

На правах рукописи

ИВАНОВ Виталий Леонидович

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И ОВСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Москва 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока)

Научный руководитель – Козлова Людмила Михайловна
доктор сельскохозяйственных наук, заведующая
отделом земледелия, агрохимии и мелиорации

Официальные оппоненты: Ступаков Алексей Григорьевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры земледелия, агрохимии и экологии
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный
аграрный университет имени В.Я. Горина»

Киселев Евгений Фёдорович
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий
научный сотрудник лаборатории сортовых тех-
нологий ФИЦ «Немчиновка»

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельско-
хозяйственная академия»

Защита состоится « 27 » декабря 2018 года в 11.00 часов на заседании диссер-
тационного совета Д 006.049.01 при Федеральном исследовательском центре
«Немчиновка» по адресу: 143026, Московская область, Одинцовский район,
р.п. Новоивановское, ул. Калинина, дом 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального исследова-
тельского центра «Немчиновка», на сайте института [www. ficnemchinovka.ru](http://www.ficnemchinovka.ru) и
на сайте ВАК при Минобрнауки РФ <http://vak3.ed.gov.ru>

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу:
143026, Московская, область, Одинцовский район, р.п. Новоивановское, ул. Ка-
линина 1.

Тел. 8-495-591-87-54; E-mail: sovetdis@list.ru

Автореферат разослан « » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Гармаш Нина Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Инновационные агротехнологии на основе ресурсосберегающих систем обработки почвы в сочетании со средствами интенсификации земледелия способствуют более полному использованию агроклиматического потенциала сельскохозяйственных культур. Обработка почвы является одним из ключевых звеньев системы земледелия, на которую приходится до половины всех энергетических затрат при возделывании зерновых культур. Они могут быть снижены оптимизацией глубины, количеством обработок и использованием менее энергоемких приемов. В последнее время особую актуальность приобретает применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, обеспечивающих наиболее благоприятные условия для возделывания сельскохозяйственных культур и позволяющих получить прибавку урожайности при сокращении экономических и трудовых затрат (Научно обоснованные..., 2013). Увеличить конкурентоспособность культурных растений при этом можно с помощью рационального применения минеральных удобрений и биопрепаратов (Завалин А.А., 2005). Применение микробиологических препаратов имеет свои особенности и требует научного обоснования. В частности, биопрепараты действительно улучшают режим питания растений, переводя биогенные элементы в более доступную форму, однако проблему их отрицательного баланса не решают в принципе, так как формирование урожайности происходит за счет мобилизации почвенных запасов. В результате, использование микробиологических препаратов без соответствующей компенсации элементов питания может сопровождаться деградацией почвы (Куликова А.Х., 2013).

Поэтому выявление в технологии возделывания сельскохозяйственных культур севооборота наиболее оптимальной ресурсосберегающей системы обработки дерново-подзолистой почвы в сочетании с применением микробиологических препаратов приобретает особую актуальность и практическую значимость в современном земледелии.

Степень разработанности темы. Проблемами основной обработки в Северо-Восточном регионе европейской части России занимались Н.И. Пупов (1977), Б.П. Мальцев (2003, 2006, 2007), А.Н. Косолапова (2006), И.Ф. Каргин (2006), Н.И. Владыкина (2007), Н.А. Пегова (2008), Д.С. Фомин (2009), А.А. Платунов (1998, 2008, 2010), Ф.А. Попов (2013) и др. Исходя из исследований вышеперечисленных авторов, остается недостаточно изученным вопрос замены отвальной вспашки поверхностными ресурсосберегающими обработками с помощью комбинированных орудий и агрегатов на дерново-подзолистых средне-суглинистых почвах. Проблемами предпосевной обработки в данном регионе занимались В.Д. Абашев (1972), С.Н. Будилов (1996), Р.Р. Газизов (2008), В.С. Юдин (2009), Е.Н. Носкова (2013) и др. В проведенных исследованиях большее внимание уделено традиционным способам предпосевной обработки почвы, изучено их влияние на агрофизические показатели почвенного плодородия, фитосанитарное состояние посевов, урожайность сельскохозяйственных культур. Остается малоизученным вопрос применения комбинированных почвообрабатываю-

щих и посевных агрегатов с целью получения высокой урожайности при снижении энергетических затрат. Изучением биопрепаратов в НИИСХ Северо-Востока занимались Е.А. Будина (2007), Г.А. Баталова (2013), И.Г. Широких (2013), Т.Г. Шешегова (2016). Проводимые ими исследования были направлены на изучение действия препарата, как на качество зерна, так и на урожайность пленчатого и голозерного овса и яровой пшеницы. Влияние биопрепаратов на урожайность, фитосанитарное состояние посевов, качество продукции изучали Т.С. Макарова (2012), Е.Н. Носкова (2013). Остался неизученным вопрос совместной эффективности различных способов обработки почвы и применения биопрепаратов для увеличения продуктивности культур на сильноокислых дерново-подзолистых почвах.

Цель исследований: изучение влияния способов обработки почвы и применения биопрепаратов на продуктивность ячменя и овса при снижении энергетических и экономических затрат в условиях Северо-Востока европейской части РФ.

Задачи исследований:

- выявить влияние основной, предпосевной обработки почвы на агрофизические свойства почвы;
- изучить влияние основной, предпосевной обработки почвы и используемых биологических препаратов на фитосанитарное состояние посевов ячменя и овса (засоренность, пораженность корневыми гнилями и листовостебельными болезнями);
- выявить влияние основной, предпосевной обработки почвы и используемых биологических препаратов на урожайность и продуктивность ячменя и овса;
- дать экономическую и энергетическую оценку возделывания зерновых культур.

Научная новизна – впервые на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях Северо-Востока европейской части РФ изучены ресурсосберегающие способы основной и предпосевной обработки почвы с использованием новых комбинированных агрегатов. Установлено, что замена вспашки плоскорезной обработкой комбинированным агрегатом КПА-2,2 снижает энергозатраты на 34,1 %. Применение комбинированного агрегата АППН-2,1, выполняющего одновременно предпосевную подготовку почвы, внесение удобрений и посев, снижает затраты на 45,8 % по сравнению с отдельным проведением этих операций.

Выявлено положительное влияние нового биопрепарата, изготовленного на основе местного штамма *Streptomyces higrscopicus* А4 на снижение пораженности листовой ржавчиной посевов ячменя на 14,7 %, посевов овса на 6,8 %. Биопрепарат Псевдобактерин-2 снижал этот показатель на 11,6 % у ячменя и 6,6 % у овса.

Практическая значимость работы. Применение ресурсосберегающих способов основной, предпосевной обработки почвы и использования биопрепаратов позволит получать продуктивность звена севооборота «ячмень-овес» бо-

лее 5 тыс. корм. ед./га, сбор переваримого протеина более 7 ц/га. Изученные биопрепараты позволяют снизить пораженность зерновых культур корневыми гнилями и листовостебельными заболеваниями на 6-15 %. Производственное внедрение ресурсосберегающих систем обработки почвы с применением биологических препаратов проведено в СПК «Совьинский» Слободского района Кировской области на площади 120 га.

Метод исследования. Объекты исследований – почва, растения ячменя и овса. Метод исследований – полевой эксперимент. При обработке результатов исследований применялись методы дисперсионного и корреляционного анализов.

Положения, выносимые на защиту:

- применение новых почвообрабатывающих агрегатов КПА-2,2, для основной обработки, и АППН-2,1, для предпосевной обработки почвы, способствует созданию оптимальных агрофизических показателей, характерных для дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и необходимых для получения высокой урожайности ячменя сорта Лель и овса сорта Сельма;
- использование комбинированных почвообрабатывающих агрегатов имело различное влияние на урожайность культур: урожайность ячменя по плоскорезной обработке снижается по сравнению со вспашкой, урожайность овса по обработке посевным агрегатом АППН-2,1 увеличивается по сравнению с культивацией;
- изучаемые биопрепараты на основе штамма *Streptomyces higroscopicus* А4 и Псевдобактерин-2 способствуют снижению пораженности растений корневыми гнилями и листовостебельными болезнями и повышают урожайность овса;
- применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов для основной и предпосевной обработки почвы экономически и энергетически выгодно.

