	182,48	0,00	50
		85+15	76,70	173,35	0,00	50
		70+30	70,13	194,98	0,00	75
		55+45	70,13	194,98	0,00	75
		40+60	72,88	186,00	0,00	100
		Среднее	72,95	185,71	0,00	66,6667

Расчёт дозы удобрения, 2023 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Необходимо внести удобрений в физ. весе			Обработка посевов гербицидом, %
удобрений (А)	гербицида (В)		азот, кг/га	фосфор, кг/га	калий, кг/га	
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	43,23	113,21	111,11	0
		0+100	43,23	113,21	111,11	0
		85+15	43,23	113,21	111,11	0
		70+30	43,23	113,21	111,11	0
		55+45	43,23	113,21	111,11	0
		40+60	43,23	113,21	111,11	0
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	0
	Сплошное	100+0	43,23	113,21	111,11	100
		0+100	43,23	113,21	111,11	100
		85+15	43,23	113,21	111,11	100
		70+30	43,23	113,21	111,11	100
		55+45	43,23	113,21	111,11	100
		40+60	43,23	113,21	111,11	100
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	100
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	43,23	113,21	111,11	100
		0+100	43,23	113,21	111,11	100
		85+15	43,23	113,21	111,11	100
		70+30	43,23	113,21	111,11	75
		55+45	43,23	113,21	111,11	100
		40+60	43,23	113,21	111,11	100
		Среднее:	43,23	113,21	111,11	96
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	74,53	180,50	0,00	0
		0+100	71,23	191,23	0,00	0
		85+15	77,30	171,38	0,00	0
		70+30	71,68	189,88	0,00	0
		55+45	71,68	189,88	0,00	0
		40+60	68,90	199,00	0,00	0
		Среднее:	72,55	186,98	0,00	0
	Сплошное	100+0	74,53	180,50	0,00	100
		0+100	73,93	182,48	0,00	100
		85+15	76,70	173,35	0,00	100
		70+30	71,68	189,88	0,00	100
		55+45	71,68	189,88	0,00	100
		40+60	68,90	199,00	0,00	100
		Среднее:	72,90	185,85	0,00	100
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	73,93	182,48	0,00	100
		0+100	73,93	182,48	0,00	100
		85+15	76,70	173,35	0,00	75
		70+30	70,13	194,98	0,00	100
		55+45	70,13	194,98	0,00	100
		40+60	72,88	186,00	0,00	100
		Среднее	72,95	185,71	0,00	96

Густота всходов и полевая всхожесть растений в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2021 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество всходов растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	
удобрений (А)	гербицида (В)		вика	пшеница	смесь вики + пшеница	вика	пшеница
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	72	0	-	36	0
		0+100	0	252	-	0	42
		85+15	83	119	202	49	92
		70+30	65	104	169	46	58
		55+45	54	149	203	49	55
		40+60	50	135	185	63	38
		Среднее:	65	152	217	40	57
	Сплошное	100+0	114	0	-	57	0
		0+100	0	321	-	0	54
		85+15	99	150	249	58	91
		70+30	63	80	143	45	44
		55+45	50	158	208	45	59
		40+60	77	249	326	96	69
	Среднее:	81	192	273	50	78	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	120	0	-	60	0
		0+100	0	284	-	0	47
		85+15	78	128	206	46	94
		70+30	68	164	232	49	91
		55+45	41	150	191	37	56
		40+60	54	177	231	68	49
		Среднее:	72	181	253	43	67
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	102	0	-	51	0
		0+100	0	282	-	0	47
		85+15	84	101	185	49	87
		70+30	54	81	135	39	45
		55+45	50	81	131	45	30
		40+60	33	161	194	41	45
		Среднее:	65	141	206	38	51
	Сплошное	100+0	96	0	-	48	0
		0+100	0	287	-	0	48
		85+15	83	117	200	49	92
		70+30	84	117	201	60	65
		55+45	69	155	224	63	57
		40+60	94	168	262	82	47
	Среднее:	85	169	254	56	62	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	105	0	-	53	0
		0+100	0	296	-	0	49
		85+15	89	141	230	52	96
		70+30	65	170	235	46	94
		55+45	42	129	171	38	48
		40+60	63	149	212	79	41
		Среднее	73	177	250	45	66

Густота всходов и полевая всхожесть растений в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2022 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество всходов растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	
удобрений (А)	гербицида (В)		вика	пшеница	смесь вики + пшеница	вика	пшеница
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	131	0	-	66	0
		0+100	0	362	-	0	60
		85+15	108	76	184	64	92
		70+30	99	132	231	71	73
		55+45	68	129	197	62	48
		40+60	59	189	248	74	53
		Среднее:	93	178	271	56	65
	Сплошное	100+0	134	0	-	67	0
		0+100	0	366	-	0	61
		85+15	86	66	152	51	73
		70+30	116	132	248	83	73
		55+45	68	177	245	62	66
		40+60	59	200	259	74	56
		Среднее:	93	188	281	56	66
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	129	0	-	65	0
		0+100	0	359	-	0	60
		85+15	108	46	154	64	94
		70+30	72	111	183	51	62
		55+45	86	158	244	78	59
		40+60	53	243	296	66	68
		Среднее:	90	183	273	54	68
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	105	0	-	53	0
		0+100	0	266	-	0	44
		85+15	111	60	171	65	87
		70+30	82	129	211	59	72
		55+45	59	146	205	54	54
		40+60	63	138	201	79	38
		Среднее:	84	148	232	51	59
	Сплошное	100+0	104	0	-	52	0
		0+100	0	273	-	0	46
		85+15	111	82	193	65	92
		70+30	84	96	180	60	53
		55+45	60	165	225	55	61
		40+60	60	177	237	75	49
		Среднее:	84	159	243	51	60
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	102	0	-	51	0
		0+100	0	315	-	0	53
		85+15	105	86	191	62	96
		70+30	83	93	176	59	52
		55+45	65	170	235	59	63
		40+60	68	162	230	85	45
		Среднее	85	197	282	53	62

Густота всходов и полевая всхожесть растений в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2023 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество всходов растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	
удобрений (А)	гербицида (В)		вика	пшеница	смесь вики + пшеница	вика	пшеница
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	150	0	-	75	0
		0+100	0	264	-	0	44
		85+15	96	50	146	56	92
		70+30	80	84	164	57	47
		55+45	59	122	181	54	45
		40+60	54	117	171	68	33
		Среднее:	88	127	215	52	52
	Сплошное	100+0	134	0	-	67	0
		0+100	0	291	-	0	49
		85+15	89	47	136	52	52
		70+30	68	84	152	49	47
		55+45	48	122	170	44	45
		40+60	53	129	182	66	36
		Среднее:	78	135	213	46	46
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	122	0	-	61	0
		0+100	0	258	-	0	43
		85+15	93	56	149	55	94
		70+30	77	90	167	55	50
		55+45	63	117	180	57	43
		40+60	48	125	173	60	35
		Среднее:	81	129	210	48	53
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	138	0	-	69	0
		0+100	0	230	-	0	38
		85+15	80	51	131	47	87
		70+30	71	86	157	51	48
		55+45	66	132	198	60	49
		40+60	38	164	202	48	46
		Среднее:	79	133	212	46	54
	Сплошное	100+0	122	0	-	61	0
		0+100	0	227	-	0	38
		85+15	80	51	131	47	92
		70+30	72	77	149	51	43
		55+45	62	123	185	56	46
		40+60	38	150	188	48	42
		Среднее:	75	126	201	44	52
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	138	0	-	69	0
		0+100	0	255	-	0	43
		85+15	81	54	135	48	96
		70+30	62	87	149	44	48
		55+45	63	110	173	57	41
		40+60	48	173	221	60	48
		Среднее:	78	136	214	46	55

Густота всходов и полевая всхожесть растений в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество всходов растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	
удобрений (А)	гербицида (В)		вика	пшеница	смесь	вика	пшеница
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	118	0	-	59	0
		0+100	0	292	-	0	49
		85+15	96	82	178	56	91
		70+30	81	107	188	58	59
		55+45	60	133	193	55	49
		40+60	54	147	201	68	41
		Среднее:	82	153	235	49	58
	Сплошное	100+0	127	0	-	64	0
		0+100	0	326	-	0	54
		85+15	91	87	178	54	97
		70+30	82	99	181	59	55
		55+45	55	152	207	50	56
		40+60	63	192	255	79	53
		Среднее:	84	171	255	51	63
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	124	0	-	62	0
		0+100	0	300	-	0	50
		85+15	93	77	170	55	86
		70+30	72	122	194	51	68
		55+45	68	141	209	62	52
		40+60	52	182	234	65	51
		Среднее:	82	164	246	49	61
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	115	0	-	58	0
		0+100	0	259	-	0	43
		85+15	92	71	163	54	79
		70+30	69	99	168	49	55
		55+45	58	120	178	53	44
		40+60	45	154	199	56	43
		Среднее:	76	141	217	45	53
	Сплошное	100+0	107	0	-	54	0
		0+100	0	262	-	0	44
		85+15	91	83	174	54	92
		70+30	80	107	187	57	59
		55+45	64	148	212	58	55
		40+60	64	165	229	80	46
		Среднее:	81	153	234	50	59
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	115	0	-	58	0
		0+100	0	289	-	0	48
		85+15	92	94	186	54	96
		70+30	70	117	187	50	65
		55+45	57	136	193	52	50
		40+60	60	161	221	75	45
		Среднее:	79	159	238	48	63

Запасы продуктивной влаги в почве агроценоза чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов

Применение удобрений и гербицида, (А, В)	Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Запас продуктивной влаги, мм		
		03.06	24.06	23.07
2021 г.				
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	4,73	4,31	20,31
	0+100	21,01	13,06	9,56
	85+15	6,56	11,31	17,06
	70+30	34,87	16,56	4,56
	55+45	26,38	9,56	16,56
	40+60	15,31	27,81	15,31
Дифференцированное с расчётной дозой и цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	35,51	11,96	8,71
	0+100	33,02	9,96	10,96
	85+15	18,87	14,46	1,96
	70+30	35,89	22,71	10,46
	55+45	27,3	26,96	8,71
	40+60	16,04	21,96	9,96
2022 г.				
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		02,06	01,07	29,07
	100+0	36,58	28,08	15,58
	0+100	29,08	23,08	10,83
	85+15	25,08	25,58	16,08
	70+30	24,08	25,08	21,58
	55+45	19,83	23,08	17,83
	40+60	23,33	22,33	16,58
Дифференцированное с расчётной дозой и цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	31,77	17,44	11,94
	0+100	21,0	19,59	7,44
	85+15	39,85	17,94	10,69
	70+30	44,1	24,94	13,94
	55+45	25,35	14,44	7,44
	40+60	36,27	13,19	9,94
2023 г.				
Сплошное, рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)		03,06	30,06	18,07
	100+0	35,26	21,32	19,95
	0+100	33,36	19,74	22,78
	85+15	34,4	19,78	19,34
	70+30	35,59	18,86	19,95
	55+45	34,1	18,05	22,32
	40+60	34,39	20,76	19,11
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	100+0	33,76	17,55	16,12
	0+100	30,66	13,91	19,89
	85+15	33,51	16,93	18,51
	70+30	34,9	17,45	17,51
	55+45	20,55	27,1	17,84
	40+60	19,05	9,61	17,98

Запасы продуктивной влаги в почве агроценоза чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов (слой 0-25 см), 2021г.

Применение удобрений (А) и гербицида (В)		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Запасы продуктивной влаги по датам определения			
			03.06	15.06	24.06	09.07
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	38,47	19,93	23,93	9,18
		0+100	23,06	12,34	16,09	24,59
		85+15	27,52	13,68	17,93	15,93
		70+30	32,43	19,96	20,59	13,71
		55+45	34,66	10,63	19,50	16,88
		40+60	37,31	6,69	17,31	8,94
	Сплошное	100+0	30,45	15,45	24,70	19,45
		0+100	26,81	17,35	14,85	12,98
		85+15	20,84	19,15	27,15	16,53
		70+30	32,53	18,28	16,15	24,53
		55+45	31,14	15,45	21,33	15,58
		40+60	31,49	20,68	23,18	19,18
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	43,64	27,43	25,93	19,93
		0+100	31,35	12,09	13,46	21,34
		85+15	29,08	27,55	35,18	5,93
		70+30	34,40	28,46	46,09	22,21
		55+45	34,06	11,88	23,75	27,88
		40+60	29,91	16,56	18,06	30,19
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	28,23	18,83	24,33	11,20
		0+100	26,54	14,23	27,10	2,48
		85+15	29,93	16,53	18,28	20,53
		70+30	34,06	23,78	16,53	37,53
		55+45	31,83	19,58	18,20	13,58
		40+60	28,86	21,18	28,80	23,18
	Сплошное	100+0	33,99	38,55	26,80	27,68
		0+100	26,06	14,34	28,34	21,34
		85+15	33,58	19,43	19,05	17,93
		70+30	29,09	25,59	31,09	27,96
		55+45	30,56	27,00	25,50	19,13
		40+60	33,34	18,94	28,44	30,69
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	35,79	30,45	11,20	12,95
		0+100	37,29	25,10	28,98	24,98
		85+15	32,99	22,28	26,15	11,28
		70+30	39,12	21,03	9,28	10,03
		55+45	40,89	24,33	23,83	29,08
		40+60	39,52	18,18	15,18	21,93
Среднее			32,24	19,80	22,56	19,12

Запасы продуктивной влаги в почве агроценозе чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов (слой 0-25 см), 2022 г.

