

Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья

О. А. Оленин¹✉, С. Н. Зудилин¹

¹ Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

✉E-mail: agrotonik63@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучение влияния многокомпонентных полифункциональных органических удобрений и биопрепаратов на показатели агрофитоценоза и урожайность ярового ячменя в сравнении с минеральными удобрениями и пестицидами. **Методы.** Исследованы различные способы внесения органических удобрений на основе «Диатомита» и цеолита и биопрепаратов при органической технологии возделывания. Изучено влияние многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов на корневые гнили, распространенность вредителя хлебный жук и урожайность ярового ячменя в сравнении с синтетическими минеральными удобрениями и пестицидами в южной лесостепи Заволжья. **Результаты.** Применение в органической технологии возделывания ярового ячменя многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов с функциями биофунгицида и биобактерицида обеспечивает существенное снижение распространенности поражения культурных растений корневыми гнилями. Минимальная пораженность – на 28,6 % меньше по сравнению с контролем – была при совместном использовании предпосевного дражирования семян и биопрепаратов по вегетации. Органическое удобрение с зоогумусом и предпосевное дражирование семян с биоинсектицидом в составе дражировочной смеси способствовали существенному понижению количества вредителей хлебный жук на посевах ярового ячменя. Минимальное количество вредителей было отмечено при совместном применении органического удобрения с зоогумусом и пестицидов по вегетации, обеспечив на 85,7 % снижение количества имаго вредителя по сравнению с контролем. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя обеспечили повышение урожая зерна на 7,5–11,4 % по сравнению с контролем, тогда как традиционная технология с минеральным удобрением и пестицидами – на 18,4 %. Стоимость внесенных минеральных удобрений на 1 га составляла в среднем 2000 руб., тогда как многокомпонентных органических удобрений – 600–1500, стоимость внесенных пестицидов на 1 га составляла в среднем 3000–4500 руб., тогда как многокомпонентных биопрепаратов – 600–900. **Научная новизна** заключается в сравнении органической технологии возделывания с многокомпонентными органическими удобрениями и биопрепаратами с функциями биозащиты, полученными на основе переработки местных органических отходов и сырья, с традиционной технологией с синтетическими химическими минеральными удобрениями и пестицидами.

Ключевые слова: органическое земледелие, органические удобрения и биопрепараты, яровой ячмень, корневые гнили, хлебный жук, урожайность.

Для цитирования: Оленин О. А., Зудилин С. Н. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный вестник Урала. 2022. № 03 (218). С. 13–23. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23.

Дата поступления статьи: 13.12.2021, **дата рецензирования:** 24.12.2021, **дата принятия:** 14.01.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

В Стратегии научно-технологического развития России (утверждена Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642) отмечаются возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан. Поэтому в числе приоритетов и перспектив научно-технологического развития России на

ближайшие 10–15 лет назван переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству [1].

Органическое сельское хозяйство – производственная система, которая улучшает экосистему, сохраняет плодородие почвы, защищает здоровье человека и, принимая во внимание местные условия и опираясь на экологические циклы, сохраняет биологическое разнообразие, не использует компоненты, способные принести вред окружающей

среде [2]. Соответственно, по ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации», в органическом сельском хозяйстве не допускается применение минеральных азотных удобрений (пп. 5.1.4); не допускается использование синтетических гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и других пестицидов (пп. 5.1.5); не допускается применение синтетических регуляторов роста и синтетических красителей (пп. 5.1.6) [3].

В органических технологиях возделывания сельскохозяйственных культур одними из основных элементов являются органические удобрения, биологические и микробиологические препараты и средства биологической защиты растений [4–10].

В связи с этим научно-исследовательская лаборатория «АгроЭкология» при кафедре «Землеустройство, почвоведение и агрохимия» Самарского государственного аграрного университета ведет разработку многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов на основе переработки (утилизации) разных видов органических отходов и сырья. На опытных полях Самарского ГАУ совершенствуются технологии применения и внесения разработанных удобрений и препаратов.

Цель исследований – повышение эффективности органической технологии возделывания ярового ячменя за счет влияния многокомпонентных полифункциональных органических удобрений и биопрепаратов на показатели агрофитоценоза и урожай зерна в сравнении с традиционной технологией с синтетическими минеральными удобрениями и пестицидами.

Задачи исследований:

1. Разработать способы внесения органических удобрений на основе диатомита и биопрепаратов при органической технологии возделывания ярового ячменя.

2. Изучить влияние многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов на корневые гнили, распространенность хлебного жука и урожайность ярового ячменя в сравнении с синтетическими минеральными удобрениями и пестицидами.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектом исследований являлись посевы сорта ярового ячменя Орлан (оригинатор: Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН, п. г. т. Безенчук).

По общепринятым методикам и ГОСТам проводились лабораторные и полевые анализы, учеты и наблюдения: урожайность (ГОСТ 12041-82 и ГОСТ 12037-81); пораженность растений зерновых культур корневыми гнилями (методика ВНИИЗР); распространенность вредителя жук хлебный (методика ВНИИЗР); методы дисперсионного и корреляционного анализа (Б. А. Доспехов, 1985).

Исследования проводили на опытном поле Самарского ГАУ в 2017–2021 гг. (центральная зона

Самарской области). Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный тяжелосуглинистый: содержание гумуса 5,3 %; pH сол. – 6,9; содержание в пахотном слое азота легкогидролизующего – 80–120 мг/кг, фосфора подвижного – 135–145 мг/кг (ГОСТ 26204-91), калия подвижного – 150–195 (ГОСТ 26204-91) мг/кг.

Исследования проводили в полевом стационарном двухфакторном опыте, заложенном в 2017 г. в рамках научной темы «Цифровое органическое земледелие», в севообороте: 1) чистый пар; 2) озимая пшеница; 3) яровая пшеница твердая; 4) горох; 5) ячмень; 6) подсолнечник.

Норма высева ячменя ярового – 5,0 млн всхожих семян на 1 га.

Вариантов на поле – 21; повторности – 3; количество делянок на поле – 63; общая площадь поля – 0,40 га; площадь делянок первого порядка – 189 м², второго порядка – 63 м² (4,5 × 14,0 м); учетная площадь делянок – 31,5 м²; размещение делянок – систематическое.

Факторы: А – удобрения, В – препараты.

Фактор А – удобрения – вносили при посеве из сеялки в рядок на семенное ложе: А1 – контроль; А2 – 100 кг/га нитроаммофоски (16:16:16); А3 – 200 кг/га многокомпонентного органического удобрения «Диатомит» + зола древесная + калий органический (сокращенно ДЗК); А4 – 200 кг/га многокомпонентного органического удобрения «Диатомит» + зоогузмус + зола древесная (ДЗГЗ); А5 – 200 кг/га многокомпонентного органического удобрения «Диатомит» + «Фитоспорин» + гумат калия (ДФСПГк); А6 – 100 кг/га многокомпонентной органической смеси с функциями удобрения, стимулятора, фунгицида и бактерицида в виде предпосевного дражирования семян ячменя (не более чем за 10–14 дней до посева); А7 – 200 кг/га многокомпонентного органического удобрения цеолит + эффлюент + гумат калия (ЦЭГк).

Многокомпонентные удобрения А3–А7 – разработки лаборатории «АгроЭкология» Самарского ГАУ.

Норма внесения удобрения на вариантах А2–А7 определялась из расчета объема бункера, стоимости удобрения и необходимости оперативности посева, а также исходя из технических характеристик применяемой сеялки. Используемая на опытных полях сеялка Amazone Primera DMC (с шириной захвата 4,5 м) имеет максимальную устанавливаемую рабочую норму высева примерно в 450 кг/га (при норме высева ячменя ярового 200–220 кг/га).

Распространение и развитие технологий органического земледелия во многом зависит от технологичности внесения, агрономической эффективности и экономической рентабельности применения органических удобрений и биологических препаратов. Поэтому в наших исследованиях концепция

разработки и применения органических удобрений – многокомпонентные полифункциональные высококонцентрированные, максимально усвояемые, низкой дозы внесения (100–200, в отдельных случаях – до 300 кг/га) из сеялки при посеве в рядок на семенное ложе в прикорневую зону. Соответственно, органическое удобрение должно быть в виде сыпучих гранул длиной 0,5–1,0 и диаметром 0,3–0,5 см и должно вноситься в рядок при посеве из бункера сеялки, чтобы максимально сократить нормы внесения и затраты на внесение, а также доставить полезные вещества и микроорганизмы непосредственно в ризосферную зону проростков и всходов культур.

Фактор В – препараты, поперек внесения удобрений проводилось опрыскивание препаратами во время вегетации по листу: В1 – контроль; В2 – пестициды в виде фунгицида, и/или инсектицида, и/или гербицида (при достижении вредными организмами ЭПВ); В3 – многокомпонентные полифункциональные биопрепараты с функциями удобрения, биостимулятора и/или фунгицида инсектицида разработки лаборатории «АгроЭкология».

Пестициды и биопрепараты каждый год исследований применялись в виде двух обработок на всех культурах севооборота: зерновые колосовые – в фазы кушения и выхода в трубку (или колошения); горох – до фазы 5 пар листьев; подсолнечник – до наступления фазы 5 пар листьев. Пестициды применялись в нормах расхода согласно инструкции, биопрепараты – с нормой внесения 3,0 л/га при рабочем растворе 150 л/га.

Обработка почвы: основная – двукратное дискование – на 6–8-й и через 10–14 дней на 10–12 см; весенняя – ранневесеннее боронование и культивация – не ранее 1–2 дней перед посевом. Посев проводился сеялкой Amazone Primera DMC, сразу после посева – прикатывание катками ККШ-6. Опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем Amazone UF 01 с шириной захвата 14 м; уборка – селекционным комбайном TERRION – SR2010.

Агрометеорологические данные за 2017–2021 гг. представлены в таблице 1.

В среднем годовая сумма осадков за 2017–2021 гг. превышала среднееголетние данные на 24,9 %. Но значительное увеличение количества осадков наблюдалось в период с декабря по апрель, превышение над среднееголетними показателями составило 92,7 %, тогда как в период активной вегетации полевых культур с мая по август выпало всего 86,0 % среднееголетней нормы. Среднегодовая температура воздуха за 2017–2021 гг. превышала среднееголетнюю норму на 79,0 %! При этом увеличение средней температуры наблюдалось во все периоды: сентябрь – ноябрь – на 38,1 % (что отрицательно сказывается на посеве озимых культур, их начальном росте и развитии), декабрь – апрель – на 34,2 % (с большим количеством оттепелей и резкими колебаниями температуры, что значительно ухудшает условия перезимовки озимых), май – август – на 10 % (что в сочетании со снижением количества осадков на 14 % резко повышает аридность вегетационного периода, особенно для яровых культур).