Апробация. Основные результаты работы ежегодно докладывали на расширенных заседаниях отдела земледелия, агрохимии и мелиорации, Ученого совета ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, на Международных научно-практических конференциях «Знания молодых: наука, практика и инновации» (Киров, 2014), «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (Киров, 2015, 2016, 2017).

Публикации материала исследований. По теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 2 статьи в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 155 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения и рекомендаций производству, включает 33 таблицы, 2 рисунка, 5 приложений. Список литературы состоит из 286 наименований, в том числе 21 иностранных авторов.

МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Схемы и методика полевых опытов. Исследования проводили в 2014-2017 гг. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в двух закладках трехфакторного опыта по теме № 0767-2014-0025 «Усовершенствование методических и технологических основ разработки адаптивно-ландшафтной системы земледелия» (подраздел 142 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук 2013-2020 гг.).

Повторность опыта четырехкратная, расположение вариантов систематическое, методом расщепленных делянок. Площадь делянки первого порядка 288 м², второго порядка 96 м², третьего 32 м², учетная площадь 17,6 м². Общее число делянок – 72.

Схема опыта

| Фактор А | Фактор В | Фактор С | |
|---|---|--|-----------------|
| 1. Вспашка ПЛН-3-35 на 20-22 см | 1. Культивация КПС-4 на 8-10 см (в таблицах – КПС-4) | 1. Без обработки посевов (в таблицах – Б/п) | контроль |
| 2. Плоскорезная обработка комбинированным агрегатом КПА-2,2 на 14-16 см | 2. Культивация КБМ-4,2 на 8-10 см (в таблицах – КБМ-4,2) | 2. Обработка биопрепаратом на основе штамма <i>Streptomyces hygroscopicus</i> А4 в фазу кущения 1 л/га (в таблицах – А4) | |
| | 3. Обработка комбинированным агрегатом АППН-2,1 на 8 см (в таблицах – АППН-2,1) | 3. Обработка биопрепаратом Псевдобактерин-2 в фазу кущения 1 л/га (в таблицах – ПБ) | |

Осенью проводили зяблевую вспашку плугом ПЛН-3-35 и плоскорезную обработку комбинированным агрегатом КПА-2,2, оборудованным плоскорезными лапами и дисковой секцией (разработан в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока). Под предпосевную обработку вносили минеральные удобрения (нитроаммофоску) N45P45K45. Посев проводили сеялкой СН-16 и комбинированным агрегатом АППН-2,1, выполняющим одновременно подготовку почвы, внесение удобрений, посев и прикатывание (разработан в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока). Высевали 5 млн. всх. семян на 1 га ячменя сорта *Лель* и 6 млн. всх. семян на 1 га овса сорта *Сельма*. Препараты вносили в фазу кущения ранцевым опрыскивателем. Уборка урожая проводилась комбайном САМПО-500 с каждой делянки с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на элювии пермских глин: реакция почвенной среды сильноокислая-рН_{KCl} 4,50-4,59; высокое содержание P₂O₅ – 165-202 мг/кг; повышенное содержание K₂O – 122-138 мг/кг почвы (по Кирсанову) и низкое содержание гумуса – 1,74-1,86 % (по Тюрину).

В годы проведения исследований складывались различные метеоусловия. 2015 год был оптимальным для вегетации ячменя, 2016 год – засушливым, 2017 год – избыточно влажным. Сложившиеся условия позволили сформировать урожайность ячменя и овса 3,0 т/га и выше.

В полевых опытах проводились следующие учеты и наблюдения: влажность почвы, плотность почвы, запасы продуктивной влаги по методам, изложенным С.А. Воробьевым (1971). Сухое просеивание почвы делали при помощи набора сит (по Н.И. Савинову), мокрое – с помощью прибора И.М. Бакшеева (Практикум..., 1990). Засоренность посевов определяли в период массового появления сорняков, степень пораженности зерновых культур корневыми гнилями и листовостебельными заболеваниями определяли на основе бальной оценки, биологическую активность почвы под культурами определяли методом «аппликаций» по степени разложения льняных полотен (Опытное дело в полеводстве, 1982). Оценку изучаемых вариантов проводили по энергетическим затратам в ГДж/га по «Методическому пособию по определению энергозатрат...» (1997). Экономическая оценка проведена по «Методическим указаниям по расчету экономической эффективности...» (2008). Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного, корреляционного анализов (Доспехов Б.А., 1985) с использованием программы «AGROS 2.13».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЯЧМЕНЕ

Запасы продуктивной влаги. В среднем за два года в фазу всходов ячменя запасы влаги в пахотном слое зависели в большей мере от уровня выпавших осадков в этот период и оценивались по шкале А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной как «удовлетворительные», 23,6-26,8 мм по вариантам (рис. 1). В слое почвы 0-50 см по вспашке было 60,5 мм влаги, по плоскорезной обработке – 70,0 мм. Корреляционная связь урожайности ячменя и запасов продуктивной влаги в фазу всходов характеризовалась как положительная средняя ($r=0,68$).

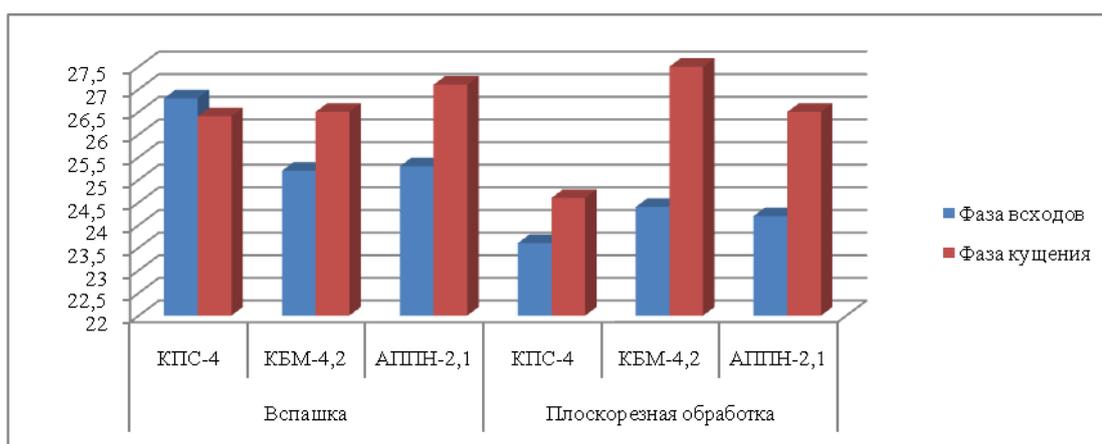


Рис.1 – Запасы продуктивной влаги, мм

В фазу колошения запасы влаги в пахотном слое оценивались также как «удовлетворительные», 24,6-27,5 мм. В слое почвы 0-50 см по вспашке было 59,2 мм, по плоскорезной обработке 64,4 мм. Корреляционная связь урожайно-

сти ячменя и запасов продуктивной влаги в фазу колошения усилилась до положительной сильной ($r=0,94$).

Плотность сложения почвы. В фазу всходов ячменя на плотность сложения слоя почвы 0-10 см оказала влияние обработка почвы. Плотность была ниже на $0,10 \text{ г/см}^3$ по плоскорезной обработке по сравнению со вспашкой ($HCP_{05A}=0,07$). Применение в предпосевной обработке комбинированного агрегата сказалось на плотности слоя 10-20 см. Плотность слоя почвы 10-20 см была ниже на $0,13 \text{ г/см}^3$ при обработке агрегатом АППН-2,1 по сравнению с культивацией КПС-4 ($HCP_{05B}=0,09$). Все изучаемые варианты, кроме контроля, обеспечили этот показатель в пределах оптимума, $1,17-1,29 \text{ г/см}^3$ (рис. 2). Корреляционная связь урожайности ячменя и плотности пахотного слоя почвы была положительной высокой ($r=0,81$). В фазу колошения плотность сложения по слоям почвы существенных различий не имела, в пахотном слое все изучаемые варианты обеспечили оптимальное для данного типа почв значение в пределах $1,13-1,19 \text{ г/см}^3$. Корреляционная связь урожайности ячменя и плотности пахотного слоя почвы в фазу колошения была положительной высокой ($r=0,85$).

