

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В.

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук
Кемеровская область, пос. Новостройка, Россия

Для цитирования: Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В. Засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 16–27. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-2.

For citation: Pakul A.L., Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V. Zasorennost' posevov yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy [Weed infestation of soft spring wheat crops depending on the soil tillage system]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 16–27. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-2.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты исследований по влиянию различных систем обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс. Исследования проведены в длительном стационаре (2015–2019 гг.) по предшественникам чистый и сидеральный пары (рапс, донник) в Кемеровской области. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Изучены следующие системы обработки почвы: отвальная глубокая, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная, отвальная минимальная. Погодные условия в период проведения исследований были различны. Недостаточная влагообеспеченность в первый период вегетации (всходы – выход в трубку) яровой мягкой пшеницы отмечена в 2015–2017 гг., ГТК (гидротермический коэффициент) составил от 0,37 до 0,56, переувлажнение отмечено в 2018 г. (ГТК = 2,41) и умеренное увлажнение в 2019 г. (ГТК = 1,12). В условиях каждого года засоренность посевов различна. Влияние фактора «система обработки почвы» на численность сорняков в период вегетации яровой мягкой пшеницы составило 21,6–90,4%, на их долю в общей надземной массе фитоценоза – 39,9–68,3%. Сегетальная флора в посевах яровой мягкой пшеницы представлена однодольными и двудольными видами на всех изучаемых системах обработки

WEED INFESTATION OF SOFT SPRING WHEAT CROPS DEPENDING ON THE SOIL TILLAGE SYSTEM

Pakul A.L., Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V.

Kemerovo Research Institute of Agriculture –
Branch of the Siberian Federal Scientific
Centre of Agro-BioTechnologies of the
Russian Academy of Sciences
Novostroika, Kemerovo region, Russia

The paper presents the results of the study on the influence of various tillage systems on the weed infestation of soft spring wheat of the Siberian Alliance variety. The study was carried out in a long-term stationary experiment (2015–2019) preceded by bare and green-manured fallow (rapeseed, melilot) in Kemerovo region. The soil of the experimental plot is classified as leached, medium-textured, medium-humus, heavy-loam chernozem. The following soil tillage systems were studied: deep moldboard, deep combined, minimum combined and minimum moldboard. Weather conditions during the research period were varied. Insufficient water supply during the first vegetation period of soft spring wheat (seedlings – leaf-tube formation) was noted in 2015–2017, with HTC (hydrothermal coefficient) being from 0.37 to 0.56. Excessive water content was observed in 2018 (HTC = 2.41) and moderate hydration – in 2019 (HTC = 1.12). Weed infestation was different in the conditions of each year. The impact of the soil tillage system on the number of weeds during the growing season of common spring wheat accounted for 21.6–90.4%, and their share in the total aboveground mass of the phytocenosis was 39.9–68.3%. The segetal flora in soft spring wheat crops is represented by monocotyledonous and dicotyledonous species with all the studied tillage systems. The highest

почвы. Наибольшая плотность сорной растительности в фазу кущения яровой мягкой пшеницы зарегистрирована при отвальной глубокой системе обработки почвы (контроль). Уменьшение засоренности в сравнении с контролем выявлено при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику чистый пар в 2,3 раза, сидеральному пару рапс в 1,6 раза, сидеральному пару донник в 1,7 раза. Такая же тенденция отмечена по доле сорняков в общей надземной массе фитоценоза в фазу восковой спелости яровой мягкой пшеницы при отвальной глубокой системе обработки почвы (4,3%), при комбинированной глубокой (3,9), комбинированной минимальной (4,1), отвальной минимальной (2,6%).

Ключевые слова: система обработки почвы, предшественник, яровая мягкая пшеница, засоренность посевов

ВВЕДЕНИЕ

Засоренность посевов – один из сильнодействующих факторов, ограничивающих получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур [1]. Борьба с сорной растительностью – одна из главнейших задач научно обоснованных зональных систем земледелия, так как только чистые от сорняков поля являются гарантией получения высоких и устойчивых урожаев. Известно, что потеря потенциальной продуктивности посевов при сильной засоренности достигает 30% и более [2, 3].

