

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.В. Юшкевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией ресурсосберегающих технологий, yushkevitchLV@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6203-1078;
И.В. Пахотина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией качества зерна, pakhotina@anc55.ru, ORCID ID: 0000-0002-9709-1951;
А.Г. Щитов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ресурсосберегающих технологий, alshield@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2496-5830
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», 644012, г. Омск, пр-т Королева, 26; e-mail: 55asc@bk.ru

Мягкая яровая пшеница возделывается в Омской области, в основном, в зернопаровых севооборотах, повторных и бессменных посевах, реже плодосменных и занимает до 73% зернового клина Западной Сибири. В регионе увеличиваются посевы сои, но при этом недостаточно изучены особенности технологии возделывания яровой пшеницы после этого предшественника. Цель исследования – установить результативность агротехнологий возделывания яровой пшеницы в плодосменном севообороте после соевого предшественника в южной лесостепи Западной Сибири. Исследования проведены в стационарном севообороте с чередованием культур (соя – яровая пшеница – лен масличный – ячмень) в лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий Омского АНЦ на лугово-черноземной почве в 2011–2019 гг. Установлено, что система обработки почвы и средства интенсификации оказывали влияние на элементы плодородия и фитосанитарное состояние агрофитоценоза яровой пшеницы после соевого предшественника. При плоскорезной обработке в сравнении с отвальной отмечено нарастание биомассы и численности сорняков на 21 и 43% соответственно. Применение средств химизации способствовало существенному повышению биомассы яровой пшеницы – в 1,8 раза и снижению численности сорных растений – в 3,3 раза, что оказало заметное влияние на продуктивность культуры. Урожайность пшеницы после сои снижалась при сокращении интенсивности обработки почвы от отвальной до плоскорезной в среднем на 16%. Интенсивная технология возделывания яровой пшеницы повышала урожайность культуры до 3,32 т/га, содержание белка и клейковины в зерне – на 16–18%. Из средств химизации максимальную прибавку урожайности зерна обеспечило применение фунгицидов – на 28,2% от контроля (1,46 т/га).

Ключевые слова: плодосменный севооборот, яровая пшеница, система обработки почвы, средства химизации, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Пахотина И.В., Щитов А.Г. Продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в плодосменном севообороте лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4(76). С. 54–60 DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-54-60.



SPRING WHEAT PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY IN THE CROP ROTATION OF THE FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

L.V. Yushkevich, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher, head of the laboratory for resource saving technologies, yushkevitchLV@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6203-1078;
I.V. Pakhotina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory for grain quality, pakhotina@anc55.ru, ORCID ID: 0000-0002-9709-1951;
A.G. Shchitov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for resource saving technologies, alshield@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2496-5830
Omsk Agricultural Research Center, 644012, Omsk, Korolev Av, 26; e-mail: 55asc@bk.ru

Spring bread wheat is cultivated in the Omsk region, mainly in grain-fallow crop rotations, repeated and permanent crops, less in crop-changing rotations and occupies up to 73% of the grain share of Western Siberia. Soybean crops are growing in the region, but at the same time, there have not been sufficiently studied the peculiarities of the cultivation technology of spring wheat sown after this forecrop. The purpose of the current study was to establish the efficiency of agricultural cultivation technologies of spring wheat in the crop rotation sown after soybean in the southern forest-steppe of Western Siberia. The study was carried out in a stationary crop rotation with alternating crops (soybeans – spring wheat – oil flax – barley) in the laboratory for resource-saving agricultural technologies of the Omsk Research Center on meadow-blackearth soil in 2011–2019. There has been established that the soil cultivation system and the means of intensification influenced the elements of fertility and the phytosanitary state of the agrophytocenosis of spring wheat sown after soybean. With subsurface plowing, in comparison with moldboard plowing, there was an increase in biomass and number of weeds on 21 and 43%, respectively. The use of chemicals resulted in a significant increase in spring wheat biomass (on 1.8 times) and a decrease in number of weeds (on 3.3 times), which had a noticeable effect on the productivity. Productivity of wheat sown after soybeans decreased with a decrease in tillage intensity from moldboard plowing to subsurface plowing on 16%. The intensive cultivation technology of spring wheat increased its productivity up to 3.32 t / ha, the protein and gluten content in grain on 16–18%. As for chemicals, the maximum grain number increase on 28.2% was provided by the use of fungicides compared to the control (1.46 t/ha).

