

На правах рукописи



003453821

ШАМИН Денис Викторович

**ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
СОСТОЯНИЕ ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ
И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

03.00.16 – экология

АВТОРЕФЕРАТ

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

21 1001 2008

Курск – 2008

Работа выполнена в ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Стифеев Анатолий Иванович

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Уваров Геннадий Иванович

кандидат сельскохозяйственных наук,
Казначеев Михаил Никифорович

Ведущая организация: Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии Россельхозакадемии

Защита состоится « 5 » декабря 2008 года в « 10 » часов на заседании диссертационного совета Д 220.040.01 при ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова» по адресу: 305021, г. Курск, ул. К.Маркса, 70.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова».

Автореферат разослан 1 ноября 2008 г. и размещен на сайте www.kgsha.ru.

Ученый секретарь совета
по защите докторских и
кандидатских диссертаций



Засорина Э.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последнее время техногенное воздействие стало ведущим по значимости и масштабу экологическим фактором, влияющим на состояние окружающей среды. Интенсивное промышленное и сельскохозяйственное использование природных ресурсов вызвало существенные изменения биохимических циклов большинства химических элементов. В первую очередь это относится к тяжелым металлам (ТМ), накопление которых в природной среде в высоких концентрациях связано с антропогенной деятельностью.

Значительная часть тяжелых металлов, загрязняющих природную среду, поступает в почву с пестицидами, органическими и минеральными удобрениями. Почва, являясь важнейшим биохимическим барьером, в наибольшей степени испытывает негативные воздействия, обусловленные многообразной производственной деятельностью человека, и аккумулирует продукты техногенеза. В Российской Федерации площадь загрязненных тяжелыми металлами земель составляет около 70 млн. га, из них около 1 млн. га имеет чрезвычайно опасный уровень загрязнения.

Эти и другие негативные последствия химизации земледелия приводят к необходимости заниматься разработкой технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на внедрении научно-обоснованных севооборотов, механической борьбы с сорняками, более широком применении зеленого удобрения, использовании биологических препаратов и бактериальных удобрений.

Использование биологических препаратов способствует активизации метаболизма и размножения полезной почвенной микрофлоры, создает условия для снижения доз внесения минеральных удобрений, повышает коэффициент их использования. Биопрепараты повышают защитный механизм растений против действия неблагоприятных факторов, не создают угрозы нарушения экологического равновесия в биосфере, играют существенную роль в антирезистентной стратегии. Применение биологических препаратов становится все более экономически выгодным и экологически целесообразным.

Цель и задачи исследований. Основной целью настоящей работы является определение эффективности влияния почвенных биологических препаратов на экологическое состояние темно-серых лесных почв, продуктивность и качество зерна ярового ячменя.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1. Определить влияние почвенных биологических препаратов на различных фонах минерального питания на экологические показатели темно-серой лесной почвы (микробиологическую активность, численность дождевых червей, плотность сложения) и агроценоза ярового ячменя (площадь листовой поверхности, величину фотосинтетического потенциала, фитосанитарное состояние посевов);
2. Изучить эффективность влияния почвенных биологических препаратов на продуктивность и качество зерна ярового ячменя;
3. Определить влияние минеральных удобрений и ассоциативных био-препаратов на поступление тяжелых металлов в почву и растения;
4. Дать биоэнергетическую и экономическую оценку эффективности применения биологических препаратов на различных фонах минерального питания при возделывании ярового ячменя.

Научная новизна работы. В работе впервые в условиях темно-серых лесных почв Центрально-Черноземного региона дана комплексная агроэкологическая оценка влияния биологических препаратов на различных фонах минерального питания на микробиологическую активность почвы, численность дождевых червей, величину фотосинтетического потенциала, фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество зерна ярового ячменя, обоснована возможность снижения поступления тяжелых металлов в почву и растения.

Практическая значимость. Результаты исследований могут быть использованы для разработки и совершенствования системы применения минеральных удобрений и биологических препаратов при возделывании ярового ячменя на пивоваренные цели, позволяющие получать высокие урожан экологически безопасной продукции, сократить использование минеральных удобрений.

Личный вклад автора. При подготовке и выполнении диссертации автором была разработана научная гипотеза и рабочая программа исследований, сделан научный анализ полученных данных, дана эколого-экономическая оценка эффективности почвенных биопрепаратов на посевах ярового ячменя.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Биологические препараты (Экофит, Эдагум, Байкал ЭМ1 и АПМ) оказывают положительное влияние на экологические показатели темно-серой лесной почвы (микробиологическую активность, численность дождевых червей, плотность сложения) и состояние посевов ярового ячменя (площадь листовой поверхности, величина фотосинтетического потенциала).

2. Биологические препараты обладают ростостимулирующими свойствами, повышают защитный механизм растений против действия неблагоприятных факторов, снижают распространение листостебельных заболеваний и корневых гнилей.

3. Применение биологических препаратов способствует повышению урожайности ярового ячменя на 2,1-3,6 ц/га, не снижая пивоваренные качества зерна.

4. Биологические препараты, вносимые в почву под предпосевную культивацию ячменя, способствуют снижению содержания тяжелых металлов в почве и растениях.

Место и время выполнения работы. Исследования в рамках запланированного эксперимента были выполнены в СПК «Ивановское» Рыльского района Курской области в 2006-2008 годах.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на всероссийских научно-практических конференциях «Проблемы развития аграрного сектора региона» (г. Курск, 2006 г.) и «Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса» (г. Курск, 2007 г.), международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса» (г. Курск, 2008 г.), научных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова». По материалам исследований опубликовано 10 научных работ, в которых отражено основное содержание диссертации.

Структура и объем работы: Диссертация изложена на 111 страницах компьютерного текста и состоит из введения, пяти глав, включает 33 таблицы, 12 ри-

сунков, выводов, предложений производству, списка литературы, включающего 156 наименований, в том числе 20 на иностранных языках.

Работа по изучению эффективности почвенных биопрепаратов на посевах ярового ячменя является частью тематического плана научных исследований Курской ГСХА по проблеме: "Агрэкологическое обоснование использования биологических препаратов на посевах сельскохозяйственных культур".

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Методика и условия проведения исследований

Изучение эффективности почвенных биологических препаратов на посевах ярового ячменя проводилось в полевом севообороте со следующим чередованием культур: 1. Занятый пар (горохо-овсяная смесь); 2. Озимая пшеница, 3. Сахарная свекла; 4. Яровой ячмень.

Варианты в опыте располагались в один ярус. Повторность в опыте 3-х кратная. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 100 м². Расположение вариантов в одном повторении систематическое (Доспехов, 1979).

Изучалась эффективность почвенных биологических препаратов: Экофит, Байкал ЭМ1, Эдагум СМ, Активатор почвенной микрофлоры (АПМ).

