

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В.А. Полосина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
В.К. Ивченко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е.П. Пучкова, кандидат биологических наук, доцент
С.И. Липский, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

E-mail: v.f.ivchenko@mail.ru

Ключевые слова: фитопатогенные грибы, корневая гниль, сорняки, гербицид, отвальная обработка почвы, сидеральный рапсовый пар, *Alternaria sp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium sp.*

Реферат. Цель исследований – оценить влияние системы основной обработки почвы, предшественников и минеральных удобрений на фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерновых культур в зернопаропропашном севообороте. Исследования проведены в учебно-опытном хозяйстве «Миндерлинское» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, расположенном в условиях Красноярской лесостепи. Установлено, что применение баковой смеси гербицидов (Пума Супер 100 + Секатор Турбо) в вариантах с традиционной отвальной основной обработки почвы (вспашка на 20 – 22 см) и без ее проведения на удобренном и неудобренном фонах оказывает значительный положительный эффект регулирующего воздействия на сорный компонент агрофитоценоза. Самая высокая техническая эффективность применяемых гербицидов отмечена в варианте с отвальной обработкой (86–94 %) по сравнению с вариантом без ее проведения. Выявлено снижение заболеваемости подземных органов яровой пшеницы при размещении после сидерального рапсового пара в вариантах с отвальной вспашкой на 20–22 см и без проведения основной обработки почвы по сравнению с таким предшественником, как кукуруза. При размещении ячменя в качестве повторной зерновой культуры индекс развития корневых гнилей возрастает на 23,2 (вспашка, удобренный фон) и 37,5 % (вспашка, неудобренный фон). При отказе от обработки почвы эти цифры составляют соответственно 21,0 и 33,2 %, что в конечном счете сказывается на урожайности зерновых культур. Наибольшая биологическая урожайность зерна яровой пшеницы получена в варианте с отвальной вспашкой после сидерального рапсового пара. В варианте без основной обработки почвы урожайность зерна яровой пшеницы была выше на удобренном фоне при размещении посевов этой культуры после кукурузы.

THE INFLUENCE OF ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY ON THE PHYTOSANITARY STATE OF CROPS AND THE YIELDS OF GRAIN CROPS

V.A. Polosina, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor
V.K. Ivchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
E.R. Puchkova, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
S.I. Lipskiy, Ph.D. student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: v.f.ivchenko@mail.ru

Keywords: phytopathogenic fungi, root rot, weeds, herbicide, fallow cultivation, green rape, *Alternaria sp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium sp.*

Abstract. The study aims to assess the impact of the main tillage system, predecessors and mineral fertilizers on the phytosanitary condition of crops and grain yield in the grain fallow crop rotation. The authors researched the educational and experimental farm “Minderlinskoye” FSBEI HE Krasnoyarsk State Agrarian University, located in the Krasnoyarsk forest-steppe conditions. It was found that the application of the herbicide tank mixture (preparations Puma Super 100 + Sekator Turbo) has a significant positive effect on the regulatory impact on the weed component of agrophytocenosis. The authors established the effect in variants with traditional moldboard main tillage (plowing at 20 - 22 cm) and without it in fertilized and unfertilized backgrounds. The highest technical efficiency of the herbicides applied was observed in the moldboard treatment variant (86-94%) compared to the

non-treatment variant. The authors revealed a decrease in the damage to the underground organs of spring wheat when placed after green manure rapeseed fallow in options with moldboard plowing by 20–22 cm and without basic tillage compared to such a predecessor as corn. The index of root rot development increases by 23.2% (plowing, fertilized background) and 37.5% (plowing, unfertilized background) when barley is placed as a second grain crop. These figures are 21.0% and 33.2% for no-tillage, which ultimately affects the yield of grain crops. The highest biological yield of spring wheat grain was obtained in the variant with moldboard plowing after green manure rapeseed fallow. The grain yield of spring wheat was higher in the variant without basic tillage on the fertilized background when placing crops of this crop after corn.