Keywords: crop rotation, spring wheat, tillage system, chemicals, productivity, grain quality.

Введение. Зерновые культуры в структуре посевных площадей Западной Сибири занимают 63%, из них более 6 млн га или 73%, приходится на яровую пшеницу. При дефиците почвенно-климатических и финансовых ресурсов на жителя Омской области производится, включая яровую пшеницу, в 2,5 раза больше зерна, чем в среднем по России – более 1,5 тонн (Храмцов и др., 2020).

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура региона, возделываемая в основном в полевых зернопаровых севооборотах. Наиболее высокую урожайность в области (2,5–3,0 т/га и более) получают при благоприятном увлажнении в условиях засушливого климата (менее 400 мм годовых осадков), обеспеченности элементами питания, благоприятном фитосанитарном состоянии агрофитоценоза по предшественникам первой группы (пар, озимые, пропашные, одно- и многолетние травы, зернобобовые). К сожалению, высокий удельный вес в структуре пашни посевов яровой пшеницы ограничивает набор ценных предшественников. В настоящее время качественные предшественники в зерносеющих зонах занимают до 650–680 тыс. га, что составляет не более 20% от площади пашни. Значителен (до 30–40%) удельный вес повторных и бессменных посевов культуры с негативными последствиями для продуктивности, технологических свойств зерна и плодородия почвы (Юшкевич и др., 2020).

В последние годы, особенно в более увлажненной лесостепной зоне, в связи с освоением ресурсосберегающих агротехнологий отмечается расширение плодосменных севооборотов без парового поля. Плодосмен строится по принципу чередования сельскохозяйственных культур различного направления (зерновые, масличные, зернобобовые) с разнообразным типом корневой системы (стержневая, мочковатая), формой листовой поверхности (узколистные, широколистные), поражением агрофитоценоза сорняками, вредителями, болезнями, азотфиксацией, рентабельностью возделывания (Чибис и Чибис, 2016). В этой связи в области расширяются посевы масличных (294 тыс. га), зернобобовых культур, включая сою (91 тыс. га). Соя в плодосменном севообороте является наиболее продуктивным предшественником, заменой паровому полю для основной зерновой культуры – яровой пшеницы. Обогащение почвы усвояемыми формами азота (до 80 кг/га) происходит за счет пожнивных и корневых остатков и дополнительной азотфиксации. Расширение посевов зернобобовых способствует повышению урожайности последующих культур без дополнительных затрат при улучшении экологического состояния агрофитоценоза (Юшкевич и др., 2014; Мансвелт и Темирбекова, 2017). Данных исследований в регионе проведено крайне недостаточно.

Научный поиск в области разработки систем возделывания сельскохозяйственных

культур на основе зернобобовых и оценку их экологической и экономической эффективности проводят в европейских странах. Зернобобовые занимают 14,5% от мировых посевных площадей, а в Европе – не более 1,5%. Интеграция зернобобовых культур в европейские сельскохозяйственные системы может способствовать переходу к более устойчивому производству продовольствия. Сдерживает рост посевов этих культур значительное количество вредителей и низкая средняя урожайность (Reckling M. et al, 2020). Сравнение систем возделывания сельскохозяйственных культур с зернобобовыми и без них в условиях Германии (Браденбург) и Швеции (Вестра-Гёталанд) показало, что в системах земледелия с бобовыми культурами наблюдалось снижение выбросов закиси азота на 18–33%, использования азотных удобрений – на 24–38% с положительным фитосанитарным эффектом (Reckling et al, 2016).