Применение удобрений (А) и гербицида (В)		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % С)	Запасы продуктивной влаги по датам определения					
			02.06	17.06	29.06	12.07	29.07	09.08
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	34,30	36,43	40,93	45,55	36,05	26,05
		0+100	37,46	32,46	40,09	36,84	24,21	4,21
		85+15	37,55	25,43	28,55	43,18	38,05	15,43
		70+30	46,96	31,59	35,84	44,21	34,96	14,34
		55+45	39,13	22,38	38,50	35,75	26,75	14,13
		40+60	43,69	35,56	40,44	30,19	19,81	18,44
	Сплошное	100+0	37,08	26,70	29,83	32,95	23,45	23,95
		0+100	52,98	52,48	46,10	29,98	31,10	14,85
		85+15	38,15	25,78	36,15	27,65	31,15	21,28
		70+30	29,03	27,28	33,78	37,53	22,53	15,53
		55+45	42,83	23,08	40,08	46,95	21,08	18,58
		40+60	42,55	25,55	43,43	33,80	26,18	17,93
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	36,93	30,18	28,18	32,55	22,93	28,43
		0+100	28,21	20,71	27,21	35,71	23,34	20,34
		85+15	47,80	25,93	26,30	28,93	30,05	12,18
		70+30	47,84	22,84	31,84	38,71	29,96	17,46
		55+45	29,13	24,88	39,88	34,75	25,50	20,38
		40+60	35,94	28,56	31,44	35,19	25,44	13,19
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	48,95	237,58	43,33	35,70	10,95	13,20
		0+100	46,73	30,73	41,48	40,35	28,98	13,48
		85+15	46,15	23,28	46,15	30,53	19,78	16,03
		70+30	58,90	32,65	27,78	27,28	23,28	16,78
		55+45	46,20	22,83	26,20	20,45	4,33	9,20
		40+60	37,93	34,93	30,80	36,80	5,93	13,55
	Сплошное	100+0	47,68	34,05	30,30	36,80	20,93	21,30
		0+100	51,09	20,71	34,09	31,21	17,09	6,84
		85+15	36,30	36,68	39,55	29,55	21,68	8,43
		70+30	53,46	45,34	38,96	41,96	28,96	9,34
		55+45	39,13	28,50	43,25	31,75	22,88	12,00
		40+60	40,56	29,94	31,31	35,06	19,19	14,94
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	57,83	20,83	33,83	40,33	25,45	20,20
		0+100	42,60	32,85	36,10	31,73	18,23	13,60
		85+15	36,15	33,40	37,03	32,65	18,28	18,03
		70+30	38,15	30,53	35,53	42,53	30,78	19,03
		55+45	39,83	26,83	42,95	24,20	22,83	16,20
		40+60	36,30	39,80	36,43	41,30	19,68	13,43
Среднее			41,98	35,53	35,93	35,02	23,66	15,89

Запасы продуктивной влаги в почве агроценозе чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов (слой 0-25 см), 2023 г.

Применение удобрений (А) и гербицида (В)		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Запасы продуктивной влаги по датам определения				
			03.06	13.06	30.06	18.07	31.07
Сплошное среднерекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	37,80	26,55	15,55	21,80	12,18
		0+100	33,96	27,09	18,84	17,21	13,09
		85+15	37,55	26,18	20,05	21,43	16,80
		70+30	46,96	32,71	17,84	25,09	18,09
		55+45	39,13	26,88	12,13	14,25	9,50
		40+60	43,69	27,31	19,19	14,94	8,94
	Сплошное	100+0	52,45	26,58	17,83	23,08	9,08
		0+100	37,60	34,48	21,73	22,98	9,60
		85+15	38,15	28,78	14,40	21,15	10,65
		70+30	29,03	29,90	21,53	21,40	7,03
		55+45	42,83	14,20	19,95	17,83	8,95
		40+60	42,55	31,30	21,18	15,30	7,18
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	28,55	22,05	18,43	18,30	12,43
		0+100	36,59	25,46	20,96	15,84	10,46
		85+15	47,80	30,18	19,05	21,80	8,18
		70+30	47,84	26,09	22,34	22,09	13,46
		55+45	29,13	22,75	14,00	23,38	11,25
		40+60	35,94	24,94	20,44	18,19	12,69
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	46,20	29,95	16,45	17,95	10,58
		0+100	49,48	24,98	25,98	16,98	6,10
		85+15	46,15	31,40	20,15	24,28	8,28
		70+30	58,90	30,53	15,03	19,15	13,15
		55+45	46,20	34,08	15,08	21,45	12,20
		40+60	37,93	22,18	17,05	21,93	10,30
	Сплошное	100+0	51,43	23,68	15,18	9,24	10,80
		0+100	47,34	28,96	12,09	18,96	14,34
		85+15	36,30	25,80	16,93	21,18	13,80
		70+30	53,46	22,96	14,84	19,84	12,84
		55+45	39,13	25,88	13,00	23,88	13,50
		40+60	40,56	22,19	14,94	20,69	7,44
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	42,08	22,20	19,08	20,08	12,58
		0+100	58,35	24,48	19,98	12,73	7,98
		85+15	36,15	24,65	21,78	14,53	17,78
		70+30	38,15	29,90	14,78	14,03	15,90
		55+45	39,83	27,33	16,70	19,08	15,83
		40+60	36,30	24,30	20,30	22,55	10,93
Среднее			41,98	26,63	17,91	19,29	11,49

Засорённость чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2021 г.

Применение		Нормы высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество сорных растений, шт./м ²						Индекс эффективности применения гербицида	
удобрений (А)	гербицида (В)		до опрыскивания гербицидом			после опрыскивания гербицидом				
			однол.	многогол.	всего	однол.	многогол.	всего		
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	5	18	23	0	0	0	0	
		0+100	7	9	16	0	0	0	0	
		85+15	29	7	36	0	0	0	0	
		70+30	9	6	15	0	0	0	0	
		55+45	11	8	19	0	0	0	0	
		40+60	5	9	14	0	0	0	0	
	Среднее:			11	10	21	0	0	0	0
	Сплошное	100+0	15	11	26	11	10	21	1,2	
		0+100	18	6	24	17	2	19	1,3	
		85+15	10	15	25	13	7	20	1,2	
		70+30	29	14	43	15	14	29	1,5	
		55+45	10	12	22	6	11	17	1,3	
		40+60	8	12	20	8	9	17	1,2	
	Среднее:			15	12	27	12	9	21	1,3
	Дифференцированное с коррекцией нормы	100+0	10	14	24	10	8	18	1,3	
		0+100	4	6	10	5	4	9	1,1	
		85+15	4	13	17	4	8	12	1,4	
		70+30	7	8	15	3	8	11	1,3	
		55+45	10	8	18	10	7	17	1,1	
		40+60	8	12	20	8	9	17	1,2	
	Среднее:			7	10	17	7	7	14	1,2
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	0	0	0	0	0	0	0	
		0+100	17	12	29	0	0	0	0	
		85+15	7	17	24	0	0	0	0	
		70+30	2	13	15	0	0	0	0	
		55+45	7	12	19	0	0	0	0	
		40+60	7	11	18	0	0	0	0	
	Среднее:			7	11	18	0	0	0	0
	Сплошное	100+0	5	3	8	5	2	7	1,1	
		0+100	5	11	16	0	0	0	0	
		85+15	1	6	7	0	0	0	0	
		70+30	14	14	28	11	13	24	1,2	
		55+45	3	0	3	0	0	0	0	
		40+60	13	3	13	13	0	13	1,0	
	Среднее:			7	6	13	4	7	11	1,2
	Дифференцированное с коррекцией нормы	100+0	17	11	28	15	12	27	1,0	
		0+100	14	7	21	14	6	20	1,1	
		85+15	17	6	23	12	6	18	1,3	
		70+30	14	11	25	13	11	24	1,0	
		55+45	12	6	18	7	7	14	1,3	
		40+60	11	6	17	7	9	16	1,1	
	Среднее:			14	8	22	11	9	20	1,1

Засорённость чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2022 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество сорных растений, шт./м ²						Индекс эффективности применения гербицида	
удобрений (А)	гербицида (В)		до опрыскивания гербицидом			после опрыскивания гербицидом				
			однол.	многол.	всего	однол.	многол.	всего		
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	17	50	67	0	0	0	0	
		0+100	12	43	55	0	0	0	0	
		85+15	62	35	97	0	0	0	0	
		70+30	18	45	63	0	0	0	0	
		55+45	31	27	54	0	0	0	0	
		40+60	20	21	41	0	0	0	0	
	Среднее:			27	35	62	0	0	0	0
	Сплошное	100+0	32	31	63	20	9	29	2,2	
		0+100	3	2	5	6	4	10	0,6	
		85+15	19	54	73	21	8	29	2,5	
		70+30	38	6	44	12	5	17	2,6	
		55+45	31	53	84	8	1	9	9,3	
		40+60	26	40	66	3	13	16	4,1	
	Среднее:			25	31	56	12	7	19	3,6
	Дифференцированное с коррекций нормы	100+0	22	29	51	14	3	17	3,0	
		0+100	21	37	58	11	6	17	3,4	
		85+15	39	32	71	21	5	26	2,7	
		70+30	34	28	62	16	7	23	2,7	
		55+45	48	31	79	8	7	15	5,3	
		40+60	35	28	63	8	5	13	4,8	
	Среднее:			33	31	64	15	7	22	2,9
	Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	33	25	58	0	0	0	0
			0+100	25	24	49	0	0	0	0
			85+15	31	37	68	0	0	0	0
70+30			24	78	102	0	0	0	0	
55+45			43	40	83	0	0	0	0	
40+60			18	48	66	0	0	0	0	
Среднее:			29	42	71	0	0	0	0	
Сплошное		100+0	26	26	52	20	9	29	1,8	
		0+100	11	44	55	11	2	13	4,2	
		85+15	23	77	100	24	7	31	3,1	
		70+30	18	48	66	14	7	21	3,1	
		55+45	22	49	71	12	10	22	3,2	
		40+60	26	32	58	15	7	22	2,6	
Среднее:			21	46	67	16	7	23	2,9	
Дифференцированное с коррекций нормы		100+0	33	47	80	13	7	20	4,0	
		0+100	27	45	72	8	6	14	5,1	
		85+15	34	36	70	8	3	11	6,4	
		70+30	23	34	57	13	7	20	2,9	
		55+45	28	30	58	13	3	16	3,6	
		40+60	37	35	72	20	7	27	2,7	
Среднее:			30	38	68	12	6	18	3,8	

Засорённость чистого и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2023 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Количество сорных растений, шт./м ²						Индекс эффективности применения гербицида
удобрений (А)	гербицида (В)		до опрыскивания гербицидом			после опрыскивания гербицидом			
			однол.	многогол.	всего	однол.	многогол.	всего	
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	18	13	31	0	0	0	0
		0+100	26	24	50	0	0	0	0
		85+15	22	10	32	0	0	0	0
		70+30	34	25	59	0	0	0	0
		55+45	29	19	49	0	0	0	0
		40+60	17	9	26	0	0	0	0
		Среднее:		24	17	41	0	0	0
	Сплошное	100+0	25	12	37	9	13	22	1,7
		0+100	19	14	33	5	20	25	1,3
		85+15	16	24	40	7	16	23	1,7
		70+30	22	19	41	11	13	24	1,7
		55+45	16	14	30	6	8	14	2,1
		40+60	19	15	34	9	18	27	1,3
	Среднее:		20	14	34	8	15	23	1,5
	Дифференцированное с коррекций нормы	100+0	20	16	36	7	13	20	1,8
		0+100	23	17	40	14	14	28	1,4
		85+15	19	10	29	10	13	23	1,3
		70+30	17	16	33	7	17	24	1,4
		55+45	18	18	36	7	15	22	1,6
		40+60	21	19	40	9	15	24	1,7
	Среднее:		20	16	36	9	15	24	1,5
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	6	7	13	0	0	0	0
		0+100	10	18	28	0	0	0	0
		85+15	24	9	33	0	0	0	0
		70+30	18	8	26	0	0	0	0
		55+45	21	12	33	0	0	0	0
		40+60	15	27	42	0	0	0	0
		Среднее:		16	14	30	0	0	0
	Сплошное	100+0	17	12	29	7	19	26	1,1
		0+100	18	31	49	8	17	25	2,0
		85+15	22	15	37	13	7	20	1,8
		70+30	22	8	30	11	10	21	1,4
		55+45	6	15	21	5	6	11	1,9
		40+60	21	14	35	9	11	20	1,8
	Среднее:		18	16	34	9	12	21	1,6
	Дифференцированное с коррекций нормы	100+0	22	14	36	10	17	27	1,3
		0+100	18	10	28	6	14	20	1,4
		85+15	18	12	30	9	9	18	1,7
		70+30	24	9	33	9	12	21	1,6
		55+45	19	15	34	8	15	23	1,5
		40+60	25	13	38	5	14	19	2,0
	Среднее:		21	12	33	8	14	22	1,5

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в динамике по фазам вегетации (2021)