Схема опыта и содержание вариантов

| № варианта | Фон минерального питания | Биопрепарат |
|------------|---|----------------------|
| 1 | Без удобрений | Без биопрепаратов |
| 2 | Без удобрений | Экофит, 400 мл/га |
| 3 | Без удобрений | Байкал ЭМ1, 2 л/га |
| 4 | Без удобрений | Эдагум СМ, 450 мл/га |
| 5 | Без удобрений | АПМ, 1 л/га |
| 6 | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | Без биопрепаратов |
| 7 | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | Экофит, 400 мл/га |
| 8 | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | Байкал ЭМ1, 2 л/га |
| 9 | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | Эдагум СМ, 450 мл/га |
| 10 | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | АПМ, 1 л/га |

Почва опытного участка - темно-серая лесная. Полевые работы на опытном участке проводились в лучшие агротехнические сроки и, в основном, теми же машинами и орудиями, которые применяются в производственных условиях. Агротехника возделывания ярового ячменя соответствовала рекомендованной для хозяйств Курской области, за исключением испытываемых агроприемов. Использовался районированный по Центрально-Черноземному региону сорт ярового ячменя Пасадена.

Погодные условия в период проведения исследований были в целом типичны для территории юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры [NH₄NO₃], войного суперфосфата [Ca(HPO₄)₂] и калийной соли [KCl+NaCl].

Внесение биологических препаратов в почву проводили под предпосевную культивацию ярового ячменя ранцевым опрыскивателем.

В период вегетации проводили следующие наблюдения и учеты:

- фенологические наблюдения по “Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур” (1991);

- густота стояния – путем подсчета всех растений на учетных площадках;

- плотность сложения почвы – отбором проб почвы с ненарушенным сложением методом режущего кольца в середине вегетации в трехкратной повторности;

- влажность почвы - термостатно-весовым методом в 2 срока: перед посевом и уборкой (Доспехов, 1979);

- агрохимические показатели почвы перед посевом и перед уборкой ярового ячменя: нитратный азот колориметрически дисульфифеноловым методом Грандвалля-Ляжу, подвижный фосфор – по Чирикову, обменный калий – по Чирикову;

- биологическая активность почвы определялась методом “аппликаций” по скорости разложения льняной ткани через 30 дней экспозиции (Е.Н. Мишустин, И.П. Востров, А.Н. Петрова, 1970);

- количество дождевых червей учитывали методом послонной выкопки и разборки проб в слое почвы 0-40 см (М.С. Гиляров, 1941);

- распространение болезней учитывалось по общепринятым в фитопатологии методикам;

- учет урожая проводили методом сплошного учета (уборка всей учетной деланки) поделочно с последующим пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность зерна.

Для определения структуры урожая за один-два дня до начала уборки ярового ячменя с каждого варианта отбирали сноповые образцы. После просушки снопов определяли: число растений на квадратном метре, кустистость общую и продуктивную, высоту растений, длину колоса, число зерен в колосе, массу зерна с одного колоса, массу зерна и соломы с квадратного метра, масса 1000 зерен, натуру.

В образцах зерна ярового ячменя определяли:

- содержание белка (ГОСТ 10846-76), крахмала (ГОСТ 10845-76), массу 1000 зерен (ГОСТ 10842-76), натуру зерна (ГОСТ 10840-76), пленчатость (ГОСТ 10846-76);

- энергетическую оценку проводили по методике ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (1999);

- экономическую эффективность рассчитывали по технологическим картам.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались на ЭВМ при помощи пакета прикладных программ Excel 7.0 для Windows 98. Оценка существенности разности выборочных средних величин определялась по критерию Фишера (Доспехов, 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Влияние биологических препаратов на запасы доступной влаги

Результаты наблюдений показали, что внесение биологических препаратов под предпосевную культивацию не оказывает существенного влияния на влагообеспеченность посевов в период появления всходов ярового ячменя.

В период выхода в трубку наблюдалась тенденция повышения запасов продуктивной влаги на вариантах с внесением биологических препаратов, как на удобренном, так и на удобренном фоне. Более высокие запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы в этот период были отмечены на варианте с внесением препарата Эдагум – 63,3-68,7 мм.

Ко времени уборки ячменя содержание влаги в почве уменьшалось, достигая в отдельные годы (2006) влажности устойчивого завядания. Разницы в запасах доступной влаги в этот период по вариантам опыта не наблюдалось.

Обобщающим показателем суммарного водопотребления, определяющим эффективность использования влаги, является коэффициент водопотребления, который характеризует потребность культур в воде для образования единицы сухого вещества. Коэффициент водопотребления варьировал в зависимости от вида биологического препарата, уровня удобрения и урожайности культуры (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние биологических препаратов на коэффициент водопотребления ярового ячменя

| Варианты | Годы | | | В среднем за 2006–2008 годы | (+, -) по отношению к контролю |
|--|------|------|------|-----------------------------|--------------------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | | |
| 1. Без удобрений (Фон-1) | 6,35 | 6,68 | 4,84 | 5,96 | - |
| 2. Ф-1 + Экофит | 4,97 | 5,12 | 3,89 | 4,66 | 1,30 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 5,55 | 5,72 | 4,46 | 5,24 | 0,72 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 4,92 | 5,15 | 3,78 | 4,62 | 1,34 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 5,55 | 5,67 | 4,19 | 5,14 | 0,82 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (Фон-2) | 4,71 | 4,93 | 4,29 | 4,64 | 1,32 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 4,22 | 4,07 | 3,32 | 3,87 | 2,09 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 4,23 | 4,16 | 3,61 | 4,00 | 1,96 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 4,09 | 3,98 | 3,18 | 3,75 | 2,21 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 4,59 | 4,27 | 3,56 | 4,14 | 1,82 |

С увеличением урожайности ячменя коэффициент суммарного водопотребления снижался. Более сильное влияние на величину коэффициента суммарного водопотребления оказывали минеральные удобрения, снижая количество использованной влаги единицей урожая на 0,50 – 0,89 мм.

Как на контрольных, так и на удобренных вариантах биологические препараты способствовали снижению коэффициента водопотребления на 0,72-1,34 мм. Количество используемой влаги на создание единицы урожая на варианте с внесением препарата Экофит составило 4,66 – 3,32 мм, препарата Байкал – 5,24-3,61 мм, препарата Эдагум - 4,62-3,18 мм, препарата АПМ - 5,14-3,56 мм при величине коэффициента водопотребления на контрольных вариантах равной 5,96-4,64 мм.