Возделыванию культурных растений сопутствует процесс проникновения и приспособления к жизни в их посевах сорных растений. При длительном возделывании на одном поле культурных растений, мало отличающихся по биологии, приводит к увеличению засоренности почвы и посевов однотипными видами сорняков [4, 5]. Сорные растения расходуют много воды на создание своей биомассы, значительное отрицательное действие на культурные растения отмечается в засушливые годы, когда влага находится в первом минимуме [6].

Достичь высокой продуктивности и стабильной фитосанитарной ситуации в посевах можно только на основе использования высокоурожайных сортов и наукоемких техноло-

density of weed vegetation during the tillering phase of soft spring wheat was recorded with deep moldboard soil tillage system (control). A reduction in weed infestation by 2.3 times compared to the control was noted with minimum moldboard soil tillage system preceded by bare fallow, 1.6 times – preceded by green-manured fallow with rapeseed, and 1.7 times – preceded by green-manured fallow with melilot. The same trend was observed in the proportion of weeds in the total aboveground mass of the phytocenosis during the wax ripeness phase of soft spring wheat with deep moldboard tillage system (4.3%), deep combined (3.9), minimum combined (4.1), minimum moldboard (2.6%).

Keywords: soil tillage system, precede, soft spring wheat, weed infestation

гий их возделывания [7]. Системы обработки почвы оказывают значительное влияние на количество и биомассу сорняков [8–10]. Каждая система обработки почвы имеет положительные и отрицательные стороны. Это необходимо учитывать при адаптивном подходе и разрабатывать альтернативные решения в соответствии с уровнем интенсификации и условиями возделывания культуры. В современной научной и практической области развернулась широкая дискуссия об эффективности отвальных, плоскорезных, минимальных, нулевых и комбинированных систем обработок [11–14]. Опыт мирового и отечественного земледелия свидетельствует о том, что к наиболее перспективным почвозащитным и ресурсосберегающим приемам относятся минимальная и нулевая системы обработки почвы. Нулевая система обработки почвы (No-Till), включающая применение глифосатов до посева, по эффекту очищения зерновых культур от сорняков максимально приближается к действию комбинированных систем [15]. Один из важных аспектов освоения технологии прямого посева – трансформация сорно-полевых сообществ и методы их контроля [16].

Цель исследований – определить зависимость засоренности посевов яровой мягкой пшеницы от системы обработки почвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательская работа проведена в длительном стационаре по завершении третьей ротации (2007–2019 гг.) зернопарового севооборота: пар (чистый, сидеральный – рапс, донник) – пшеница – горох – ячмень (в чистом виде и ячмень с подсевом донника). Изучены следующие системы обработки почвы:

– отвальная глубокая (ежегодно под все культуры – основная обработка вспашка плугом ПН-4–35 на глубину 25–27 см, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация Лидер-2,1);

– комбинированная глубокая (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 25–27 см плоскорезом КПП-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПС-4,2);

– комбинированная минимальная (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 12–14 см плоскорезом КПП-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПЭ-3,8);

– отвальная минимальная (ежегодно по предшественникам чистый и сидеральный пар (заделывание сидерата) – осенняя обработка БДТ-3, весной прямой посев посевным комплексом).

При всех системах обработки почвы посев проведен посевным комплексом Томь-5,1. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 8,2%. Площадь опытных делянок по обработкам почвы 4720 м², учетная – 100 м², повторность четырехкратная. Объекты исследований – системы обработки почвы, яровая мягкая пшеница Сибирский Альянс. Поперек основных обработок почвы в фазу кущения яровой мягкой пшеницы проводили обра-

ботки гербицидами. В разные годы против мятликовых сорных растений применяли Грассер (0,6 л/га), Пума-супер (0,8–1,0 л/га), против двудольных – метурон (10 г/га), магнум (8), логран (10), ларен (10 г/га), диален супер (0,6 л/га), банвел (200 г/га), секатор (150 г/га). При отвальной минимальной системе обработки почвы до посева применяли глифосаты.

Учет сорняков проводили в фазу кущения яровой мягкой пшеницы и восковой спелости зерна методом абсолютного учета по методике Н.Г. Власенко, Н.А. Солосич, А.Н. Власенко¹, П.И. Кудашкина, количественно-весового обилия – на площадках 0,25 м². Статистическая обработка полученных данных проведена методами вариационного, дисперсионного анализов по методике Б.А. Доспехова² в обработке компьютерных программ О.Д. Сорокина³.