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (03.06. 2021 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,16	20,52	530	580
		0+100	0,18	14,49	560	500
		85+15	0,23	16,44	610	700
		70+30	0,18	18,09	130	230
		55+45	0,18	19,11	210	360
		40+60	0,19	20,55	300	670
	Сплошное	100+0	0,17	18,00	150	190
		0+100	0,18	16,33	270	370
		85+15	0,19	13,83	400	390
		70+30	0,17	18,20	270	300
		55+45	0,19	17,83	350	370
		40+60	0,18	18,03	270	380
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,15	22,59	140	250
		0+100	0,19	17,81	220	200
		85+15	0,19	17,06	610	430
		70+30	0,17	18,88	390	680
		55+45	0,18	18,88	120	190
		40+60	0,19	17,59	250	200
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,15	17,11	490	470
		0+100	0,21	16,23	290	320
		85+15	0,17	17,46	260	250
		70+30	0,17	18,81	180	300
		55+45	0,17	18,10	380	320
		40+60	0,20	16,98	200	380
	Сплошное	100+0	0,15	18,73	230	320
		0+100	0,21	15,69	350	490
		85+15	0,17	18,86	150	270
		70+30	0,18	16,75	240	270
		55+45	0,19	17,48	250	380
		40+60	0,16	18,96	220	380
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,17	20,14	170	190
		0+100	0,19	20,53	150	240
		85+15	0,16	18,69	230	370
		70+30	0,17	20,84	320	430
		55+45	0,19	21,73	250	340
		40+60	0,17	21,24	350	300

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (15.06. 2021 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,29	13,1	220	460
		0+100	0,37	10,2	360	580
		85+15	0,29	10,9	260	470
		70+30	0,45	13,1	310	530
		55+45	0,38	9,5	170	300
		40+60	0,38	8,3	540	600
	Сплошное	100+0	0,39	12	340	390
		0+100	0,4	12,55	390	430
		85+15	0,38	13,15	140	390
		70+30	0,33	12,5	50	400
		55+45	0,42	11,55	440	510
		40+60	0,38	13,7	50	400
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,35	16,1	420	500
		0+100	8,7	10,1	550	530
		85+15	0,32	16,45	280	390
		70+30	0,28	16,5	320	390
		55+45	0,31	10	540	600
		40+60	0,34	12,25	490	380
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,25	13,35	390	580
		0+100	0,27	11,3	180	330
		85+15	0,21	12,1	450	540
		70+30	0,22	14,7	340	400
		55+45	0,25	13,2	520	630
		40+60	0,24	13,9	360	570
	Сплошное	100+0	0,22	20,55	150	200
		0+100	0,25	11	180	250
		85+15	0,26	13,2	140	330
		70+30	0,3	15,35	190	370
		55+45	0,28	16,05	150	280
		40+60	0,21	13,2	360	400
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,2	18	280	350
		0+100	0,24	15,65	430	440
		85+15	0,25	14,4	390	620
		70+30	0,25	13,6	280	340
		55+45	0,31	15,1	230	340
		40+60	0,23	12,7	350	380

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (24.06. 2021 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDV I	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,51	14,70	190	390
		0+100	0,40	11,70	255	280
		85+15	0,48	12,60	255	400
		70+30	0,53	13,35	265	435
		55+45	0,44	13,05	165	335
		40+60	0,44	12,55	145	295
	Сплошное	100+0	0,57	15,70	250	380
		0+100	0,47	11,55	180	375
		85+15	0,58	16,35	365	490
		70+30	0,48	11,65	280	495
		55+45	0,47	13,90	185	450
		40+60	0,48	14,70	180	340
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,46	15,50	385	365
		0+100	0,43	10,65	220	385
		85+15	0,39	19,50	340	290
		70+30	0,37	23,55	190	250
		55+45	0,45	14,75	335	440
		40+60	0,48	12,85	150	395
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,34	15,55	490	550
		0+100	0,28	16,45	405	345
		85+15	0,36	12,80	320	305
		70+30	0,27	11,80	215	285
		55+45	0,28	12,65	380	405
		40+60	0,28	16,95	340	455
	Сплошное	100+0	0,38	15,85	305	425
		0+100	0,32	16,60	120	215
		85+15	0,28	13,05	225	410
		70+30	0,32	17,55	160	245
		55+45	0,28	15,45	340	450
		40+60	0,23	17,00	220	285
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,36	10,30	195	270
		0+100	0,37	17,20	460	410
		85+15	0,36	15,95	230	310
		70+30	0,31	8,90	200	245
		55+45	0,29	14,90	355	435
		40+60	0,27	11,50	280	395

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (09.07. 2021 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,68	8,80	500	1000
		0+100	0,43	15,10	200	700
		85+15	0,63	11,80	500	900
		70+30	0,65	10,60	490	860
		55+45	0,57	12,00	660	660
		40+60	0,48	9,20	860	1000
	Сплошное	100+0	0,71	13,60	620	660
		0+100	0,45	10,80	75	700
		85+15	0,65	12,10	320	760
		70+30	0,59	15,00	280	300
		55+45	0,61	11,60	660	820
		40+60	0,53	13,10	50	240
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,64	13,10	820	900
		0+100	0,50	13,80	120	520
		85+15	0,58	7,80	720	1000
		70+30	0,60	14,00	660	600
		55+45	0,57	16,40	380	580
		40+60	0,55	17,70	140	360
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,72	10,30	820	1000
		0+100	0,41	6,60	640	800
		85+15	0,64	13,70	740	920
		70+30	0,59	20,20	750	840
		55+45	0,44	10,80	460	900
		40+60	0,41	14,70	120	680
	Сплошное	100+0	0,68	16,20	450	750
		0+100	0,45	13,80	780	1000
		85+15	0,58	12,60	120	800
		70+30	0,55	16,30	830	980
		55+45	0,41	12,90	680	1000
		40+60	0,47	17,90	320	680
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,70	11,00	600	880
		0+100	0,46	15,60	530	770
		85+15	0,58	10,00	700	1000
		70+30	0,55	9,20	640	960
		55+45	0,49	17,00	560	840
		40+60	0,51	14,20	780	960

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (02.06. 2022 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,25	18,85	110	160
		0+100	0,21	20,25	100	160
		85+15	0,22	20,45	110	150
		70+30	0,22	23,90	205	205
		55+45	0,23	20,90	140	160
		40+60	0,22	23,10	70	110
	Сплошное	100+0	0,23	20,65	120	160
		0+100	0,20	26,80	90	90
		85+15	0,23	20,75	100	110
		70+30	0,23	16,80	90	90
		55+45	0,22	22,50	120	130
		40+60	0,23	22,45	85	85
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,24	19,90	105	170
		0+100	0,23	16,55	105	150
		85+15	0,22	24,55	190	220
		70+30	0,23	24,25	180	180
		55+45	0,22	16,90	165	165
		40+60	0,23	20,00	270	270
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,23	25,40	210	220
		0+100	0,22	24,30	150	190
		85+15	0,20	23,95	160	180
		70+30	0,21	28,75	170	210
		55+45	0,21	23,85	150	180
		40+60	0,22	20,60	150	190
	Сплошное	100+0	0,26	24,20	195	205
		0+100	0,22	25,70	190	190
		85+15	0,21	19,95	110	120
		70+30	0,22	26,50	220	225
		55+45	0,22	20,90	200	200
		40+60	0,22	21,85	150	160
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,25	28,95	200	240
		0+100	0,24	22,65	200	200
		85+15	0,22	19,95	130	160
		70+30	0,22	20,45	150	150
		55+45	0,23	21,30	130	160
		40+60	0,24	19,95	85	125

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (17.06. 2022 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDV I	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см	
удобрений (А)	гербицида (В)						
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,66	19,70	350	350	
		0+100	0,75	18,25	230	260	
		85+15	0,72	15,60	320	350	
		70+30	0,70	17,75	210	240	
		55+45	0,66	14,20	210	220	
		40+60	0,56	19,85	220	280	
	Сплошное	100+0	0,69	16,50	400	400	
		0+100	0,72	26,60	250	280	
		85+15	0,68	15,80	230	230	
		70+30	0,72	16,10	160	220	
		55+45	0,71	14,60	270	270	
	Дифференцированное с ДЗЗ	40+60	0,65	15,65	340	340	
		100+0	0,62	17,20	260	260	
		0+100	0,76	13,55	180	190	
		85+15	0,70	15,80	230	230	
		70+30	0,69	14,25	260	300	
	Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	55+45	0,68	15,20	230	230
			40+60	0,57	17,05	220	240
100+0			0,44	100,85	410	410	
0+100			0,53	17,90	270	270	
85+15			0,50	14,80	380	380	
70+30			0,51	18,25	270	300	
Сплошное		55+45	0,53	14,50	310	310	
		40+60	0,50	19,40	370	370	
		100+0	0,40	18,75	350	350	
		0+100	0,56	13,55	290	300	
		85+15	0,61	20,10	330	330	
		70+30	0,61	23,25	410	410	
Дифференцированное с ДЗЗ		55+45	0,56	16,65	220	220	
		40+60	0,57	17,60	440	440	
		100+0	0,51	14,15	290	360	
		0+100	0,58	18,75	400	400	
		85+15	0,65	18,85	230	230	
		70+30	0,63	17,40	280	280	
	Дифференцированное с ДЗЗ	55+45	0,63	16,10	160	190	
		40+60	0,62	21,35	320	340	

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (03.06. 2023 г.)

Применение		Норма высева /соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDVI	Влажность почвы,%	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость, почвы 20 см	
удобрений (А)	гербицида (В)						
Сплошной, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,21	20,25	100	160	
		0+100	0,25	18,85	110	160	
		85+15	0,22	20,45	110	150	
		70+30	0,22	23,90	205	205	
		55+45	0,23	20,90	140	160	
		40+60	0,22	23,10	70	110	
	Сплошное	100+0	11,12	26,80	90	90	
		0+100	0,23	20,65	120	160	
		85+15	0,23	20,75	100	110	
		70+30	0,23	16,80	90	90	
		55+45	0,22	22,50	120	130	
		40+60	0,23	22,45	85	85	
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,23	16,55	105	150	
		0+100	0,24	19,90	105	170	
		85+15	0,22	24,55	190	220	
		70+30	0,23	24,25	180	180	
		55+45	0,22	16,90	165	165	
		40+60	0,23	20,00	270	270	
	Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,22	24,30	210	220
			0+100	0,23	25,40	150	190
			85+15	0,20	23,95	160	180
70+30			0,21	28,75	170	210	
55+45			0,21	23,85	150	180	
40+60			0,22	20,60	150	190	
Сплошное		100+0	0,22	25,70	195	205	
		0+100	0,26	24,20	190	190	
		85+15	0,21	19,95	110	120	
		70+30	0,22	26,50	220	225	
		55+45	0,22	20,90	200	200	
		40+60	0,22	21,85	150	160	
Дифференцированное с ДЗЗ		100+0	0,24	22,65	200	240	
		0+100	0,25	28,95	200	200	
		85+15	0,22	19,95	130	160	
		70+30	0,22	20,45	150	150	
		55+45	0,23	21,30	130	160	
		40+60	0,24	19,95	85	125	

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (13.06. 2023 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	NDVI	Влажность почвы	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошной, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,44	15,75	420	690
		0+100	0,43	16,10	220	460
		85+15	0,35	15,90	450	800
		70+30	0,37	18,20	260	770
		55+45	0,37	16,00	440	880
		40+60	0,28	16,55	400	590
	Сплошное	100+0	0,47	16,45	440	920
		0+100	0,38	19,40	330	850
		85+15	0,42	17,00	630	930
		70+30	0,42	17,15	450	710
		55+45	0,34	11,05	330	700
		40+60	0,28	17,95	510	780
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,47	13,95	260	610
		0+100	0,39	15,45	420	700
		85+15	0,47	17,50	450	790
		70+30	0,33	15,55	340	700
		55+45	0,33	14,35	480	820
		40+60	0,28	15,60	170	340
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,39	17,80	455	595
		0+100	0,31	15,60	555	820
		85+15	0,42	18,05	310	710
		70+30	0,45	17,40	460	640
		55+45	0,35	19,00	500	610
		40+60	0,39	14,30	200	570
	Сплошное	100+0	0,33	14,60	460	780
		0+100	0,32	16,85	800	930
		85+15	0,39	15,75	420	680
		70+30	0,39	14,30	520	810
		55+45	0,42	15,60	810	890
		40+60	0,37	14,50	220	360
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,37	14,70	480	540
		0+100	0,31	15,40	450	660
		85+15	0,39	15,35	310	720
		70+30	0,41	17,15	430	980
		55+45	0,37	16,30	410	590
		40+60	0,41	15,15	270	410

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (30.06. 2023 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDVI	Влажность почвы,%	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,66	11,35	350	500
		0+100	0,47	12,80	450	500
		85+15	0,64	13,45	250	350
		70+30	0,50	12,25	300	400
		55+45	0,47	10,10	700	800
		40+60	0,36	13,30	450	700
	Сплошное	100+0	0,67	12,95	450	730
		0+100	0,44	14,30	600	700
		85+15	0,63	11,25	650	700
		70+30	0,55	13,80	200	300
		55+45	0,46	13,35	350	450
		40+60	0,34	13,90	400	500
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,62	12,50	700	750
		0+100	0,47	13,65	300	525
		85+15	0,62	13,05	800	1000
		70+30	0,48	14,05	250	250
		55+45	0,40	10,85	900	900
		40+60	0,35	13,80	450	600
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,49	12,40	700	800
		0+100	0,33	16,00	350	425
		85+15	0,54	13,55	500	600
		70+30	0,61	11,20	600	700
		55+45	0,50	11,40	400	450
		40+60	0,45	12,25	600	675
	Сплошное	100+0	0,46	11,20	500	550
		0+100	0,37	10,10	400	500
		85+15	0,54	12,20	450	600
		70+30	0,51	11,05	300	650
		55+45	0,55	10,45	300	500
		40+60	0,52	11,60	300	550
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,48	13,45	400	550
		0+100	0,32	13,60	250	550
		85+15	0,51	14,20	600	850
		70+30	0,52	11,10	350	650
		55+45	0,47	12,05	400	600
		40+60	0,48	13,55	300	650

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (18.07. 2023 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы,% (С)	NDV I	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,60	13,85	1000	1000
		0+100	0,44	12,15	1000	1000
		85+15	0,54	14,00	1000	1000
		70+30	0,54	15,15	1000	1000
		55+45	0,38	10,95	1000	1000
		40+60	0,32	11,60	1000	1000
	Сплошное	100+0	0,59	15,05	1000	1000
		0+100	0,50	14,80	1000	1000
		85+15	0,59	13,95	1000	1000
		70+30	0,49	13,75	1000	1000
		55+45	0,42	12,50	1000	1000
		40+60	0,33	11,55	1000	1000
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,64	12,45	1000	1000
		0+100	0,47	11,60	1000	1000
		85+15	0,54	14,15	1000	1000
		70+30	0,45	13,95	1000	1000
		55+45	0,39	14,60	1000	1000
		40+60	0,33	12,90	1000	1000
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,50	13,00	1000	1000
		0+100	0,31	12,40	1000	1000
		85+15	0,53	15,20	1000	1000
		70+30	0,56	12,85	1000	1000
		55+45	0,46	13,95	1000	1000
		40+60	0,49	14,20	1000	1000
	Сплошное	100+0	0,47	8,83	1000	1000
		0+100	0,35	12,85	1000	1000
		85+15	0,49	13,90	1000	1000
		70+30	0,44	13,05	1000	1000
		55+45	0,43	14,80	1000	1000
		40+60	0,50	13,90	1000	1000
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,53	13,85	1000	1000
		0+100	0,28	10,70	1000	1000
		85+15	0,51	11,30	1000	1000
		70+30	0,50	10,80	1000	1000
		55+45	0,43	13,00	1000	1000
		40+60	0,50	14,45	1000	1000

Нормализованный вегетационный индекс растений (NDVI) в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы (31.07. 2023 г.)