2. Влияние биологических препаратов на микробиологическую активность почвы

Для оценки влияния биологических препаратов на микробиологическую активность почвы мы использовали деятельность целлюлозоразлагающих

микроорганизмов. Наблюдения показали, что внесение биологических препаратов в почву под предпосевную культивацию ячменя повышает целлюлозоразлагающую активность почвы через 30 дней после закладки льняных полотен на 13,5–18,9% (рис. 1).

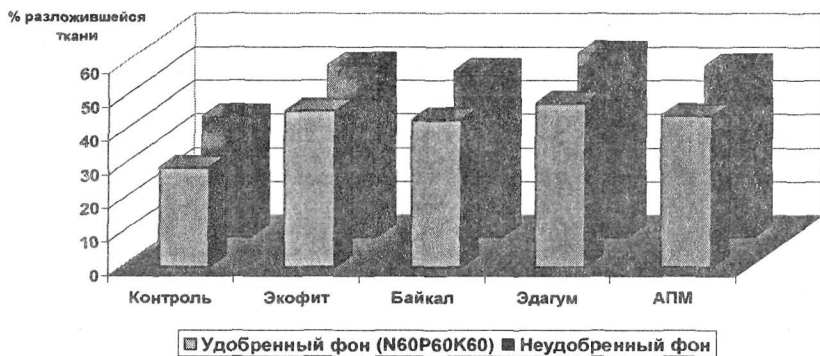


Рис. 1. Влияние биологических препаратов на микробиологическую активность почвы под посевами ярового ячменя, в среднем за 2006-2008 гг.

Наиболее сильное влияние на микробиологическую активность почвы оказывал препарат Эдагум, где процент разложившейся ткани составил 54,5% при величине этого показателя на контрольном варианте равном 35,6%. Влияние Экофита и Активатора почвенной микрофлоры на микробиологическую активность почвы было примерно равным – 50,9 и 50,6% соответственно.

Внесение минеральных удобрений приводило к некоторому снижению микробиологической активности почвы (на 4,6-6,2%), так как на варианте без внесения минеральных удобрений микробиологическая активность почвы в среднем за три года составила 35,6%, а на варианте с внесением N₆₀P₆₀K₆₀ – 29,4%. Однако, влияние биологических препаратов на общую биологическую активность почвы и на фоне внесения минеральных удобрений сохранялось. Препараты повышали целлюлозоразлагающую активность почвы через 30 дней после закладки льняных полотен на 15,5-19,2%.

3. Влияние биологических препаратов на плотность сложения почвы

Результаты наблюдений за состоянием и динамикой плотности сложения обрабатываемого слоя (0-30 см) почвы показали, что в целом на изучаемых вариантах опыта она была в пределах оптимальных значений, характерных для темно-серых лесных почв.

Внесение почвенных биологических препаратов под предпосевную культивацию способствовало некоторому (на 0,04-0,09 г/см³) снижению плотности пахотного слоя почвы.

На фоне внесения минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ плотность сложения почвы по всем изучаемым вариантам была на 0,01-0,03 г/см³ выше, чем на неудобренном фоне.

В течение периода вегетации ярового ячменя происходило уплотнение почвы по всем изучаемым вариантам за счет самоуплотнения и высушивания. Однако разница по вариантам опыта и осенью сохранялась.

4. Влияние биологических препаратов на численность дождевых червей в почве

Дождевые черви играют важную роль в трансформации органического вещества и соединений питательных элементов наземных экосистем, а их численность и активность является одним из показателей, характеризующих экологическое состояние почвы и ее плодородие (Д.Г. Виленский, 1958; М.С. Гиляров, 1970, 1974, 1975, 1989, Стриганова, 1980; J.M. Blair; R.W. Parmelee, P. Lavelle, 1995; С.А. Edvards, P.J. Bohlen, 1996).

Наблюдения за численностью дождевых червей под яровым ячменем показали, что максимальная плотность популяций была отмечена на вариантах без внесения минеральных удобрений и составила 36,9-56,6 экз./м². Минеральные удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ способствовали снижению общей численности дождевых червей на 4,5-6,8 экз./м².

Биологические препараты, внесенные в почву под предпосевную культивацию, повышали численность дождевых червей – на неудобренном фоне на 13,9-19,7 экз./м², на фоне внесения N₆₀P₆₀K₆₀ на 13,3-17,4 экз./м² (рис. 2).

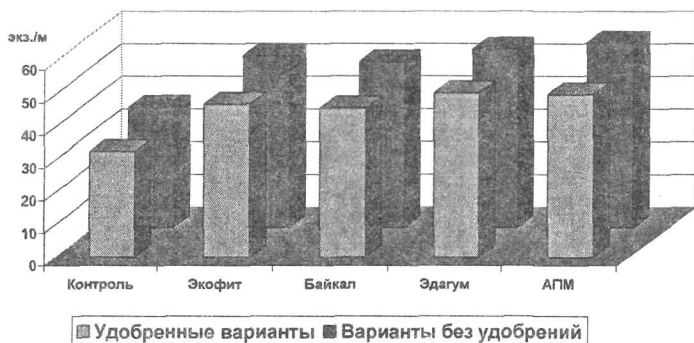


Рис. 2. Влияние биологических препаратов на количество дождевых червей в слое почвы 0-40 см под посевами ярового ячменя в среднем за 2006-2008 гг.

5. Влияние биологических препаратов на питательный режим почвы

Более высокая микробиологическая активность почвы на вариантах с внесением микробиологических препаратов способствовала усилению ферментативной активности почвы, увеличению подвижности (доступности) питательных элементов и в конечном счете улучшению режима питания растений. Разница в обеспеченности посевов нитратным азотом наблюдалась уже в период полных всходов ярового ячменя. На вариантах с внесением микробиологических препаратов запасы нитратного азота в 0-40 см слое почвы были на 1,3-3,3 кг/га выше по сравнению с контролем. В период кушение-выход в трубку эта разница увеличивалась до

3,7-7,2 кг/га. Более высокое содержание нитратного азота отмечалось на вариантах с внесением препарата Эдагум - 16,7-43,9 кг/га, при содержании на контрольном варианте 13,4-36,7 кг/га соответственно.

Перед уборкой ярового ячменя запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см были минимальными (11,3-13,5 кг/га), однако разница по вариантам сохранялась.

Минеральные удобрения, внесенные под предпосевную культивацию в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, повышали содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см на 4,3 кг/га в период появления всходов, на 8,7 кг/га в период кушение-выход в трубку и на 2,3 кг/га в период уборки ярового ячменя.

Эффективность биологических препаратов на фоне внесения минеральных удобрений во все годы исследований была несколько выше, чем на неудобренном фоне. Так, в период появления всходов ярового ячменя, содержание нитратного азота на вариантах с внесением биологических препаратов было выше на 1,0-2,6 кг/га, в период кушение-выход в трубку - на 4,0-7,5 кг/га и перед уборкой ярового ячменя - на 0,3-1,3 кг/га. Как и на неудобренном фоне более высокое содержание нитратного азота отмечалось на вариантах с внесением препарата Эдагум (рис. 3).