В настоящее время наблюдается массовый переход на ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур, и поэтому особую значимость приобретают вопросы повышения эффективности влияния системы основной обработки почвы на засоренность посевов сельскохозяйственных культур [1].

Это обусловлено, прежде всего, тем, что помимо прямого негативного влияния на урожайность культур сорняки являются резерваторами болезней и вредителей и способствуют массовому их развитию, а впоследствии и поражению посевов [2, 3].

Минимизация основной обработки почвы в сочетании с применением минеральных удобрений может увеличивать засоренность посевов и почвы, в связи с чем появляется потребность в применении агротехнических и химических мер борьбы. При этом необходимо помнить о здоровье почвы, сохранении биологического разнообразия благодаря рациональному использованию средств защиты растений и поддержанию автохтонной полезной микробиоты с помощью биологических методов [4, 5]. Возрастающая интенсификация возделывания зерновых культур вызывает необходимость поиска путей оптимизации технологий их возделывания, при которых возбудители грибных болезней развивались бы в меньшей степени [6, 7].

Уровень производства зерна яровой пшеницы во многом зависит от корневых гнилей, ежегодно снижающих продуктивность культуры на 25% и более [8]. Известно, что поражение корневыми гнилями происходит в течение всего вегетационного периода, причем негативному воздействию подвергаются как озимые, так и яровые зерновые культуры.

Введение фитосанитарных севооборотов позволяет очищать посевы от вредных почвенных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей. Наиболее эффективным и быстродействующим является использование в севооборотах зеленого удобрения, которое способно при однократном применении в сочетании с фосфорным удобрением произвести практически полное оздоровление почв [9].

Биологическая эффективность фитосанитарных предшественников (рапс, горох, пар) по сравнению с зерновым при этом значительно возрастает [10, 11].

К основным источникам возбудителей корневой гнили следует отнести почву, зараженные семена и растительные остатки [12]. Недобор зерна в России по этой причине достигает 25 млн т зерна. За последние годы величина среднегодовых потерь составляет 18,3 млн т [13].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в полевом стационарном опыте в учебно-опытном хозяйстве «Миндерлинское» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Объекты исследования – яровая пшеница сорта Новосибирская 15 и ячмень сорта Ача.

Почва полевого опыта – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистого гранулометрического состава с повышенным содержанием гумуса (6,1–8,0 %) и нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 6,1–7,0).

Чередование культур в севообороте: сидеральный пар – яровая пшеница – ячмень – кукуруза – яровая пшеница.

Варианты полевого опыта: 1. Вспашка на 20–22 см. 2. Без основной обработки почвы.

Повторность в опыте – четырехкратная. Срок посева зерновых культур – третья декада мая.

Яровую пшеницу и ячмень высевали по двум фонам – без удобрений и удобренный (аммиачная селитра в дозе 34,7 кг/га д.в.). Общая площадь делянки – 1700 м², учетная – 40 м².

На посевах зерновых культур применяли гербициды фирмы ООО «Байер» – Пума Супер 100 + Секатор Турбо на посевах яровой пшеницы (0,75 + 0,075 л/га) и Пума Супер 7,5 + Секатор Турбо на ячмене (0,8 + 0,075 л/га). Для предпосевной обработки семян применялся Алькасар, КС.

Учет засоренности посевов зерновых культур проводили количественным ме-

тодом [14]. Распространение и развитие болезней зерновых культур определяли в сроки, установленные стандартными методиками и оценивали в соответствии со шкалами (балл, процент), рекомендованными ВНИИЗР. Фитоэкспертизу семян проводили методом влажных рулонов [15]. Структуру урожая определяли перед уборкой зерновых культур по методике Госсорткомиссии [16]. Биологическую урожайность рассчитывали на основании результатов определения структуры урожая. Математическую обработку проводили стандартными методами классической статистики [17]. Статистическую обработку урожайных данных выполняли методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [18].