Цель исследований – установить результативность агротехнологий возделывания яровой пшеницы в плодосменном севообороте после соевого предшественника в южной лесостепи Западной Сибири.

Материалы и методы исследований. Изучение агротехники возделывания мягкой яровой пшеницы Омская 36 проводили в южно-лесостепной зоне Омской области в стационаре лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий ФГБНУ «Омский АНЦ» (2011–2019 гг.). Содержание гумуса в лугово-черноземной тяжелосуглинистой почве было до 7%. Севооборот плодосменный (соя – яровая пшеница – лен масличный – ячмень), предшественник – соя. Изучали три варианта обработки почвы (отвальная на глубину 20–22 см; комбинированная – чередование вспашки и плоскорезной обработки под пшеницу и плоскорезная на глубину 10–14 см ежегодно под все культуры) и 6 вариантов применения средств химизации: контроль, гербициды, удобрения, гербициды + удобрения, гербициды + удобрения + фунгициды, комплексная химизация (гербициды + удобрения + фунгициды + ретарданты). В вариантах с удобрениями до посева вносили $N_{30}P_{30}$. Пестициды (баковые смеси гербицидов, фунгициды, ретарданты – опрыскивателем ОП-2000. Площади делянок: 1 порядка – 2184 м², 2 порядка – 308 м², учетная площадь делянок – 35 м². Повторность – 4-кратная. Срок посева – 20–25 мая с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Уборка однофазная Сампо-130 с измельчением соломы и дальнейшей ее заделкой на поле при обработке почвы.

Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам. Технологические свойства зерна определены в лаборатории качества зерна по методикам регламентированным ГОСТ 9353-2016. Дисперсионный анализ полученных данных – по схеме многофакторного эксперимента без повторений по В.Н. Перегудову (1965). В таблицах приве-

дены значения НСР₀₅ для главных факторов (система обработки почвы и средства химизации).

Климат лесостепи Омской области резко континентальный с недостатком осадков (320–370 мм за год). В целом гидротермические условия вегетационных периодов складывались благоприятно для развития яровой пшеницы. Температура воздуха и ГТК в вегетационный период были близки к норме: 16,7 °С и 0,96. Превышение нормы осадков на 21–30 мм при ГТК 1,08–1,31 отмечено в 2013, 2015 и 2018 гг., засушливыми были 2012, 2014 и 2017 гг. (ГТК – 0,68–0,70) при средних многолетних значениях за май–август: температура воздуха 16,7 °С, сумма осадков – 206 мм, ГТК – 0,99.

Результаты и их обсуждение. Климатические условия весеннего периода в регионе довольно часто создают проблему получения полноценных всходов посевов яровой пшеницы. Исследования показали, что густота полных всходов культуры от комбинированной до ежегодной плоскорезной обработки почвы снижалась в среднем с 289 до 274 шт./м² (5,2%), что в большей степени было обусловлено повышенной инфицированностью посевного слоя патогенами корневой гнили.

Увеличение растительных остатков на поверхности поля при применении комплексной химизации выявило тенденцию снижения всходов пшеницы после соевого предшественника до 276–285 шт./м², однако сохранность растений к уборке здесь повысилась на 7–11%.

Приемы обработки и плотность верхнего слоя почвы заметно влияют на водопроницае-

мость и водный режим корнеобитаемого слоя в допосевной период, что во многом предопределяет влагозапасы к посеву яровой пшеницы после сои. Наблюдения показали, что наибольшее содержание продуктивной влаги 203 мм в слое 0–100 см отмечалось при комбинированной системе обработки почвы с превышением над плоскорезной на 18 мм (9,7%). В целом за вегетацию до уборки яровой пшеницы более благоприятный водный режим метровой толщи почвы складывался на комбинированном варианте – в среднем 161 мм.