Недостаточная влагообеспеченность в первый период вегетации (всходы – выход в трубку) яровой мягкой пшеницы отмечена в 2015–2017 гг. (ГТК составил от 0,37 до 0,56). Переувлажнение отмечено в 2018 г. (ГТК = 2,41) и умеренное увлажнение – в 2019 г. (ГТК = 1,12) (см. табл. 1).

Среднесуточные температуры в период всходы – выход в трубку в 2015–2018 гг. превышали среднесезонные показатели от 2 до 3 °С (18,4–19,1 °С)

Табл. 1. Гидротермический коэффициент в период вегетации яровой мягкой пшеницы

Table 1. Hydrothermal coefficient during spring wheat growing

Год	Гидротермический коэффициент			
	Май	Июнь	Июль	Август
2015	1,45	0,56	1,07	0,96
2016	0,50	0,37	1,73	0,63
2017	0,47	0,46	1,80	1,10
2018	0,0	2,41	1,92	0,42
2019	1,25	1,12	1,22	1,15

¹Власенко Н.Г., Солосич Н.А., Власенко А.Н., Кудашкина П.И. Фитоценологические методы оценки засоренности посевов сельскохозяйственных культур: метод. пособие / РАСХН. Сиб. отделение. СибНИИЗХим. Новосибирск, 2000. 36 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

³Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

и только в 2019 г. отмечены в пределах нормы (16,3 °С). Период колошение – восковая спелость характеризовался в 2015 и 2019 гг. как умеренно увлажненный (ГТК составил 1,07 и 1,22), в 2016–2018 гг. как переувлажненный.

Среднесуточная температура в период налива зерна в 2015 и 2016 гг. имела показатели выше нормы на 1 и 2 °С соответственно, в остальные годы исследований она находилась на уровне среднесезонных показателей – 18,0–18,6 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В видовом составе сегетального сообщества присутствовали как однодольные, так и двудольные сорные растения. В фазу кущения яровой пшеницы отмечено присутствие одно- и двудольных сорных растений (см. табл. 2). Из однодольных преобладали просо сорнополевое (посевное) (*Panicum miliaceum* L.), овсюг (*Avena fatua* L.), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.).

Двудольные виды при различных системах обработки почвы представлены следующими видами: пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), журавельник цикutowый (*Erodium cicutarium* (L.) L. Her.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), бодяк щетинистый (осот розовый) (*Cirsium setosum* (Wild.) Bess.), дымянкa аптечная (*Fumaria officinalis* L.).

Условия года оказали влияние на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения (54,8%). Недостаточная влагообеспеченность в фазу кущения яровой пшеницы в 2015–2017 гг. способствовала наименьшему прорастанию сорных растений, среднее их количество по опыту составило 17,8–38,8 шт./м², при значитель-

ном выпадении осадков в 2018 г. (ГТК = 2,41) отмечено значительное увеличение до 92,3 шт./м². Доля влияния системы обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения в условиях отдельно каждого года проведения исследований была различной и составила от 21,6 до 90,4%.

Выявлено, что общая численность сорняков при отвальной минимальной системе обработки почвы в среднем по опыту в 1,8 раза меньше, чем на контроле (59,2 шт./м² – отвальная глубокая). Засоренность в среднем за 2015–2019 гг. при отвальной минимальной обработке почвы снижалась в сравнении с отвальной глубокой (контроль) по предшественнику чистый пар – в 2,3 раза, сидеральный пар (рапс) – в 1,6, сидеральный пар (донник) – в 1,7 раза. Также отмечена тенденция снижения плотности сорняков при комбинированной глубокой системе обработки почвы, в сравнении с контролем, по предшественнику чистый пар на 33,0%, по сидеральному пару рапс на 14,6, по сидеральному пару донник на 12,8% и при комбинированной минимальной на 29,5; 35,1; 11,6% соответственно. Практически при всех системах обработки почвы по изучаемым предшественникам преимущество в фазу кущения яровой пшеницы имеют двудольные сорняки, за исключением комбинированной глубокой системы обработки почвы по предшественнику чистый пар, в данном случае число однодольных зарегистрировано больше на 24,8%.

Во все годы проведения исследований, несмотря на обработку посевов баковой смесью гербицидов (против одно- и двудольных), за счет выпадения осадков в июле отмечено прорастание сорняков на всех изучаемых вариантах (см. табл. 3).