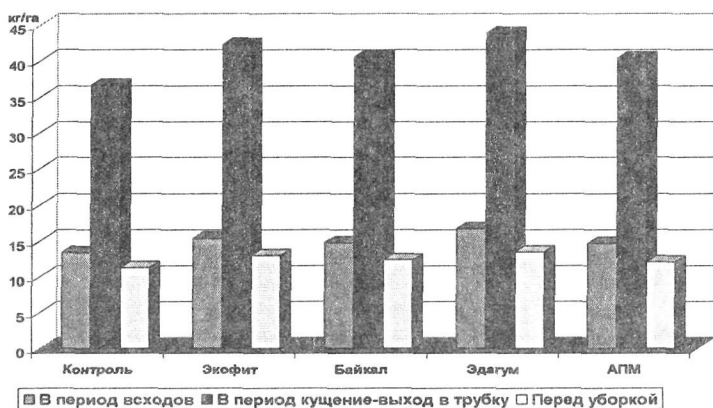


Рис. 3. Влияние биологических препаратов на динамику содержания нитратного азота под посевами ярового ячменя в среднем за 2006-2008 гг.

Биологические препараты, вносимые под предпосевную культивацию, как на неудобренном, так и на удобренном фонах, не оказывали существенного влияния на содержание подвижного фосфора и обменного калия.

6. Влияние биологических препаратов на фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя

К факторам, снижающим урожайность и валовые сборы зерна ярового ячменя в Центрально-Черноземном регионе Российской Федерации, следует отнести многочисленные болезни. Фитосанитарное состояние посевов ярового

ячменя в годы проведения исследований характеризовалось довольно высоким инфекционным фоном, что способствовало интенсивному распространению и развитию таких заболеваний, как корневые гнили, ринхоспориоз и гельминтоспориоз.

Внесение биологических препаратов в почву под предпосевную культивацию снижало распространенность корневых гнилей на посевах ярового ячменя. Биологическая эффективность препаратов в борьбе с корневыми гнилями составила: по Экофиту - 32,8-35,2%; по Байкалу -39,2-40,3%; по Эдагуму - 41,9-48,3%; по АПМ - 45,4-50,5%.

На фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ распространение корневых гнилей на посевах ярового ячменя было выше, чем на неободренных вариантах. Биологическая же эффективность препаратов на удобренных вариантах была ниже, чем на вариантах без внесения минеральных удобрений (рис. 4).

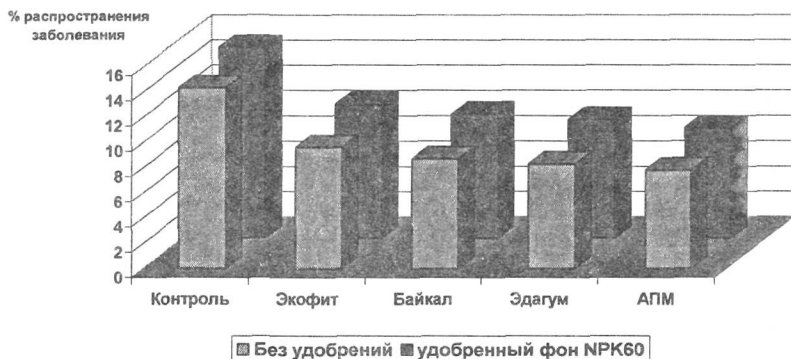


Рис. 4. Влияние биологических препаратов на распространение корневых гнилей на посевах ярового ячменя, в среднем за 2006-2008 гг.

Эффективность биологических препаратов, внесенных в почву под предпосевную культивацию, в борьбе с листовостебельными заболеваниями (ринхоспориоз и гельминтоспориоз) на посевах ярового ячменя была ниже, чем в борьбе с корневыми гнилями. В среднем за 2006-2008 годы биологическая эффективность препаратов составила: по ринхоспориозу 14,5-24,8% - по гельминтоспориозу 8,4-16,8%.

Лучший эффект по сдерживанию листовостебельных заболеваний получен от внесения Эдагума и Активатора почвенной микрофлоры, их биологическая эффективность составила: по ринхоспориозу - 24,8-23,4%, по гельминтоспориозу 16,8-12,1%. Биологическая эффективность препаратов Экофит и Байкал была ниже и соответственно составила: по ринхоспориозу 14,5-18,6%, по гельминтоспориозу -9,3-8,4%.

На фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ при общей более высокой распространенности листовостебельных заболеваний по сравнению с вариантами, где минеральные удобрения не вносились, биологическая

эффективность данных препаратов была даже несколько выше и составила: по ринхоспориозу – 15,7-26,3%, по гельминтоспориозу 9,8-19,6%.

Положительное влияние биологических препаратов в борьбе с распространением листовых заболеваний, по нашему мнению, связано с тем, что они усиливают рост и развитие растений ячменя, способствуют получению более мощных, развитых растений и как следствие, повышению устойчивости к этим заболеваниям.

7. Влияние биологических препаратов на рост и развитие ярового ячменя

Экспериментальные данные свидетельствуют о довольно высокой эффективности биологических препаратов на посевах ярового ячменя. Внесение препаратов Экофит, Байкал, Эдагум и АПМ в почву под предпосевную культивацию повышало количество продуктивных стеблей на 1 м² на 5-11 шт., количество зерен в колосе на 0,9-1,8 шт., массу 1000 зерен на 0,8-1,5 г и натуру зерна на 5-11 г по сравнению с контрольным вариантом.

Положительное влияние биологических препаратов на элементы структуры урожая было обусловлено увеличением площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала посевов.

Биологические препараты на контрольном фоне повышали площадь листовой поверхности посевов ярового ячменя в фазе кушения на 0,82-1,58 тыс. м²/га, в фазе выход в трубку на 3,13-11,62 тыс. м²/га, в фазе колошения на 2,47-4,76 тыс. м²/га и в фазе молочно-восковой спелости зерна на 2,56-4,95 тыс. м²/га, в сравнении с контрольным вариантом. На вариантах с внесением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ наблюдалась примерно та же закономерность.