ООО «Учебно-опытное хозяйство «Миндерлинское» расположено в Красноярской лесостепи и характеризуется резко-континентальным климатом. Максимальное количество атмосферных осадков выпадает в летний период.

Годы исследований (2018-й и 2019-й) можно охарактеризовать как аномальные. Среднемесячная температура воздуха на 3,5 °С превышала среднемноголетние показатели. Комбинированная засуха в вегетационные

периоды оказала негативное влияние на рост и развитие зерновых культур, распространение сорняков и болезней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Самая высокая техническая эффективность гербицидов установлена в варианте с отвальной обработкой почвы как на посевах яровой пшеницы, так и на посевах ячменя по сравнению с вариантом без проведения основной обработки почвы (нулевая обработка).

Установлено, что из малолетних сорняков в посевах встречались чаще всего такие злаковые, как просо сорное (*Panicum miliaceum* var. *ruderales* Kitag.), а также подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), конопля сорная (*Cannabis ruderalis* Janish.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.). Многолетние сорные растения были представлены вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis* L.), бодяком щетинистым, или осотом розовым (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.).

Применение гербицидов в исследуемых вариантах показало высокую эффективность (табл. 1).

Таблица 1

Эффективность гербицидов в посевах зерновых культур (в среднем за два года)

The Efficiency of Herbicides in Crops (Average over two years)

Вариант	Яровая пшеница после сидерального пара			Ячмень после яровой пшеницы		
	засоренность, шт/м ²		техническая эффективность применения гербицида, %	засоренность, шт/м ²		техническая эффективность применения гербицида, %
	до применения гербицида	через 30 дней после применения		до применения гербицида	через 30 дней после применения	
Отвальная вспашка	71	4	94	102	14	86
Без основной обработки почвы	155	45	71	169	57	66

Снижение эффективности препаратов в варианте без основной обработки почвы обусловлено наличием на ее поверхности послеуборочных растительных остатков, а также более поздним появлением многолетних сорняков в посевах культурных растений.

Оценивая предшественники яровой пшеницы по их влиянию на развитие корневых гнилей, можно отметить, что заболеваемость данной культуры при размещении после сидерального рапсового пара в изучаемых вариантах снижается по сравнению с таким предшественником, как кукуруза.

При размещении ячменя в качестве вторичной зерновой культуры индекс развития корневых гнилей возрастает на 23,2 (вспашка, удобренный фон) и 37,5 % (вспашка, неудобренный фон). При отказе от обработки почвы эти цифры составляют соответственно 21,0 и 33,2 % (рис. 1).

Внесение азотных удобрений под яровую пшеницу, размещаемую после сидерального пара, приводит к увеличению развития болезни в вариантах с основной обработкой почвы на 3,8–7,5 % по сравнению с неудобренным фоном. Развитие болезни проявилось в меньшей степени на растениях яровой пшеницы,

высеваемой после кукурузы в тех вариантах, где проводилась вспашка на 20–22 см.