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	NDVI	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, 10 см	Твёрдость почвы, 20 см
удобрений (А)	гербицида (В)					
Сплошное, средне-рекомендуемая доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	0,58	10,00	1000	1000
		0+100	0,37	10,50	1000	1000
		85+15	0,47	12,15	1000	1000
		70+30	0,45	12,35	1000	1000
		55+45	0,33	9,05	1000	1000
		40+60	0,29	9,20	1000	1000
	Сплошное	100+0	0,51	9,45	1000	1000
		0+100	0,42	9,45	1000	1000
		85+15	0,49	9,75	1000	1000
		70+30	0,39	8,00	1000	1000
		55+45	0,30	8,95	1000	1000
		40+60	0,24	8,30	1000	1000
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,55	10,10	1000	1000
		0+100	0,35	9,45	1000	1000
		85+15	0,47	8,70	1000	1000
		70+30	0,38	10,50	1000	1000
		55+45	0,37	9,75	1000	1000
		40+60	0,33	10,70	1000	1000
Дифференцированное, расчётная доза с цифровой коррекцией ДЗЗ	Без гербицида	100+0	0,44	10,05	1000	1000
		0+100	0,21	8,05	1000	1000
		85+15	0,40	8,80	1000	1000
		70+30	0,44	10,45	1000	1000
		55+45	0,40	10,25	1000	1000
		40+60	0,36	9,55	1000	1000
	Сплошное	100+0	0,47	9,45	1000	1000
		0+100	0,30	11,00	1000	1000
		85+15	0,42	10,95	1000	1000
		70+30	0,42	10,25	1000	1000
		55+45	0,33	10,65	1000	1000
		40+60	0,36	8,60	1000	1000
	Дифференцированное с ДЗЗ	100+0	0,45	10,85	1000	1000
		0+100	0,21	8,80	1000	1000
		85+15	0,44	12,60	1000	1000
		70+30	0,38	11,55	1000	1000
		55+45	0,38	11,70	1000	1000
		40+60	0,39	9,80	1000	1000

**Агрегатный состав почвы до посева в чистом и смешанном агроценозе вики посев-
ной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агро-
технических, 2021 г.**

Применение удоб- рений и гербицида (А, В)	Норма высе- ва/соотноше- ние компо- нента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5- 0,25	<0,2 5
Сплошное со сред- ней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	33,11	8,46	8,27	13,03	6,54	13,69	11,62	3,06	2,22
	0+100	39,70	6,82	8,84	10,56	5,76	13,76	9,49	3,08	1,99
	85+15	37,85	14,88	11,39	12,29	4,99	9,87	5,44	1,93	1,36
	70+30	34,85	9,85	8,05	14,14	7,24	14,32	7,12	2,38	2,05
	55+45	39,11	9,97	6,65	11,61	7,06	13,59	8,54	2,23	1,24
	40+60	38,48	12,43	9,02	11,95	6,03	11,73	6,99	2,08	1,30
Дифференцирован- ное с цифровой коррекцией дозы	100+0	39,80	15,52	10,27	11,71	5,98	9,77	4,94	1,22	0,81
	0+100	43,99	10,91	6,60	10,50	5,65	11,29	7,36	2,46	1,25
	85+15	39,41	15,35	9,95	9,85	5,24	10,29	6,67	1,98	1,29
	70+30	39,60	7,44	6,38	10,94	5,99	13,55	10,70	3,89	1,53
	55+45	39,15	11,60	8,29	12,42	6,28	12,50	7,39	1,89	0,48
	40+60	38,97	10,87	7,58	11,40	6,54	12,81	7,82	2,55	1,45

**Агрегатный состав почвы после посева в чистом и смешанном агроценозе вики посев-
ной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехни-
ческих приёмов, 2021 г.**

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высе- ва/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5- 0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	34,78	9,42	9,13	11,47	5,48	12,41	10,24	5,70	1,37
	0+100	35,30	12,52	7,64	10,12	5,20	11,06	9,28	4,64	4,27
	85+15	33,30	9,93	7,74	9,42	7,76	13,61	8,53	4,89	4,83
	70+30	40,44	7,40	6,32	7,22	6,14	13,23	8,34	5,04	5,88
	55+45	36,20	8,07	7,61	8,63	6,60	12,51	8,81	5,45	6,13
	40+60	32,15	10,10	6,67	11,35	5,64	12,36	9,85	5,63	6,28
Дифференци- рованное с цифровой кор- рекцией дозы	100+0	30,51	9,88	8,15	10,87	6,14	14,43	11,25	4,89	3,90
	0+100	43,90	6,06	5,43	8,23	6,09	12,38	8,56	4,85	4,51
	85+15	36,94	10,65	8,34	7,29	10,84	12,06	4,26	4,05	5,57
	70+30	39,15	9,47	6,99	6,69	10,99	12,58	4,53	3,99	5,62
	55+45	37,99	7,81	7,84	9,47	7,84	13,24	7,52	4,27	4,02
	40+60	40,92	8,82	8,33	8,06	11,17	11,29	5,28	2,98	3,18

Агрегатный состав почвы до посева в чистом и смешанном агроценозе вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2022 г.

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	38,51	11,77	9,25	11,88	6,26	11,01	7,04	2,83	1,45
	0+100	38,01	10,77	8,00	10,92	5,79	10,29	6,75	2,71	6,76
	85+15	41,12	16,21	8,78	10,92	5,28	8,10	4,89	2,23	2,47
	70+30	36,49	15,04	10,99	13,07	5,95	9,64	5,38	1,97	1,48
	55+45	32,78	15,00	8,24	12,90	5,96	8,58	5,97	1,78	8,79
	40+60	38,00	21,00	8,08	13,72	4,40	3,40	4,02	1,12	6,26
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	100+0	40,68	13,88	8,39	12,88	6,20	10,28	4,72	1,64	1,33
	0+100	40,76	13,80	9,64	12,28	5,80	9,04	5,16	1,88	1,64
	85+15	35,40	13,80	10,96	13,92	6,72	11,08	5,20	1,64	1,28
	70+30	42,30	17,64	8,77	13,33	5,06	5,71	3,91	1,09	2,19
	55+45	36,70	17,40	9,52	13,82	5,56	7,24	4,61	1,38	3,77
	40+60	38,49	10,61	8,84	11,80	6,57	11,30	6,51	2,30	3,56

**Агрегатный состав почв после посева в чистом и смешанном агроценозе вики посев-
ной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротех-
нических приёмов, 2022 г.**

Применение удобрений и гербицида (А, В)	норма высе- ва/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5- 0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	33,22	11,54	10,46	13,24	6,47	12,28	7,37	2,86	2,57
	0+100	34,20	14,14	10,75	13,44	6,52	11,18	6,15	1,88	1,73
	85+15	28,76	12,82	10,00	14,09	6,88	13,01	8,04	3,43	2,97
	70+30	29,92	10,63	9,30	12,73	5,83	13,30	9,58	4,50	4,21
	55+45	32,16	12,79	10,22	13,05	6,08	11,84	7,61	3,26	3,00
	40+60	38,57	12,98	9,29	12,17	5,99	10,78	6,29	2,18	1,77
Дифференци- рованное с цифровой кор- рекцией дозы	100+0	36,24	14,28	9,76	12,74	5,96	10,90	6,34	2,15	1,64
	0+100	36,56	12,96	8,34	12,96	5,99	10,96	6,73	2,88	2,62
	85+15	38,30	14,89	10,15	13,71	5,86	9,30	4,72	1,61	1,48
	70+30	28,33	10,35	9,04	13,24	6,84	14,54	9,93	4,49	3,24
	55+45	28,32	9,54	9,24	13,10	6,46	14,50	10,40	4,92	3,53
	40+60	28,88	10,01	9,28	12,99	6,85	14,74	9,75	4,26	3,25

Агрегатный состав почвы до посева в чистом и смешанном агроценозе вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2023 г

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высева/ соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	35,21	10,74	9,33	11,13	6,43	12,47	7,87	3,72	3,10
	0+100	36,80	9,79	8,20	12,10	6,54	13,61	8,49	2,83	1,64
	85+15	32,60	9,37	7,60	12,59	7,12	15,27	9,95	3,51	2,00
	70+30	37,57	9,38	7,51	11,93	6,39	14,21	8,95	2,90	1,18
	55+45	34,53	10,43	8,41	13,02	6,72	14,44	8,70	2,72	1,05
	40+60	35,56	9,70	8,50	12,53	6,53	14,30	8,86	2,79	1,23
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	100+0	34,20	13,66	10,34	13,47	6,75	12,23	6,44	1,63	1,28
	0+100	39,58	12,98	9,59	12,57	6,14	11,03	5,59	1,38	1,13
	85+15	34,31	11,73	9,81	11,88	6,30	12,96	8,65	2,78	1,58
	70+30	31,20	12,92	10,30	12,48	6,47	13,28	8,98	2,90	1,46
	55+45	33,69	12,54	9,37	11,22	5,93	12,82	9,49	3,32	1,62
	40+60	32,13	14,33	10,57	12,83	6,44	12,77	7,60	2,04	1,30

**Агрегатный состав почв после посева в чистом и смешанном агроценозе вики посев-
ной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротех-
нических приёмов, 2023 г.**

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	46,97	5,93	4,57	4,01	7,53	11,53	7,74	6,12	7,21
	0+100	41,69	7,63	5,47	4,66	7,12	12,55	8,89	6,46	5,53
	85+15	45,60	8,87	4,58	6,93	4,11	11,07	10,86	4,87	3,11
	70+30	44,39	5,53	4,89	4,36	6,63	12,32	8,03	6,08	7,77
	55+45	40,27	5,05	5,36	4,21	7,18	12,41	9,17	7,21	9,17
	40+60	35,68	7,23	6,01	6,30	7,98	14,11	8,99	6,26	7,48
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	100+0	31,51	7,07	6,26	5,69	7,99	17,16	8,51	6,36	9,45
	0+100	43,53	6,04	5,32	7,69	6,04	12,49	9,21	5,30	4,38
	85+15	35,84	8,57	6,98	7,28	10,06	13,45	7,72	5,31	4,79
	70+30	35,75	9,69	7,74	8,53	9,80	13,03	8,12	4,56	2,82
	55+45	39,87	7,67	6,51	5,71	10,91	13,25	6,14	5,13	4,82
	40+60	35,51	6,31	5,83	7,15	10,07	14,24	9,73	6,52	4,64

Агрегатный состав почвы до посева в чистом и смешанном агроценозе вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 г.

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)									
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	35,61	10,32	8,95	12,01	6,41	12,39	8,84	3,20	2,26
	0+100	38,17	9,12	8,35	11,19	6,03	12,55	8,25	2,87	3,47
	85+15	37,19	13,49	9,25	11,93	5,80	11,08	6,76	2,56	1,94
	70+30	36,30	11,42	8,85	13,04	6,53	12,72	7,15	2,42	1,57
	55+45	35,47	11,80	7,77	12,51	6,58	12,20	7,74	2,24	3,69
	40+60	37,35	14,38	8,53	12,73	5,65	9,81	6,62	2,00	2,93
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	100+0	38,23	14,35	9,67	12,69	6,31	10,76	5,37	1,50	1,14
	0+100	41,44	12,56	8,61	11,78	5,86	10,45	6,04	1,91	1,34
	85+15	36,37	13,63	10,24	11,88	6,09	11,44	6,84	2,13	1,38
	70+30	37,70	12,67	8,48	12,25	5,84	10,85	7,86	2,63	1,73
	55+45	36,51	13,85	9,06	12,49	5,92	10,85	7,16	2,20	1,96
	40+60	36,53	11,94	9,00	12,01	6,52	12,29	7,31	2,30	2,10

Агрегатный состав почвы после посева в чистом и смешанном агроценозе вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, среднее за 2021-2023 г.

Применение удобрений и гербицида (А, В)	Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Сплошное со средней дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	100+0	38,32	8,96	8,05	9,57	6,49	12,07	8,45	4,89	3,18
	0+100	37,06	11,43	7,95	9,40	6,28	11,60	8,11	4,33	3,84
	85+15	35,88	10,54	7,44	10,15	6,25	12,57	9,14	4,40	3,64
	70+30	38,25	7,85	6,84	8,10	6,20	12,95	8,65	5,20	5,96
	55+45	36,21	8,63	7,73	8,63	6,62	12,25	8,53	5,30	6,10
	40+60	35,46	10,10	7,32	9,94	6,53	12,41	8,37	4,69	5,17
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	100+0	32,75	10,41	8,06	9,77	6,70	14,16	8,70	4,47	5,00
	0+100	41,33	8,35	6,36	9,62	6,04	11,94	8,17	4,34	3,83
	85+15	37,03	11,37	8,49	9,43	8,92	11,60	5,56	3,66	3,94
	70+30	34,41	9,83	7,92	9,49	9,21	13,38	7,52	4,35	3,89
	55+45	35,39	8,34	7,86	9,43	8,40	13,66	8,02	4,77	4,12
	40+60	35,10	8,38	7,81	9,40	9,36	13,42	8,25	4,58	3,69

Экономическая эффективность возделывания в чистом и смешанном посеве вики посевной и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2022 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента вики и пшеницы, % (С)	Стоимость продукции	За-траты	Чис-тый доход	Себестои-мость, руб./ц	Рентабель-ность, %	
удобрений (А)	гербицида (В)							руб./га
Сплошное со средне-рекомендуемой дозой (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	231	25144	42861	71	170	
		0+100	210	22857	25754	57	113	
		85+15	217	23638	9210	118	39	
		70+30	227	24694	23565	80	95	
		55+45	233	25276	24923	78	99	
		40+60	233	25351	13767	104	54	
	Среднее			238	24493	23347	85	95
	Сплошное	100+0	192	20912	16294	112	78	
		0+100	214	23220	26784	57	115	
		85+15	226	24584	25629	76	104	
		70+30	227	24648	14634	100	59	
		55+45	232	25256	16428	96	65	
		40+60	237	25789	17065	96	66	
	Среднее			233	24068	19472	89	81
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	190	20666	8235	147	40	
		0+100	209	22722	18302	69	81	
		85+15	218	23696	6731	129	28	
		70+30	227	24687	17642	92	71	
		55+45	234	25450	21440	85	84	
		40+60	236	25650	17480	94	68	
	Среднее			235	23812	14972	103	62
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	100+0	192	20829	18857	104	91	
		0+100	170	18526	7859	90	42	
		85+15	185	20060	14352	92	72	
		70+30	193	21008	18458	83	88	
		55+45	197	21401	14951	93	70	
		40+60	205	22266	21100	80	95	
	Среднее			192	20681	15930	90	76
	Сплошное	100+0	156	16973	4854	163	29	
		0+100	173	18750	9960	83	53	
		85+15	185	20084	5821	128	29	
		70+30	192	20881	7463	121	36	
		55+45	198	21552	10878	107	50	
		40+60	205	22262	13046	101	59	
	Среднее			194	20084	8670	117	43
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	100+0	157	17114	14532	107	85	
		0+100	171	18605	10316	82	55	
		85+15	184	20009	7857	117	39	
		70+30	196	21312	19126	82	90	
		55+45	201	21897	20331	81	93	
		40+60	203	22116	13923	98	63	
	Среднее			190	20175	14348	94	71

Энергетическая оценка чистого и смешанного посева вики посевой и яровой пшеницы в зависимости от применения цифровой коррекции агротехнических приёмов, 2022 г.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы, %	Баланс энергии, МДж/га			Коэффициент энергетической эффективности	Энергоёмкость производства единицы урожая, МДж/кг
удобрений (А)	гербицида (В)		в урожае	в техногенных затратах	прирост		
Среднерекомендуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	100+0	144320	26090	138522	5,53	1,8
		0+100	127716	44051	117927	2,90	2,7
		85+15	78810	27714	72651	2,84	3,3
		70+30	117420	31011	110529	3,79	2,4
		55+45	118503	33865	110978	3,50	2,5
		40+60	86240	36029	78234	2,39	3,6
	Среднее		112168	33127	104807	3,49	2,7
	Сплошное опрыскивание	100+0	75680	23605	70435	3,21	3,0
		0+100	131544	42578	122082	3,09	2,5
		85+15	126948	26986	120951	4,70	2,0
		70+30	93112	29107	86644	3,20	2,9
		55+45	96159	32019	89044	3,00	3,0
		40+60	95480	34725	87763	2,75	3,1
	Среднее		103154	31503	96153	3	2,7
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	56760	23338	51574	2,43	4,0
		0+100	105792	42119	96432	2,51	3,1
		85+15	71994	26186	66175	2,75	3,4
		70+30	101352	29232	94856	3,47	2,6
		55+45	109725	32230	102563	3,40	2,6
		40+60	96250	34737	88531	2,77	3,1
	Среднее		90312	31307	83355	2,89	3,1
Дифференцированное внесение удобрений	Без гербицида	100+0	81400	24973	75850	3,26	3,0
		0+100	65772	42704	56282	1,54	5,0
		85+15	85200	27670	79051	3,08	3,1
		70+30	95584	30512	88804	3,13	2,9
		55+45	84189	33141	76824	2,54	3,5
		40+60	98560	36113	90535	2,73	3,1
	Среднее		85118	32519	77891	2,71	3,4
	Сплошное опрыскивание	100+0	42240	23013	37126	1,84	5,3
		0+100	72384	41404	63183	1,75	4,4
		85+15	61344	25908	55587	2,37	4,0
		70+30	65508	28574	59158	2,29	4,0
		55+45	73815	31554	66803	2,34	3,8
		40+60	78155	34329	70526	2,28	3,8
	Среднее		65574	30797	58731	2,14	4,2
	Дифференцированное опрыскивание	100+0	64680	23329	59496	2,77	3,5
		0+100	73080	41416	63877	1,76	4,4
		85+15	66882	25989	61107	2,57	3,7
		70+30	98056	29064	91597	3,37	2,7
		55+45	99351	31951	92251	3,11	2,9
		40+60	80080	34357	72445	2,33	3,7
	Среднее		80355	31018	73462	2,65	3,5

Кормовые показатели качества пшеницы, 2021 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента пшеницы (С)	ВЛАГА	ЖИР	ЗОЛА	КЛЕТЧАЧКА	ПРОТЕИН	КРАХМАЛ	БЕЛИЗНА	ИДК	КЛЕЙКОВИНА	ОБЩИЕ ВОЛОКНА	ЧИСЛО ПАДЕНИЙ	перевариваемый протеин
удобренных (А)	гербицида (В)													
среднерекомендуемая доза удобренных (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	пшеница 100%	11	0,70	1,09	1,32	11,13	62	22,32	82	25	2,82	393	9,57
		пшеница 15%	12	0,31	1,08	1,33	10,85	66	24,96	79	24	3,23	368	9,33
		пшеница 30%	12	0,50	1,01	1,30	10,78	65	26,63	78	25	3,00	384	9,27
		пшеница 45%	12	0,49	1,09	1,35	11,07	63	23,35	81	25	2,70	390	9,52
		пшеница 60%	12	0,50	1,12	1,36	11,03	63	22,03	82	25	2,73	384	9,49
	Сплошной	пшеница 100%	12	0,57	1,01	1,30	10,93	64	26,56	78	25	2,93	393	9,40
		пшеница 15%	12	0,47	1,08	1,27	10,68	65	25,34	79	23	3,08	377	9,18
		пшеница 30%	12	0,30	1,02	1,27	10,35	67	28,93	76	23	3,07	372	8,90
		пшеница 45%	12	0,44	1,07	1,29	10,48	63	26,98	76	22	2,54	387	9,01
		пшеница 60%	12	0,31	1,10	1,37	10,82	64	25,02	78	25	2,70	377	9,31
	Дифференцированный	пшеница 100%	12	0,54	1,02	1,26	10,58	64	28,04	76	23	2,87	396	9,10
		пшеница 15%	12	0,45	1,06	1,31	10,79	65	24,68	80	25	3,07	374	9,28
		пшеница 30%	12	0,49	1,05	1,31	10,66	64	25,98	79	25	2,87	384	9,17
		пшеница 45%	12	0,40	1,03	1,23	10,31	65	29,60	74	22	2,72	386	8,86
		пшеница 60%	12	0,51	1,10	1,34	10,90	63	23,48	80	24	2,66	392	9,37
	Дифференцированный способ	Без гербицида	пшеница 100%	12	0,52	0,98	1,22	10,06	63	32,07	70	21	2,28	405
пшеница 15%			12	0,52	1,04	1,29	10,87	64	26,04	79	25	2,94	388	9,35
пшеница 30%			12	0,50	0,98	1,20	10,23	65	31,01	73	22	2,89	397	8,79
пшеница 45%			12	0,52	1,08	1,27	10,51	64	26,54	77	22	2,76	389	9,04
пшеница 60%			12	0,37	0,95	1,19	10,05	66	34,23	71	22	2,91	392	8,64
Сплошной		пшеница 100%	12	0,56	1,03	1,29	10,81	63	26,62	77	25	2,79	398	9,30
		пшеница 15%	12	0,52	1,09	1,35	11,11	62	23,80	80	25	2,73	390	9,55
		пшеница 30%	12	0,47	1,01	1,36	11,19	64	25,51	80	27	2,89	391	9,63
		пшеница 45%	12	0,47	1,05	1,31	10,78	64	26,55	78	25	2,83	387	9,27
		пшеница 60%	12	0,64	1,11	1,38	11,34	61	21,08	82	26	2,67	394	9,75
Дифференцированный		пшеница 100%	12	0,60	1,05	1,29	10,90	63	25,28	78	25	2,77	397	9,37
		пшеница 15%	12	0,42	1,09	1,29	10,55	64	26,36	77	23	2,71	383	9,07
		пшеница 30%	11	0,67	1,08	1,37	11,37	62	21,31	83	26	2,63	397	9,78
		пшеница 45%	12	0,65	1,06	1,33	11,09	62	23,46	81	26	2,74	394	9,54
		пшеница 60%	12	0,54	1,09	1,37	11,19	62	23,10	81	26	2,77	390	9,62

Кормовые показатели качества пшеницы, 2022 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента пшеницы (С)	ВЛАГА	ЖИР	ЗОЛА	КЛЕТЧАКА	ПРОТЕИН	КРАХМАЛ	БЕЛИЗНА	ИДК	КЛЕЙКОВИНА	ОБЩИЕ ВОЛОКНА	ЧИСТОПАДЕИЙ	перевариваемый протеин
удобрений (А)	гербицида (В)													
среднерекордная дозировка удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	пшеница 100%	11	0,99	1,11	1,09	9,66	62	25,45	74	18	2,36	420	8,31
		пшеница 15%	11	0,70	1,52	1,96	14,57	51	9,43	108	35	2,20	382	12,53
		пшеница 30%	11	0,89	1,23	1,16	10,08	62	20,74	77	19	2,53	407	8,67
		пшеница 45%	11	1,09	1,23	1,18	10,03	60	19,33	78	18	2,10	416	8,62
		пшеница 60%	12	0,69	1,03	0,94	8,96	67	35,45	63	15	2,97	413	7,70
	Сплошной	пшеница 100%	11	1,18	1,26	1,11	9,62	59	20,88	74	15	2,02	424	8,28
		пшеница 15%	11	1,06	1,45	1,47	11,50	56	4,75	92	25	1,84	395	9,89
		пшеница 30%	11	0,70	1,30	1,27	10,13	62	17,41	80	20	2,43	388	8,72
		пшеница 45%	11	0,98	1,24	1,21	10,36	60	18,10	80	20	2,08	406	8,91
		пшеница 60%	11	0,86	1,10	1,06	9,89	64	28,55	70	18	2,64	417	8,50
	Дифференцированный	пшеница 100%	11	0,71	1,08	0,98	9,13	65	32,88	65	15	2,83	409	7,85
		пшеница 15%	10	1,15	1,45	1,50	11,97	55	3,05	95	25	1,93	406	10,29
		пшеница 30%	11	1,04	1,38	1,34	10,86	58	9,77	86	22	1,98	402	9,34
		пшеница 45%	11	1,04	1,29	1,22	10,46	59	16,39	80	20	1,88	405	8,99
		пшеница 60%	11	0,91	1,07	1,06	9,76	63	29,39	68	18	2,44	426	8,39
	Дифференцированный способ	Без гербицида	пшеница 100%	11	0,92	1,11	1,10	9,54	63	26,02	72	18	2,34	415
пшеница 15%			11	0,90	1,22	1,25	10,57	62	17,18	83	22	2,64	405	9,09
пшеница 30%			11	0,86	1,20	1,16	10,08	62	22,30	75	19	2,33	406	8,67
пшеница 45%			11	1,00	1,43	1,74	13,46	51	-0,95	99	32	1,63	393	11,57
пшеница 60%			10	1,29	1,40	1,27	10,76	56	10,25	86	20	1,94	414	9,25
Сплошной		пшеница 100%	11	1,11	1,23	1,17	9,88	60	19,64	76	18	2,03	423	8,50
		пшеница 15%	11	0,94	1,32	1,45	11,88	58	8,70	92	27	2,41	397	10,22
		пшеница 30%	11	1,23	1,25	1,31	11,13	57	14,03	85	22	1,98	421	9,58
		пшеница 45%	11	0,65	1,37	1,73	13,37	56	2,58	99	34	2,50	376	11,50
		пшеница 60%	11	1,14	1,30	1,25	10,46	58	14,70	83	20	1,97	412	9,00
Дифференцированный		пшеница 100%	11	0,93	1,22	1,11	9,69	62	23,69	73	17	2,37	409	8,33
		пшеница 15%	11	1,07	1,40	1,53	11,89	54	4,79	93	26	1,56	399	10,23
		пшеница 30%	11	1,07	1,21	1,30	10,89	59	16,85	83	23	2,17	415	9,37
		пшеница 45%	11	0,85	1,24	1,24	10,47	63	16,67	83	23	2,70	399	9,00
		пшеница 60%	11	0,98	1,31	1,27	10,35	59	15,13	81	20	2,02	405	8,90

Кормовые показатели качества пшеницы, 2023 г.

Применение		Норма высева/соотношение компонента пшеницы (С)	ВЛАГА	ЖИР	ЗОЛА	КЛЕТЧАЧКА	ПРОТЕИН	КРАХМАЛ	БЕЛИЗНА	ИДК	КЛЕЙКОВИНА	ОБЩЕВНА	ЧИСЛОПАДЕНИЙ	перевариваемый протеин
удобренных (А)	гербицида (В)													
средне-рекомендуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	пшеница 100%	11	1,33	1,52	1,22	10,94	54	1,15	95	22,25	0,61	418	9,41
		пшеница 15%	11	1,38	1,48	1,34	11,87	54	-1,42	99	26,36	0,98	428	10,21
		пшеница 30%	11	1,58	1,40	1,36	11,44	54	-2,05	100	24,71	0,40	456	9,83
		пшеница 45%	11	1,19	1,34	1,13	10,33	59	9,47	89	21,64	1,11	426	8,89
		пшеница 60%	11	1,44	1,25	1,09	10,19	57	12,95	86	20,93	0,78	451	8,76
	Сплошной	пшеница 100%	11	1,20	1,56	1,26	11,01	56	-1,00	96	24,14	0,99	411	9,47
		пшеница 15%	11	1,61	1,51	1,30	11,05	54	-2,73	98	22,42	0,46	449	9,50
		пшеница 30%	11	0,90	1,61	1,22	10,68	59	1,58	93	22,52	1,39	381	9,18
		пшеница 45%	11	1,13	1,26	1,01	9,82	60	15,99	83	19,01	1,08	425	8,45
		пшеница 60%	12	1,21	1,30	1,12	10,45	59	10,56	88	22,87	1,19	428	8,98
	Дифференцированный	пшеница 100%	11	1,33	1,40	1,19	11,03	54	6,45	90	22,53	0,68	431	9,49
		пшеница 15%	9	1,94	1,86	1,74	13,38	41	-23,86	113	24,86	1,32	440	11,51
		пшеница 30%	11	1,46	1,28	1,24	10,83	55	6,40	92	23,51	0,45	456	9,32
		пшеница 45%	11	1,27	1,23	1,05	9,91	58	15,76	81	19,95	0,74	446	8,52
		пшеница 60%	11	1,36	1,30	1,04	10,06	58	12,62	86	19,94	1,15	443	8,66
	Дифференцированный способ	Без гербицида	пшеница 100%	12	1,02	1,30	1,06	9,95	62	13,61	86	20,98	1,46	410
пшеница 15%			11	1,34	1,32	1,33	10,79	55	4,64	94	22,91	0,78	446	9,28
пшеница 30%			11	1,28	1,27	1,17	10,53	59	9,44	91	23,91	1,04	440	9,05
пшеница 45%			12	1,16	1,24	1,14	10,79	60	11,13	91	24,98	1,30	432	9,28
пшеница 60%			12	1,16	1,23	0,95	9,82	61	18,00	83	19,64	1,55	427	8,44
Сплошной		пшеница 100%	12	1,20	1,22	1,09	10,10	60	13,44	86	21,87	1,05	441	8,68
		пшеница 15%	11	1,33	1,30	1,11	10,00	58	11,53	86	19,87	0,87	441	8,60
		пшеница 30%	12	1,10	1,36	1,10	10,15	60	9,89	88	21,80	1,51	423	8,73
		пшеница 45%	11	1,35	1,43	1,16	10,81	55	4,55	92	21,56	0,66	425	9,30
		пшеница 60%	11	1,24	1,45	1,40	10,62	53	1,46	94	20,69	0,43	442	9,13
Дифференцированный		пшеница 100%	11	1,27	1,35	1,10	10,18	59	8,98	90	21,14	0,97	429	8,76
		пшеница 15%	12	1,06	1,24	1,11	10,27	61	14,70	86	22,92	1,59	423	8,83
		пшеница 30%	11	1,23	1,34	1,09	9,98	59	11,34	86	19,92	0,98	434	8,59
		пшеница 45%	12	1,15	1,13	1,02	9,91	62	19,04	82	21,02	1,36	442	8,52
	пшеница 60%	11	1,24	1,27	0,99	9,66	60	15,66	83	18,51	1,08	434	8,31	

Кормовые показатели качества пшеницы, 2021-2023 гг.

Применение		Норма высева/соотношение компонента пшеницы (С)	ВЛАГА	ЖИР	ЗОЛА	КЛЕТЧАКА	ПРОТЕИН	КРАХМАЛ	БЕЛИЗНА	ИДК	КЛЕЙКОВИНА	ОБЩИЕ ВОЛОКНА	ЧИСЛО ПАДЕЙ	перевариваемый протеин
удобренных (А)	гербицида (В)													
сред- нере- комен- дую- мая доза удоб- ренных (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гер- би- ци- да	пшеница 100%	11	1,01	1,24	1,21	10,58	60	16,31	83	22	1,93	411	9,10
		пшеница 15%	11	0,79	1,36	1,54	12,43	57	4,70	96	29	2,14	393	10,69
		пшеница 30%	11	0,99	1,21	1,27	10,77	60	15,11	85	23	1,97	416	9,26
		пшеница 45%	11	0,92	1,22	1,22	10,48	61	17,38	83	22	1,97	411	9,01
		пшеница 60%	11	0,88	1,13	1,13	10,06	62	23,48	77	20	2,16	416	8,65
	Спл ош ной	пшеница 100%	11	0,98	1,27	1,22	10,52	60	15,48	83	22	1,98	409	9,05
		пшеница 15%	11	1,05	1,35	1,35	11,08	58	9,12	89	23	1,79	407	9,53
		пшеница 30%	11	0,63	1,31	1,25	10,39	62	15,97	83	22	2,30	380	8,93
		пшеница 45%	11	0,85	1,19	1,17	10,22	61	20,36	80	21	1,90	406	8,79
		пшеница 60%	12	0,79	1,17	1,18	10,39	62	21,38	79	22	2,17	408	8,93
	Ди ффе рен ци- ро- ван ный	пшеница 100%	11	0,86	1,16	1,14	10,25	61	22,45	77	20	2,13	412	8,81
		пшеница 15%	11	1,18	1,46	1,52	12,05	54	1,29	96	25	1,23	407	10,36
		пшеница 30%	11	1,00	1,23	1,30	10,78	59	14,05	85	23	1,77	414	9,27
		пшеница 45%	11	0,90	1,18	1,16	10,22	61	20,58	79	21	1,78	412	8,79
		пшеница 60%	11	0,93	1,16	1,15	10,24	61	21,83	78	21	2,08	421	8,81
	Диф- фе- рен- циро- ван- ный способ	Без гер- би- ци- да	пшеница 100%	11	0,82	1,13	1,12	9,85	63	23,90	76	20	2,02	410
пшеница 15%			11	0,92	1,19	1,29	10,74	61	15,95	86	23	2,12	413	9,24
пшеница 30%			11	0,88	1,15	1,18	10,28	62	20,92	80	22	2,09	414	8,84
пшеница 45%			11	0,89	1,25	1,38	11,58	58	12,24	89	27	1,90	405	9,96
пшеница 60%			11	0,94	1,19	1,14	10,21	61	20,83	80	20	2,13	411	8,78
Спл ош ной		пшеница 100%	11	0,96	1,16	1,19	10,26	61	19,90	80	22	1,96	421	8,83
		пшеница 15%	11	0,93	1,24	1,30	11,00	60	14,67	86	24	2,00	409	9,46
		пшеница 30%	11	0,94	1,21	1,26	10,83	60	16,48	84	24	2,12	412	9,31
		пшеница 45%	11	0,82	1,28	1,40	11,66	58	11,23	90	27	1,99	396	10,02
		пшеница 60%	11	1,01	1,29	1,34	10,81	57	12,41	86	22	1,40	416	9,29
Ди ффе рен ци- ро- ван ный		пшеница 100%	11	0,93	1,21	1,16	10,26	61	19,32	80	21	2,04	412	8,82
		пшеница 15%	11	0,85	1,24	1,31	10,91	60	15,28	85	24	1,95	402	9,38
		пшеница 30%	11	0,99	1,21	1,25	10,75	60	16,50	84	23	1,93	415	9,24
		пшеница 45%	11	0,88	1,14	1,20	10,49	62	19,72	82	23	2,26	412	9,02
		пшеница 60%	11	0,92	1,22	1,21	10,40	61	17,96	82	21	1,96	410	8,94

Кормовые показатели качества вики, 2021 г.

Применение		Соотношение компонента вики, %	Р	ВЛАГА	ЖИР	ЗОЛА	КЛЕТЧАТКА	ПРОТЕИН	Переваримый протеин
удобрений (А)	гербицида (В)								
Среднерекомендуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	Вика 100%	0,49	8,89	2,09	2,85	6,69	22,97	19,76
		Вика 85%	0,47	8,97	2,05	2,89	6,64	21,25	18,27
		Вика 70%	0,48	8,58	2,07	2,89	6,69	21,23	18,26
		Вика 55%	0,47	8,75	2,06	2,89	6,51	21,32	18,33
		Вика 40%	0,47	8,58	2,15	2,89	6,65	22,87	19,67
	Сплошной	Вика 100%	0,49	8,82	2,03	2,84	6,62	21,82	18,77
		Вика 85%	0,47	8,83	2,05	2,91	6,62	20,54	17,66
		Вика 70%	0,48	8,76	2,01	2,88	6,60	20,15	17,33
		Вика 55%	0,49	8,84	2,00	2,84	6,50	21,08	18,13
		Вика 40%	0,47	8,82	2,04	2,91	6,56	20,32	17,48
	Дифференцированный	Вика 100%	0,47	8,81	2,05	2,90	6,62	21,40	18,40
		Вика 85%	0,47	8,21	2,08	2,90	6,80	21,19	18,22
		Вика 70%	0,49	8,83	2,03	2,85	6,58	21,79	18,74
		Вика 55%	0,47	8,93	2,06	2,90	6,52	21,44	18,43
		Вика 40%	0,47	8,74	2,18	2,89	6,62	23,76	20,43
Дифференцированный способ	Без гербицида	Вика 100%	0,48	9,03	2,05	2,84	6,57	22,61	19,44
		Вика 85%	0,43	8,87	2,78	2,83	8,80	25,35	21,80
		Вика 70%	0,47	8,87	1,95	2,90	6,45	18,92	16,27
		Вика 55%	0,50	9,05	2,03	2,80	6,63	21,80	18,75
		Вика 40%	0,48	8,77	2,11	2,85	6,62	23,18	19,94
	Сплошной	Вика 100%	0,48	8,84	2,09	2,86	6,73	22,46	19,32
		Вика 85%	0,48	9,11	2,04	2,88	6,53	21,15	18,19
		Вика 70%	0,49	9,08	2,03	2,84	6,48	21,67	18,64
		Вика 55%	0,49	9,00	2,05	2,81	6,58	22,10	19,00
		Вика 40%	0,48	9,20	1,95	2,84	6,42	20,52	17,65
	Дифференцированный	Вика 100%	0,47	8,90	2,08	2,87	6,59	22,08	18,99
		Вика 85%	0,49	8,47	2,19	2,86	6,81	23,99	20,63
		Вика 70%	0,46	8,67	2,07	2,92	6,61	20,89	17,96
		Вика 55%	0,46	8,74	2,11	2,93	6,65	21,49	18,49
		Вика 40%	0,46	8,76	2,15	2,93	6,87	21,73	18,69

Кормовые показатели качества вики, 2022 г.

Применение		Соотношение компонента вики, %	Р	ВЛА ГА	ЖИР	ЗО- ЛА	КЛЕТ- ЧАТКА	ПРО- ТЕИН	Перева- римый протеин
удобрений (А)	гербицида (В)								
Среднереко- мендуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гер- бицида	Вика 100%	0,50	9,15	1,89	2,79	6,33	20,62	17,73
		Вика 85%	0,51	8,93	1,89	2,77	6,42	21,24	18,27
		Вика 70%	0,50	9,36	1,83	2,79	6,35	19,44	16,72
		Вика 55%	0,54	9,80	1,74	2,71	6,39	17,90	15,40
		Вика 40%	0,52	9,81	1,69	2,73	6,38	17,41	14,97
	Сплошной	Вика 100%	0,51	9,27	1,99	2,79	6,59	22,05	18,97
		Вика 85%	0,51	8,61	1,98	2,75	6,73	23,01	19,79
		Вика 70%	0,48	9,15	1,89	2,86	6,53	19,61	16,86
		Вика 55%	0,55	9,83	1,74	2,69	6,43	18,01	15,49
		Вика 40%	0,52	9,91	1,76	2,71	6,40	17,86	15,36
	Диффе- ренциро- ванный	Вика 100%	0,52	9,10	2,04	2,75	6,94	23,44	20,16
		Вика 85%	0,50	9,14	1,87	2,81	6,30	19,33	16,63
		Вика 70%	0,54	9,50	1,75	2,70	6,35	18,42	15,84
		Вика 55%	0,53	9,78	1,74	2,73	6,35	17,80	15,31
		Вика 40%	0,53	10,02	1,73	2,74	6,64	17,47	15,02
Дифференци- рованный спо- соб	Без гер- бицида	Вика 100%	0,49	9,12	1,89	2,80	6,48	20,48	17,61
		Вика 85%	0,51	9,20	1,90	2,77	6,39	21,11	18,15
		Вика 70%	0,50	9,30	1,84	2,81	6,18	19,05	16,39
		Вика 55%	0,52	9,32	1,79	2,74	6,42	19,00	16,34
		Вика 40%	0,50	9,51	1,78	2,80	6,51	18,85	16,21
	Сплошной	Вика 100%	0,54	9,25	1,93	2,69	6,56	22,54	19,38
		Вика 85%	0,53	8,85	1,97	2,70	6,70	23,25	20,00
		Вика 70%	0,54	8,99	1,95	2,65	6,54	22,21	19,10
		Вика 55%	0,50	9,01	1,87	2,66	6,71	21,48	18,47
		Вика 40%	0,49	9,11	1,88	2,71	6,74	21,31	18,33
	Диффе- ренциро- ванный	Вика 100%	0,51	9,13	1,89	2,74	6,45	21,64	18,61
		Вика 85%	0,50	9,21	1,85	2,78	6,40	19,13	16,45
		Вика 70%	0,48	9,33	1,79	2,84	6,32	17,36	14,93
		Вика 55%	0,52	9,37	1,73	2,81	6,35	18,21	15,66
		Вика 40%	0,53	9,40	1,69	2,79	6,48	18,13	15,59

Кормовые показатели качества вики, 2023 г.

Применение		Соотноше- ние компо- нента вики, %	Р	ВЛА ГА	ЖИР	ЗО- ЛА	КЛЕТ- ЧАТКА	ПРО- ТЕИН	Перева- римый протеин
удобрений (А)	гербицида (В)								
Среднерекомен- дуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без герби- цида	Вика 100%	0,53	10,41	1,98	2,71	6,60	22,76	19,57
		Вика 85%	0,51	10,34	2,04	2,75	6,51	23,42	20,14
		Вика 70%	0,51	10,25	2,03	2,76	6,42	23,31	20,05
		Вика 55%	0,51	10,59	1,99	2,80	6,54	21,14	18,18
		Вика 40%	0,50	10,50	2,03	2,83	6,56	21,55	18,53
	Сплошной	Вика 100%	0,58	9,96	1,97	2,53	6,61	26,29	22,61
		Вика 85%	0,53	8,85	1,97	2,70	6,70	23,25	20,00
		Вика 70%	0,52	9,62	2,12	2,75	6,64	24,71	21,25
		Вика 55%	0,45	10,14	2,22	2,89	6,57	25,13	21,61
		Вика 40%	0,55	9,72	2,07	2,65	6,82	24,90	21,42
	Диффе- ренциро- ванный	Вика 100%	0,56	9,66	1,99	2,62	6,60	24,48	21,05
		Вика 85%	0,49	9,28	1,85	2,82	6,18	19,24	16,55
		Вика 70%	0,50	9,33	1,82	2,80	6,18	18,87	16,23
		Вика 55%	0,51	10,18	2,12	2,83	6,81	22,20	19,09
		Вика 40%	0,45	10,15	2,22	2,92	6,51	25,22	21,68
Дифференциро- ванный способ	Без герби- цида	Вика 100%	0,51	10,77	1,90	2,76	6,38	19,85	17,07
		Вика 85%	0,56	10,85	1,82	2,55	6,26	22,75	19,56
		Вика 70%	0,44	9,77	2,23	2,91	6,55	24,34	20,93
		Вика 55%	0,50	10,70	2,01	2,77	6,47	21,86	18,80
		Вика 40%	0,51	10,55	1,93	2,70	6,31	22,09	19,00
	Сплошной	Вика 100%	0,53	10,82	1,92	2,68	6,40	21,35	18,36
		Вика 85%	0,51	10,11	2,05	2,77	6,51	22,48	19,33
		Вика 70%	0,44	9,59	2,28	2,93	6,59	24,99	21,49
		Вика 55%	0,44	10,00	2,23	2,93	6,96	22,53	19,37
		Вика 40%	0,52	10,19	1,99	2,73	6,64	21,25	18,28
	Диффе- ренциро- ванный	Вика 100%	0,52	10,44	1,96	2,73	6,41	21,86	18,80
		Вика 85%	0,51	9,94	2,02	2,75	6,30	22,88	19,68
		Вика 70%	0,55	10,30	1,95	2,63	6,40	24,08	20,71
		Вика 55%	0,52	10,31	2,00	2,71	6,43	22,75	19,56
		Вика 40%	0,53	10,61	2,00	2,70	6,60	22,99	19,77

Кормовые показатели качества вики, 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики, %	Р	ВЛА ГА	ЖИ Р	ЗО- ЛА	КЛЕТ- ЧАТКА	ПРО- ТЕИН	Перева- римый протеин
удобрений (А)	гербицида (В)								
Среднерекомен- дуемая доза удобрений (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без герби- цида	Вика 100%	0,50	9,48	1,99	2,78	6,54	22,12	19,02
		Вика 85%	0,50	9,41	1,99	2,80	6,52	21,97	18,89
		Вика 70%	0,49	9,40	1,98	2,81	6,49	21,33	18,34
		Вика 55%	0,51	9,72	1,93	2,80	6,48	20,12	17,30
		Вика 40%	0,50	9,63	1,96	2,81	6,53	20,61	17,73
	Сплошной	Вика 100%	0,52	9,35	2,00	2,72	6,61	23,39	20,11
		Вика 85%	0,50	8,76	2,00	2,78	6,68	22,27	19,15
		Вика 70%	0,49	9,18	2,00	2,83	6,59	21,49	18,48
		Вика 55%	0,49	9,60	1,99	2,80	6,50	21,41	18,41
		Вика 40%	0,51	9,48	1,96	2,76	6,59	21,03	18,09
	Дифферен- цированный	Вика 100%	0,52	9,19	2,03	2,76	6,72	23,11	19,87
		Вика 85%	0,49	8,88	1,93	2,85	6,43	19,92	17,13
		Вика 70%	0,51	9,22	1,87	2,78	6,37	19,69	16,93
		Вика 55%	0,50	9,63	1,97	2,82	6,56	20,48	17,61
		Вика 40%	0,48	9,63	2,04	2,85	6,59	22,15	19,05
	Дифференциро- ванный способ	Без герби- цида	Вика 100%	0,50	9,64	1,94	2,80	6,48	20,98
Вика 85%			0,50	9,64	2,17	2,72	7,15	23,07	19,84
Вика 70%			0,47	9,31	2,01	2,87	6,39	20,77	17,86
Вика 55%			0,51	9,69	1,94	2,77	6,51	20,89	17,96
Вика 40%			0,50	9,61	1,94	2,78	6,48	21,38	18,38
Сплошной		Вика 100%	0,52	9,64	1,98	2,74	6,56	22,12	19,02
		Вика 85%	0,50	9,36	2,02	2,78	6,58	22,30	19,17
		Вика 70%	0,49	9,22	2,09	2,81	6,54	22,96	19,74
		Вика 55%	0,48	9,34	2,05	2,80	6,75	22,03	18,95
		Вика 40%	0,50	9,50	1,94	2,76	6,60	21,03	18,08
Дифферен- цированный		Вика 100%	0,50	9,49	1,98	2,78	6,48	21,86	18,80
		Вика 85%	0,50	9,21	2,02	2,80	6,50	22,00	18,92
		Вика 70%	0,50	9,43	1,94	2,80	6,44	20,78	17,87
		Вика 55%	0,50	9,47	1,95	2,82	6,47	20,82	17,90
		Вика 40%	0,51	9,59	1,95	2,81	6,65	20,95	18,02

Акт внедрения в производство

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова»
(ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ)

СОГЛАСОВАНО
Ректор ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
Александр Александрович


УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Предуралье»
Валиев Васим Варисович


«07» июня 2024г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ

Заказчик Общество с ограниченной ответственностью «Предуралье»
(наименование организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы
Совершенствование технологии возделывания вико-пшеничной смеси на зерно в зависимости от
нормы высева, соотношения компонентов и цифровой коррекции агротехнических приёмов
в Среднем Предуралье
(государственной темы, № государственной регистрации 121041500119-7)

выполненной Новиковой Т.В., аспиранткой кафедры агроботехнологий ФГБОУ ВО
Пермский ГАТУ
(наименование учебного вуза)

выполняемой 2021-2023гг.
(срок выполнения)

внедрены в ООО «Предуралье», Пермский край, Пермский муниципальный округ, Пермский
муниципальный округ, село Лобаново
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных работ технология посева вико-пшеничной смеси
(технология)
2. Характеристика масштаба внедрения массовое
3. Форма внедрения:
Метод полевой производственный опыт
4. Новизна результатов научно-исследовательских работ
Разработана адаптивная ресурсосберегающая технология земледелия и защиты растений при
возделывании вико-пшеничной смеси в Среднем Предуралье».
5. Внедрены в сельскохозяйственное производство в ООО «Предуралье» Пермского
муниципального округа Пермского края
6. Годовой экономический эффект
ожидаемый
фактический 8671-9747 руб/га
7. Объем внедрения 10 га, что составляет 100% от объема внедрения, положенного в основу
расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР. При
заключении договора:

От ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ
Проректор по научно-инновационной работе и
междисциплинарному сотрудничеству,
кандидат с.-х. наук, доцент
 (Жукинаев Э.Д.)

Несущая ответственность за научную работу
(Новикова Т.В.)

От организации
Директор организации
ООО «Предуралье»
 (Валиев В.В.)

Математическая и статистическая обработка урожайности данных трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)						Среднее по фактору В	отклонения
удобрений (А)	гербицида (В)	Вика 100+0%	Пшеница 0+100%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)		
Сплошное, среднечисленная расчётная доза (N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀)	Без гербицида	1,84	2,08	1,39	1,83	1,87	1,83	1,81	–
	Сплошное	1,31	2,24	1,71	1,67	1,77	1,75	1,74	-0,06
	Дифференцированное	1,01	1,82	1,16	1,49	1,70	1,55	1,46	-0,35
Дифференцированное, цифровая коррекция дозы	Без гербицида	1,17	1,49	1,42	1,64	1,69	1,88	1,55	-0,26
	Сплошное	0,77	1,61	1,14	1,34	1,46	1,59	1,32	-0,49
	Дифференцированное	1,05	1,56	1,19	1,55	1,63	1,53	1,42	-0,39
	Среднее по фактору С	1,19	1,80	1,34	1,59	1,69	1,69	1,55	–
	отклонения	–	0,61	0,14	0,39	0,49	0,50	–	–
НСР05									-
главных эффектов	фактора А							0,09	
	фактора В и взаимодействия АВ							0,10	
	фактора С и взаимодействия АС							0,08	
частных различий	I порядка							0,39	
	II порядка							0,33	
	III порядка							0,19	

Математическая и статистическая обработка данных густоты всходов вики посевной трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения
удобрения (А)	гербицида (В)	Вика 100+0%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)			
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	117,75	95,75	81,25	60,25	54,25	81,85	82,23	-
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	127,25	91,25	82,25	55,25	63,00	83,80		1,95
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	123,75	93,00	72,25	64,50	51,75	81,05		-0,80
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	115,00	91,75	69,00	58,00	44,75	75,70	78,53	-6,15
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	107,25	91,25	80,00	63,75	64,00	81,25		-0,60
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	115,00	91,75	70,00	56,75	59,75	78,65		-3,20
-	Среднее по фактору С	117,67	92,46	75,79	59,75	56,25	80,38	80,38	-
	отклонения	-	-25,21	-41,88	-57,92	-61,42	-	-	-
	НСР05								-
-	главных эффектов	фактора А						F _ф <F ₀₅	
		фактора В и взаимодействия АВ						F _ф <F ₀₅	
		фактора С и взаимодействия АС						6,87	
	частных различий	I порядка						24,10	
		II порядка						18,43	
		III порядка						16,83	

Математическая и статистическая обработка данных густоты всходов яровой пшеницы трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения	
удобрения (А)	гербицида (В)	Пшеница 0+100%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)				
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	292,50	81,75	106,75	133,25	147,00	152,25	162,63	-	
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	326,00	86,75	98,75	152,25	192,50	171,25		19,00	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	300,25	76,75	121,75	141,50	181,75	164,40		12,15	
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	259,25	70,75	98,75	119,75	154,25	140,55	150,97	-11,70	
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	262,25	83,25	106,75	147,75	165,00	153,00		0,75	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	288,75	93,75	116,75	136,25	161,25	159,35		7,10	
-	Среднее по фактору С	288,17	82,17	108,25	138,46	166,96	156,80	156,80	-152,25	
	отклонения	-	-206,00	-179,92	-149,71	-121,21	-	-	-	
-	НСР05								-	
	главных эффектов	фактора А						Fф<F05		
		фактора В и взаимодействия АВ						9,08		
		фактора С и взаимодействия АС						14,25		
	частных различий	I порядка						67,18		
		II порядка						28,70		
		III порядка						34,90		

**Математическая и статистическая обработка данных массы 1000 зерен вики по-
севной трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.**