В засушливых условиях наибольшую актуальность имеет проблема рационального использования водных ресурсов. Установлено, что в варианте без химизации на отвальной обработке расход влаги был более экономным – 134 мм на 1 тонну зерна. Применение комплексной химизации снизило коэффициент водопотребления до 70 мм/т, или в 2,3 раза, при наименьшем показателе на вспашке – 65 мм/т или экономней, чем на плоскорезной обработке на 11 мм (14,5%), что в большей степени определяется повышением засоренности агрофитоценоза.

Установлено, что без применения средств интенсификации на повторных и бессменных посевах при минимальной обработке почвы наблюдается повышение засоренности агрофитоценоза (Соколов и др., 2019; Синещев и Васильева, 2020). Система обработки почвы в севообороте и особенно применение средств интенсификации оказали влияние на степень засорения и видовой состав сорного компонента в посевах яровой пшеницы (табл. 1).

1. Засоренность посевов пшеницы после соевого предшественника в зависимости от технологии возделывания (среднее за 2011–2019 гг.)
1. Weediness of spring wheat sown after soybean, depending on the cultivation technology (average in 2011–2019)

Вариант опыта	Биомасса культуры, г/м²	Засоренность*				Процент от биомассы снопа
		всего	в том числе			
			мятликовые	двудольные	в том числе корнеотпрысковые	
Прием обработки почвы						
Отвальная	2393	72 / 468	58 / 176	14 / 292	3 / 254	16,4
Комбинированная	2306	81 / 525	63 / 167	18 / 358	9 / 314	18,5
Плоскорезная	2286	103 / 564	82 / 174	21 / 390	12 / 343	19,8
НСР ₀₅	Ff < Ft	Ff < Ft / Ff < Ft	Ff < Ft / Ff < Ft	4 / Ff < Ft	3 / 88	3,0
Средства интенсификации						
Контроль (без химизации)	1561	146 / 984	112 / 314	34 / 670	24 / 580	38,7
Гербициды + удобрения	2602	66 / 321	54 / 115	12 / 206	8 / 181	11,0
Комплексная химизация	2843	44 / 251	37 / 88	7 / 163	6 / 151	8,1
НСР ₀₅	178	28 / 88	26 / 61	4 / 81	3 / 88	3,0

* Засоренность: в числителе – количество сорняков, шт./м²; в знаменателе – масса сорняков, г/м².

При плоскорезной обработке в сравнении с отвальной, с одной стороны, отмечалось снижение биомассы снопа яровой пшеницы до 2286 г/м², а с другой – нарастание численности и биомассы сорняков на 43 и 21% соответственно. Удельный вес сорного компонен-

та в посевах пшеницы после сои, в основном за счет двудольных сорняков, повышался в пределах средней градации с 16,4 до 19,8%.

Применение средств химизации оказывало более существенное влияние на степень засорения и видовой состав сорного компонента в посе-

вах пшеницы после соевого предшественника. Без использования средств интенсификации биомасса культуры составила только 1561 г/м², а засоренность агрофитоценоза, в основном за счет нарастания корнеотпрысковых сорняков, была очень сильной и достигала 38,7% от биомассы снопа. Применение комплексной химизации способствовало существенному повышению биомассы пшеницы – в 1,8 раза, а также снижению численности и биомассы сорняков – в 3,3 и 3,9 раза до слабой степени – 8,1%, что оказало заметное влияние на продуктивность культуры.

Известно, что при минимизации основной обработки заселенность почвы патогенами, в том числе и возбудителями корневой гнили возрастает, особенно в условиях монокультуры, а урожайность зерна снижается. Даже двухлетний плодосмен может существенно снизить давление патогенов на почву (Торопова и др., 2012; Разина и др., 2021). В наших исследованиях степень развития (4,21–4,51%) и распространения инфекции (47,2–49,1%) после соевого предшественника, по вариантам обработки почвы различалась незначительно. В то же время применение средств химизации снижало поражение растений корневыми гнилями с 5,66%

на контроле до 3,56–4,07%, или в 1,4–1,6 раза при уменьшении распространения инфекции с 54,3 до 41,4–48,0%.