Биологические препараты оказывали положительное влияние на величину фотосинтетического потенциала, формируемого ассимиляционным аппаратом посевов ярового ячменя, увеличивая его на 10-19%, а, следовательно, способствовали увеличению продолжительности периода его работы (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние биологических препаратов на фотосинтетический потенциал посевов ярового ячменя, в среднем за 2006-2008 гг.

| Варианты | Фотосинтетический потенциал посева, тыс.м ² дн. | | | |
|--|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | кушение- выход в трубку | выход в трубку- колошение | колошение- молочно- восковая спелость | за вегета- ционный период |
| 1. Без удобрений Ф-1 | 107,8 | 461,2 | 443,8 | 1012,8 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 124,3 | 531,8 | 511,8 | 1167,9 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 119,2 | 510,0 | 490,7 | 1119,9 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 129,0 | 552,0 | 531,2 | 1212,2 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 118,8 | 508,3 | 489,2 | 1116,3 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Ф-2 | 130,2 | 557,2 | 536,1 | 1223,5 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 148,7 | 636,3 | 612,7 | 1397,7 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 143,2 | 612,6 | 589,5 | 1345,3 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 153,8 | 658,0 | 633,3 | 1445,1 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 142,4 | 609,3 | 586,3 | 1338,0 |

Минеральные удобрения способствовали повышению величины фотосинтетического потенциала посевов ярового ячменя на 10,2-11,4%. Эффективность биологических препаратов на фоне внесения минеральных удобрений была примерно равной, как и на удобренном фоне.

8. Влияние биопрепаратов на урожайность ячменя и качество зерна

Биологические препараты, внесенные в почву под предпосевную культивацию, оказывали существенное влияние на урожайность ярового ячменя. Это проявлялось как на удобренном, так и на удобренном фонах (табл. 3).

В среднем за три года исследований биологические препараты повышали урожайность ярового ячменя на фоне без внесения минеральных удобрений на 2,8-5,4 ц/га или на 10,2-19,7%.

Таблица 3 – Влияние биологических препаратов при внесении их в почву под предпосевную культивацию на урожайность ярового ячменя

| Варианты | Урожайность, ц/га | | | | Прибавка, ц/га |
|--|-------------------|---------|---------|---------|----------------|
| | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | средняя | |
| 1. Без удобрений (Фон-1) | 25,1 | 24,0 | 33,1 | 27,4 | - |
| 2. Ф-1 + Экофит | 29,1 | 28,4 | 37,3 | 31,6 | 4,2 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 28,1 | 27,6 | 35,2 | 30,3 | 2,9 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 30,1 | 29,2 | 39,1 | 32,8 | 5,4 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 27,4 | 27,0 | 36,2 | 30,2 | 2,8 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (Фон-2) | 32,3 | 30,9 | 36,1 | 33,1 | 5,7 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 34,2 | 35,4 | 43,8 | 37,8 | 6,2 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 34,1 | 34,6 | 40,5 | 36,4 | 6,1 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 35,2 | 35,9 | 46,2 | 39,1 | 6,3 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 32,1 | 34,6 | 41,9 | 36,2 | 6,0 |
| НСР 05 | 1,2 | 1,8 | 1,4 | | |

Более высокие прибавки урожая ярового ячменя были получены от внесения препаратов Экофит и Эдагум (4,2-5,4 ц/га или 15,3-19,7%). Эффективность внесения препаратов Байкал и АПМ была ниже и соответственно составила 2,8-2,9 ц/га или 10,2-10,6%.

Более высокая микробиологическая активность почвы и благоприятно складывающийся азотный режим на вариантах с внесением биологических препаратов способствовали развитию более мощной корневой системы ярового ячменя. Структурный анализ биологической продуктивности растений показал, что на вариантах с внесением биопрепаратов доля корней в биологическом урожае ярового ячменя повышалась. Так, если на контрольном варианте соотношение надземная масса: корни составило 1:0,28, то на варианте с внесением биологических препаратов оно было как 1: 0,29-1:0,30 (табл. 4).

Внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ – увеличивало долю побочной продукции (солома) в урожае (биомасса) ярового ячменя, а также способствовало увеличению соотношения надземная масса: корни в сторону массы корней - 1: 0,29 против 1:0,28 на контроле.

Таблица 4 – Влияние биологических препаратов на структуру биомассы ярового ячменя, в среднем за 2006-2008 гг.

| Варианты | Урожайность надземной массы, ц/га | | | Урожайность корней, ц/га | Соотношение надземная масса : корни |
|--|-----------------------------------|--------|----------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | зерно | солома | зерно + солома | | |
| 1. Без удобрений Ф-1 | 27,4 | 21,3 | 48,7 | 13,5 | 1 : 0,28 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 31,6 | 30,3 | 61,9 | 17,7 | 1 : 0,29 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 30,3 | 24,5 | 54,8 | 16,0 | 1 : 0,29 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 32,8 | 30,2 | 63,0 | 18,8 | 1 : 0,30 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 30,2 | 26,3 | 56,5 | 16,4 | 1 : 0,29 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Ф-2 | 33,1 | 28,5 | 61,6 | 18,1 | 1 : 0,29 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 37,8 | 37,0 | 74,8 | 22,6 | 1 : 0,30 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 36,4 | 35,3 | 71,7 | 21,9 | 1 : 0,30 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 39,1 | 38,3 | 77,4 | 24,3 | 1 : 0,31 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 36,2 | 33,6 | 69,8 | 20,9 | 1 : 0,30 |

На двух испытанных фонах удобрённости биологические препараты повышали долю корней в биологическом урожае ярового ячменя. Соотношение показателей надземная масса: корни на вариантах с внесением биологических препаратов составило на фоне внесения минеральных удобрений 1: 0,30:0,31.

Биологические препараты оказывали влияние на пивоваренные качества зерна ярового ячменя. Так, на вариантах с внесением препаратов Экофит, Байкал, Эдагум и АПМ на фоне без удобрений крупность зерна была на была на 0,5-0,9% выше, чем на контрольном варианте (94,7%), количество экстрактивных веществ – на 1,30-1,48% (на контроле 77,45%), содержание крахмала в зерне - на 0,87-0,96% (на контроле 61,42%), пленчатость зерна снижалась на 0,18-0,21% (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние биологических препаратов на качество зерна ярового ячменя, в среднем за 2006-2008 гг.

| Варианты | Крупность зерна, % | Содержание, % | | | Пленчатость, % |
|--|--------------------|---------------|---------|-------|----------------|
| | | белок | крахмал | БЭВ | |
| 1. Без удобрений Ф-1 | 94,7 | 8,98 | 61,42 | 77,45 | 9,31 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 95,2 | 9,21 | 62,35 | 78,80 | 9,14 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 95,3 | 9,18 | 62,29 | 78,75 | 9,15 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 95,6 | 9,26 | 62,38 | 78,93 | 9,12 |
| 5. Ф-1 + АПМ, 1 л/га | 95,3 | 9,20 | 62,33 | 78,82 | 9,14 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Ф-2 | 95,6 | 9,96 | 64,49 | 78,94 | 9,42 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 96,3 | 9,99 | 65,46 | 79,58 | 9,34 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 96,3 | 9,97 | 65,28 | 79,55 | 9,35 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 96,6 | 10,03 | 65,67 | 79,73 | 9,33 |
| 10. Ф-2 + АПМ, 1 л/га | 96,0 | 9,98 | 65,44 | 78,60 | 9,32 |