Проведение учета сорняков в фазу восковой спелости яровой мягкой пшеницы показало, что доля влияния системы обработки почвы на их количество в зависимости от условий года составляет от 12,1 до 69,1%. Наибольшее снижение засоренно-

Табл. 2. Численность сорных растений в фазу кущения яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, шт./м²**Table 2.** Number of weed plants in the phase of spring wheat tillering depending on soil tillage system, pcs/m²

Система обработки почвы и вид сорняков	Год					Среднее за 2015–2019 гг.
	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>Предшественник – чистый пар</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	10	35	0	76	0	24,2
двудольные	12	20	18	124	20	38,8
всего	22	55	18	200	20	63,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	9	56	0	20	36	24,2
двудольные	10	3	26	32	20	18,2
всего	19	59	26	52	56	42,4
Комбинированная минимальная:						
однодольные	6	27	0	24	20	15,4
двудольные	9	0	4	108	24	29,0
всего	15	27	4	132	44	44,4
Отвальная минимальная:						
однодольные	4	20	6	12	0	8,4
двудольные	10	2	12	24	44	18,4
всего	14	22	18	36	44	26,8
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	10	29	8	92	10	29,8
двудольные	9	25	24	0	116	34,8
всего	19	54	32	92	126	64,6
Комбинированная глубокая:						
однодольные	3	40	2	60	8	22,6
двудольные	7	10	16	24	106	32,6
всего	10	50	18	84	114	55,2
Комбинированная минимальная:						
однодольные	3	19	2	32	20	15,2
двудольные	15	5	24	60	30	26,8
всего	18	24	26	92	50	42,0
Отвальная минимальная:						
однодольные	3	13	10	48	14	17,6
двудольные	13	8	16	32	50	23,8
всего	16	21	26	80	64	41,4
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	5	16	13	60	18	22,4
двудольные	22	30	10	40	36	27,6
всего	27	46	23	100	54	50,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	2	37	10	28	6	16,6
двудольные	12	15	10	64	34	26,6
всего	14	52	20	92	40	43,6
Комбинированная минимальная:						
однодольные	5	23	20	48	4	20,0
двудольные	11	14	18	36	42	24,2
всего	16	37	38	84	46	44,2
Отвальная минимальная:						
однодольные	3	9	16	28	0	11,2
двудольные	20	10	2	36	22	18,0
всего	23	19	18	64	22	29,2

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 59,2, комбинированная глубокая – 47,1, комбинированная минимальная – 43,5, отвальная минимальная – 32,5; годы исследований: 2015 – 17,8, 2016 – 38,8, 2017 – 22,3, 2018 – 92,3, 2019 – 56,7; предшественник: чистый пар – 44,2, сидеральный пар рапс – 50,8, сидеральный пар донник – 41,8; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 17,6, годы – 19,7, предшественник – 15,3.

Табл. 3. Численность сорных растений в фазу восковой спелости зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, шт./м²

Table 3. Number of weed plants in the phase of wax ripeness of spring wheat grain depending on soil tillage system, pcs/m²

Система обработки почвы и вид сорняков	Год					Среднее за 2015–2019 гг.
	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>Предшественник – чистый пар</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	20	76	16	108	34	50,8
двудольные	34	52	28	134	18	53,2
всего	54	128	44	242	52	104,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	24	154	18	58	66	64,0
двудольные	34	25	34	96	42	46,2
всего	58	179	52	154	108	110,2
Комбинированная минимальная:						
однодольные	22	58	14	48	40	36,4
двудольные	28	32	32	148	56	59,2
всего	50	90	46	196	96	95,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	8	46	8	26	22	22,0
двудольные	16	22	20	50	58	33,2
всего	24	68	28	76	80	55,2
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	28	62	16	102	22	46,0
двудольные	20	54	52	62	92	56,0
всего	48	116	68	164	114	102,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	12	80	8	88	16	40,8
двудольные	28	24	44	32	82	42,0
всего	40	104	52	120	98	82,8
Комбинированная минимальная:						
однодольные	10	46	8	52	10	25,2
двудольные	36	16	56	104	30	48,4
всего	46	62	64	156	40	73,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	12	42	22	66	18	32,0
двудольные	26	14	28	48	36	30,4
всего	38	56	50	114	54	62,4
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	14	32	18	128	24	43,2
двудольные	50	66	36	58	58	53,6
всего	64	98	54	186	82	96,8
Комбинированная глубокая:						
однодольные	12	48	20	42	10	26,4
двудольные	22	38	28	62	72	44,4
всего	34	86	48	104	82	70,8
Комбинированная минимальная:						
однодольные	12	30	44	86	8	36,0
двудольные	28	14	42	58	30	34,4
всего	40	44	86	144	38	70,4
Отвальная минимальная						
однодольные	14	24	30	36	8	22,4
двудольные	34	28	12	50	22	29,2
всего	48	52	42	86	30	51,6