Структура почвы. В среднем за два года изучаемые способы основной и предпосевной обработки почвы создавали оптимальное состояние ее пахотного слоя под посевами ячменя: $80,5-83,2 \%$ агрономически ценных агрегатов, $57,0-63,2 \%$ водопрочных агрегатов, коэффициент структурности $4,1-5,0$ (табл. 1).

Таблица 1 – Структурное состояние почвы в посевах ячменя

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) | Содержание агрегатов 0,25-10 мм, % | Водопрочность агрегатов, % | Коэффициент структурности |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 82,9 | 57,0 | 5,0 |
| | КБМ-4,2 | 81,5 | 60,3 | 4,5 |
| | АППН-2,1 | 80,5 | 60,9 | 4,1 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 82,1 | 63,2 | 5,0 |
| | КБМ-4,2 | 83,2 | 62,2 | 5,0 |
| | АППН-2,1 | 83,1 | 61,5 | 5,0 |

Засоренность посевов. Засоренность посевов ячменя малолетними сорняками по годам не имела достоверных различий от способов обработки почвы (рис. 2). Количество многолетних сорняков увеличилось по плоскорезной обработке на $20-75 \%$ по сравнению со вспашкой, такая же тенденция отмечена при замене культивации КПС-4 культивацией КБМ-4,2 или обработкой агрегатом АППН-2,1. Отмечено увеличение засоренности малолетними сорняками на 8 шт./м^2 при обработке биопрепаратом Псевдобактерин-2 по сравнению с другими вариантами ($HCP_{05C}=7,1$). Воздушно-сухая масса сорняков не превышала в годы исследований 13 г/м^2 и не имела существенных различий по изучаемым вариантам. Корреляционная зависимость урожайности ячменя от количества малолетних сорняков была слабой отрицательной ($r=-0,28$), и средней отрицательной от количества многолетних сорняков ($-0,41$).

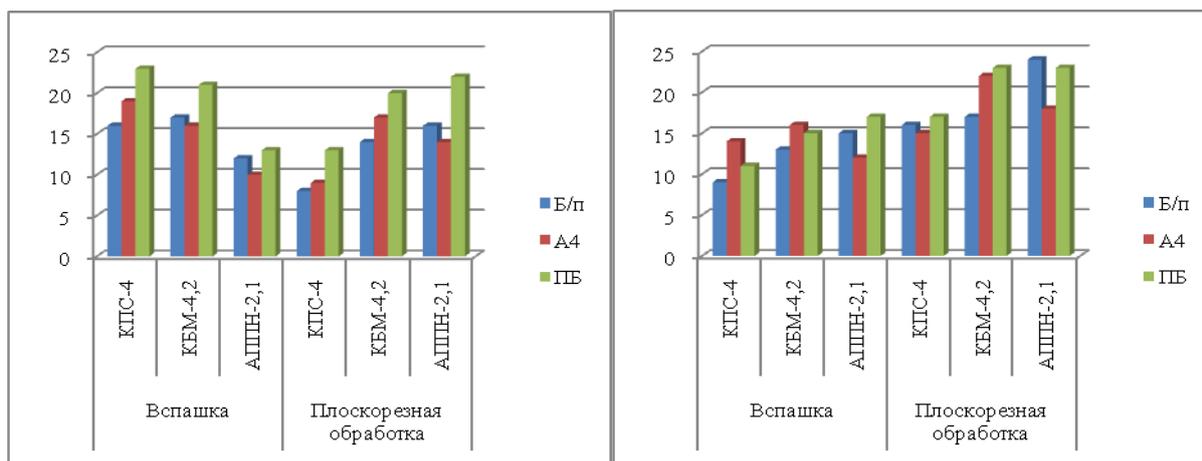


Рис. 2 – Засоренность посевов малолетними (слева) и многолетними (справа) сорняками, шт./м²

Следует отметить, что при определении критерия ярусности все сорные растения относились к нижнему ярусу, то есть не достигали $\frac{1}{2}$ высоты культурного растения. Преобладающими малолетними сорняками были пикульники (*Galeopsis L.*), многолетними – хвощ полевой (*Equisetum arvense*).

Микробиологическая активность. В посевах ячменя по вспашке степень разложения льняных полотен в слое почвы 0-10 см была выше на 4,8 % (рис. 3), чем по плоскорезной обработке ($HCP_{05A} = 4,6$). В большинстве вариантов степень разложения льняного полотна по шкале Д.Г. Звягинцева была «слабой» (15,0 – 27,5 % в слое 0-10 см, 14,3-27,5 % в слое 10-20 см).

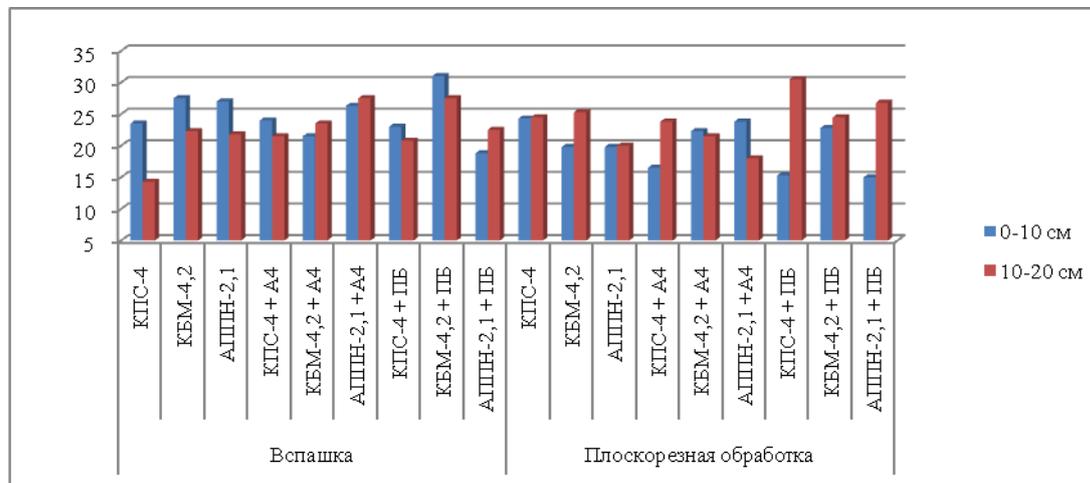


Рис. 3 – Микробиологическая активность по слоям почвы, % (по степени разложения льняного полотна)

Корреляционная зависимость урожайности ячменя от степени разложения льняного полотна была положительной слабой ($r=0,23$ в слое почвы 0-10 см; $r=0,15$ в слое 10-20 см).

Пораженность растений ячменя корневыми гнилями. Не выявлено достоверного снижения пораженности ячменя корневыми гнилями по вариантам опыта (рис. 4). По плоскорезной обработке по сравнению со вспашкой снижение на 3,4 %, а развития болезни – на 1,2 % было в пределах ошибки опыта.