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовало увеличению крупности зерна на 1,1%, количества экстрактивных веществ на 1,49%, содержания крахмала в зерне - на 3,07%, снижению пленчатости зерна на 0,11%. Биологические препараты на фоне внесения минеральных удобрений так же, как и на неудобренном фоне, оказывали положительное влияние на пивоваренные качества ярового ячменя, повышая долю крупного зерна в общем урожае на 0,4-1,0% в сравнении с контрольным вариантом (95,6%), количество экстрактивных веществ - на 0,61-0,79% (на контроле 78,94%), содержание крахмала в зерне - на 0,79-1,18% (на контроле 64,49%), и снижая пленчатость зерна на 0,07-0,10%.

Биологические препараты способствовали некоторому повышению содержания белка в зерне ярового ячменя, как на неудобренном, так и на удобренном фоне (на 0,20-0,28% и 0,01-0,07% соответственно), однако это повышение находилось в пределах требований пивоваренных стандартов - 9-12%.

9. Влияние биологических препаратов на содержание тяжелых металлов в почве и растениях

Применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве направлено на повышение содержания в почве элементов питания растений, повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Однако, вместе с действующим веществом основных элементов питания с удобрениями в почву поступает довольно большое количество различных химических веществ (в том числе и тяжелых металлов), то есть удобрения становятся источником загрязнения почв, сельскохозяйственной продукции и окружающей среды в целом.

Химический анализ применяемых в опытах минеральных удобрений показал, что помимо биофильных элементов они содержат и нежелательные вещества, в частности тяжелые металлы. Так в аммиачной селитре содержится: Pb - 0,25; Zn - 0,5; Cu - 1,0; Cd - 0,3; Ni - 0,9 мг/кг, в двойном суперфосфате: Pb - 38,0; Zn - 14,2; Cu - 13,0; Cd - 3,5; Ni - 17,0 мг/кг, в хлористом калии: Pb - 12,5; Zn - 12,3; Cu - 4,5; Cd - 4,3; Ni - 19,3 мг/кг.

Таблица 6 - Фоновые и прогнозируемое поступление тяжелых металлов в почву с минеральными удобрениями

| Наименование элемента | Содержание ТМ в почве, мг/кг (фоновые значения) | Количество ТМ, поступающее с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$, мг/га | | ОДК |
|-----------------------|---|---|--------|-----|
| | | | | |
| Pb | 15,00 | 6994 | 0,0019 | 65 |
| Zn | 48,00 | 3448 | 0,0010 | 110 |
| Cu | 5,30 | 2576 | 0,0007 | 66 |
| Cd | 1,10 | 997,8 | 0,0003 | 1,0 |
| Ni | 3,0 | 4638,4 | 0,0015 | 80 |

Проведенные нами расчеты свидетельствуют о том, что с внесением минеральных удобрений под яровой ячмень в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ в почву ежегодно поступает: Pb - 6994; Zn - 3448; Cu - 2576; Cd - 997,8; Ni - 4638,4 мг/кг. При кажущемся на первый взгляд незначительном количестве тяжелых металлов,

ежегодно поступающих с минеральными удобрениями, за многолетний период их количество может достичь существенных величин, особенно на почвах, имеющих высокие фоновые показатели этих элементов.

Так, при довольно высоких фоновых значениях кадмия в темно-серой лесной почве опытного участка, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.в. уже сейчас приводит к превышению предельно допустимой концентрации (ПДК) этого элемента в почве.

Наблюдения за содержанием тяжелых металлов в темно-серой лесной почве опытного участка показали, что исходное содержание свинца было ниже ПДК в 2,0 раза, цинка в 2,3 раза, меди в 10,4 раза, никеля в 28,3 раза, а содержание кадмия превышало предельно допустимую концентрацию на 0,1-0,2 мг/кг.

При внесении биологических препаратов под предпосевную культивацию ярового ячменя наблюдалась тенденция снижения содержания тяжелых металлов как на вариантах без внесения минеральных удобрений, так и на удобренных вариантах (табл. 7).

Таблица 7 – Изменение содержания тяжёлых металлов в почве при внесении биопрепаратов. 2008 г.

| Варианты | Содержание, мг/кг | | | | |
|-----------------------------|-------------------|------|-----|-----|-----|
| | Pb | Zn | Cu | Cd | Ni |
| 1. Без удобрений Ф-1 | 15.0 | 48.0 | 5.3 | 1.1 | 3.0 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 13.8 | 46.6 | 5.0 | 1.0 | 2.9 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 14.2 | 45.9 | 5.1 | 1.0 | 3.0 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 13.4 | 44.5 | 5.0 | 0.9 | 2.9 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 15.0 | 47.1 | 5.2 | 1.0 | 3.0 |
| 6. $N_{60}P_{60}K_{60}$ Ф-2 | 15.2 | 48.2 | 5.3 | 1.2 | 3.2 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 14.5 | 47.3 | 5.2 | 1.1 | 3.0 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 14.8 | 46.8 | 5.2 | 1.2 | 3.1 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 14.1 | 45.6 | 5.0 | 1.1 | 2.9 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 15.1 | 47.9 | 5.2 | 1.2 | 3.2 |
| ПДК | 30 | 100 | 55 | 1,0 | 85 |

Тяжелые металлы в почве через трофические цепи поступают в растения, накапливаясь в различных органах, в том числе соломе и зерне. Исследования показали, что содержание тяжелых металлов в зерне ярового ячменя по вариантам опыта было значительно ниже ПДК. Так, содержание свинца в образцах зерна было ниже ПДК в 4,2 раза на вариантах без внесения минеральных удобрений и в 3,6 раза на удобренных вариантах, цинка в 2,7 и 2,6 раза, меди в 6,2 и 5,5 раза, кадмия в 1,6 и 1,4 раза, никеля в 5,0 и 4,2 раза соответственно (табл. 8).

Содержание тяжелых металлов в соломе ярового ячменя было значительно выше, чем в зерне. Так, содержание свинца в соломе составило 0,27 мг/кг, что в 2,3 раза выше, чем в зерне (0,12 мг/кг), содержание цинка - в 1,8 раза, меди в 2,5 раза, кадмия в 2,1 раза, никеля в 1,6 раза (табл. 9).