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 100,9, комбинированная глубокая – 87,9, комбинированная минимальная – 79,9, отвальная минимальная – 56,4; годы исследований: 2015 – 45,3, 2016 – 90,3, 2017 – 52,8, 2018 – 145,2, 2019 – 72,8; предшественник: чистый пар – 91,3, сидеральный пар рапс – 80,2, сидеральный пар донник – 72,4; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 14,4, годы – 16,1, предшественник – 12,5.

сти отмечено при отвальной минимальной системе обработки почвы. При увеличении количества обработок почвы семена сорных растений имеют наиболее близкий контакт с почвой, что провоцирует их к прорастанию, тогда как на фоне минимализации обработок многие семена остаются на мульчирующем слое, что снижает количество их всходов.

По средним показателям по фактору «система обработки почвы» при отвальной минимальной выявлено снижение количества сорных растений в фазу восковой спелости яровой пшеницы по предшественнику чистый пар и сидеральный пар (донник) – в сравнении с контролем в 1,9 раза, по предшественнику сидеральный пар (рапс) – в 1,6 раза. По чистому пару на контроле (отвальная глубокая система обработки почвы) по средним показателям за 2015–2019 гг. количество одно- и двудольных сорных растений находилось на одном уровне (50,8 и 53,2 шт./м² соответственно). При комбинированной глубокой увеличилась численность однодольных (64,0 шт./м²) и двудольных (46,2 шт./м²) сорняков. При комбинированной минимальной и отвальной минимальной обработке зарегистрирована наиболее высокая плотность двудольных – 59,2 и 33,2 шт./м², однодольных соответственно 36,4 и 22,0 шт./м². По сидеральному пару (рапс) при комбинированной глубокой и отвальной минимальной системах обработки почвы отмечено одинаковое количество однодольных и двудольных сорных растений. При комбинированной минимальной и отвальной глубокой выявлено большее количество двудольных (48,4–56,0 шт./м²) по сравнению с однодольными (25,2–46,0 шт./м²). Смешанный тип засорения присутствовал также в посевах яровой мягкой пшеницы по предшественнику сидеральный пар (донник) с доминированием двудольных сорняков при отвальной глубокой и комбинированной глубокой системах обработки почвы. Сорняки находились в нижнем ярусе фи-

тоценоза и имели высокую конкуренцию с растениями яровой мягкой пшеницы. Их воздушно-сухая масса в целом по всем вариантам не имела высоких показателей и не превышала 10,8 г/м² (см. табл. 4).

С наименьшей массой сорных растений на единице площади отмечен вариант с отвальной минимальной системой обработки почвы по всем изучаемым предшественникам (6,0–7,1 г/м², контроль 9,7–10,8 г/м²). На фоне отвальной минимальной системы обработки почвы увеличилось количество одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.), щетинника зеленого (*Setaria viridis* (L.) Beauv). Вредоносность сорняков определяется не только их количеством и флористическим составом, но их долей в общей надземной массе фитоценоза. Тенденции по динамике биомассы сорных растений повторяются при различных системах обработки почвы и при оценке их доли в общей надземной массе фитоценоза.

Доля сорных растений в общей надземной массе фитоценоза на всех изучаемых вариантах отмечена ниже экономического порога вредоносности 10%. Влияние фактора «система обработки почвы» на данный показатель в зависимости от условий года имело различия от 39,9 до 68,3%. Наибольшая доля сорняков в общей надземной массе фитоценоза в среднем по опыту зарегистрирована при отвальной глубокой системе обработки почвы 4,3%, при комбинированной глубокой – 3,9%, комбинированной минимальной – 4,1, отвальной минимальной – 2,6% (см. табл. 5).

Влияние предшественника на долю сорных растений в общей надземной массе фитоценоза составило при недостатке влаги всего периода вегетации 2015 г. 41,2%, при значительном увлажнении 2018 г. – 10,8%.

Табл. 4. Биомасса сорняков в фазу восковой спелости зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, г/м².