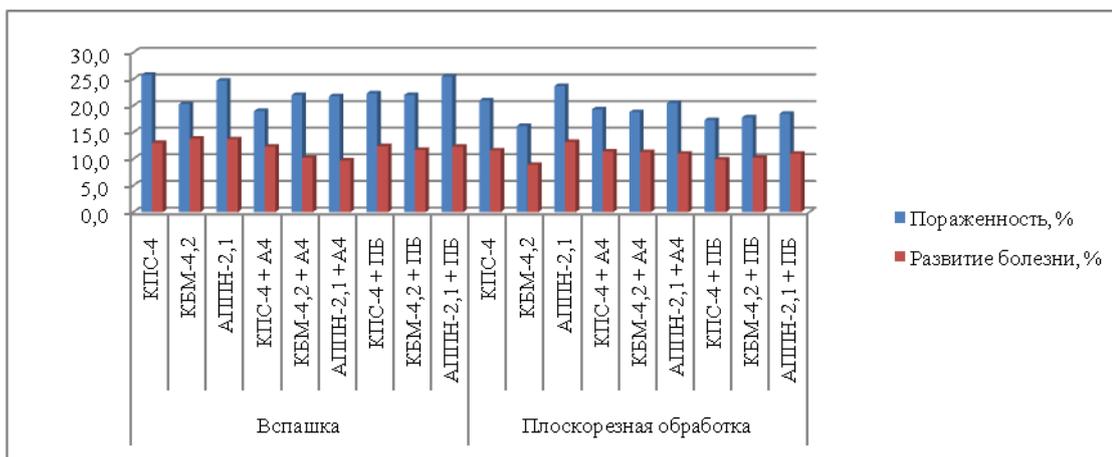


Рис. 4– Пораженность растений ячменя корневыми гнилями и развитие болезни, %

При использовании культиватора КБМ-4,2 наблюдается тенденция снижения числа пораженных растений на 1,2-2,9 % по сравнению с другими агрегатами. Применение биопрепаратов по вегетации не существенно снижало пораженность растений корневыми гнилями на 1,4-1,7 %.

Пораженность растений ячменя листовостебельными заболеваниями. Отмечено существенное снижение пораженных листовой ржавчиной растений ячменя на 14,7 % (табл. 2) в вариантах с применением биопрепарата на основе штамма *S.hygroscopicus* А4, и на 11,6 % в вариантах, где применяли Псевдобактерин-2 ($HCP_{05}C=4,0$). Интенсивность поражения листовой пластинки бурой листовой ржавчиной (по шкале Страхова) составляла без применения биопрепаратов 45-65 %. Обработанные биопрепаратами посева имели интенсивность поражения 5-25 %.

Таблица 2 – Пораженность ячменя листовой ржавчиной, %

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) | Биопрепараты (С) | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------|--|------------------|
| | | Без биопрепаратов | Биопрепарат на основе <i>S. hygroscopicus</i> А4 | Псевдобактерин-2 |
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 34,0 | 17,8 | 22,3 |
| | КБМ-4,2 | 33,5 | 16,3 | 21,0 |
| | АППН-2,1 | 27,0 | 19,8 | 24,0 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 36,0 | 17,8 | 20,0 |
| | КБМ-4,2 | 31,8 | 18,8 | 18,3 |
| | АППН-2,1 | 32,5 | 16,3 | 19,9 |
| $HCP_{05}C = 4,0$ | | | | |

Была проведена также оценка изменений в структуре комплексов микроскопических грибов в прикорневой зоне ячменя в фазу колошения и молочно-восковой спелости. В ризосфере применение препарата на основе штамма *S. hygroscopicus* А4 оказало достоверное ($F=3,54$) влияние на численность микромитозов, влияние обработки почвы было недостоверным. Препарат на основе штамма *S. hygroscopicus* А4 способствовал на фоне вспашки снижению количества грибов в 2 раза, а на фоне плоскорезной обработки наоборот, увеличению их в два раза по сравнению с контролем. Псевдобактерин-2 также способствовал

увеличению в три раза количества грибов по плоскорезным обработкам, но по вспашке не обеспечивал достоверного снижения. В ризоплане обработка почвы оказала достоверное влияние на численность микромицетов ($F=14,28$) в три раза более сильное, чем фактор обработки посевов биопрепаратом на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 ($F=4,06$) или взаимодействием этих факторов ($F=4,33$). Обработка препаратом А4 снизила численность грибов по вспашке более чем в 45 раз, тогда как на фоне плоскорезной обработки действие препарата было сопоставимо с Псевдобактерин-2 и не вызывало существенных изменений. Повторный учет численности микромицетов в фазу молочно-восковой спелости показал, что тенденции, установленные в первый срок, сохраняются. При использовании биопрепарата на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 относительно высокое биологическое разнообразие микромицетного комплекса является гарантией сохранения стабильности и поддержания экологических функций почвы.

Урожайность и продуктивность ячменя. В среднем по двум закладкам отмечено существенное снижение урожайности ячменя по плоскорезной обработке на 0,54 т/га по сравнению со вспашкой (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность ячменя (среднее 2015-2016 гг.)

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) и биопрепараты (С) | Урожайность, т/га | Продуктивность, тыс. к.ед./га | Содержание переваримого протеина, ц/га |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------|--|
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 3,40 | 5,83 | 4,04 |
| | КБМ-4,2 | 3,32 | 5,69 | 3,94 |
| | АППН-2,1 | 3,15 | 5,40 | 3,74 |
| | КПС-4 + А4 | 3,32 | 5,69 | 3,94 |
| | КБМ-4,2 + А4 | 3,15 | 5,40 | 3,74 |
| | АППН-2,1 + А4 | 2,92 | 5,00 | 3,47 |
| | КПС-4 + ПБ | 3,57 | 6,12 | 4,24 |
| | КБМ-4,2 + ПБ | 3,30 | 5,66 | 3,92 |
| | АППН-2,1 + ПБ | 3,08 | 5,28 | 3,66 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 2,95 | 5,06 | 3,50 |
| | КБМ-4,2 | 2,84 | 4,87 | 3,37 |
| | АППН-2,1 | 2,79 | 4,78 | 3,31 |
| | КПС-4 + А4 | 2,66 | 4,56 | 3,16 |
| | КБМ-4,2 + А4 | 2,52 | 4,32 | 2,99 |
| | АППН-2,1 + А4 | 2,79 | 4,78 | 3,31 |
| | КПС-4 + ПБ | 2,75 | 4,71 | 3,27 |
| | КБМ-4,2 + ПБ | 2,37 | 4,06 | 2,82 |
| | АППН-2,1 + ПБ | 2,76 | 4,73 | 3,28 |

Изучаемые способы предпосевной обработки почвы и применяемые биопрепараты не оказали достоверного влияния на увеличение урожайности и продуктивности. Относительно контроля (вспашки с культивацией КПС-4 без применения биопрепаратов) наибольшую прибавку урожайности (0,17 т/га) обеспечила обработка посевов биопрепаратом Псевдобактерин-2 на этом же варианте обработки почвы. Продуктивность при этом выросла на 0,29 тыс. к.ед./га, сбор переваримого протеина – на 0,2 ц/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОВСЕ

Запасы продуктивной влаги. В фазу всходов овса запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-10 см в большей степени зависели от погодных условий, в слое почвы 10-20 см в вариантах с плоскорезной обработкой влаги было больше на 1,5 мм, чем в вариантах со вспашкой ($HCP_{05A}=0,8$). Запасы влаги в пахотном слое оценивались как «удовлетворительные» и составили 25,2-30,3 мм по вариантам (рис. 5). В слое почвы 0-50 см запасы продуктивной влаги в вариантах со вспашкой составили 90,2 мм, после плоскорезной обработки увеличивались до 103,2 мм.

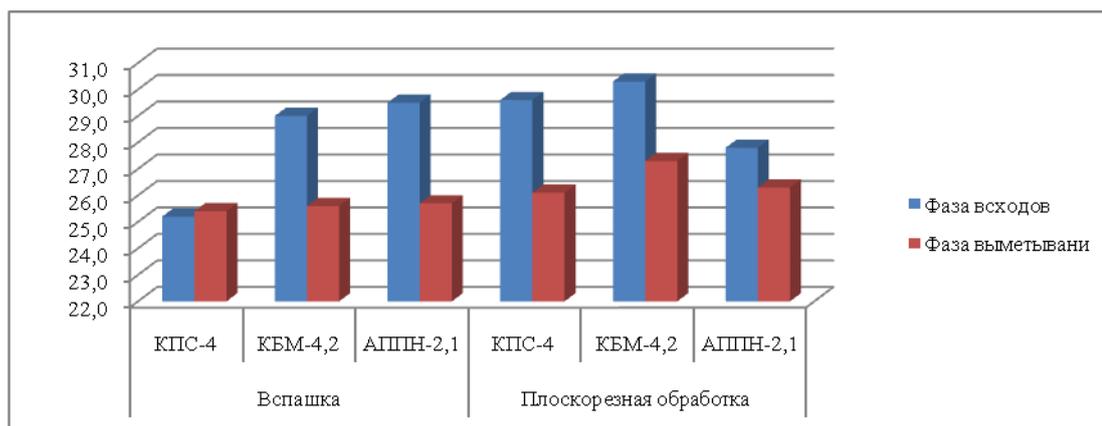


Рис. 5 – Запасы продуктивной влаги, мм

Корреляционная связь урожайности овса и запасов продуктивной влаги в фазу всходов была прямой средней ($r=0,64$). В фазу выметывания овса запасы продуктивной влаги в слое 0-10 см были на 1,4 мм выше по плоскорезной обработке, чем по вспашке ($HCP_{05A}=1,0$), в слое 10-20 см различий не было. В пахотном слое запасы влаги характеризовались как «удовлетворительные» и составили 25,4-27,3 мм по вариантам. В слое почвы 0-50 см запасы влаги по вспашке составили 97,4 мм, по плоскорезной обработке – 108,2 мм. Корреляционная связь урожайности овса и запасов продуктивной влаги в фазу выметывания была положительной средней ($r=0,52$).