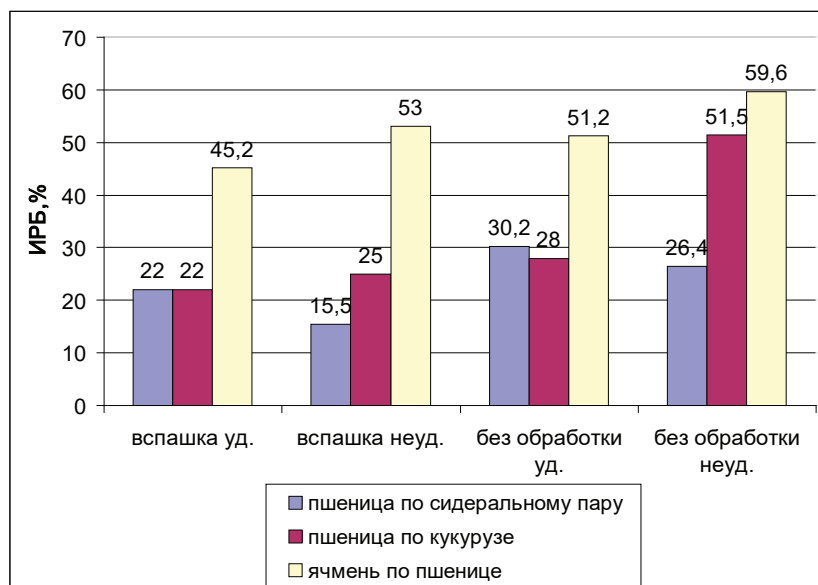


Рис. 1. Индекс развития корневых гнилей на подземных органах зерновых культур (статистически значимые различия на уровне $P < 0.05$), %

Fig. 1. Index of development of root rots on underground organs of grain crops (statistically significant differences at $P < 0.05$), %

Установлено, что самые высокие значения индекса развития болезни отмечены на посевах ячменя (предшественник яровая пшеница) по сравнению с посевами – яровой пшеницы.

После уборки урожая зерновых культур была проведена фитоэкспертиза семян методом влажных рулонов. Наибольшая зараженность отмечена в варианте без обработки почвы на удобренном фоне, которая составила 44 и 48 % соответственно как при размещении яровой пшеницы после кукурузы, так и после сидерального пара. При этом во

всех вариантах опыта преобладали представители фитопатогенных грибов *Alternaria* sp. В меньшей степени выявлена зараженность семян такими патогенами, как *Bipolaris* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. и прочими возбудителями (рис. 2).

В последние годы наблюдается значительное увеличение пораженности зерна грибами *Alternaria* spp. Суммарная зараженность видами *Alternaria* (по Ф.Б. Ганнибалу) колеблется в пределах от 20 до 50%, а в отдельных случаях достигает 90% [19].

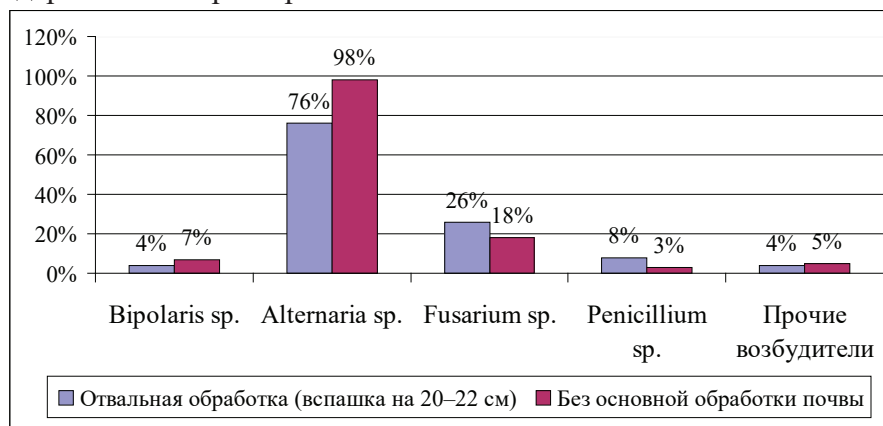


Рис. 2. Состав микромицетов на семенах при разных системах основной обработки почвы

Fig. 2. The composition of micromycetes on seeds under different systems of basic tillage

Внесение азотных удобрений во втором варианте (без основной обработки почвы) приводит к большей зараженности семян патогенами как на первой зерновой культуре (яровая пшеница), так и на повторной (ячмень). И только при проведении отвальной вспашки зараженность яровой пшеницы при размещении первым посевом на удобренном фоне меньше или равна той, которая характерна для удобренного фона.