Table 4. Weed biomass in the wax ripeness phase of spring wheat grain depending on soil tillage system, g/m²

Система обработки почвы и вид сорняков	Год					Среднее за 2015–2019 гг.
	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>Предшественник – чистый пар</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	1,4	8,5	1,6	7,0	3,1	4,3
двудольные	5,1	3,6	2,3	19,0	2,3	6,5
всего	6,5	12,1	3,9	26,0	5,4	10,8
Комбинированная глубокая:						
однодольные	1,8	10,4	1,1	5,2	5,5	4,8
двудольные	4,6	4,3	5,0	10,6	5,9	6,1
всего	6,4	14,7	6,1	15,8	11,4	10,9
Комбинированная минимальная:						
однодольные	2,0	4,2	1,1	3,4	3,2	2,8
двудольные	4,0	4,1	4,0	16,4	8,1	7,3
всего	6,0	8,3	5,1	19,8	11,3	10,1
Отвальная минимальная:						
однодольные	1,5	2,9	1,2	2,1	1,9	1,9
двудольные	2,4	1,9	2,9	6,1	7,8	4,2
всего	3,9	4,8	4,1	8,2	9,7	6,1
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	2,6	4,6	1,2	9,2	2,7	4,1
двудольные	3,0	7,3	6,6	8,9	2,4	5,6
всего	5,6	11,9	7,8	18,1	5,1	9,7
Комбинированная глубокая:						
однодольные	1,0	5,6	0,7	7,1	4,4	3,8
двудольные	3,9	3,1	5,9	4,7	4,6	4,4
всего	4,9	8,7	6,6	11,8	9,0	8,2
Комбинированная минимальная:						
однодольные	0,8	3,7	0,5	3,8	3,6	2,5
двудольные	5,8	2,4	7,8	12,2	7,3	7,1
всего	6,6	6,1	8,3	16,0	10,9	9,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	0,9	3,8	1,8	4,3	1,5	2,5
двудольные	3,7	2,3	3,4	7,3	6,4	4,6
всего	4,6	6,1	5,2	11,6	7,9	7,1
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	1,1	2,9	1,2	10,2	1,7	3,4
двудольные	7,2	10,7	5,5	7,0	6,4	7,4
всего	8,3	13,6	6,7	17,2	8,1	10,8
Комбинированная глубокая:						
однодольные	1,0	3,8	1,5	2,7	0,9	2,0
двудольные	3,5	5,7	3,3	8,7	9,4	6,1
всего	4,5	9,5	4,8	11,4	10,3	8,1
Комбинированная минимальная:						
однодольные	1,0	2,1	3,6	7,1	0,5	2,9
двудольные	3,9	1,8	6,2	8,6	3,3	4,7
всего	4,9	3,9	9,8	15,7	3,8	7,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	1,3	1,8	2,7	3,2	0,7	1,9
двудольные	5,1	3,8	1,7	7,2	2,9	4,1
всего	6,4	5,6	4,4	10,4	3,6	6,0

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 10,4, комбинированная глубокая и комбинированная минимальная – 9,1, отвальная минимальная – 6,4; годы исследований: 2015 – 5,72, 2016 – 8,77, 2017 – 6,07, 2018 – 15,2, 2019 – 8,05; предшественник: чистый пар – 9,48, сидеральный пар рапс – 8,64, сидеральный пар донник – 8,15; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 1,56, годы – 1,75, предшественник – 1,36.

Табл. 5. Доля сорняков в общей надземной массе фитоценоза, 2015–2019 гг., %**Table 5.** Share of weeds in total aboveground mass of phytocenosis, 2015–2019, %

Система обработки почвы	Год					Среднее за 5 лет
	2015	2016	2017	2018	2019	
Пшеница по чистому пару						
Отвальная глубокая (контроль)	4,6	4,2	1,8	10,6	2,02	4,6
Комбинированная глубокая	5,3	5,1	2,9	6,6	4,3	4,8
Комбинированная минимальная	4,7	3,3	2,4	8,8	3,4	4,5
Отвальная минимальная	2,9	1,7	1,9	3,5	3,2	2,6
Пшеница по сидеральному пару (рапс)						
Отвальная глубокая (контроль)	2,8	4,8	3,2	6,0	1,5	3,7
Комбинированная глубокая	2,8	3,6	3,0	5,1	2,7	3,4
Комбинированная минимальная	3,3	2,6	4,2	6,1	3,1	3,9
Отвальная минимальная	2,2	2,2	2,3	4,9	2,3	2,9
Пшеница по сидеральному пару (донник)						
Отвальная глубокая (контроль)	4,5	4,4	2,7	7,8	3,0	4,5
Комбинированная глубокая	2,6	2,9	2,2	5,4	3,9	3,4
Комбинированная минимальная	2,2	1,5	4,2	6,9	4,3	3,8
Отвальная минимальная	3,1	2,0	1,7	4,4	1,1	2,5