Содержание тяжелых металлов в соломе так же, как и в зерне ярового ячменя, по большинству элементов было ниже ПДК: свинца в 1,8 раза на вариантах без внесения минеральных удобрений и в 1,5 раза на удобренных

Таблица 8 – Содержание тяжёлых металлов в зерне ярового ячменя при внесении препаратов и удобрений, 2008 г.

| Варианты | Содержание, мг/кг | | | | |
|--|-------------------|-------|------|------|------|
| | Pb | Zn | Cu | Cd | Ni |
| 1. Без удобрений Ф-1 | 0,12 | 18,40 | 1,60 | 0,06 | 0,10 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 0,11 | 18,30 | 1,50 | 0,06 | 0,10 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 0,12 | 18,40 | 1,60 | 0,06 | 0,10 |
| 4. Ф-1 + Элагум | 0,11 | 18,20 | 1,40 | 0,05 | 0,09 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 0,12 | 18,30 | 1,50 | 0,06 | 0,10 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Ф-2 | 0,14 | 19,20 | 1,80 | 0,07 | 0,12 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 0,13 | 19,00 | 1,70 | 0,07 | 0,12 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 0,14 | 19,10 | 1,70 | 0,07 | 0,12 |
| 9. Ф-2 + Элагум | 0,12 | 18,80 | 1,60 | 0,06 | 0,10 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 0,14 | 19,20 | 1,80 | 0,07 | 0,12 |
| ПДК | 0,50 | 50,0 | 10,0 | 0,10 | 0,50 |

вариантах, цинка в 1,5 и 1,4 раза, меди в 2,5 и 2,2 раза, никеля в 3,1 и 2,6 раза соответственно. Содержание кадмия в соломе ярового ячменя превышало предельно допустимые концентрации на 0,02-0,04 мг/кг.

Таблица 9 – Содержание тяжёлых металлов в соломе ярового ячменя при внесении препаратов и удобрений, 2008 г.

| Варианты | Содержание, мг/кг | | | | |
|--|-------------------|------|------|------|-------|
| | Pb | Zn | Cu | Cd | Ni |
| 1. Без удобрений Ф-1 | 0,27 | 33,1 | 4,0 | 0,12 | 0,16 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 0,25 | 33,0 | 3,9 | 0,12 | 0,16 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 0,26 | 32,8 | 4,0 | 0,12 | 0,15 |
| 4. Ф-1 + Элагум | 0,24 | 32,5 | 3,8 | 0,10 | 0,104 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 0,27 | 32,6 | 3,9 | 0,12 | 0,16 |
| 6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Ф-2 | 0,33 | 34,5 | 4,5 | 0,14 | 0,19 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 0,32 | 34,0 | 4,3 | 0,13 | 0,18 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 0,33 | 34,2 | 4,4 | 0,14 | 0,19 |
| 9. Ф-2 + Элагум | 0,30 | 33,8 | 4,1 | 0,13 | 0,17 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 0,32 | 34,1 | 4,4 | 0,14 | 0,19 |
| ПДК | 0,50 | 50,0 | 10,0 | 0,10 | 0,50 |

Биологические препараты, вносимые под предпосевную культивацию, способствовали некоторому снижению содержания тяжелых металлов и в зерне, и в соломе ярового ячменя.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Анализ показателей энергетической оценки эффективности применения биологических препаратов показал, что внесение их под предпосевную культивацию ячменя повышает затраты невозобновляемой антропогенной энергии на 2010,6-2361,5 МДж/га. При этом, энергоёмкость одного центнера про-

дукции снижается на 36,7-113,8 МДж/ц по отношению к контрольному варианту. Вследствие этого, энергетическая эффективность (ЭЭ) возделывания ярового ячменя на вариантах с применением микробиологических препаратов была максимальной. Коэффициент энергетической эффективности составил 3,29-3,57ед., при содержании его на контроле равном 3,20 ед.

Энергетическая эффективность применения биологических препаратов на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ была несколько ниже. Затраты невозобновляемой антропогенной энергии и энергоёмкость одного центнера продукции на удобренном фоне возрастали соответственно на 9792,0-10096,2 МДж/га и 23,1-34,9 МДж/ц, а коэффициент энергетической эффективности снижался на 0,21-0,27единицы.

Наиболее эффективным препаратом как на удобренном, так и на удобренном фонах был Эдагум, биоэнергетическая эффективность которого составила 3,57-3,30 единицы соответственно.

Расчет экономической эффективности показал, что внесение биологических препаратов Экофит и Эдагум под предпосевную культивацию ярового ячменя обеспечивало получение максимальной стоимости валовой продукции с 1 гектара – 25280-26240 рублей и способствовало получению 16552-17170 рублей условно чистого дохода при себестоимости 1 ц зерна, равной 276,20-276,52 руб. На контрольном варианте эти показатели соответственно составили 21920 руб., 13701 руб./га и 299,96 руб./ц (табл. 10).

Таблица 10 – Экономическая эффективность биологических препаратов при внесении в почву под предпосевную культивацию ярового ячменя, в среднем за 2006-2008 гг.

| Варианты | Урожайность, ц/га | Стоимость валовой продукции, руб. | Стоимость дополнительной продукции, руб. | Затраты на 1 га, руб. | Себестоимость 1 ц, руб. | Чистый доход с 1 га, руб. | Уровень рентабельности, % |
|----------------------|-------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. Без удобрений Ф-1 | 27,4 | 21920 | - | 8219 | 299,96 | 13701 | 166 |
| 2. Ф-1 + Экофит | 31,6 | 25280 | 3360 | 8728 | 276,20 | 16552 | 189 |
| 3. Ф-1 + Байкал | 30,3 | 24240 | 2320 | 8740 | 288,44 | 15500 | 177 |
| 4. Ф-1 + Эдагум | 32,8 | 26240 | 4320 | 9070 | 276,52 | 17170 | 189 |
| 5. Ф-1 + АПМ | 30,2 | 24160 | 2240 | 8807 | 291,62 | 15353 | 174 |
| 6. НРК Ф-2 | 33,1 | 26480 | 4560 | 10697 | 323,17 | 15783 | 147 |
| 7. Ф-2 + Экофит | 37,8 | 30240 | 8320 | 11207 | 296,48 | 19033 | 169 |
| 8. Ф-2 + Байкал | 36,4 | 29120 | 7200 | 11234 | 308,62 | 17886 | 159 |
| 9. Ф-2 + Эдагум | 39,1 | 31280 | 9360 | 11626 | 297,34 | 19654 | 169 |
| 10. Ф-2 + АПМ | 36,2 | 28960 | 7040 | 11288 | 311,82 | 17672 | 156 |

Применение препаратов Байкал и АПМ на посевах ярового ячменя было также экономически выгодно, хотя их эффективность была ниже эффективности препаратов Экофит и Эдагум.