Несмотря на плодотворную работу сибирских селекционеров по созданию иммунных сортов, устойчивые агрофитоценозы ограничены и подвержены сукцессионным процессам, которые усиливаются за последние годы. Установленные ранее потери зерна сибирской пшеницы от листостеблевых болезней до 15% потенциального урожая в настоящее время занижены, а устойчивость сортов к фитопатогенам, к сожалению, функционирует в основном до 5–10 лет.

Из воздушно-капельных инфекций наибольший ущерб пшенице наносят септориоз (возбудитель *Septoria tritici*), бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia striiformis*), в последние годы (2015–2017, 2020 гг.) – вредоносная линейная (стеблевая) ржавчина (*Puccinia graminis* Pers.).

Установлено, что своевременное применение системных фунгицидов сохраняло фитосинтетическую активность листового аппарата, продлевало вегетацию растений яровой пшеницы до 3 суток и минимизировало потери урожая от аэробной инфекции (табл. 2)

2. Развитие и распространение листостеблевых инфекций на посевах яровой пшеницы после соевого предшественника в зависимости от агротехнологии возделывания (среднее по фактору за 2011–2019 гг.)

2. Development and spread of leaf-stem infections on spring wheat sown after soybean, depending on the cultivation technology (average in 2011–2019)

Вариант опыта	Листостеблевые инфекции					
	Бурая ржавчина		Септориоз		Мучнистая роса	
	R*	P**	R*	P**	R*	P**
Прием обработки почвы						
Отвальная	12,1	67,4	18,2	74,2	2,45	35,9
Комбинированная	8,7	49,5	19,0	71,6	2,52	37,7
Плоскорезная	13,6	64,3	18,1	72,5	1,89	27,6
HCP ₀₅	3,1	10,4	Ff < Ft	Ff < Ft	Ff < Ft	Ff < Ft
Средства интенсификации						
Без химизации (контроль)	13,7	80,0	23,6	89,3	3,48	44,2
Гербициды + удобрения	20,3	88,4	26,6	87,1	3,17	47,8
Комплексная химизация	0,91	12,7	5,07	41,9	0,21	9,3
HCP ₀₅	3,1	10,4	2,7	11,7	0,7	7,9

*R – развитие, %; **P – распространение, %.

Исследования показали несущественные различия, кроме бурой ржавчины, в развитии и распространении листостеблевых инфекций на вариантах обработки почвы после соевого предшественника.

Существенные различия в поражении верхнего яруса листьев отмечались при применении средств химизации. Установлено, что развитие и распространение бурой ржавчины и септориоза на контроле было значительно выше порога вредоносности. Применение удобрений и гербицидов способствовало усилению развития инфекций, кроме мучнистой росы, на 13–48%.

Обработка посевов яровой пшеницы системными фунгицидами на фоне совместного применения удобрений и гербицидов способствовала подавлению листостеблевых инфекций и продлению фотосинтетической активности листового аппарата растения яровой пшеницы. Применение фунгицидов снижало поражение верхнего яруса бурой ржавчиной до 0,91% (в 22,3 раза), септориозом – в 5,2, мучнистой росой – в 15,1 раза, что оказало влияние на урожайность и качество зерна.

Урожайность яровой пшеницы – величина интегральная и во многом определяется агротехнологией возделывания и гидротермическими условиями (табл. 3).

3. Урожайность яровой пшеницы после сои в зависимости от средств химизации и приемов обработки почвы, т/га (среднее за 2011–2019 гг.)

3. Productivity of spring wheat sown after soybean, depending on chemicals and tillage methods, t/ha (average in 2011–2019)

Прием обработки почвы	Средства химизации			Среднее по обработке почвы*
	контроль (без химизации)	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
Отвальная	1,73	2,84	3,57	2,71
Комбинированная	1,32	2,46	3,35	2,37
Плоскорезная	1,32	2,47	3,05	2,28
Среднее по химизации*	1,46	2,59	3,32	–

* $HCP_{05} = 0,13 \text{ т/га}$.

По мере сокращения интенсивности обработки почвы в севообороте от ежегодной отвальной до мелкой (10–14 см) плоскорезной урожайность снижалась в среднем с 2,71 до 2,28 т/га или на 16%. В тоже время шведские исследователи отмечали (1983–2012 гг.) практически одинаковую урожайность для яровых зерновых и рапса при использовании отвальной и минимальных приемов обработки почвы. Продуктивность таких культур, как горох, сахарная свекла, картофель и озимый рапс снижалась на 5–10% при минимально-нулевой и на 9,8% – при нулевой обработке почвы. Исследования, проведенные в Литве, показали снижение урожайности кукурузы в системе без обработки почвы (Romaneckas et al, 2020). В нашем опыте на экстенсивной технологии возделывания яровой пшеницы урожайность составила только 1,46 т/га. При полунтенсивной технологии с систематическим применением удобрений ($N_{30}P_{30}$) и баковой смеси гербицидов, урожайность достигала 2,59 т/га, а с комплексным применением средств интенсификации она составила в среднем 3,32 т/га, с превышением относительно контроля в 2,3 раза. Из средств химизации наибольшую прибавку урожайности зерна обеспечило применение фунгицидов – 0,73 т/га, или 28,2%. Длительные наблюдения показали, что в различных гидротермических условиях вегетационного периода и агротехнологиях, показатель изменчивости по годам (коэффициент вариации, %)

и устойчивость к стрессовым абиотическим факторам при систематическом применении средств химизации возрастали. Так, на контроле (без химизации) коэффициент вариации урожайности зерна по годам исследований составил 39,6%, при применении гербицидов и удобрений – 25,5% и при комплексной химизации только 22,8% или устойчивость более высокой продуктивности пшеницы возросла более чем в 1,7 раза.

В России ежегодная потребность в сильном зерне составляет до 12 млн. тонн, фактически, в основном из-за резкого снижения внесения минеральных удобрений и нарушения агротехнологий, потребность удовлетворяется только на 25–30%. В Омской области в последние 15–20 лет сильное зерно яровой пшеницы отсутствовало, а удельный вес зерна 4–5 класса достигал 60–65%, а 3 класса только 30–40%. На качественные параметры зерна сибирской пшеницы значительное влияние оказывает технология возделывания культуры и, прежде всего, применение средств интенсификации.

Длительные исследования в плодосменном севообороте показали, что наибольшая урожайность и улучшение технологических параметров зерна яровой пшеницы отмечались на отвальной обработке почвы. Систематическое применение средств химизации, и прежде всего удобрений, оказывало более существенное влияние на параметры качества зерна яровой пшеницы (табл. 4).

4. Технологические параметры качества зерна яровой пшеницы после соевого предшественника в зависимости от применения средств химизации (среднее 2011–2019 гг.)

4. Technological parameters of spring wheat sown after soybean, depending on chemicals (average in 2011–2019)

Вариантопыта	Технологические свойства зерна				
	масса 1000 зерен, г	натура, г/л	стекловидность, %	содержание, %	
				белок	клейковина
Контроль	33,0	740	43	11,28	22,5
Гербициды + удобрения	33,7	735	50	12,79	25,7
Комплексная химизация	38,9	756	49	13,06	26,6
HCP_{05}	0,68	5,9	1,0	0,24	0,67

Так, применение средств химизации в комплексе способствовало повышению массы 1000 зерен на 0,7–5,9 г, или на 18%, от контроля (без химизации), натуры зерна – на 5–16 г/л, стекловидности – на 6–7% или на 14% от конт-

роля. Содержание белка в зерне достоверно увеличилось на 16% от контроля, сырой клейковины – на 18% и урожайности на 1,86 т/га. Качество зерна на контроле по наихудшему показателю (содержание белка и клейковины

в зерне) соответствовало 4 классу ГОСТ 9353-2016, а при применении средств химизации улучшилось до 3 класса. При рациональном применении средств комплексной химизации различия между отвальной и ресурсосберегающей комбинированной системами обработки почвы сглаживались и составляли только 4,7–6,2% при качестве зерна, соответствующим 3 классу, и способствовали получению прибыли более 14,4 тыс. руб. с гектара.