Биологическая урожайность яровой пшеницы была выше, чем ячменя (табл. 2). При этом максимальный продуктивный стеблестой отмечен у яровой пшеницы, высеваемой после сидерального пара (отвальная вспашка) как на удобренном фоне, так и на удобренном – 413 и 400 шт/м² соответственно, что, безусловно, отразилось на увеличении урожайности яровой пшеницы в этом варианте.

Таблица 2

Биологическая урожайность зерновых культур (в среднем за 2018–2019 гг.)

The biological yield of grain crops (Average for 2018–2019)

Вариант	Фон	Продуктивных колосьев, шт/м ²	Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность биологическая, ц/га
Вспашка на 20–22 см, пшеница по сидеральному пару	Удобренный	413,0	32,5	32,8	44,0
	Без удобрений	400,0	29,0	32,2	37,4
Без основной обработки, пшеница по сидеральному пару	Удобренный	351,0	32,0	32,6	36,6
	Без удобрений	334,0	29,0	31,0	30,0
Вспашка на 20–22 см, пшеница по кукурузе	Удобренный	340,0	32,0	34,6	37,6
	Без удобрений	357,0	27,0	31,7	30,6
Без основной обработки, пшеница по кукурузе	Удобренный	377,0	34,0	33,6	43,1
	Без удобрений	332,0	29,0	32,4	31,2
Вспашка на 20–22 см, ячмень	Удобренный	405,0	20	45,6	36,9
	Без удобрений	341,0	19	45,0	29,2
Без основной обработки, ячмень	Удобренный	380,0	19	47,0	33,9
	Без удобрений	263,0	19	48,1	24,0
НСР (5%, для частных средних)		82,049	1,751	1,405	1,455

При отказе от вспашки яровая пшеница после сидерального пара показала снижение такого показателя, как число продуктивных стеблей, по сравнению с первым вариантом. Показатели же массы 1000 зерен практически не изменились.

Посевы яровой пшеницы после кукурузы в варианте без обработки почвы отличаются повышенным продуктивным стеблестоем на удобренном фоне и более высокой озерненностью колоса по сравнению с аналогичными посевами этой культуры в варианте с отвальной основной обработкой почвы.

Влияние удобренности фона приводит к достоверному увеличению озерненности колоса в варианте с размещением яровой пшеницы после кукурузы на вспашке и без обработки почвы. Фактор обработки почвы в меньшей степени повлиял на озерненность

колоса. Масса 1000 зерен на удобренном фоне также возрастает по сравнению с удобренным.

Тенденция к увеличению продуктивного стеблестоя в варианте с посевом яровой пшеницы по сидеральному пару (вспашка на 20–22 см) приводит к наибольшей биологической урожайности. При отказе от обработки почвы лучшим предшественником для яровой пшеницы была кукуруза. В этом случае урожайность яровой пшеницы возросла на 6,5 ц/га (удобренный фон) по сравнению с сидеральным паром.

Урожайность ячменя (отвальная вспашка) была ниже по сравнению с яровой пшеницей после сидерального пара на 7,1 ц/га на удобренном фоне и на 8,2 ц/га на фоне без применения удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее высокая техническая эффективность баковой смеси гербицидов Пума Супер100 + Секатор Турбо и Пума Супер75 + Секатор Турбо в борьбе с сорными растениями установлена по фону отвальной обработки почвы как на посевах яровой пшеницы, так и на посевах ячменя.

2. В варианте с отвальной вспашкой развитие корневых гнилей у яровой пшеницы по сидеральному пару снижается на 8,2 (удобренный фон) и 10,9 % (неудобренный фон) по сравнению с вариантом без проведения основной обработки почвы.

3. Самая высокая разница индекса развития болезни отмечена на посевах ячменя (вспашка – на 23,2–37,5 %, без обработки – на 21,0–33,2%) по сравнению с посевами яровой пшеницы после сидерального пара.

4. Максимальная зараженность семян яровой пшеницы патогенами отмечена в варианте без основной обработки почвы (удобренный фон) при размещении яровой пшеницы как после сидерального пара, так и после кукурузы по сравнению с аналогичным фоном отвальной вспашки.

5. Посевы яровой пшеницы, высеваемой после сидерального пара, отличались наибольшим продуктивным стеблестоем в варианте с традиционной отвальной основной обработкой почвы на удобренном фоне – (413 шт.), что положительно сказалось на уровне биологической урожайности яровой пшеницы. Наименьший продуктивный стеблестой сформировался на посевах ячменя в варианте без основной обработки почвы на фоне без применения минеральных удобрений – 263 шт/м². В этом же варианте установлена самая низкая урожайность зерна ячменя, которая составила 24,0 ц/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ermakova A.M., Demina K.A., Nurullina T.S. Resource-saving technologies – the basis of effective enterprise activity // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 723. – P. 042027.
2. Mikhailova Z.I., Puchkova E.P., Martynova O.V. Harmfulness of the awweed plant *Cirsium arvense* and spring wheat productivity after herbicides application // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 548. – P. 042010. – DOI:10.1088/1755-1315/548/4/042010.
3. Сибикеева Ю.Е., Борисов С.Ю. Сорняки – союзники грибов-фитопатогенов // Защита и карантин растений. – 2013. – № 3. – P. 54–56.
4. Ланкина Е.П., Петрушкина С.А., Хижняк С.В. Влияние психротолерантных штаммов бактерий-антагонистов UOZK2 и UOZK7 на структуру бактериального сообщества в ризосфере яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8 (95). – С. 84–87.
5. Здоровье почвы агроценозов как атрибут ее качества и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам / М.В. Соколов, А.И. Марченко, С.С. Санин, Е.Ю. Торопова, В.А. Чулкина, А.Ф. Захаров // Известия ТСХА. – 2009. – Вып. 1. – С. 13–21.
6. Современный подход к вопросу защиты пшеницы от болезней и вредителей / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, А.С. Филиппов, Т.А. Козлова // Земледелие. – 2020. – № 5. – С. 41–45.
7. Energy Optimization in Different Production Technologies of Winter Triticale Grain / W. Szempliński, B. Dubis, K.M. Lachutta, K.J. Jankowski // Energies. – 2021. – Vol. 14(4). – P. 1003.
8. Селюк М.П. Влияние агроэкологических факторов на развитие корневой гнили яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. – / Новосибирск, 2017. – 149 с.
9. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А. Эпифитотииологические основы систем защиты растений / под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2002. – 580 с.
10. Фитосанитарные последствия приемов обработки почвы в лесостепи Западной Сибири / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, Л.В. Юшкевич, А.Ф. Захаров // Растениеводство, селекция и семеноводство. – 2012. – № 3 (28). – С. 86–91.
11. Агротехнологии и развитие корневой гнили на яровой пшенице в лесостепи Омской области / А.В. Ломановский, И.А. Корчагина, Л.В. Юшкевич, А.И. Малинина // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 4(24). – С. 26–33.

12. Фитосанитарный мониторинг и контроль фитопатогенов яровой пшеницы / Е.Ю. Торопова, И.Г. Воробьева, Г.Я. Стецов, О.А. Казакова, А.А. Кириченко // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – № 6. – С. 25–32.
13. Буга С.Ф. Роль протравливания семян // Защита и карантин растений. – 2004. – № 3. – С. 21.
14. Туликов А.М. Методы картирования и учета сорно-полевой растительности. – М.: ТСХА, 1974. – 47 с.
15. ГОСТ 12044-93 Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М., 2011.
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 195 с.
17. Хижняк С.В., Пучкова Е.П. Математические методы в агроэкологии и биологии: учебное пособие. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2019. – 240 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
19. Козулина Н.С., Курносенко О.А. Влияние сорта и способов обработки почвы на устойчивость яровой пшеницы к болезням в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 144–150.