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 4,3, комбинированная глубокая – 3,9, комбинированная минимальная – 4,1, отвальная минимальная – 2,6; годы исследований: 2015 – 3,4, 2016 – 3,2, 2017 – 2,7, 2018 – 6,3, 2019 – 2,9; предшественник: чистый пар – 2,6, сидеральный пар рапс – 2,8, сидеральный пар донник – 2,5; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 0,65, годы – 0,73, предшественник – 0,56.

ВЫВОДЫ

Установлено влияние системы обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы:

1. Сегетальная флора в посевах яровой мягкой пшеницы представлена одно- и двудольными видами на всех изучаемых системах обработки почвы. Доля влияния системы обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения в условиях отдельно каждого года проведения исследований различна и составила от 21,6 до 90,4%.

2. Наибольшая плотность сорной растительности в фазу кущения яровой мягкой пшеницы отмечена при отвальной глубокой системе обработки почвы (контроль), уменьшение засоренности в сравнении с контролем выявлено при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику чистый пар в 2,3 раза, сидеральному пару (рапс) – в 1,6 раза, сидеральному пару

(донник) – в 1,7 раза. В фазу восковой спелости данная тенденция сохранялась. Тип засорения смешанный.

3. Отмечено снижение плотности сорняков в фазу кущения яровой мягкой пшеницы при комбинированной глубокой системе обработки почвы в сравнении с контролем по предшественнику чистый пар на 33,0%, по сидеральному пару (рапс) – на 14,6, по сидеральному пару (донник) – на 12,8 и при комбинированной минимальной – на 29,5, 35,1; 11,6% соответственно.

4. Выделен вариант с наименьшей массой сорных растений на единице площади в фазу восковой спелости яровой мягкой пшеницы с отвальной минимальной системой обработки почвы по всем изучаемым предшественникам 6,0–7,1 г/м², контроль – 9,7–10,8 г/м².

5. Наибольшая доля сорняков в общей надземной массе фитоценоза в среднем по опыту зарегистрирована в фазу восковой

спелости яровой мягкой пшеницы при отвальной глубокой системе обработки почвы 4,3%, при комбинированной глубокой – 3,9%, комбинированной минимальной – 4,1, отвальной минимальной – 2,6%. Влияние фактора "система обработки почвы" на данный показатель в зависимости от условий года имело различия от 39,9 до 68,3%. Предшественник оказал влияние на долю сорных растений в общей надземной массе фитоценоза при недостатке влаги всего периода вегетации 2015 г. – 41,2%, при значительном увлажнении 2018 г. – 10,8%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миникаев Р.В., Сайфиева Г.С., Манюкова И.Г. Фитосанитарное состояние посевов в звене севооборота в зависимости от способа основной обработки серой лесной почвы // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 2 (50). С. 47–51.
2. Mhlangaa B., Cheesmanb S., Maasdorpa B., Muonia T., Mabasa S., Mangoshoc E., Thierfelder C. Weed community responses to rotations with cover crops in maize-based conservation agriculture systems of Zimbabwe // *Crop Protection*. 2015. Vol. 69. P. 1–8.
3. Тулькубаева С.А., Васин В.Г. Засоренность и структура урожая пшеницы в зависимости от предшественников // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. № 2. С. 23–29.
4. Моисеев А.Н., Моисеева К.В. Засоренность зернотравяного севооборота в северной лесостепи Тюменской области // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 12 (166). С. 44–47.
5. Замятин С.А., Ефимов А.Ю., Максуткин С.А. Сорные растения полевых севооборотов // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. № 5 (66). С. 98–103.
6. Замятин С.А., Измestьев В.М. Севооборот как способ контроля за сорняками // *Вестник Марийского государственного университета*. 2015. № 2 (2). С. 23–25.
7. Лихенко И.Е., Советов В.В., Аносов С.И., Лихенко Н.Н. Формирования урожая зерна сибирских сортов яровой мягкой пшеницы в условиях континентального климата Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 1. С. 27–30.
8. Власенко Н.Г., Кулагин О.В., Кудашкин П.И., Иванова И.А. Засоренность посевов новых сортов яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 3 (149). С. 5–10.
9. Михайлова З.И., Михайлов А.А., Вакуленко О.В. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур // *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 4. С. 10–15.
10. Борин А.А., Лощинина А.Э. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях ее обработки // *Плодородие*. 2015. № 2. С. 25–27.
11. Едмеевичев Ю.Ф. Оптимизация и экологизация зональной системы обработки почвы в Красноярском крае // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 7. С. 16–23.
12. Шахова О.А., Харлагина О.С. Динамика засоренности при сокращении энергозатрат на обработку чернозема выщелоченного в северной лесостепи Тюменской области // *Агропродовольственная политика России*. 2017. № 10 (70). С. 118–122.
13. Ивченко В.К., Михайлова З.И. Влияние различных обработок почв и средств интенсификации на продуктивность зерновых культур // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 4. С. 3–10.
14. Турусов В.И., Гармашов В.М. Минимализация основной обработки почвы в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона // *Сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 3. (12). С. 37–46.
15. Агеев А.А., Анисимов Ю.Б., Вразнов А.В., Калюжина Е.Л. Оптимизация систем обработки почвы при производстве зерна высокого качества в Челябинской области // *АПК России*. 2017. Т. 24. № 4. С. 929–935.
16. Полин В.Д., Смелкова И.А. Изменение сорного компонента под действием ресурсосберегающих систем обработки почвы в зернопропашном севообороте и методы борьбы с ними // *Земледелие*. 2015. № 8. С. 29–32.