Выводы. В лесостепных агролашафтах Западной Сибири урожайность и технологические свойства зерна яровой пшеницы в плодосменном севообороте после соевого предшественника определялись агротехникой возделывания. Системы обработки почвы и средства интенсификации оказывали заметное влияние на элементы плодородия

лугово-черноземной почвы, фитосанитарное состояние агрофитоценоза, урожайность и качество зерна. Комплексное применение средств химизации способствовало снижению степени поражения растений корневыми гнилями до 3,6–4,1%, листовыми инфекциями – в 5,2–23,2 раза, численности и биомассы сорного компонента в агрофитоценозе – в 3,3–3,9 раза. При сокращении интенсивности обработки почвы в плодосменном севообороте от отвальной до мелкой плоскорезной урожайность яровой пшеницы после сои снижалась в среднем на 16%. Интенсивная технология возделывания яровой пшеницы повышала продуктивность культуры на 0,73–1,86 т/га от контроля, улучшала основные показатели качества зерна.

Библиографические ссылки

1. Мансвелт ван Я.Д., Темирбекова С.К. Органическое земледелие: принципы, опыт и перспективы // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 3. Т. 52. С. 478–486. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.478rus.
2. Разина А.А., Солодун В.И., Зайцев А.М., Дятлова О.Г. Корневые гнили и урожайность яровой пшеницы в полевых севооборотах в зависимости от предшественников, приемов обработки почвы и удобрений // Земледелие. 2021. № 1. С. 3–6. DOI: 10.24424411/0044-3913-2021-10101.
3. Синещев В.Е., Васильева Н.В. Факторы, влияющие на численность сорных растений в посевах яровой пшеницы, на примере лесостепи Западной Сибири // Вестник Красноярского ГАУ. 2020. № 6(159). С. 62–70. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-6-62-70.
4. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Филипчук О.Д. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) // Агрохимия. 2019. № 5. С. 5–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.
5. Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Юшкевич Л.В., Захаров А.Ф. Фитосанитарные последствия приемов обработки почвы в лесостепи Западной Сибири // Вестник Бурятской гос. с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. 2012. № 3(28). С. 86–91.
6. Чибис В.В., Чибис С.П. Формирование элементов плодородия почвы при плодосменном чередовании полевых культур // Земледелие. 2016. № 1. С. 20–22.
7. Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Щитов А.Г., Тукмачева Е.В. Влияние повторных посевов яровой пшеницы на состояние почвенного плодородия и агрофитоценоза в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. 2020. № 1(112). С. 33–37. DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.10.
8. Romanekas K., Avizienyte D., Adamaviciene A., Buragiene S., Kriauciuniene Z., Sarauskis E. The impact of five long-term contrasting tillage systems on maize productivity parameters // Agricultural and food science. Vol. 29, No 1. 2020. Pp. 6–17.
9. Reckling M., Hecker J.-M., Bergkvist G., Watson C., Zander P., Stoddard F., Eory V., Topp K., Maire J., Bachinger J. (2016). A cropping system assessment framework – evaluating effects of introducing legumes into crop rotations // European Journal of Agronomy 76: 186–197. Corpus ID: 86132502, DOI: 10.1016/j.eja.2015.11.005.
10. Reckling M., Bergkvist G., Watson C. A., Stoddard F. L. and Bachinger J. Re-designing organic grain legume cropping systems using systems agronomy // European Journal of Agronomy. (2020). 112. DOI 10.1016/j.eja.2019.125951.

References

1. Mansvel't van YA.D., Temirbekova S.K. Organicheskoe zemledelie: principy, opyt i perspektivy [Organic agriculture: principles, experience and perspectives] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2017. № 3. Т. 52. С. 478–486. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.478rus.
2. Razina A.A., Solodun V.I., Zajcev A.M., Dyatlova O.G. Kornevye gnili i urozhajnost' yarovoj pshenicy v polevyh sevooborotah v zavisimosti ot predshestvennikov, priemov obrabotki pochvy i udobrenij [Root rot and spring wheat productivity in field crop rotations depending on forecrops, tillage and fertilizers] // Zemledelie. 2021. № 1. С. 3–6. DOI: 10.24424411/0044-3913-2021-10101.
3. Sineshchikov V.E., Vasil'eva N.V. Faktory, vliyayushchie na chislennost' sornyh rastenij v posevah yarovoj pshenicy, na primere lesostepi Zapadnoj Sibiri [Factors affecting the number of weeds in spring wheat on the example of the forest-steppe of Western Siberia] // Vestnik Krasnoyarskogo GAU. 2020. № 6(159). С. 62–70. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-6-62-70.
4. Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Spiridonov YU.YA., Toropova E.YU., Filipchuk O.D. Tekhnologicheskie osobennosti pochvozashchitnogo resursosberegayushchego zemledeliya (v razvitie koncepcii FAO) [Technological features of soil and resource saving agriculture (in the development of the FAO concept)] // Agrokimiya. 2019. № 5. С. 5–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.
5. Toropova E.YU., Selyuk M.P., YUshkevich L.V., Zaharov A.F. Fitosanitarnye posledstviya priemov obrabotki pochvy v lesostepi Zapadnoj Sibiri [Phytosanitary consequences of soil cultivation techniques

in the forest-steppe of Western Siberia] // Vestnik Buryatskoj gos. s.-h. akademii im. V.R. Filippova. 2012. № 3 (28). S. 86–91.

6. CHibis V.V., CHibis S.P. Formirovanie elementov plodorodiya pochvy pri plodosmennom cheredovanii polevyh kul'tur [Formation of soil fertility elements due to field crop rotation] // Zemledelie. 2016. № 1. S. 20–22.

7. YUshkevich L.V., Hamova O.F., SHCHitov A.G., Tukmacheva E.V. Vliyanie povtornyh posevoj yarovoj pshenicy na sostoyanie pochvennogo plodorodiya i agrofitocenoza v lesostepi Zapadnoj Sibiri [The effect of repeated spring wheat sowings on soil fertility and agrophytocenosis in the forest-steppe of Western Siberia] // Plodorodie. 2020. № 1(112). S. 33–37. DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.10.

8. Romaneckas K., Avizienyte D., Adamaviciene A., Buragiene S., Kriauciuniene Z., Sarauskis E. The impact of five long-term contrasting tillage systems on maize productivity parameters // Agricultural and food science. Vol. 29, No 1. 2020. Pp. 6–17.

9. Reckling M., Hecker J.-M., Bergkvist G., Watson C., Zander P., Stoddard F., Eory V., Topp K., Maire J., Bachinger J. (2016). A cropping system assessment framework – evaluating effects of introducing legumes into crop rotations // European Journal of Agronomy 76: 186–197. Corpus ID: 86132502, DOI: 10.1016/J.EJA.2015.11.005.

10. Reckling M., Bergkvist G., Watson C. A., Stoddard F. L. and Bachinger J. Re-designing organic grain legume cropping systems using systems agronomy // European Journal of Agronomy. (2020). 112. DOI 10.1016/j.eja.2019.125951.

Поступила: 23.03.21; принята к публикации: 12.05.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Юшкевич Л.В. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, написание статьи; Пахотина И.В. – выполнение лабораторных исследований, сбор данных, анализ литературных данных, подготовка рукописи; Щитов А.Г. – выполнение полевых/лабораторных исследований, сбор данных, математическая обработка данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.