Экономическая эффективность биологических препаратов на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ была выше, чем на контроле. Так, стоимость дополнительной продукции, полученной от применения биологических препаратов, была выше на 10,7-13,7% и составила: от препарата Эко-

фит на удобренном фоне - 3360 руб., на удобренном фоне 3760 руб., от препарата Байкал - 2320 - 2640 руб., от препарата Эдагум - 4320-4800 руб., от препарата АПМ - 2240-2480 руб. соответственно. Внесение минеральных удобрений приводило к увеличению себестоимости зерна ярового ячменя, однако величина условно чистого дохода, полученного от применения биологических препаратов на удобренном фоне повышалась по Экофиту - от 2851 до 3250 руб./га, по Байкалу - от 2851 до 3250 руб./га по Эдагуму - от 2851 до 3250 руб./га, по АПМ - от 2851 до 3250 руб./га.

ВЫВОДЫ

1. Внесение биологических препаратов Экофит, Эдагум, АПМ и Байкал ЭМ1 в почву перед посевом не оказывает существенного влияния на влагообеспеченность посевов в период появления всходов ячменя. В период же выхода в трубку запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на вариантах с внесением биологических препаратов были выше, чем на контроле. Это способствовало более экономному расходованию влаги растениями, снижению коэффициента водопотребления.

2. Биологические препараты способствуют улучшению экологического состояния агроценоза ярового ячменя: повышают микробиологическую активность почвы (на 13,5-18,9%), численность дождевых червей (на 13,9-19,7 экз./м²), запасы нитратного азота в пахотном слое (на 3,7-7,2 кг/га), снижают плотность сложения почвы.

3. Биологические препараты повышают общую и продуктивную кустистость ярового ячменя, озерненность колоса и массу 1000 зерен. Они увеличивают темпы прироста площади листовой поверхности в течение периода вегетации и фотосинтетический потенциал посевов, следовательно, и продолжительность периода работы ассимиляционного аппарата.

4. Биологические препараты повышают урожайность ярового ячменя на 10,2-19,7% на фоне без удобрений и на 9,4-18,1% при внесении N₆₀P₆₀K₆₀. Более высокие прибавки урожая были получены от внесения препаратов Экофит и Эдагум (4,2-5,4 ц/га). Эффективность внесения препаратов Байкал и АПМ была ниже и соответственно составила 2,8-2,9 ц/га или 10,2-10,6%.

5. Внесение биологических препаратов под предпосевную культивацию способствует увеличению крупности зерна на 0,5-0,9%, количества экстрактивных веществ на 1,30-1,48%, содержания крахмала в зерне на 0,87-0,96%, снижению пленчатости зерна на 0,18-0,21%. Эффективность биологических препаратов на фоне внесения минеральных удобрений не снижалась. Биологические препараты повышали содержание белка в зерне ярового ячменя, однако это повышение находилось в пределах требований, предъявляемых к пивоваренному ячменю.

6. Биологические препараты способствуют улучшению фитосанитарного состояния посевов ярового ячменя, снижают поражаемость растений листовыми болезнями (гельминтоспориоз, ринхоспориоз) и корневыми гнилями.

7. Темно-серая лесная почва имеет довольно высокое фоновое значение кадмия. Внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ уже сейчас приво-

дит к превышению ПДК этого элемента. При внесении биологических препаратов, как на удобренном так и на неудобренном фонах, наблюдается тенденция снижения содержания тяжелых металлов не только в почве, но и зерне и соломе ярового ячменя.

8. Внесение биологических препаратов под предпосевную культивацию ярового ячменя экономически выгодно. Лучшие экономические показатели обеспечивают препараты Экофит и Эдагум. Они способствуют получению максимальной стоимости валовой продукции (25280-26240 руб./га) и условно чистого дохода (16552-17170 руб./га) при самой низкой себестоимости зерна (276,20-276,52 руб./ц). На фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ экономическая эффективность биологических препаратов выше, чем на удобренном фоне.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения высоких и стабильных урожаев ярового ячменя, отвечающего пивоваренным стандартам, улучшения экологического состояния почвы, снижения распространения листостебельных заболеваний и корневых гнилей экономически целесообразно внесение биологических препаратов Экофит (400 мл/га), Эдагум (450 мл/га), Байкал (2 л/га) и АПМ (1 л/га) в почву под предпосевную культивацию.

ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК

1. Шамин Д.В. Эффективность биологических препаратов и регуляторов роста на посевах зерновых культур / Д.В. Шамин, В.И. Векленко, Р.А. Айдиев // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – №10. – С.46–47.
2. Шамин Д.В. Влияние почвенных биопрепаратов на продуктивность пивоваренного ячменя / Д.В. Шамин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №11. – С.7-8.

Статьи, опубликованные в других изданиях

3. Шамин Д.В. Эффективность гуминовых препаратов на посевах яровых зерновых культур / Д.В. Шамин, А.И. Стифеев // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. – 2008. – №3. – С.12 – 14.
4. Шамин Д.В. Применение водной вытяжки препарата биогумус «Агрорас» на свекловичных посевах / Д.В. Шамин, В.И. Лазарев // Сахарная свёкла. – 2008. – №4. – С.33-34.
5. Шамин Д.В. Перспективы применения гуминовых удобрений в АПК / Д.В. Шамин // Проблемы развития аграрного сектора региона (материалы всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 13–15 марта 2006 г., ч.2). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2006. – С.139-140.
6. Шамин Д.В. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность ячменя / Д.В. Шамин // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса (материалы всероссийской научно-

практической конференции, г. Курск, 20-22 марта 2007 г., ч.1). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2007. – С.34-35.

7. Шамин Д.В. Влияние биологических препаратов на фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя / Д.В. Шамин // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса (материалы международной научно-практической конференции, г. Курск, 23-25 января 2008 г., ч. 4). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2008. – С. 174-175.

8. Шамин Д.В. Влияние биологических препаратов на рост и развитие ярового ячменя / Д.В. Шамин // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса (материалы международной научно-практической конференции, г. Курск, 23-25 января 2008 г., ч. 4). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2008. – С. 181-182.

9. Шамин Д.В. Эффективность применения почвенных биопрепаратов на продуктивность пивоваренного ячменя / Д.В. Шамин // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса (материалы международной научно-практической конференции, г. Курск, 23-25 января 2008 г., ч. 4). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2008. – С. 191-194.

10. Шамин Д.В. Влияние биологических препаратов на содержание тяжелых металлов в почве и растениях / Д.В. Шамин // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса (материалы международной научно-практической конференции, г. Курск, 23-25 января 2008 г., ч. 4). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2008. – С. 198-201.

Формат 60x84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.
Печать на копировальном аппарате КГСХА.
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз.