

АГРОНОМИЯ

УДК 631.582.633.213.631.524. (571.1)

DOI:10.31677/2072-6724-2021-58-1-7-16

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И ХИМИЗАЦИИ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.Ф. Ашмарина, доктор сельскохозяйственных наук
Р.Ф. Галеев, кандидат сельскохозяйственных наук
О.Н. Шашкова, кандидат сельскохозяйственных наук
А.И. Ермохина, научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук
E-mail: alf8@yandex.ru

Ключевые слова: яровой ячмень, кормовой севооборот, бобовый компонент, минеральные удобрения, развитие болезни, корневая гниль, листовые инфекции

Реферат. Исследования проводились с целью изучения влияния факторов биологизации и химизации на фитосанитарное состояние ячменя в звене шестипольного кормового севооборота второй ротации в лесостепи Западной Сибири. Фактор биологизации рассматривали как подсев к ячменю гороха, а фактор химизации – как внесение минеральных удобрений по результатам агрохимического анализа в дозе $N_{60}P_{20}$. Установлено, что наиболее высокое развитие корневой гнили отмечено в варианте с посевом ячменя без удобрений, где индекс развития болезни достигал в среднем по растению 14,4%, наименьшее – в варианте «ячмень + горох + удобрения» (4,6%). В вариантах «ячмень + горох» и «ячмень + удобрение» интенсивность заболевания была примерно одинаковой и в пределах порога вредоносности – от 6,6 до 6,9%. Аналогичные данные получены и по показателю распространенности заболевания. Среди анализируемых органов наибольшее поражение имели первичные корни, что было обусловлено значительным инфицированием *Vipolaris sorokiniana* Sacc. Поражение листовыми инфекциями было почти в 2 раза ниже в варианте с использованием бобового компонента и внесением удобрений (16,8%) против контрольного варианта (31,8%). Установлено, что коэффициент корреляции индекса развития корневой гнили в среднем по растению с продуктивной кустистостью составил $r = -0,63$, а с высотой растений $r = -0,99$. Подтверждением вредоносности корневой гнили служит тесная отрицательная корреляционная связь между урожайностью и показателями развития болезни в среднем по растению: $r = -0,74$. Выяснено, что наиболее благоприятная фитосанитарная ситуация складывалась в варианте посева ячменя с применением удобрений и бобового компонента, что связано с оздоравливающим действием удобрений и бобовой культуры, которое проявляется, с одной стороны, в повышении выносливости самого растения, а с другой – в ингибирующем действии на возбудителей болезни.

**IMPLEMENTATION OF THE PRODUCTIVITY POTENTIAL
OF FORAGE CROPS IN THE WEST OF THE BRYANSK REGION**

L. F. Ashmarina, Doctor of Agricultural Sciences
R. F. Galeev, Candidate of Agricultural Sciences
O. N. Shashkova, Candidate of Agricultural Sciences
A. I. Ermokhina, Researcher

Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences

Key words: spring barley, fodder crop rotation, legume component, mineral fertilizers, disease development, root rot, leaf-stem infections.

Abstract. The research was carried out to study the influence of biologization and chemicalization factors on the phytosanitary state of barley in the chain of the six-field fodder crop rotation of the second rotation in the forest-steppe of Western Siberia. The biologization factor was considered sowing peas to barley. The chemicalization factor was considered as the introduction of mineral fertilizers according to the results of agrochemical analysis at a dose of $N_{60}P_{20}$. It was found that the highest development of root rot was found in the variant with sowing barley without fertilizers, where the disease development index reached an average of 14.4% for the plant. The lowest one is in the variant "barley + peas + fertilizers" (4.6%). In the variants "barley + peas" and "barley + fertilizer", the intensity of the disease was approximately the same and within the limits of the severity threshold – from 6.6 to 6.9%. Similar data were obtained for the prevalence of the disease. Among the analyzed organs, the primary roots had the greatest damage, which was due to significant infection with *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Damage by leaf-stem infections was almost 2 times lower in the variant with the use of the legume component and the application of fertilizers (16.8%) versus the control variant (31.8%). It was found that the correlation coefficient of the root rot development index on average for a plant with productive tillering was $r = -0.63$, and with plant height $r = -0.99$. Confirmation of the harmfulness of root rot is a close negative correlation between the yield and the indicators of the development of the disease on average for the plant: $r = -0.74$. It was found that the most favorable phytosanitary situation developed in the variant of sowing barley with the use of fertilizers and a legume component, which is associated with the healing effect of fertilizers and legumes, which is reflected, on the one hand, in increasing the endurance of the plant itself, and on the other, in an inhibitory effect on causative agents of the disease.

Ячмень является ценной кормовой культурой, однако получение стабильных его урожаев в Западной Сибири лимитируется рядом факторов [1]. Одним из них является значительное поражение комплексом болезней, среди которых наиболее вредоносными являются корневые гнили, вызываемые возбудителем *Bipolaris sorokiniana* Sacc. и видами рода *Fusarium* L. [2]. Наряду с этим в посевах в течение вегетационного периода встречаются листостеблевые инфекции: бурая, полосатая и сетчатая пятнистости. В последние годы отмечается ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах [3, 4].

Поражение растений комплексом заболеваний приводит к снижению продуктивности ячменя, что вызывает необходимость использовать приемы, препятствующие потере урожая [5]. Одним из таких приемов является применение минеральных удобрений, которые способствуют повышению устойчивости растений и снижают их пораженность болезнями [6, 7].

В настоящее время в различных природно-климатических зонах применяют биологизированные системы, где используют подсев бобовых растений в кормовых севооборотах как один из факторов биологизации [8]. Все это способствует улучшению качества корма,

повышает активность микробиологических почвенных процессов и приводит к изменению состава почвенной микофлоры [9, 10]. В связи с этим представляет определенную актуальность вопрос о влиянии данных факторов на фитосанитарную ситуацию в посевах ярового ячменя.

Цель исследований – оценить влияние подсева бобовой культуры и применения минеральных удобрений в звене кормового севооборота на фитосанитарное состояние ярового ячменя на выщелоченном черноземе в лесостепи Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2017–2019 гг. в стационарном полевом эксперименте на опытном поле СибНИИ кормов СФНЦА РАН в северной лесостепи Приобья. Болезни ярового ячменя сорта Ача изучали в кормовом севообороте в звеньях «ячмень без удобрения», «ячмень с удобрением», «ячмень + горох + удобрения», «ячмень + горох». Фактор химизации – внесение минеральных удобрений по результатам агрохимического анализа в дозе $N_{60}P_{20}$, фактор биологизации – подсев гороха сорта Новосибирец.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Технология возделывания ячменя – общепринятая для лесостепной зоны. В течение вегетации изучали влияние минеральных удобрений и подсева бобового компонента на пораженность растений ячменя.

Перед посевом семена закладывали для проведения фитоэкспертизы на агар Чапека в стерильные чашки Петри [11]. В фазу полного кущения отбирали растения, отмывали и анализировали на корневую гниль [12]. Для определения видового состава возбудителей и уровня зараженности различных органов растений ячменя (первичные и вторичные корни, эпикотиль, основание стебля) их закладывали на стерильный агар в чашки Петри и просматривали под микроскопом на 14-е сутки [13]. В фазу молочной – начала молоч-

но-восковой спелости проводили учет листовых инфекций по общепринятым методам [14]. Для изучения численности возбудителей в почве перед посевом в изучаемых вариантах проводили посев методом серийных разведений [13] и методом флотации [15]. Идентификацию микромицетов проводили, используя различные определители [16, 17].

Годы исследований различались по метеорологическим характеристикам и охватывали весь спектр климатических условий, характерных для лесостепной зоны Западной Сибири: 2017 и 2018 гг. были увлажненными (ГТК 1,6 и 1,3 соответственно), а 2019 г. – менее увлажненным (ГТК 0,9).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ SNEDEKOR.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Болезни ячменя исследовали в звеньях кормового севооборота с целью изучения влияния удобрений и бобового компонента на развитие заболеваний. Поскольку источником передачи инфекции для возбудителей корневой гнили являются семена и почва [2], то для выяснения уровня инфицирования семян была проведена фитоэкспертиза посевного материала. Установлено, что зараженность семян ячменя основным возбудителем корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* Sacc. значительно превышала порог вредности (ЭПВ – 5%) и составляла 62%. Инфицирование сопутствующими видами рода *Alternaria* также было высоким (42%), а видами рода *Fusarium* – 8%. Кроме этого, в семенном материале присутствовали грибы рода *Penicillium* (4%), *Aspergillum* (4%) и др. Все это свидетельствовало о неблагоприятном фитосанитарном состоянии семян.

Наряду с семенной инфекцией передача возбудителей происходит через почву. Как установлено ранее, почвы стационара имеют высокую степень заселенности грибами родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* и др. [2]. Наиболее высокий ин-

фекционный потенциал почвы представлен видами рода *Fusarium*, численность которых колебалась в 1 г воздушно-сухой почвы от 18,3 до 28,3·10³ шт. Численность темноцветных гифомицетов была ниже, количество спор основного возбудителя корневой гнили гриба *Bipolaris sorokiniana* колебалось по вариантам от 23,6 ± 3,4 до 29,8 ± 4,9 и было в пределах

порога вредоносности. Достоверных различий между вариантами в почве перед посевом по заселенности патогенами не выявлено.

Проведенный анализ растений на корневую гниль в фазу полных всходов показал, что интенсивность болезни по изучаемым вариантам различалась (рис. 1). Несмотря на неблагоприятное фитосанитарное состояние

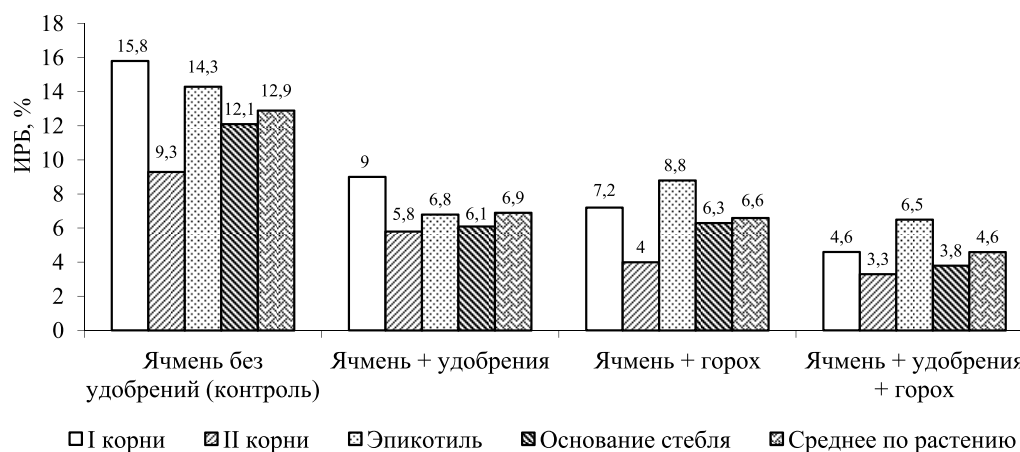


Рис. 1. Развитие корневой гнили на яровом ячмене в различных звеньях кормового севооборота, 2017–2019 гг. (НСР₀₅ по первичным корням (I) – 4,2; по вторичным корням (II) – 1,2; по эпикотиллю – 3,3; по основанию стебля – 3,0)

Development of root rot on spring barley in various links of the forage crop rotation, 2017–2019. (НСР₀₅ for primary roots – 4.2; for secondary roots – 1.2; for epicotyl – 3.0; at the base of the stem – 3.0)

семян и почвы уровень развития корневой гнили в посевах ячменя за годы исследований был умеренный.

Наиболее высокое развитие корневой гнили отмечено в варианте с посевом ячменя без удобрений, где индекс развития болезни достигал в среднем по растению 14,4%. Наименьшее проявление заболевания отмечено в варианте «ячмень + горох + удобрения»: развитие корневой гнили не достигало пороговой величины и составляло в среднем по растению 4,6%. Наиболее благоприятная фитосанитарная ситуация в посевах этого варианта связана с оздоравливающим действием удобрений и бобовой культуры, которое проявляется, с одной стороны, в повышении выносливости самого растения, а с другой – в ингибирующем действии на возбудителей болезни. В вариантах «ячмень + горох» и «ячмень + удобрения» интенсивность заболева-

ния была примерно одинаковой и в пределах порога вредоносности – от 6,6 до 6,9%.

Аналогичные данные получены и по показателю распространенности заболевания (рис. 2). Так, число больных растений в агроценозе ячменя в контрольном варианте колебалось от 23,7 до 61,1%, а в варианте с факторами биологизации – от 8,2 до 27,6%. Наименьшие показатели распространения болезни получены в варианте с применением минеральных удобрений и подсевом гороха: от 3,3 до 6,5 и 4,6% в среднем по растению.

При изучении эпифитотического процесса важно знать органотропную специализацию возбудителей заболевания. Учет корневой гнили на различных органах показал, что наиболее значительно были поражены первичные корни (рис. 3, 4).

Установлено, что самой напряженной фитосанитарная ситуация была в контрольном варианте, где уровень развития болезни на



Рис. 2. Распространенность корневой гнили на яровом ячмене в различных звеньях кормового севооборота, 2017–2019 гг. (НСР₀₅ по первичным корням – 18,7; по вторичным корням – 4,3; по эпикотилу – 14,4; по основанию стебля – 12,4)

The prevalence of root rot on spring barley in various links of the forage crop rotation, 2017–2019. (НСР₀₅ for primary (I) roots – 18.7; for secondary (II) roots – 4.3; for epicotyl – 14.4; at the base of the stem – 12.4)



Рис. 3. Развитие корневой гнили на разных органах ярового ячменя в различных звеньях кормового севооборота, 2017–2019 гг. (НСР₀₅ по первичным корням – 4,2; по вторичным корням – 1,2; по эпикотилу – 3,3; по основанию стебля – 3,0)

Development of root rot on different organs of spring barley in different links of the forage crop rotation, 2017–2019. (НСР₀₅ for primary roots – 4.2; for secondary roots – 1.2; for epicotyl – 3.3; at the base of the stem – 3.0)

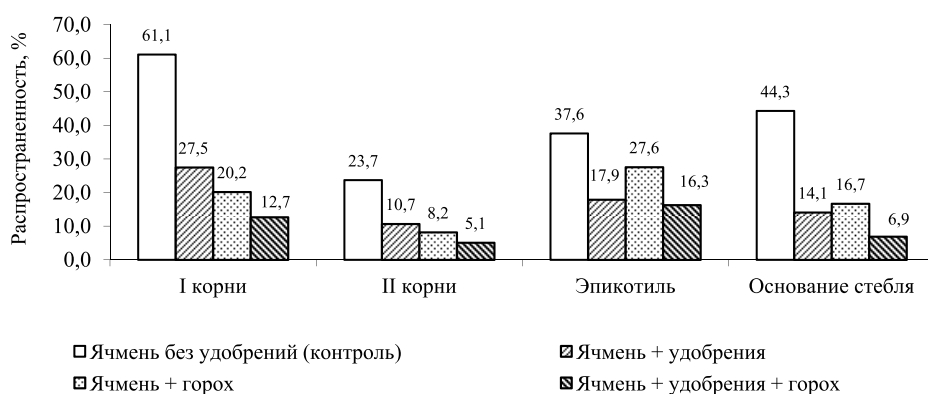


Рис. 4. Распространенность корневой гнили на разных органах ярового ячменя в различных звеньях кормового севооборота, 2017–2019 гг. (НСР₀₅ по первичным корням – 18,7; по вторичным корням – 4,3; по эпикотилу – 14,4; по основанию стебля – 12,4)

The prevalence of root rot on different organs of spring barley in different links of the forage crop rotation, 2017–2019. (НСР₀₅ for primary roots – 18.7; for secondary roots – 4.3; for epicotyl – 14.4; at the base of the stem – 12.4)

этих органах превышал порог вредоносности во все годы исследований и колебался от 16,7 до 17,8%, а распространенность достигала 63,8%.

Высокое поражение первичных корней обусловлено значительным поражением семян, которые были в высокой степени инфицированы возбудителем корневой гнили *B. sorokiniana*, заражение которым превышало порог вредоносности более чем в 6 раз. Поэтому данные органы на первых этапах развития растений первыми воспринимали на себя семенную инфекцию.

Вторичные корни и эпикотиль были поражены в среднем за годы исследований от 3,3 до 9,3%. Наименьшее развитие корневой гнили отмечено на основании стебля: индекс развития в среднем 6,8%, распространенность – 18,3%. Наиболее здоровыми органы растений ячменя были в варианте «ячмень + горох+ удобрения», где развитие болезни не превышало ЭПВ, что свидетельствует о значительной устойчивости растений ячменя к корневой гнили в этом варианте.

Распространенность болезни на разных органах в вариантах «ячмень + удобрения» и «ячмень + горох» была также ниже ЭПВ и примерно одинаковой.

Таким образом, анализ эпифитотического процесса на растениях ячменя показал, что наибольшая пораженность отмечена на первичных корнях растений, что связано с проявлением семенной и почвенной инфекций.

Для изучения качественного состава возбудителей болезни был проведен микологический анализ всех изучаемых органов (табл. 1).

Наиболее высокая зараженность отмечена в отношении гриба *B. sorokiniana* – от 8 до 52%, что значительно превышает порог вредоносности. Виды рода *Alternaria* и *Fusarium* выделялись в меньшей степени – до 6 и 22% соответственно, и зараженность ими во всех вариантах была примерно одинаковой. Следует отметить, что в варианте «ячмень + удобрения + горох» первичные корни были заражены в меньшей степени, что отразилось

Таблица 1

Результаты микологического анализа различных органов ярового ячменя (среднее за 2017–2019 гг.)
Results of mycological analysis of various organs of spring barley (average for 2017–2019)

Органы растения	Зараженность, %				
	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>
<i>Ячмень без удобрений</i>					
Первичные корни	42	2	6	0	6
Вторичные корни	20	4	22	2	0
Эпикотиль	52	4	4	4	4
Основание стебля	18	0	2	0	2
<i>Ячмень + горох</i>					
Первичные корни	44	2	6	0	0
Вторичные корни	8	2	6	2	0
Эпикотиль	46	0	2	0	0
Основание стебля	14	6	8	0	2
<i>Ячмень + удобрения</i>					
Первичные корни	20	2	4	10	0
Вторичные корни	36	0	16	4	2
Эпикотиль	26	2	2	10	0
Основание стебля	18	20	10	2	0
<i>Ячмень + удобрения + горох</i>					
Первичные корни	16	0	0	4	0
Вторичные корни	22	0	14	0	0
Эпикотиль	40	0	14	0	0
Основание стебля	18	28	8	0	0

на уровне проявления на них корневой гнили. Наиболее высокая поражаемость отмечена на органе-рецепторе эпикотиле – от 26,0 до 52,0%, на котором в первую очередь локализуется основной возбудитель болезни. Таким образом, микологический анализ подтвердил

участие возбудителей болезни в этиологии корневой гнили на растениях ячменя.

Для оценки фитосанитарной ситуации в посевах ячменя в течение вегетации отслеживали развитие листостеблевых инфекций (табл. 2).

Таблица 2

Влияние факторов биологизации и химизации на развитие листостеблевых инфекций ячменя и урожайность (среднее за 2017–2019 гг.)
Influence of biologization and chemicalization factors on the development of leaf-stem infections in barley and yield (average for 2017–2019)

Вариант	Пораженность, %		Урожайность, т/га	
	средняя	± к контролю	средняя	± к контролю
Ячмень без удобрений (контроль)	31,8		1,51	
Ячмень + удобрения	23,6	-8,2	2,13	+0,62
Ячмень + горох	17,2	-14,6	3,60	+2,09
Ячмень + удобрения + горох	16,8	-15,0	3,68	+2,17
НСР ₀₅	7,2		0,51	

Отмечено умеренное проявление бурой и полосатой пятнистостей. Наиболее высокий их уровень наблюдался в варианте без применения удобрений – 31,8%, что превышает порог вредоносности (15%), наименьший – в варианте “ячмень + горох + удобрения” – 16,8%. В остальных вариантах развитие пятнистостей было умеренным и составляло соответственно 17,2 и 23,6%.

Для выяснения влияния корневой гнили на рост и развитие растений ячменя были изучены биометрические и весовые показатели (рис. 5).

Установлено, что достоверно самые высокие растения отмечены в варианте “ячмень + удобрения + горох”, наиболее низкие – “ячмень без удобрений”, причем выявлены достоверные различия между последним и остальными вариантами.

Кустиность растений ячменя также различалась по вариантам. Наличие бобового компонента в посевах немного уменьшило число продуктивных стеблей, поэтому их достоверно наибольшее количество отмечено в варианте с применением удобрений – 2,4. Подтверждением

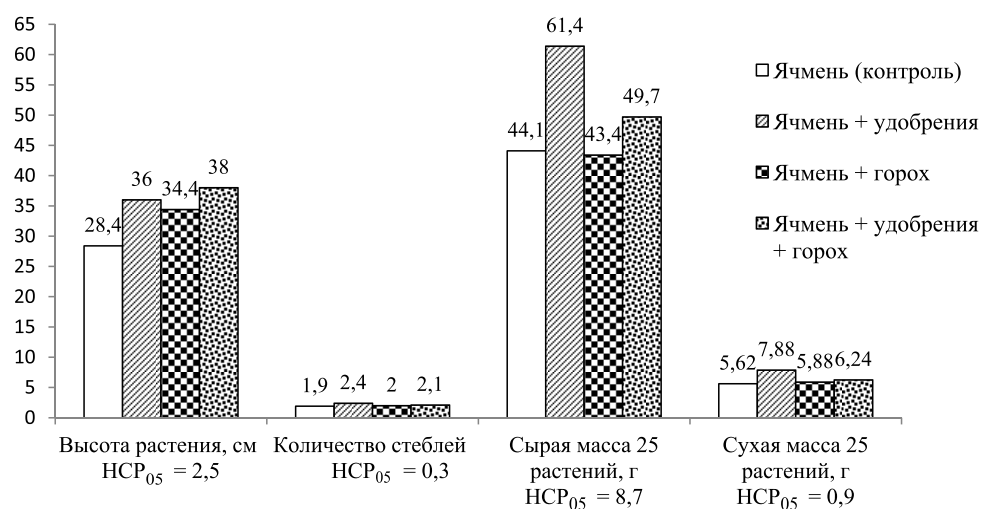


Рис. 5. Влияние удобрений на биометрические и весовые характеристики растений ячменя
 Influence of fertilizers on biometric and weight characteristics of barley plants

этого служат показатели сухой и сырой массы растений, которые в этом варианте достоверно выше, чем в других вариантах. Наиболее высокие показатели (в среднем 7,88 и 61,4 г соответственно) отмечены в варианте «ячмень + удобрения» по сравнению с другими вариантами, где наблюдалось угнетение травостоя ячменя бобовым компонентом.

Для выяснения влияния вредоносности болезней на биометрические показатели и показатели продуктивности были рассчитаны коэффициенты корреляции индекса развития корневой гнили в среднем по растению с продуктивной кустистостью ($r = -0,63 \pm 0,24$), и с высотой растений ($r = -0,99 \pm 0,27$). Подтверждением вредоносности корневой гнили служит тесная отрицательная корреляционная связь между урожайностью и показателями развития болезни в среднем по растению: $r = -0,74 \pm 0,23$. Выяснено, что пятнистости также оказывают значительное отрицательное влияние на урожайность, о чем свидетельствует отрицательная корреляционная связь между урожайностью и показателями развития болезни: $r = -0,97 \pm 0,18$.

ВЫВОДЫ

1. Внесение удобрений и использование элемента биологизации (подсев гороха) улучшают фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя в отношении корневой гнили, достоверно снижая развитие и распространённость болезни ниже порога вредоносности. Наибольшая эффективность отмечена в варианте совместного применения удобрений и бобового компонента.

2. Использование приемов биологизации достоверно снижает развитие листостеблевых инфекций (бурая и полосатая пятнистости) за счет повышения устойчивости растений и улучшения их физиологического состояния, что способствует увеличению продуктивности растений.

3. Удобрения и подсев бобовой культуры положительно влияют на биометрические показатели растений ячменя. Подтверждением вредоносности корневой гнили служит тесная отрицательная корреляционная связь между урожайностью и показателями развития болезни в среднем по растению: $r = -0,74 \pm 0,23$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агротехнологии* производства кормов в Сибири: практическое пособие / под ред. Н. И. Кашеварова. – Новосибирск, 2013. – 248 с.
2. *Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М., Агаркова З. В.* Вредные организмы кормовых культур и меры борьбы с ними в Западной Сибири: науч.-метод. пособие. – Новосибирск, 2017. – 43 с.
3. *Андреева И. В., Ашмарина Л. Ф., Шаталова Е. И.* Особенности изменения фитосанитарного состояния кормовых культур в условиях Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. – 2019. – № 10. – С. 26–30.
4. *Фитосанитарная* ситуация в агроценозах кормовых культур в лесостепи Западной Сибири / Л. Ф. Ашмарина, З. В. Агаркова, Н. М. Коняева, И. М. Горобей, Н. В. Давыдова, Е. В. Казанцева // *Земледелие*. – 2015. – № 2. – С. 41–44.
5. *Защита* посевов зерновых культур от болезней: результаты исследований / сост. В. П. Буренок, Т. П. Кукшенова. – Кемерово, 2009. – 39 с.
6. *Лошаков В. Г.* Эффективность отдельного и совместного использования севооборота и удобрений // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – № 1. – С. 9–13.
7. *Галеев Р. Ф., Шашкова О. Н.* Оценка действия приемов биологизации и химизации на продуктивность кормового севооборота в лесостепи Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. – 2019. – № 10. – С. 22–25. – DOI:10.24411/0235–2451–2019–11005.
8. *Шпаков А. С.* Кормовые культуры в системах земледелия и севооборотах. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 400 с.

9. Особенности формирования микробного сообщества дерново-подзолистой почвы в процессе вегетации ячменя (*Hordeum vulgare* L.) / И.П. Пинчук, Л.М. Полянская, Н.П. Кириллова, А.Л. Степанов // Почвоведение. – 2018. – № 12. – С. 1498–1505.
10. Substrate quality affects microbial– and enzyme activities in rooted soil / S. Loeppmann, M. Semenov, E. Blagodatskaya, Y. Kuzyakov // J. Plant Nutr. Soil. Sci. – 2016. – N 179. – P. 39–47.
11. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. – Л.: Колос, 1970. – 206 с.
12. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – 189 с.
13. Методы экспериментальной микологии / под ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1973. – 239 с.
14. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
15. Билай В.И. Фузариин. – Киев: Наукова думка, 1977. – 444 с.
16. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель: в 3 т. Т. 2: Грибы несовершенные. – Киев: Наукова думка, 1977. – 300 с.
17. Определитель болезней растений: справочник / М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанов [и др.]. – 3-е изд., испр. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. – С. 132–139.

REFERENCES

1. *Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri: prakticheskoe posobie* (Agrotechnology of feed production in Siberia: a practical guide), Novosibirsk, 2013, 248 p.
2. Ashmarina LF, Konyaeva NM, Agarkova ZV., *Vrednye organizmy kormovykh kul'tur i меры bor'by s nimi v Zapadnoi Sibiri* (Harmful organisms of forage crops and measures to combat them in Western Siberia), Scientific and methodological guide, Novosibirsk, 2017, 43 p.
3. Andreeva I. V., Ashmarina L. F., Shatalova E. I., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2019, No. 10, pp. 26–30. (In Russ.)
4. Ashmarina L. F., Agarkova Z. V., Konyaeva N. M., Gorobey I. M., Davydova N. V., Kazantseva E. V., *Zemledelie*, 2015, No. 2, pp. 41–44. (In Russ.)
5. Burenok V.P., Kukshenova T.P., *Zashchita posevov zernovykh kul'tur ot boleznei: rezul'taty issledovaniy* (Protecting cereal crops from disease: research results), Kemerovo, 2009, 39 p.
6. Loshakov V.G., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, No. 1, pp. 9–13. (In Russ.)
7. Galeev R.F., Shashkova O.N., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2019, No. 10, pp. 22–25, DOI:10.24411/0235–2451–2019–11005. (In Russ.)
8. Shpakov A.S., *Kormovye kul'tury v sistemakh zemledeliya i sevooborotakh* [Forage crops in cropping systems and crop rotations], Moscow: Rosinformagrotekh, 2004, 400 p.
9. Pinchuk I.P., Polyanskaya L.M., Kirillova N.P., *Pochvovedenie*, 2018, No. 12, pp. 1498–1505. (In Russ.)
10. Loeppmann S., Semenov M., Blagodatskaya E., et al., Substrate quality affects microbial– and enzyme activities in rooted soil, *J. Plant Nutr. Soil. Sci.*, 2016, No. 179, pp. 39–47.
11. Naumova N.A., *Analiz semyan na gribnyuyu i bakterial'nuyu infektsiyu* (Analysis of seeds for fungal and bacterial infection), Leningrad: Kolos, 1970, 206 p.
12. Chulkina V.A., *Kornevye gnili khlebnyykh zlakov v Sibiri* (Root rot of cereals in Siberia), Novosibirsk: Nauka, 1985, 189 p.
13. *Metody eksperimental'noy mikologii* (Methods of experimental Mycology), Edited by V.I. Bilai, Kiev: Naukova Dumka, 1973, 239 p.

14. *Metody opredeleniya bolezney i vreditel'nykh sel'skokhozyaystvennykh rasteniy* (Methods for determining diseases and pests of agricultural plants), Moscow: Agropromizdat, 1987, 224 p.
15. Bilai V.I., *Fuzarii* (Fusaria), Kiev: Naukova Dumka, 1977, 444 p.
16. Pidoplichko N. M., *Griby-parazity kul'turnykh rasteniy. Griby nesovershennyye* (Fungi – parasites of cultivated plants. Imperfect Mushrooms), Kiev: Naukova Dumka, 1977, 300 p.
17. Khokhryakov M. K., Dobrozrakova T. L., Stepanov K. M. et al., *Opredelitel' bolezney rasteniy* (Determinant of plant diseases), Handbook, Sankt-Peterburg, Moscow, Krasnodar: Lan", 2003, pp. 132–139.