Таблица 1
Метеорологические условия за годы проведения опытов (2017–2021 гг.), по данным агрометеостанции «Усть-Кинельская»

Месяцы	Осадки				Средняя температура воздуха			
	Среднееголетняя норма		В среднем, 2017–2021 гг.		Среднееголетняя норма		В среднем, 2017–2021 гг.	
	мм	%	мм	%	°С	%	°С	%
За сентябрь – ноябрь	123	100	133,0	108,1	4,2	100	5,8	138,1
За декабрь – апрель	124	100	239,0	192,7	–7,9	100	–5,2	65,8
За май – август	163	100	140,2	86,0	18,1	100	19,9	110,0
Всего или среднее	410,0	100	512,2	124,9	3,8	100	6,8	179,0

Table 1
Meteorological conditions over the testing years (2017–2021) according to the agrometeorological station “Ust’-Kinel’skaya”

Months	Precipitation				Average air temperature			
	Average long-term norm		On average for 2017–2021		Average long-term norm		On average for 2017–2021	
	mm	%	mm	%	°C	%	°C	%
September – November	123	100	133.0	108.1	4.2	100	5.8	138.1
December – April	124	100	239.0	192.7	–7.9	100	–5.2	65.8
May – August	163	100	140.2	86.0	18.1	100	19.9	110.0
Total or average	410.0	100	512.2	124.9	3.8	100	6.8	179.0

В целом метеорологические данные за 2017–2021 гг. подтверждают тенденцию глобальных климатических изменений с увеличением количества осадков и средней температуры воздуха в зимний период, с резким увеличением аридности периода активной вегетации полевых культур, что повышает необходимость перехода к системам органического земледелия.

Результаты (Results)

Корневые гнили являются комплексным заболеванием зерновых культур, поражающим корни и прикорневую часть стеблей растений. Корневые гнили вызывают несколько видов фитопатогенных грибов, обитающих в почве и сохраняющихся в почве, на семенах и растительных остатках. Наиболее распространенными и вредоносными на посевах зерновых культур являются фузариозная, гельминтоспориозная, церкоспореллезная и офиоболезная корневые гнили. На одних и тех же посевах можно обнаружить несколько видов возбудителей. Болезнь может являться причиной выпадения всходов,

уменьшения продуктивной кустистости и числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, а также ухудшения качества зерна. В годы сильного развития корневых гнилей потери урожайности ячменя могут составить от 15 до 40 %. Основными источниками инфекции всех видов корневых гнилей являются почва, пожнивные остатки и семена [11–13].

Интегрированная биологическая защита от болезней в системе органического земледелия включает, по нашему мнению, следующие элементы: севооборот (в том числе фитосанитарные и промежуточные культуры, смешанные посевы, насыщенные зернобобовыми до 25–30%); биопротравливание и дражирование семян с использованием биофунгицидов и биобактерицидов; внесение в почву многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов с функциями биофунгицида и биобактерицида перед посевом и во время посева; обработка по вегетации биопрепаратами с функциями биозащиты.

Таблица 2
Распространенность поражения корневыми гнилями растений ячменя ярового (2017–2021 гг.), %

Система удобрений (А)	Годы исследований					Среднее	% к контролю
	2017	2018	2019	2020	2021		
Система защиты (В)							
В1 – контроль							
А1 – контроль	37,4	31,5	29,9	28,2	21,4	29,7	100
А2 – нитроаммофоска	38,5	33,3	29,3	27,0	22,0	30,0	101,0
А3 – ДЗК	35,6	32,1	28,5	24,6	19,7	28,1	94,6
А4 – ДЗгЗ	34,7	32,7	26,6	25,6	19,2	27,8	93,6
А5 – ДФСпГк	25,5	27,0	25,3	22,9	18,9	23,9	80,5
А6 – дражирование семян	23,0	25,0	23,1	20,5	17,4	21,8	73,4
А7 – ЦЭГк	36,5	34,3	28,6	27,8	21,3	29,7	100
Среднее						27,3	91,9
В2 – пестициды							
А1 – контроль	38,0	33,9	33,2	31,4	23,8	32,1	108,1
А2 – нитроаммофоска	37,2	30,1	31,5	30,0	23,4	30,4	102,4
А3 – ДЗК	32,5	34,5	31,0	31,5	22,6	30,4	102,4
А4 – ДЗгЗ	30,8	31,6	29,5	28,4	22,1	28,5	96,0
А5 – ДФСпГк	27,6	25,6	24,2	22,9	20,5	24,2	81,5
А6 – дражирование семян	25,9	23,7	22,5	21,8	18,5	22,5	75,8
А7 – ЦЭГк	39,9	41,8	35,3	30,1	22,5	33,9	114,1
Среднее						28,9	97,3
В3 – биопрепараты							
А1 – контроль	30,2	30,9	27,9	28,3	19,9	27,4	92,3
А2 – нитроаммофоска	37,4	36,4	29,3	28,4	21,1	30,5	102,7
А3 – ДЗК	32,8	31,1	27,4	25,0	19,7	27,2	91,6
А4 – ДЗгЗ	30,5	30,6	28,4	24,0	22,0	27,1	91,2
А5 – ДФСпГк	25,5	28,4	23,4	22,0	18,7	23,6	79,5
А6 – дражирование семян	24,1	25,6	22,0	18,2	16,2	21,2	71,4
А7 – ЦЭГк	33,2	35,3	29,6	25,1	17,6	28,2	95,0
Среднее						26,5	89,2

The root rot extension on spring barley plants (2017–2021), %

Fertilizing system (A)	Testing years					Average	% to control
	2017	2018	2019	2020	2021		
Plant protection system (B)							
B1 – control							
A1 – control	37.4	31.5	29.9	28.2	21.4	29.7	100
A2 – ANP fertilizer	38.5	33.3	29.3	27.0	22.0	30.0	101.0
A3 – DAP	35.6	32.1	28.5	24.6	19.7	28.1	94.6
A4 – DZhA	34.7	32.7	26.6	25.6	19.2	27.8	93.6
A5 – DFspHp	25.5	27.0	25.3	22.9	18.9	23.9	80.5
A6 – seed coating	23.0	25.0	23.1	20.5	17.4	21.8	73.4
A7 – ZEHp	36.5	34.3	28.6	27.8	21.3	29.7	100
Average						27.3	91.9
B2 – pesticides							
A1 – control	38.0	33.9	33.2	31.4	23.8	32.1	108.1
A2 – ANP fertilizer	37.2	30.1	31.5	30.0	23.4	30.4	102.4
A3 – DAP	32.5	34.5	31.0	31.5	22.6	30.4	102.4
A4 – DZhA	30.8	31.6	29.5	28.4	22.1	28.5	96.0
A5 – DFspHp	27.6	25.6	24.2	22.9	20.5	24.2	81.5
A6 – seed coating	25.9	23.7	22.5	21.8	18.5	22.5	75.8
A7 – ZEHp	39.9	41.8	35.3	30.1	22.5	33.9	114.1
Average						28.9	97.3
B3 – bio-products							
A1 – control	30.2	30.9	27.9	28.3	19.9	27.4	92.3
A2 – ANP fertilizer	37.4	36.4	29.3	28.4	21.1	30.5	102.7
A3 – DAP	32.8	31.1	27.4	25.0	19.7	27.2	91.6
A4 – DZhA	30.5	30.6	28.4	24.0	22.0	27.1	91.2
A5 – DFspHp	25.5	28.4	23.4	22.0	18.7	23.6	79.5
A6 – seed coating	24.1	25.6	22.0	18.2	16.2	21.2	71.4
A7 – ZEHp	33.2	35.3	29.6	25.1	17.6	28.2	95.0
Average						26.5	89.2

Note. ANP – ammonium nitrate phosphate; DAP – “Diatomit” + wood ash + organic potassium; DZhA – “Diatomit” + zoohumus + wood ash; DFspHp – “Diatomit” + “Fitosporin” + potassium humate; ZEHp – zeolite + effluent + potassium humate.

В среднем за два обследования в фазы кушения и молочной спелости зерна по препаратам (фактор В) многокомпонентные биопрепараты с функциями биозащиты (биофунгицид + биобактерицид) снижали распространенность корневых гнилей на 10,8 % по сравнению с контролем (А1В1), тогда как обработки пестицидами – только на 2,7 % (таблица 2).

Из всех вариантов удобрений наибольшее снижение распространенности корневых гнилей вызывают многокомпонентные органические удобрения с функциями биофунгицида и биобактерицида (А4–А6). Так, удобрение ДФСПК (А5) уменьшает корневые гнили на 18,5–20,5 % по сравнению с контролем (А1В1), а дражировочная смесь (А6), которой покрывают семена ячменя перед посевом, на 24,2–28,6 %. Максимальное снижение (на 28,6 %) отмечается на варианте А6В3: совместное применение дражирования семян и биопрепаратов по вегетации.

Посев дражированными семенами оказался наиболее эффективным для борьбы с комплексом корневых гнилей, так как при дражировании происходит биопротравливание, а также микроорганизмы – антагонисты почвенной патогенной микрофлоры сразу попадают в ризосферную зону проростков и всходов растений ярового ячменя.

Зерновым культурам наносит ощутимые повреждения имаго вредителя хлебный жук (жук-кузка посевной, *Anisoplia austriaca*), который выедает зерна злаков в стадии молочной спелости. Затвердевшие зерна жук выбивает из колоса. Личинка второго года жизни (зимует два раза) повреждает корни растений культур.

Методы борьбы с вредителем применяются следующие:

- 1) агротехнические (лушение стерни с последующей глубокой зяблевой вспашкой, междурядные обработки пропашных культур, культивация паров);
- 2) химические (применение инсектицидов);
- 3) интегрированная биологическая защита в рамках органического земледелия [14; 15].

Интегрированная биозащита от вредителей в системе органического земледелия должна состоять из следующих элементов:

- севооборот (в том числе фитосанитарные и медоносные культуры);
- биопротравливание и дражирование семян с использованием биоинсектицидов;
- внесение в почву многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов с функциями биоинсектицида перед посевом и во время посева;
- обработка по вегетации биопрепаратами с биоинсектицидами и биорепеллентами.

Распространенность вредителя жук хлебный на посевах ячменя ярового (2017–2021 гг.), шт/м² Таблица 3

Агротехнологии

Система удобрений (А)	Годы исследований					Среднее	% к контролю
	2017	2018	2019	2020	2021		
Система защиты (В) В1 – контроль							
А1 – контроль	2	3	3	2	4	2,8	100
А2 – нитроаммофоска	1	2	3,4	3	2,9	2,5	89,3
А3 – ДЗК	1	1	2	1,8	4	2,0	71,4
А4 – ДЗгЗ	–	–	1	2	1	0,8	28,6
А5 – ДФСпГк	1	–	2	2	3	1,6	57,1
А6 – дражирование семян	–	1	2	1	3	1,4	50,0
А7 – ЦЭГк	0,4	2	5,6	3	1	2,4	85,7
Среднее						1,9	68,9
В2 – пестициды							
А1 – контроль	1	1	2	–	1	1,0	35,7
А2 – нитроаммофоска	1	2	2	–	3	1,6	57,1
А3 – ДЗК	–	–	1	3	3	1,4	50,0
А4 – ДЗгЗ	–	–	1	–	1	0,4	14,3
А5 – ДФСпГк	1	0,5	3	2	2	1,7	60,7
А6 – дражирование семян	1	–	1	2	1,4	1,1	39,3
А7 – ЦЭГк	–	1	3,6	2	1	1,5	53,6
Среднее						1,2	44,3
В3 – биопрепараты							
А1 – контроль	–	1	3,1	1,3	4,2	1,9	67,9
А2 – нитроаммофоска	1	–	3	2,4	3,3	1,9	67,9
А3 – ДЗК	1	1	3	2	–	1,4	50,0
А4 – ДЗгЗ	–	–	1,8	–	1	0,6	21,4
А5 – ДФСпГк	1	–	3	2	1	1,4	50,0
А6 – дражирование семян	1	–	2	3	–	1,2	42,9
А7 – ЦЭГк	–	1	4,5	4	1,5	2,2	78,6
Среднее						1,5	54,0
ЭПВ						3–5	

The pest “Bread beetle” extension on spring barley crops (2017–2021), pcs/m² Table 3

Fertilizing system (A)	Testing years					Average	% to control
	2017	2018	2019	2020	2021		
Plant protection system (B) B1 – control							
A1 – control	2	3	3	2	4	2.8	100
A2 – ANP fertilizer	1	2	3.4	3	2.9	2.5	89.3
A3 – DAP	1	1	2	1.8	4	2.0	71.4
A4 – DZhA	–	–	1	2	1	0.8	28.6
A5 – DFspHp	1	–	2	2	3	1.6	57.1
A6 – seed coating	–	1	2	1	3	1.4	50.0
A7 – ZEHP	0.4	2	5.6	3	1	2.4	85.7
Average						1.9	68.9
B2 – pesticides							
A1 – control	1	1	2	–	1	1.0	35.7
A2 – ANP fertilizer	1	2	2	–	3	1.6	57.1
A3 – DAP	–	–	1	3	3	1.4	50.0
A4 – DZhA	–	–	1	–	1	0.4	14.3
A5 – DFspHp	1	0.5	3	2	2	1.7	60.7
A6 – seed coating	1	–	1	2	1.4	1.1	39.3
A7 – ZEHP	–	1	3.6	2	1	1.5	53.6
Average						1.2	44.3
B3 – bio-products							
A1 – control	–	1	3.1	1.3	4.2	1.9	67.9
A2 – ANP fertilizer	1	–	3	2.4	3.3	1.9	67.9
A3 – DAP	1	1	3	2	–	1.4	50.0
A4 – DZhA	–	–	1.8	–	1	0.6	21.4
A5 – DFspHp	1	–	3	2	1	1.4	50.0
A6 – seed coating	1	–	2	3	–	1.2	42.9
A7 – ZEHP	–	1	4.5	4	1.5	2.2	78.6
Average						1.5	54.0
Economic threshold of harmfulness						3–5	

Note. ANP – ammonium nitrate phosphate; DAP – “Diatomit” + wood ash + organic potassium; DZhA – “Diatomit” + zoohumus + wood ash; DFspHp – “Diatomit” + “Fitosporin” + potassium humate; ZEHP – zeolite + effluent + potassium humate.

В наших опытах учет вредителя проводился один раз за сезон в фазу молочной спелости зерна.

В среднем по фактору В многокомпонентный биопрепарат с функцией биоинсектицида снижал количество вредителя на 46,0 % по сравнению с контролем А1В1, но увеличивал на 9,7 % по сравнению с пестицидами (таблица 3).

Из вариантов фактора А наиболее эффективными оказались удобрение ДЗгЗ (А4) с зоогуомусом и дражирование (А6) семян с биоинсектицидом (экстракт зоогуомуса) в составе дражировочной смеси. Удобрение ДЗгЗ снижало количество хлебного жука на 71,4–85,7 % по сравнению с контролем, дражирование семян – на 50,0–60,7 %, что объясняется воздействием на личинки жука природных токсинов с биоинсектицидным действием, вырабатываемых хитиноразрушающими бактериями и грибами, содержащимися в зоогуомусе. Максимальное снижение вредителей отмечено на варианте А4В2 – совместное применение удобрения ДЗгЗ и

пестицидов, в том числе инсектицида, на 85,7 % по сравнению с контролем (А1В1).

Влияние многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов на урожайность ярового ячменя представлено в таблице 4.

Влияние факторов А и В на урожайность, как и их взаимодействие, по данным математической обработки, оказалось существенным.

По фактору А в среднем за годы исследований наибольшая урожайность ячменя отмечена на вариантах А4 («Диатомит» + зоогуомус + зола древесная) и А6 (дражирование семян) – соответственно на 10,5–21,9 % и 10,5–19,9 % больше, чем на контроле А1В1 (и на 1,0–3,5 % и 1,4–1,5 % больше, чем на варианте А2 с нитроаммофоской). По фактору В применение пестицидов повышало урожайность в среднем на 10,4 % по сравнению с контролем (В1, без препаратов) и на 8,4 % по сравнению с биопрепаратами.

Таблица 4
Урожайность ячменя ярового (2017–2021 гг.), т/га

Система удобрений (А)	Годы исследований					Среднее	% к контролю
	2017	2018	2019	2020	2021		
Система защиты (В) В1 – контроль							
А1 – контроль	2,08	1,87	2,28	2,10	1,74	2,01	100
А2 – нитроаммофоска	2,26	2,25	2,40	2,33	1,72	2,19	109,0
А3 – ДЗК	2,23	2,19	2,33	2,38	1,80	2,19	109,0
А4 – ДЗгЗ	2,33	2,24	2,35	2,37	1,81	2,22	110,5
А5 – ДФСпГк	2,16	1,95	2,35	2,24	1,76	2,09	104,0
А6 – дражирование семян	2,23	2,22	2,44	2,32	1,87	2,22	110,5
А7 – ЦЭГк	2,18	1,98	2,37	2,25	1,77	2,11	105,0
Среднее						2,15	107,0
В2 – пестициды							
А1 – контроль	2,68	2,06	2,41	2,28	1,73	2,23	111,0
А2 – нитроаммофоска	2,98	2,23	2,55	2,37	1,76	2,38	118,4
А3 – ДЗК	2,95	2,29	2,50	2,37	1,85	2,39	118,9
А4 – ДЗгЗ	2,91	2,33	2,68	2,44	1,90	2,45	121,9
А5 – ДФСпГк	2,83	2,27	2,52	2,35	1,82	2,36	117,4
А6 – дражирование семян	2,90	2,25	2,56	2,45	1,88	2,41	119,9
А7 – цеолит + эффлюент	2,85	2,20	2,49	2,37	1,76	2,33	115,9
Среднее						2,36	117,4
В3 – биопрепараты							
А1 – контроль	2,22	1,94	2,34	2,21	1,83	2,11	105,0
А2 – нитроаммофоска	2,38	2,06	2,47	2,36	1,80	2,21	110,0
А3 – ДЗК	2,35	2,10	2,40	2,33	1,78	2,19	109,0
А4 – ДЗгЗ	2,44	2,11	2,42	2,31	1,88	2,23	111,0
А5 – ДФСпГк	2,38	1,96	2,40	2,28	1,88	2,18	108,5
А6 – дражирование семян	2,39	2,08	2,45	2,34	1,94	2,24	111,4
А7 – цеолит + эффлюент	2,30	1,99	2,43	2,29	1,81	2,16	107,5
Среднее						2,19	109,0
НСР ₀₅ по фактору А	0,07	0,05	0,08	0,05	0,04		
НСР ₀₅ по фактору В	0,05	0,06	0,09	0,07	0,05		
НСР ₀₅ по взаимодействию факторов А и В	0,05	0,06	0,09	0,07	0,06		
НСР ₀₅ общая	0,10	0,09	0,10	0,11	0,08		

Table 4
The yield of spring barley (2017–2021), t/ha

Агротехнологии

Fertilizing system (A)	Testing years					Average	% to control
	2017	2018	2019	2020	2021		
Plant protection system (B)							
B1 – control							
A1 – control	2.08	1.87	2.28	2.10	1.74	2.01	100
A2 – ANP fertilizer	2.26	2.25	2.40	2.33	1.72	2.19	109.0
A3 – DAP	2.23	2.19	2.33	2.38	1.80	2.19	109.0
A4 – DZhA	2.33	2.24	2.35	2.37	1.81	2.22	110.5
A5 – DFspHp	2.16	1.95	2.35	2.24	1.76	2.09	104.0
A6 – seed coating	2.23	2.22	2.44	2.32	1.87	2.22	110.5
A7 – ZEHp	2.18	1.98	2.37	2.25	1.77	2.11	105.0
Average						2.15	107.0
B2 – pesticides							
A1 – control	2.68	2.06	2.41	2.28	1.73	2.23	111.0
A2 – ANP fertilizer	2.98	2.23	2.55	2.37	1.76	2.38	118.4
A3 – DAP	2.95	2.29	2.50	2.37	1.85	2.39	118.9
A4 – DZhA	2.91	2.33	2.68	2.44	1.90	2.45	121.9
A5 – DFspHp	2.83	2.27	2.52	2.35	1.82	2.36	117.4
A6 – seed coating	2.90	2.25	2.56	2.45	1.88	2.41	119.9
A7 – ZEHp	2.85	2.20	2.49	2.37	1.76	2.33	115.9
Average						2.36	117.4
B3 – bio-products							
A1 – control	2.22	1.94	2.34	2.21	1.83	2.11	105.0
A2 – ANP fertilizer	2.38	2.06	2.47	2.36	1.80	2.21	110.0
A3 – DAP	2.35	2.10	2.40	2.33	1.78	2.19	109.0
A4 – DZhA	2.44	2.11	2.42	2.31	1.88	2.23	111.0
A5 – DFspHp	2.38	1.96	2.40	2.28	1.88	2.18	108.5
A6 – seed coating	2.39	2.08	2.45	2.34	1.94	2.24	111.4
A7 – ZEHp	2.30	1.99	2.43	2.29	1.81	2.16	107.5
Average						2.19	109.0
LSD ₀₅ by factor A	0.07	0.05	0.08	0.05	0.04		
LSD ₀₅ by factor B	0.05	0.06	0.09	0.07	0.05		
LSD ₀₅ by interaction of factors A and B	0.05	0.06	0.09	0.07	0.06		
LSD ₀₅ total	0.10	0.09	0.10	0.11	0.08		

Note. ANP – ammonium nitrate phosphate; DAP – “Diatomit” + wood ash + organic potassium; DZhA – “Diatomit” + zoohumus + wood ash; DFspHp – “Diatomit” + “Fitosporin” + potassium humate; ZEHp – zeolite + effluent + potassium humate.

Максимальное повышение урожайности отмечено на варианте А4В2 – совместное применение удобрения ДЗгЗ с зоогумусом и пестицидов, на 21,9 % по сравнению с контролем (А1В1) и на 3,5 % по сравнению с вариантом А2В2 (совместное применение минеральных удобрений и пестицидов).

Однако, помимо агрономической эффективности, технология возделывания культуры должна оцениваться и по экономической эффективности, то есть рентабельности.

Стоимость внесенной нитроаммофоски составляла в среднем примерно 2000 руб./га, из расчета средней оптовой стоимости в 20 000 руб/т (цена колеблется по годам и в зависимости от условий продажи от 18 до 28 тыс. руб.).

Стоимость органических удобрений примерно 1200–1500 руб/га, а стоимость дражирования семян – примерно 600–800 руб. за гектарную норму, что даже при равной урожайности по сравнению с

минеральным удобрением является экономически эффективным агроприемом для внедрения в систему органического земледелия, и это без учета положительного экологического эффекта от биоудобрений и биопрепаратов для плодородия почвы, окружающей среды и человека, а также без учета сокращения выбросов парниковых газов и накопления углерода в органическом веществе почвы.

Оптовая стоимость многокомпонентного полифункционального биопрепарата разработки лаборатории «АгроЭкология» для сельхозпредприятий составляет 100–150 руб/л, тогда как оптовая стоимость пестицидов колеблется от 500 до 2500 руб/л и выше.

Следовательно, стоимость пестицидов превышает стоимость биопрепарата в 3–20 раз, но при этом урожайность ячменя от применения пестицидов повышается только на 8,4 % по сравнению с биопрепаратом.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение в органической технологии возделывания ярового ячменя многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов с функциями биофунгицида и биобактерицида обеспечивает существенное снижение распространенности поражения культурных растений корневыми гнилями. Минимальная пораженность (на 28,6 % меньше по сравнению с контролем) была при совместном использовании предпосевного дражирования семян и биопрепаратов по вегетации.

Органическое удобрение с зоогумусом и предпосевное дражирование семян с биоинсектицидом в составе дражировочной смеси способствовали существенному понижению количества вредителя хлебный жук на посевах ярового ячменя. Минимальное количество вредителей было отмечено при

совместном применении органического удобрения с зоогумусом и пестицидов по вегетации, обеспечив снижение количества имаго вредителя по сравнению с контролем на 85,7 %.

Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя обеспечили повышение урожайности зерна на 7,5–11,4 % по сравнению с контролем, тогда как традиционная технология с минеральным удобрением и пестицидами – на 18,4 %. Однако стоимость внесенных минеральных удобрений на 1 га составляла в среднем 2000 руб., тогда как многокомпонентных органических удобрений – от 600 до 1500 руб. в зависимости от вида органического удобрения и способа его внесения. Стоимость внесенных пестицидов на 1 га составляла в среднем 3000–4500 руб., тогда как биопрепаратов – 600–900 руб.

Библиографический список

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642) [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 11.12.2021).
2. ГОСТ 56104-2014. Продукты пищевые органические. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113488> (дата обращения: 11.12.2021).
3. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141713> (дата обращения: 11.12.2021).
4. Федеральный закон № 280 от 03 августа 2018 г. «Об органической продукции» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017 (дата обращения: 11.12.2021).
5. Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия в России [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/Органическое%20сельское%20хозяйство.pdf (дата обращения: 11.12.2021).
6. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы [Электронный ресурс]. URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/anons/organicheskoe-selskoe-khozyajstvo-innovatsionnye-tehnologii-opyt-perspektivy> (дата обращения: 11.12.2021).
7. Chen H., Deng A., Zhang W., Chen F. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat // *The Crop Journal*. 2018. No. 6. Pp. 589–599.
8. Bhaskar V., Weedon O. D., Finckh M. R. Exploring the differences between organic and conventional breeding in early vigour traits of winter wheat // *European Journal of Agronomy*. 2019. No. 105. Pp. 86–95.
9. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Разработка многокомпонентных органических удобрений на основе диатомита для органического земледелия // *Плодородие*. 2021. № 1. С. 40–45.
10. Zudilin S., Olenin O., Vasilisko A. The use of biotechnology for the production of organic fertilizers based on diatomite for crop production // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Vienna, 2020. Pp. 169–176.
11. Корневая гниль: симптомы, методы борьбы и профилактики [Электронный ресурс]. URL: <https://bizontech.ua/ru/blog/root-rot-symptoms-methods-of-control-prevention> (дата обращения: 02.12.2021).
12. Xu H., Dai X., Chu J., Wang Y., He M. Integrated management strategy for improving the grain yield and nitrogen-use efficiency of winter wheat // *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. No. 17. Iss. 2. Pp. 315–327.
13. Желтова К. В., Долженко В. И. Корневые гнили озимой пшеницы и их вредоносность // *Вестник аграрной науки*. 2017. № 1. С. 45–51.
14. Жук-кузька хлебный [Электронный ресурс]. URL: https://www.pesticidy.ru/Жук-кузька_хлебный (дата обращения: 02.12.2021)
15. Peltre C., Nielsen M., Bruun S. Straw export in continuous winter wheat and the ability of oil radish catch crops and early sowing of wheat to offset soil c and n losses: a simulation study // *Agricultural Systems*. 2016. Vol. 143. Pp. 195–202.

Об авторах:

Олег Анатольевич Оленин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории «АгроЭкология», ORCID 0000-0002-8253-1571, AuthorID 1133123; +7 996 619-83-11, agrotonik63@mail.ru

Сергей Николаевич Зудилин¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID 0000-0002-6113-5043, AuthorID 636206; +7 927 262-23-82, zudilin_sn@mail.ru

¹ Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

Elements of organic cultivation technology of spring barley in the Middle Volga region forest-steppe

O. A. Olenin¹✉, S. N. Zudilin¹

¹ Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

✉E-mail: agrotonik63@mail.ru

Abstract. The **aim** of the research was to study the effect of multicomponent polyfunctional organic fertilizers and biological products on the indicators of agrophytocenosis and the productivity of spring barley compared to mineral fertilizers and pesticides. **Methods.** In the southern Middle Volga forest-steppe region, different methods of applying organic fertilizers based on “Diatomit” or zeolite or bio-products with organic cultivation technology as well as the influence of multicomponent organic fertilizers and bio-products on the root rot, pest “bread beetle” extension and the yield of spring barley were studied in comparison with synthetic mineral fertilizers and pesticides. **Results.** In organic spring barley cultivation technology, the application of multicomponent organic fertilizers and biological products with the biofungicide and biobactericide functions provided a significant reduction in the root rot extension. The minimum damage (28.6 % less compared to the control) was detected in a joint use of pre-sowing seed coating and bio-products in vegetation. The application of both organic fertilizer with zoohumus and pre-sowing seed coating with a bioinsecticide as part of the coating mixture enabled a significant reduction in bread beetle number on spring barley crops. The minimum number of pests was detected on a combined application of organic fertilizer with zoohumus and pesticides during the growing season, providing 85.7 % imago pest amount reduction compared to the control. Elements of the organic spring barley cultivation technology provided a grain yield increase by 7.5–11.4 % in comparison with the control, while the traditional technology with mineral fertilizers and pesticides – by 18.4 %. The cost of applied mineral fertilizers per one hectare was on average 2000 rubles, while the cost of multicomponent organic fertilizers was 600–1500 rubles. The cost of applied pesticides per one hectare averaged 3000–4500 rubles, while the cost of multicomponent biological products was 600–900 rubles. **The scientific novelty** is connected with the comparison of organic cultivation technology including multicomponent organic fertilizers and bio-products with biosecurity functions obtained through the processing of the local organic waste and raw materials and traditional technology that includes synthetic chemical mineral fertilizers and pesticides.

Keywords: organic farming, organic fertilizers and bio-products, spring barley, root rot, bread beetle, yield.

For citation: Olenin O. A., Zudilin S. N. Elementy organicheskoy tekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo yachmenya v lesostepy Srednego Povolzh'ya [Elements of organic cultivation technology of spring barley in the Middle Volga region forest-steppe] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 03 (218). Pp. 13–23. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23. (In Russian.)

Date of paper submission: 13.12.2021, **date of review:** 24.12.2021, **date of acceptance:** 14.01.2022.

References

1. Strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii (utv. Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 1 dekabrya 2016 g. No 642) [Strategy for scientific and technological development of the Russian Federation (approved by Decree of the President of the Russian Federation of December 1, 2016 No. 642)] [e-resource]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
2. GOST 56104-2014. Produkty pishchevye organicheskie. Terminy i opredeleniya [GOST 56104-2014. Organic food products. Terms and definitions] [e-resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113488> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)

3. GOST 33980-2016. Produktsiya organicheskogo proizvodstva. Pravila proizvodstva, pererabotki, markirovki i realizatsii [GOST 33980-2016. Organic products. Rules for production, processing, labeling and sale] [e-resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141713> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
4. Federal'nyy zakon "Ob organicheskoy produktsii" ot 03 avgusta 2018 g. [Federal Law "On Organic Products" of August 03, 2018] [e-resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017 (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
5. Organicheskoe sel'skoe khozyaystvo i biologizatsiya zemledeliya v Rossii [Organic agriculture and biologization of agriculture in Russia] [e-resource]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/Organic%20selskoe%20farm.pdf (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
6. Organicheskoe sel'skoe khozyaystvo: innovatsionnye tekhnologii, opyt, perspektivy [Organic farming: innovative technologies, experience, prospects] [e-resource]. URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/anons/organicheskoe-selskoe-khozyaystvo-innovatsionnye-tekhnologii-opyt-perspektivy> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
7. Chen H., Deng A., Zhang W., Chen F. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat // *The Crop Journal*. 2018. No. 6. Pp. 589–599.
8. Bhaskar V., Weedon O. D., Finckh M. R. Exploring the differences between organic and conventional breeding in early vigour traits of winter wheat // *European Journal of Agronomy*. 2019. No. 105. Pp. 86–95.
9. Olenin O. A., Zudilin S. N. Razrabotka mnogokomponentnykh organicheskikh udobreniy na osnove diatomita dlya organicheskogo zemledeliya [Creation of multicomponent organic fertilizers based on diatomite for organic farming] // *Plodorodie*. 2021. No. 1. Pp. 40–45. (In Russian.)
10. Zudilin S., Olenin O., Vasilisko A. The use of biotechnology for the production of organic fertilizers based on diatomite for crop production // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Vienna, 2020. Pp. 169–176.
11. Kornevaya gnil': simptomy, metody bor'by i profilaktiki [Root rot: symptoms, methods of control and prevention] [e-resource]. URL: <https://bizontech.ua/ru/blog/root-rot-symptoms-methods-of-control-prevention> (date of reference: 02.12.2021). (In Russian.)
12. Xu H., Dai X., Chu J., Wang Y., He M. Integrated management strategy for improving the grain yield and nitrogen-use efficiency of winter wheat // *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. No. 17. Iss. 2. Pp. 315–327.
13. Zheltova K. V., Dolzhenko V. I. Kornevye gnili ozimoy pshenitsy i ih vredonosnost [Root rot of winter wheat and its harmfulness] // *Bulletin of Agrarian Science*. 2017. No. 1. Pp. 45–51. (In Russian.)
14. Zhuk-kuz'ka khlebnyy [Anisoplia austriaca beetle] [e-resource]. URL: https://www.pesticity.ru/Жук-кузька_хлебный (date of reference: 02.12.2021). (In Russian.)
15. Peltre C., Nielsen M., Bruun S. Straw export in continuous winter wheat and the ability of oil radish catch crops and early sowing of wheat to offset soil c and n losses: a simulation study // *Agricultural Systems*. 2016. Vol. 143. Pp. 195–202.

Authors' information:

Oleg A. Olenin¹, candidate of agricultural sciences, researcher of the laboratory "AgroEcology",

ORCID 0000-0002-8253-1571, AuthorID 1133123; +7 996 619-83-11, agrotonik63@mail.ru

Sergey N. Zudilin¹, doctor of agricultural sciences, professor, ORCID 0000-0002-6113-5043, AuthorID 636206; +7 927 262-23-82, zudilin_sn@mail.ru

¹ Samara State Agrarian University, Kinel, Russia