REFERENCES

1. Ermakova A.M., Demina K.A., Nurullina T.S., Resource-saving technologies – the basis of effective enterprise activity, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2021, Vol. 723, pp. 042027.
2. Mikhailova Z.I., Puchkova E.P. and Martynova O.V. Harmfulness of the awweed plant *Cirsium arvense* and spring wheat productivity after herbicides application, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2020, Vol. 548, pp. 042010, DOI:10.1088/1755-1315/548/4/042010.
3. Sibikeeva Yu.E., Borisov S.Yu., *Zashchita i karantin rasteniy*, 2013, No. 3, pp. 54–56. (In Russ.)
4. Lankina E.P., Petrushkina S.A., Khizhnyak SV., *Vestnik KrasGAU*, 2014, No. 8 (95), pp. 84–87. (In Russ.)
5. Sokolov M.V., Marchenko A.I., Sanin S.S., Toropova E.Yu., Chulkina V.A., Zakharov A.F., *Izvestiya TSKhA*, 2009, Vol. 1, pp. 13–21. (In Russ.)
6. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V., Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Kozlova T.A., *Zemledelie*, 2020. No. 5, pp. 41–45. (In Russ.)
7. Szempliński W., Dubis B., Lachutta K.M., Jankowski K.J., Energy Optimization in Different Production Technologies of Winter Triticale Grain, *Energies*, 2021, Vol. 14(4), pp. 1003.
8. Selyuk M.P., *Vliyanie agroekologicheskikh faktorov na razvitie kornevoy gnili yarovoy pshenitsy v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri* (Influence of agroecological factors on the development of spring wheat root rot in the southern forest-steppe of Western Siberia), Dissertation for the degree of candidate of biological sciences, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, 2017, 149 p.
9. Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya., Chulkina V.A., *Epifitotologicheskie osnovy sistem zashchity rasteniy* (Epiphytological foundations of plant protection systems), Novosibirsk, 2002, 580 p.
10. Toropova E.Yu., Selyuk M.P., Yushkevich L.V., Zakharov A.F., *Rasteniyevodstvo, selektsiya i semenovodstvo*, No. 3 (28), 2012, pp. 86–91. (In Russ.)
11. Lomanovsky A.V., Korchagina I.A., Yushkevich L.V., Malinina A.I., *Vestnik OmGAU*, No. 4 (24), 2016, pp. 26–33. (In Russ.)
12. Toropova E.Yu., Vorobyeva I.G., Stetsov G.Ya., Kazakova O.A., Kirichenko A.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2021, No. 6, pp. 25–32. (In Russ.)
13. Buga S.F., *Zashchita i karantin rasteniy*, 2004, No. 3, pp. 21. (In Russ.)
14. Tulikov A.M., *Metody kartirovaniya i ucheta sorno-polevoy rastitel'nosti* (Methods of account and mapping of field weeds), Moscow: МТАА, 1974, 47 p.

15. GOST 12044-93, *Interstate standard. Seeds of agricultural crops. Methods for determining infection with diseases* (Agricultural seeds. Methods for determination of disease infestation), Moscow, 2011.
16. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vyp. 2: Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury, Goskomissiya po sortoispytaniyu sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (Methodology of state variety testing of agricultural crops. Vol. 2. Cereals, legumes, corn and fodder crops, State Commission for Variety Testing of agricultural crops), Moscow, 1989, 195 p.
17. Khizhnyak S.V., Puchkova E.P., *Matematicheskie metody v agroekologii i biologii* (Mathematical methods in agroecology and biology), Krasnoyarsk: Izd-vo Krasnoyar. gos. agrar. un-ta, 2019, 240 p.
18. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
19. Kozulina N.S., Kurnosenko O.A., *Vestnik KrasGAU*, 2015, No. 5, pp. 144–150. (In Russ.)