Плотность сложения почвы. В фазу всходов овса достоверных различий в плотности по слоям почвы не выявлено, но по вариантам предпосевной обработки по фону плоскорезной обработки отмечено превышение границы оптимального значения для слоя почвы 0-20 см в пределах 0,05-0,06 г/см³. Корреляционная связь урожайности и плотности пахотного слоя в фазу всходов была слабая отрицательная ($r=-0,11$). В фазу выметывания плотность пахотного слоя находилась в пределах оптимального значения и составила 1,23-1,30 г/см³, кроме варианта плоскорезная обработка с культивацией КБМ-4,2 (1,32 г/см³). Корреляционная связь урожайности и плотности пахотного слоя в фазу выметывания была слабая отрицательная ($r=-0,25$).

Структура почвы. Под посевами овса лучшее структурное состояние обеспечила обработка АППН-2,1 по плоскорезной обработке: содержание агро-

номически ценных частиц 84,4 %, водопрочных агрегатов 65,6 %, коэффициент структурности 5,5 (табл. 4).

Таблица 4 – Структурное состояние почвы в посевах овса

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) | Содержание агрегатов 0,25-10 мм, % | Водопрочность агрегатов, % | Коэффициент структурности |
|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 75,7 | 59,9 | 3,9 |
| | КБМ-4,2 | 74,6 | 59,0 | 4,5 |
| | АППН-2,1 | 82,2 | 63,4 | 4,7 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 74,9 | 64,6 | 3,7 |
| | КБМ-4,2 | 77,6 | 65,2 | 4,6 |
| | АППН-2,1 | 84,4 | 65,6 | 5,5 |

Засоренность посевов. Засоренность посевов овса малолетними сорняками только в 2017 г. изменялась по вариантам предпосевной обработки почвы. Засоренность снижалась после применения культиватора КБМ-4,2 и агрегата АППН-2,1 на 12 шт./м² (НСР₀₅=9,9). В этом же году достоверно увеличивалось количество многолетних сорняков на 47 % по плоскорезной обработке. В среднем по двум закладкам количество малолетних сорняков увеличивалось при внесении биопрепарата Псевдобактерин-2 на 8 шт./м² (рис. 6) по сравнению с вариантами без внесения биопрепаратов (НСР₀₅С=6,3). Воздушно-сухая масса сорняков в посевах овса не превышала 15 г/м² по изучаемым вариантам. Тенденция увеличения количества многолетних сорняков по плоскорезной обработке на 2 шт./м² по сравнению со вспашкой осталась. Корреляционная зависимость урожайности овса от количества сорняков была слабой отрицательной ($r=-0,20$ для малолетних, $-0,23$ для многолетних).

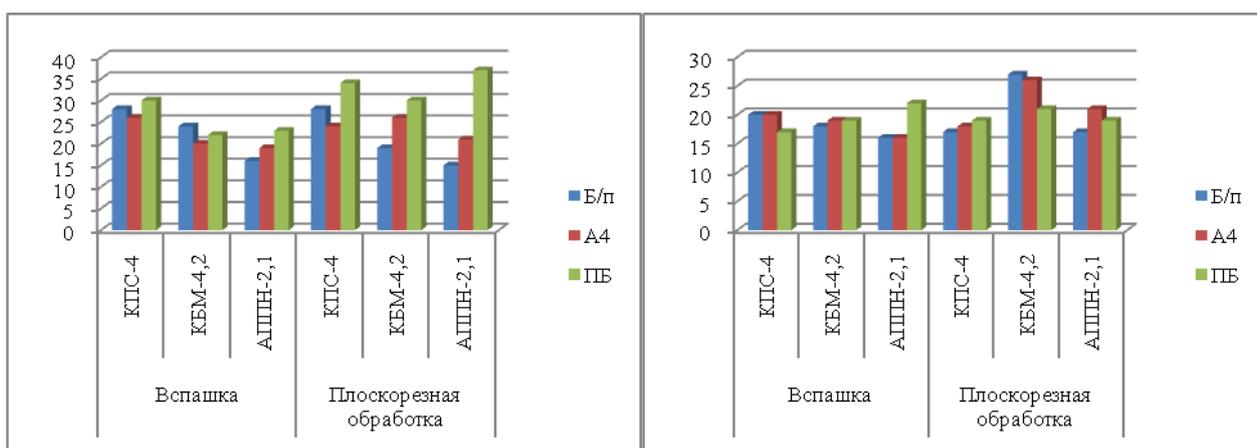


Рис. 6 – Засоренность посевов малолетними (слева) и многолетними (справа) сорняками, шт./м²

Микробиологическая активность. Сильно различающиеся по годам метеоусловия в период экспликации льняных полотен в почве нивелировали разницу в степени их разложения по вариантам опыта под посевами овса. По шкале Д.Г. Звягинцева в слое почвы 0-10 см она оценивалась как «средняя» (от 31,5 до 46,3 %, рис. 7).

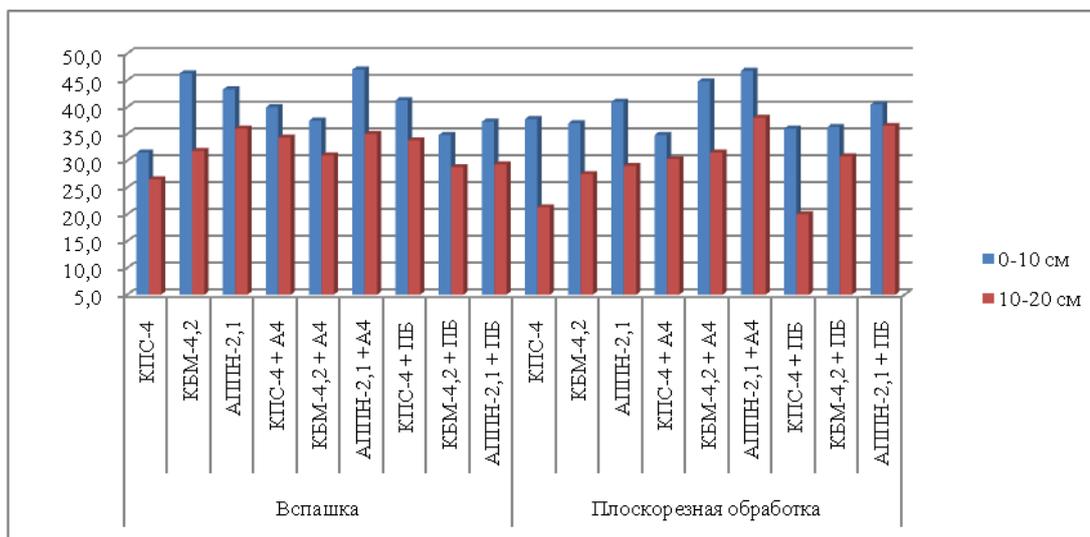


Рис. 7 – Микробиологическая активность по слоям почвы, % (по степени разложения льняных полотен)

В слое почвы 10-20 см в 11 вариантах из 18 изучаемых она была «средней» (от 30,3 до 38,0 %), в остальных снижалась до «слабой» - 20,0-29,3 %. Корреляционная зависимость урожайности овса от степени разложения льняных полотен была положительной слабой ($r=0,25$ в слое почвы 0-10 см; $r=0,30$ в слое почвы 10-20 см).