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения
удобрения (А)	гербицида (В)	Вика 100+0%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)			
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	68,44	78,70	68,40	66,60	69,09	70,25	69,35	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	67,40	68,68	66,62	77,36	62,44	68,50		-1,75
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	62,00	77,44	70,31	71,34	65,37	69,29		-0,95
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	70,59	74,73	81,59	75,65	74,67	75,44	76,62	5,20
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	81,52	78,56	79,65	75,64	78,75	78,82		8,58
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	79,53	80,63	61,58	68,55	87,68	75,59		5,35
–	Среднее по фактору С	71,58	76,46	71,36	72,52	73,00	72,98	72,98	–
	отклонения	–	4,88	-0,22	0,94	1,42	–	–	–
-	НСР05								-
	главных эффектов	фактора А						0,31	
		фактора В и взаимодействия АВ						0,35	
		фактора С и взаимодействия АС						0,54	
	частных различий	I порядка						1,19	
		II порядка						1,12	
		III порядка						1,32	

Математическая и статистическая обработка данных массы 1000 зерен яровой пшеницы трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения
удобрения (А)	гербицида (В)	Пшеница 0+100%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)			
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	32,78	35,02	37,31	36,93	37,10	35,83	35,40	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	36,84	34,84	21,21	38,04	36,18	33,42		-2,41
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	38,44	32,87	36,12	38,94	38,35	36,94		1,12
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	36,62	36,11	70,08	39,46	38,74	44,20	39,40	8,37
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	35,86	36,77	35,79	39,18	34,99	36,52		0,69
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	36,96	39,84	37,87	36,01	36,75	37,49		1,66
–	Среднее по фактору С	36,25	35,91	39,73	38,09	37,02	37,40	37,40	–
	отклонения	–	-0,34	3,48	1,84	0,77	–	–	–
	НСР05								-
-	главных эффектов	фактора А						0,65	
		фактора В и взаимодействия АВ						0,50	
		фактора С и взаимодействия АС						0,21	
	частных различий	I порядка						2,51	
		II порядка						1,58	
		III порядка						0,50	

Математическая и статистическая обработка данных продуктивных растений вики посевной трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения	
удобрения (А)	гербицида (В)	Вика 100+0%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)				
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	81,00	41,00	94,00	22,00	13,00	50,20	44,67	–	
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	53,00	75,00	29,00	43,00	25,00	45,00		-5,20	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	87,00	41,00	35,00	19,00	12,00	38,80		-11,40	
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	87,00	40,00	37,00	34,00	14,00	42,40	43,93	-7,80	
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	46,00	30,00	32,00	15,00	21,00	28,80		-21,40	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	128,00	81,00	38,00	28,00	28,00	60,60		10,40	
–	Среднее по фактору С	80,33	51,33	44,17	26,83	18,83	44,30	44,30	–	
	отклонения	–	-29,00	-36,17	-53,50	-61,50	–	–	–	
-	НСР05								-	
	главных эффектов	фактора А						0,09		
		фактора В и взаимодействия АВ						0,07		
		фактора С и взаимодействия АС						0,09		
	частных различий	I порядка						0,34		
		II порядка						0,23		
		III порядка						0,21		

Математическая и статистическая обработка данных продуктивных стеблей яровой пшеницы трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения	
удобрения (А)	гербицида (В)	Пшеница 0+100%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)				
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	117,00	39,00	13,00	27,00	55,00	50,20	56,67	–	
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	126,00	20,00	48,00	50,00	60,00	60,80		10,60	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	131,00	10,00	33,00	63,00	58,00	59,00		8,80	
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	120,00	16,00	47,00	38,00	74,00	59,00	53,33	8,80	
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	90,00	24,00	42,00	56,00	41,00	50,60		0,40	
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	79,00	20,00	43,00	60,00	50,00	50,40		0,20	
–	Среднее по фактору С	110,50	21,50	37,67	49,00	56,33	55,00	55,00	–	
	отклонения	–	-89,00	-72,83	-61,50	-54,17	–	–	–	
-	НСР05								-	
	главных эффектов	фактора А						0,40		
		фактора В и взаимодействия АВ						0,33		
		фактора С и взаимодействия АС						0,39		
	частных различий	I порядка						1,54		
		II порядка						1,05		
		III порядка						0,96		

Математическая и статистическая обработка данных семян в бобе вики посевной трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения
удобрения (А)	гербицида (В)	Вика 100+0%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)			
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	4,05	4,02	4,00	5,12	1,89	3,82	3,14	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	2,09	3,10	2,99	4,00	2,92	3,02		-0,80
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	1,96	2,04	4,00	2,96	2,04	2,60		-1,22
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	3,88	3,95	3,88	4,97	4,07	4,15	3,39	0,33
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	3,95	3,05	1,98	3,00	3,00	3,00		-0,82
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	3,12	3,03	2,96	2,99	3,11	3,04		-0,78
–	Среднее по фактору С	3,17	3,20	3,30	3,84	2,84	3,27	3,27	–
	отклонения	–	0,02	0,13	0,67	-0,33	–	–	–
-	НСР05								-
	главных эффектов	фактора А						Fф<F05	
		фактора В и взаимодействия АВ						0,80	
		фактора С и взаимодействия АС						Fф<F05	
	частных различий	I порядка						2,63	
		II порядка						2,52	
		III порядка						3,04	

Математическая и статистическая обработка данных семян в колосе яровой пшеницы трёхфакторного полевого опыта, среднее за 2021-2023 гг.

Применение		Соотношение компонента вики и пшеницы (С)					Среднее по фактору В	Среднее по фактору А	отклонения
удобрения (А)	гербицида (В)	Пшеница 0+100%	Вика + пшеница (85+15%)	Вика + пшеница (70+30%)	Вика + пшеница (55+45%)	Вика + пшеница (40+60%)			
Сплошное со средней дозой (N15P60 K60)	Без гербицида	15,93	21,10	19,98	16,91	21,40	19,06	19,55	–
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	25,05	18,98	17,10	20,88	23,93	21,19		2,13
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	21,96	12,05	21,09	19,07	17,90	18,41		-0,65
Дифференцированное с цифровой коррекцией дозы	Без гербицида	18,00	17,94	24,12	28,92	25,00	22,79	20,89	3,73
	Сплошной способ опрыскивания гербицидами	18,99	21,03	19,10	22,97	21,47	20,71		1,65
	Дифференцированное с цифровой коррекцией нормы	21,48	21,44	18,90	16,04	18,05	19,18		0,12
–	Среднее по фактору С	20,23	18,76	20,05	20,79	21,29	20,22	20,22	–
	отклонения	–	-1,48	-0,19	0,56	1,06	–	–	–
	НСР05								-
-	главных эффектов	фактора А						0,96	
		фактора В и взаимодействия АВ						0,43	
		фактора С и взаимодействия АС						1,25	
	частных различий	I порядка						3,74	
		II порядка						1,35	
		III порядка						3,05	

Основные параметры моделей инновационной агротехники при возделывании зерновой вико-пшеничной смеси с элементами цифровой коррекции агротехнических приёмов в Среднем Предуралье

Информационный комплекс				Комплекс агротехнологических приёмов интенсификации, обеспечивающих нормативные уровни продуктивности		
Параметры	нормативы для зоны продуктивности			низкий	средний	высокий
	низкий	средний	высокий			
Блок I. Плодородие почвы						
Содержание гумуса в пахотном слое, %	1,0 – 1,8	1,9 – 2,0	2,1 – 2,7	НПК	НПК	Запашка остатков соломы, внесение органического удобрения, 10 – 12 т/га; НПК
Кислотность (рН сол.)	4,7 – 4,8	4,9 – 5,0	5,1 – 5,5	Известь 0,5 Нг	Известь 0,75 Нг	Известь 1,5 Нг
Содержание подвижных форм НПК, мг/кг почвы: азота фосфора калия	20 – 30 100 – 128 150 – 160	20 – 30 129 – 139 150-180	30 – 50 140 – 250 180-200	НПК на планируемый урожай	НПК на планируемый урожай + известь	НПК + навоз + известь
Содержание микроэлементов, мг/кг:				Обработка семян вики посевной микроудобрением		
Молибден	0,1 – 1,0	0,2 – 1,2	0,2 – 1,2	молибденово-кислый аммоний, 54%, г/кг 100 100 150		
Активность почвенной биоты	средняя	слабая	высокая	Инокуляция семян вики посевной ризоторфином – 200 – 250 г/га перед посевом		
Блок II. Агробиоклиматические факторы продуктивности						
Сумма осадков за вегетационный период, мм	50-100	150-200	200-250	Осенне-зимнее снегозадержание и естественное увлажнение почвы		
Средние сезонные запасы продуктивной влаги в слое почвы (0 – 25 см), мм	15- 25	25 – 35	37-45	Осенне-зимнее снегозадержание и естественное увлажнение почвы – регулирование ранневесенним боронованием		
Сумма положительных температур, °С	900 – 1100	1100 – 1500	1800 – 2200	Южная экспозиция участков, возможно ранние сроки посева		
Гидротермический коэффициент (ГТК)	1,2–1,3	1,3–1,5	1,5–1,7	Средний показатель ГТК (1,2-1,3) для смешанного бобово-злакового агроценоза	Средний показатель ГТК (1,3-1,7) для бобово-злакового агроценоза, который к концу вегетации в Среднем Предуралье снижается до уровня 0,5-0,3	

Продолжение приложения К 1

Блок III. Качество семян вики посевной						
Всхожесть, %	< 50	50 – 70	65 – 80	Очистка и сортировка вороха	Воздушно-тепловой обогрев семян, очистка и сортировка вороха	Воздушно-тепловой обогрев семян, очистка и сортировка вороха
Чистота, %	< 95	95 – 96	96			
Содержание сорняков, всего, не более %	> 1,0	0,5 – 1,0	0,5			
В том числе, наиболее вредных, шт./кг, не более	100 – 200	100	100			
Качество семян яровой пшеницы						
Всхожесть, %				Очистка и сортировка вороха	Воздушно-тепловой обогрев семян, очистка и сортировка вороха	Воздушно-тепловой обогрев семян, очистка и сортировка вороха
Чистота, %						
Содержание сорняков, всего, не более %						
В том числе, наиболее вредных, шт./кг, не более						
Блок IV. Фитосанитарное состояние почвы						
Численность малолетних сорняков, шт./м ²	> 20	15 – 19	< 12 - 15	Обработка гербицидом с учётом экономического порога вредоносности (ЭПВ) сорного компонента		
Возбудителей болезней, % развития	> 20	10 – 20	< 10	Соблюдение чередования культур в севообороте, оптимальные сроки посева, своевременная уборка зерновой продукции и растительных остатков		
Блок V. Урожайность и элементы структуры						
Уровень урожая зерновой продукции вика+пшеница, т/га	1,1-1,4	1,5-1,9	2-3	Своевременный посев		
Доля в урожае зерна вики, %	80-85	80-90	85-90	Оптимальное соотношение компонентов в зерновой смеси вика + пшеница от 55+45% от нормы высева в чистом виде: вика посевная–2 млн. шт./га, яровая пшеница–6 млн. шт./га		
Количество продуктивных растений вики посевной, шт./м ²	15-28	19-30	20-45	Своевременная уборка зерновой продукции		
Количество семян в бобе, шт.	2-3	2-3	3-4	Рядовой (15 см) посев и рекомендуемое соотношение компонентов в смеси 40+60% или 55+45%	Рядовой (15 см) посев и рекомендуемое соотношение компонентов в смеси 55+45%	Рядовой (15 см) посев и рекомендуемое соотношение компонентов в смеси 55+45%
Масса 1000 семян вики посевной, г	68-76	68-76	71-77			
Количество продуктивных стеблей яровой пшеницы, шт./м ²	40-50	50-60	56-65			
Количество зёрен в колосе яровой пшеницы, шт.	16-20	19-23	20-25			
Масса 1000 зёрен яровой пшеницы, г	36-38	38-39	38-40			
Блок VI. Элементы инновационной агротехники с использованием ГИС-технологий с дифференцированным применением удобрения и гербицида						
Сплошное применение удобрения со средне-расчётной дозой и средне-расчётная норма гербицида	+	+	–	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей
Сплошное применение удобрения со средне-расчётной дозой и дифференцированная норма опрыскивания гербицида	–	+	+	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей
Дифференцированное применение удобрения с цифровой коррекцией дозы и средне-расчётная норма гербицида	–	+	+	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей
Дифференцированное применение удобрения с цифровой коррекцией дозы и дифференцированная норма опрыскивания гербицида	–	+	+	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей	При наличие материально-технических возможностей

Продолжение приложения К 1

Блок VII. Продуктивность зерновой смеси на кормовые цели					
Сбор кормовых единиц, тыс./га	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	5,0 – 6,0	Полное созревание	
Выход белка, т/га	0,5 – 0,7	0,7 – 0,9	0,9 – 1,2	Полное созревание	
Блок VIII. Энергосодержание и качество зерновой продукции вико-пшеничной смеси					
В 1 кг сухого вещества: обменной энергии, МДж кормовых единиц	8 – 9	9 – 10	10 – 11	Оптимальное соотношение вики посевной и яровой пшеницы	
	0,50 – 0,65	0,65 – 0,76	0,76 – 0,80	80 + 45% или 40 + 60%	55 + 45%
Концентрация в кормовой единице: переваримого белка, г каротина, мг кальция, г фосфора, г	120 – 180	180 – 230	230 – 280	Уборка в фазе:	
	40 – 70	70 – 100	100 – 200	Полного созревания	
	6 – 8	8 – 10	10 – 15	Полного созревания	
	2 – 4	4 – 6	6 – 8	Полного созревания	
Энергоёмкость продукции, МДж/корм.ед.	4 – 4	5 – 7	7 – 9		
Энергетическая эффективность					