Пораженность растений овса корневыми гнилями. Применяемые биопрепараты существенно снижали пораженность растений овса корневыми гнилями с 21,5 % до 11,8-12,5 % ($HCP_{05}C=7,5$, рис. 8). Развитие болезни при этом снизилось с 13,8 % до 8,9 % ($HCP_{05}C= F\phi < F_{05}$).

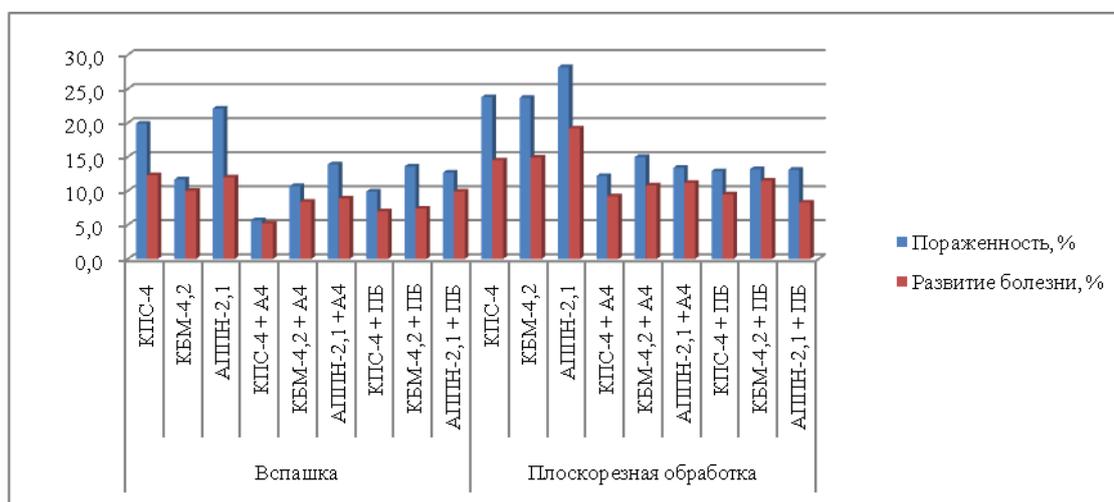


Рис. 8 – Пораженность растений овса корневыми гнилями и развитие болезни, %

Пораженность растений овса листостебельными заболеваниями. Применяемые биопрепараты положительно сказались на снижении пораженности растений овса листовой ржавчиной на 6,6-6,8 % ($HCP_{05}C=5,3$, табл. 5). Интенсивность поражения листовой пластинки листовой ржавчиной по шкале Страхова составляла на вариантах без обработки препаратами 25-45 %, на обработанных вариантах – 5-10 %.

Таблица 5 – Пораженность овса листовой ржавчиной, %

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) | Биопрепараты (С) | | |
|--|----------------------------|-------------------|---|------------------|
| | | Без биопрепаратов | Биопрепарат на основе <i>S. hygrosopicus</i> А4 | Псевдобактерин-2 |
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 17,5 | 12,6 | 7,7 |
| | КБМ-4,2 | 16,8 | 10,3 | 10,8 |
| | АППН-2,1 | 13,2 | 11,2 | 12,5 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 17,8 | 9,4 | 8,1 |
| | КБМ-4,2 | 19,6 | 8,3 | 8,3 |
| | АППН-2,1 | 15,6 | 7,5 | 13,2 |
| $HCP_{05A} = F\phi < F_{05}$, $HCP_{05B} = F\phi < F_{05}$, $HCP_{05C} = 5,3$ Среднее А 12,5; 11,9; В 12,2; 12,3; 12,2; С 16,7; 9,9; 10,1 | | | | |

Анализ микобиоты в прикорневой зоне овса при выращивании на двух фонах основной обработки почвы – вспашка и плоскорезная обработка – в условиях года не выявил существенных различий в среднем по вариантам численности микромицетов в ризосфере ($5,1$ и $5,2 \times 10^4$ КОЕ/г почвы) растений в период выметывания метелки – начало цветения. В результате обработки овса Псевдобактерином-2 численность микроскопических грибов в ризосфере снизилась почти вдвое (на 45 %), а в результате обработки биопрепаратом на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 – на 59 % по сравнению с контролем без обработки биопрепаратами. Результаты исследования заселенности микроскопическими грибами непосредственно корневой поверхности выявили тенденцию к снижению средней популяционной плотности грибов в результате поверхностной обработки плоскорезом ($1,3 \times 10^5$ КОЕ/г корней), по сравнению со вспашкой ($1,7 \times 10^5$ КОЕ/г корней). Влияние биопрепаратов на численность грибных пропагул в ризоплане овса оценивалось как недостоверное на том и другом фоне основной обработки почвы. В то же время, если в контроле на фоне вспашки в составе грибного комплекса отмечены представители рода *Fusarium*, то в вариантах с обработкой биопрепаратом на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 и Псевдобактерин-2 фузариумы уже не обнаруживались. На фоне плоскорезной обработки почвы в отношении фузариумов и альтернатив был эффективен только Псевдобактерин-2.

Урожайность и продуктивность овса. Обработка посевов овса биопрепаратом на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 увеличивала урожайность овса на 0,19 т/га (табл. 6) по сравнению с применением биопрепарата Псевдобактерин-2, и на 0,32 т/га по сравнению с вариантами, где биопрепараты не применялись ($HCP_{05C} = 0,14$).

Присутствует тенденция увеличения урожайности на 0,24-0,41 т/га при обработке агрегатом АППН-2,1 по сравнению с культивацией КПС-4 или КБМ-4,2. Наибольшую урожайность по двум закладкам обеспечил вариант вспашка с обработкой АППН-2,1 и внесением биопрепарата на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 – 3,92 т/га, что на 1,01 т/га выше контроля – вспашки с культивацией КПС-4 без внесения биопрепаратов. Сбор кормовых единиц на 1 га в этом варианте увеличился на 1,48 тыс., переваримого протеина – на 1,08 ц.

Таблица 6 – Продуктивность овса (среднее 2016-2017 гг.)

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) и биопрепараты (С) | Урожайность, т/га | Продуктивность, тыс. корм. ед./га | Переваримого протеина, ц/га |
|--------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 2,91 | 4,26 | 3,08 |
| | КБМ-4,2 | 2,73 | 4,00 | 2,89 |
| | АППН-2,1 | 3,13 | 4,59 | 3,32 |
| | КПС-4 + А4 | 3,15 | 4,61 | 3,34 |
| | КБМ-4,2 + А4 | 2,98 | 4,37 | 3,16 |
| | АППН-2,1 + А4 | 3,92 | 5,74 | 4,16 |
| | КПС-4 + ПБ | 2,98 | 4,37 | 3,16 |
| | КБМ-4,2 + ПБ | 2,89 | 4,23 | 3,06 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 3,31 | 4,85 | 3,51 |
| | КБМ-4,2 | 3,02 | 4,42 | 3,20 |
| | АППН-2,1 | 2,97 | 4,35 | 3,15 |
| | КПС-4 + А4 | 3,31 | 4,85 | 3,51 |
| | КБМ-4,2 + А4 | 3,13 | 4,59 | 3,32 |
| | АППН-2,1 + А4 | 3,49 | 5,11 | 3,70 |
| | КПС-4 + ПБ | 3,16 | 4,63 | 3,35 |
| | КБМ-4,2 + ПБ | 3,07 | 4,50 | 3,25 |
| | АППН-2,1 + ПБ | 3,42 | 5,01 | 3,63 |

НСР_{05С} = 0,14

Продуктивность звена севооборота «ячмень-овес». В контрольном варианте (вспашка с культивацией КПС-4 без обработки биопрепаратами) сбор кормовых единиц составил 10,09 тыс./га (рис. 9). По фону вспашки обработка посевов биопрепаратом на основе *S. hygroscopicus* А4 обеспечила увеличение продуктивности звена на 0,21 тыс. к.ед./га при культивации КПС-4 и 0,65 тыс. к.ед./га при обработке АППН-2,1. Сбор переваримого протеина при этом вырос на 0,16 и 0,51 ц/га.

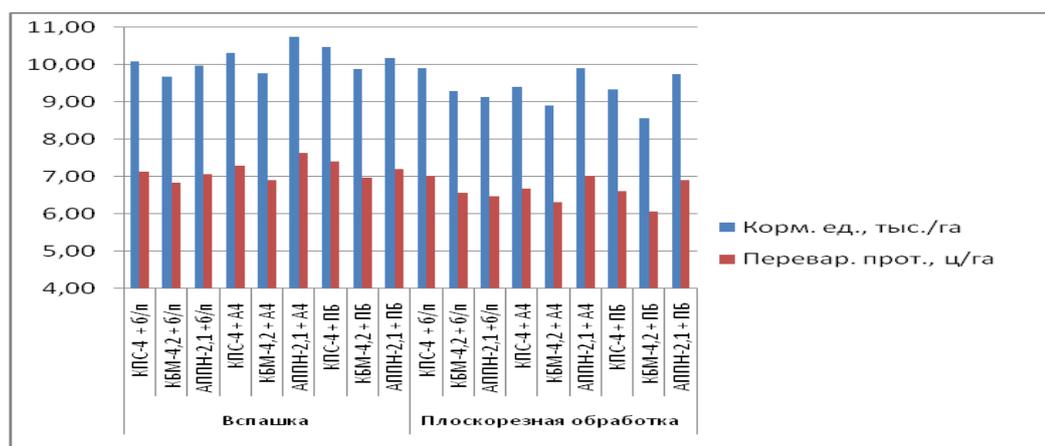


Рис. 9 – Продуктивность звена севооборота «ячмень-овес»

Обработка посевов биопрепаратом Псевдобактерин-2 по фону вспашки обеспечила сбор кормовых единиц выше на 0,08 тыс./га при применении агре-

гата АППН-2,1 и 0,40 тыс./га – при культивации КПС-4. Сбор переваримого протеина в этих вариантах также был выше на 0,08 и 0,28 ц/га соответственно.

Энергетическая и экономическая оценка эффективности возделывания ячменя и овса. Нашими исследованиями установлено, что затраты энергии при вспашке на 20-22 см составляют 1023 МДж/га, на культивацию КПС-4 – 279 МДж/га, на разбрасывание удобрений – 227 МДж/га. При замене вспашки плоскорезной обработкой затраты энергии составляют 674 МДж/га (снижение на 349 МДж/га или 34,1 %). При суммарных затратах на внесение удобрений, культивацию и посев 800 МДж/га использование комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата АППН-2,1 снижает затраты энергии до 434 МДж/га (на 366 МДж/га или 45,8 %). Затраты на внесение биопрепарата составили 598 МДж/га.

Вариант вспашка с культивацией КПС-4 и внесением биопрепарата Псевдобактерин-2 обеспечил лучшие показатели эффективности при возделывании ячменя: себестоимость 1 т зерна 2745 руб., общая рентабельность производства 118,6 %, коэффициент энергетической эффективности 2,78 (табл. 7).

Таблица 7 – Эффективность возделывания ячменя и овса

| Основная обработка (А) | Предпосевная обработка (В) и биопрепараты (С) | Себестоимость, руб./т | | Общая рентабельность, % | | Коэффициент энергетической эффективности | |
|-----------------------------------|---|-----------------------|------|-------------------------|-------|--|------|
| | | ячмень | овес | ячмень | овес | ячмень | овес |
| Вспашка ПЛН-3-35 | КПС-4 | 2798 | 3253 | 114,4 | 84,4 | 2,73 | 2,34 |
| | КБМ-4,2 | 2907 | 3514 | 106,4 | 70,7 | 2,67 | 2,20 |
| | АППН-2,1 | 3069 | 3086 | 95,5 | 94,4 | 2,58 | 2,54 |
| | КПС-4 + А4 | 2929 | 3082 | 104,9 | 94,7 | 2,60 | 2,45 |
| | КБМ-4,2 + А4 | 3128 | 3301 | 91,8 | 81,8 | 2,48 | 2,33 |
| | АППН-2,1 + А4 | 3378 | 2541 | 77,6 | 136,1 | 2,34 | 3,05 |
| | КПС-4 + ПБ | 2745 | 3269 | 118,6 | 83,6 | 2,78 | 2,33 |
| | КБМ-4,2 + ПБ | 3005 | 3418 | 99,7 | 75,5 | 2,59 | 2,26 |
| | АППН-2,1 + ПБ | 3224 | 2981 | 86,1 | 101,3 | 2,46 | 2,63 |
| Плоскорезная обработка КПА-2,2 | КПС-4 | 3148 | 2816 | 90,6 | 113,0 | 2,43 | 2,68 |
| | КБМ-4,2 | 3317 | 3125 | 80,9 | 92,0 | 2,35 | 2,46 |
| | АППН-2,1 | 3387 | 3188 | 77,1 | 88,2 | 2,35 | 2,47 |
| | КПС-4 + А4 | 3563 | 2882 | 68,4 | 108,2 | 2,15 | 2,61 |
| | КБМ-4,2 + А4 | 3813 | 3089 | 57,4 | 94,2 | 2,04 | 2,48 |
| | АППН-2,1 + А4 | 3466 | 2790 | 73,1 | 115,1 | 2,28 | 2,78 |
| | КПС-4 + ПБ | 3468 | 3030 | 73,0 | 98,0 | 2,22 | 2,50 |
| | КБМ-4,2 + ПБ | 4070 | 3164 | 47,4 | 89,7 | 1,93 | 2,43 |
| | АППН-2,1 + ПБ | 3521 | 2860 | 70,4 | 109,8 | 2,25 | 2,73 |

При возделывании овса лучшими эти показатели были в варианте вспашка с предпосевной обработкой комбинированным агрегатом АППН-2,1 и внесением биопрепарата на основе штамма *S. hygrosopicus* А4: себестоимость 1 т зерна 2541 руб., общая рентабельность производства 136,1 %, коэффициент энергетической эффективности 3,05.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях Кировской области изучаемые способы основной и предпосевной обработки почвы не оказали достоверного влияния на ее влажность. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое в фазу всходов и в фазу колошения ячменя и выметывания овса оценивались как «удовлетворительные» (более 20 мм).

2. На плотность сложения почвы в фазу всходов ячменя оказал способ обработки почвы. Все изучаемые варианты, кроме контрольного, обеспечили плотность пахотного слоя в пределах оптимального (1,10-1,30 г/см³) для данного типа почв значения – 1,17-1,29 г/см³. К фазе колошения ячменя оптимальное значение плотности сложения пахотного слоя по всем изучаемым вариантам составило 1,13-1,19 г/см³.

Под посевами овса в пахотном слое почвы превышение верхней границы оптимального значения отмечено: в фазу всходов – на всех вариантах предпосевной обработки по фону плоскорезной обработки, в фазу выметывания – при культивации КБМ-4,2 по плоскорезной обработке, на 0,02-0,06 г/см³.

3. Все изучаемые способы обработки почвы создают оптимальное структурное состояние ее пахотного слоя под посевами ячменя: 80,5-83,2 % агрономически ценных частиц размером 0,25-10 мм; 57,0-63,2 % водопрочных частиц; коэффициент структурности 4,1-5,0.

Под посевами овса лучшее структурное состояние обеспечило применение комбинированного посевного агрегата АППН-2,1 как по вспашке, так и по плоскорезной обработке: 82,2-84,4 % агрономически ценных частиц, 63,4-65,6 % водопрочных частиц, коэффициент структурности 4,7-5,5.

4. Засоренность посевов ячменя малолетними сорняками по годам не имела достоверных различий от способов обработки почвы. Количество многолетних сорняков увеличилось по плоскорезной обработке на 20-75 % по сравнению со вспашкой, такая же тенденция отмечена при замене культивации КПС-4 культивацией КБМ-4,2 или обработкой агрегатом АППН-2,1.

Засоренность посевов овса малолетними сорняками только в 2017 г. изменялась по вариантам предпосевной обработки почвы. Засоренность снижалась после применения культиватора КБМ-4,2 и агрегата АППН-2,1 на 12 шт./м² (НСР₀₅=9,9). В этом же году достоверно увеличивалось количество многолетних сорняков на 47 % по плоскорезной обработке.

5. В посевах ячменя степень разложения льняного полотна в слое почвы 0-10 см по вспашке была на 4,8 % достоверно выше, чем по плоскорезной обработке. В слое почвы 10-20 см изучаемые факторы различий не имели. По шкале Д.Г. Звягинцева в большинстве вариантов степень разложения льняного полотна оценивалась как «слабая», то есть не превышала 30 %.

В посевах овса в слое почвы 0-10 см степень разложения льняного полотна характеризовалась как «средняя», (31,5-46,3 %). В слое почвы 10-20 см в большинстве вариантов разложение льняного полотна было «средней» степени (30,3-38 %), в остальных – «слабой» (20,0-29,3 %).

6. Применение биопрепаратов по вегетации снижает пораженность растений ячменя корневыми гнилями на 1,4-1,7 %. В посевах овса это снижение более существенно, применяемые биопрепараты достоверно уменьшают этот показатель с 21,5 до 11,8-12,5 %.

Из листостебельных заболеваний ячменя и овса наибольшее распространение отмечено листовой ржавчины, незначительно – стеблевой ржавчины и септориоза. Применение биопрепарата на основе штамма *S. hygroscopicus* А4 достоверно снижало количество пораженных растений ячменя на 17,1 %, биопрепарата Псевдобактерин-2 – на 12,2 % по сравнению с вариантами, где биопрепараты не применялись. В посевах овса применяемые биопрепараты достоверно снижали пораженность листовой ржавчиной на 6,6-6,8 %. Интенсивность поражения листовой пластинки ячменя листовой ржавчиной по шкале Страхова без применения биопрепаратов составляла 45-65 %, на обработанных вариантах – 5-25 %. На посевах овса этот показатель был равен 25-45 % и 5-10 % соответственно.

7. Урожайность ячменя была выше по вспашке на 0,54 т/га, чем по плоскорезной обработке ($HCP_{05A}=0,13$), изучаемые способы предпосевной обработки почвы и биопрепараты существенного влияния не оказали. Наибольшую урожайность обеспечил вариант вспашка с культивацией КПС-4 и внесением биопрепарата Псевдобактерин-2 – 3,57 т/га, продуктивность при этом выросла на 0,29 тыс. к.ед./га, сбор переваримого протеина – на 0,20 ц/га.

Внесение биопрепарата на основе штамма *S. hygroscopicus* А4 увеличивало урожайность овса на 0,19 т/га по сравнению с внесением биопрепарата Псевдобактерин-2, и на 0,32 т/га по сравнению с вариантами без внесения препаратов ($HCP_{05C}=0,14$). Наибольшую урожайность овса обеспечил вариант вспашка с обработкой АППН-2,1 и внесением биопрепарата на основе штамма *S. hygroscopicus* А4 – 3,92 т/га, сбор кормовых единиц на 1 га увеличился на 1,48 тыс., переваримого протеина – на 1,08 ц.

8. В сумме по звену севооборота в контрольном варианте (вспашка с культивацией КПС-4 без обработки биопрепаратами) сбор кормовых единиц составил 10,09 тыс./га. По фону вспашки обработка посевов биопрепаратом на основе *S. hygroscopicus* А4 обеспечила увеличение продуктивности звена на 0,21 тыс. к.ед./га при культивации КПС-4 и 0,65 тыс. к.ед./га при обработке АППН-2,1. Сбор переваримого протеина при этом вырос на 0,16 и 0,51 ц/га. Обработка посевов биопрепаратом Псевдобактерин-2 по фону вспашки обеспечила сбор кормовых единиц выше на 0,08 тыс./га при применении агрегата АППН-2,1 и 0,40 тыс./га – при культивации КПС-4. Сбор переваримого протеина в этих вариантах также был выше на 0,08 и 0,28 ц/га соответственно.

9. При замене вспашки плоскорезной комбинированной обработкой затраты энергии снижаются на 349 МДж/га или 34,1 %. При использовании комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата АППН-2,1 затраты энергии снижаются на 366 МДж/га или 45,8 % по сравнению с культивацией, внесением удобрений и посевом отдельными операциями.

Вариант вспашка с культивацией КПС-4 и внесением биопрепарата Псевдобактерин-2 обеспечивает наибольшее содержание обменной энергии в урожае (58726 МДж/га) и самый высокий коэффициент энергетической эффективности (2,78).

При возделывании овса выделился вариант вспашка с обработкой АППН-2,1 и внесением биопрепарата на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 – 63386 МДж/га обменной энергии, коэффициент энергетической эффективности 3,05.

10. Самая низкая себестоимость 1 т зерна ячменя получена в варианте вспашка с культивацией КПС-4 и внесением биопрепарата Псевдобактерин-2 – 2745 руб. при общей рентабельности производства 118,6 %.

При возделывании овса самая низкая себестоимость 1 т зерна была в варианте вспашка с обработкой АППН-2,1 и внесением биопрепарата на основе штамма *S. hygrosopicus* А4 – 2541 руб. при уровне общей рентабельности производства 136,1 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Северо-Востока европейской части РФ для увеличения сбора кормовых единиц свыше 5 тыс./га и переваримого протеина свыше 7 ц/га в звене севооборота «ячмень-овес» рекомендуется обработка посевов биопрепаратами на основе штамма *Streptomyces hygrosopicus* А4 и Псевдобактерин-2 по культивации КПС-4 или обработке комбинированным агрегатом АППН-2,1 по вспашке.

2. Для снижения поражения растений ячменя и овса болезнями рекомендуется обработка посевов в фазу кущения в дозе 1 л/га биологическим препаратом Псевдобактерин-2 или препаратом на основе штамма *Streptomyces hygrosopicus* А4.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки:

1. Козлова Л.М. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России / Л.М. Козлова, Ф.А. Попов, Е.Н. Носкова, **В.Л. Иванов** // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №3 (58). С. 43-48.

2. Козлова Л.М. Экономическая и энергетическая оценка способов обработки почвы и применения биопрепаратов в звене севооборота / Л.М. Козлова, Е.Н. Носкова, Ф.А. Попов, **В.Л. Иванов** // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. №4 (21). С. 5-10.

Статьи в других изданиях:

3. **Иванов В.Л.** Влияние способов основной и предпосевной обработки почвы на агрофизические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой

почвы / **В.Л. Иванов**, Л.М. Козлова // Знания молодых: наука, практика и инновации: сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых. – Киров: Вятская ГСХА, 2014. – с. 27-29.

4. Козлова Л.М. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании полевых культур / Л.М. Козлова, Ф.А. Попов, **В.Л. Иванов** // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: моногр. / Под общ. ред. В.А. Сысуева и др. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. С. 219-222.

5. Попов Ф.А. Изменение структуры дерново-подзолистой почвы при различных способах основной и предпосевной обработки / Ф.А. Попов, Л.М. Козлова, **В.Л. Иванов** // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: моногр. / Под общ. ред. В.А. Сысуева и др. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. С. 243-245.

6. Носкова Е.Н. Влияние способов обработки почвы и внесения биопрепаратов на фитосанитарное состояние овса и ячменя / Е.Н. Носкова, Л.М. Козлова, **В.Л. Иванов**, Я.И. Назарова // Материалы III Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве». Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. С. 268-272.

7. Попов Ф.А. Влияние способов обработки почвы и внесения биопрепаратов на урожайность овса и ячменя / Ф.А. Попов, Л.М. Козлова, **В.Л. Иванов** // Материалы III Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве». Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. С. 272-277.