REFERENCES

1. Minikaev R.V., Saifeva G.S., Manyukova I.G. Fitosanitarное sostoyanie posevov v zvене sevooborota v zavisimosti ot sposoba osnovnoy obrabotki seroi lesnoi pochvy [Phytosanitary state of sowings in the crop rotation sequence depending on tillage technologies of grey forestry soil]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain

- Economy of Russia], 2017, no. 2 (50), pp. 47–51. (In Russian).
2. Mhlangaa B., Cheesmanb S., Maasdorpa B., Muonia T., Mabasa S., Mangoshoc E., Thierfelder C. Weed community responses to rotations with cover crops in maize-based conservation agriculture systems of Zimbabwe. *Crop Protection*, 2015, vol. 69, pp. 1–8.
 3. Tul'kubaeva S.A., Vasin V.G. Zasorennost' i struktura urozhaya pshenitsy v za-visimosti ot predshestvennikov [The impurity and structure of wheat in dependence from predecessors]. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of Samara State Agricultural Academy]. 2016, no. 2, pp. 23–29. (In Russian).
 4. Moiseev A.N., Moiseeva K.V. Zasorennost' zernotravyanogo sevooborota v se-vernoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Contamination of grain and grass crop rotation in the northern forest steppe of the Tyumen region]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2017, no. 12 (166), pp. 44–47. (In Russian).
 5. Zamyatin S.A., Efimov A.Yu., Maksutkin S.A. Sornye rasteniya polevykh se-vooborotov [Weeds in field crop rotations]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science Euro-North-East]. 2018, no. 5 (66), pp. 98–103. (In Russian).
 6. Zamyatin S.A., Izmet'sev V.M. Sevooborot kak sposob kontrolya za sornyakami [Crop rotation as a method of weed control]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of the Mari State University]. 2015, no. 2 (2), pp. 23–25. (In Russian).
 7. Likhenko I.E., Sovetov V.V., Anosov S.I., Likhenko N.N. Formirovaniya urozhaya zerna sibirskikh sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh kontinental'nogo klimata Zapadnoi Sibiri [Siberian spring wheat varieties grain yield formation under continental climate of Western Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 1, pp. 27–30. (In Russian).
 8. Vlasenko N.G., Kulagin O.V., Kudashkin P.I., Ivanova I.A. Zasorennost' posevov novykh sortov yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya [Weed infestation of crops of new spring wheat varieties depending on cultivation technologies]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2017, no. 2 (50), pp. 47–51. (In Russian).
 9. Mikhailova Z.I., Mikhailov A.A., Vakulenko O.V. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na produktivnost' zernovykh kul'tur [Soil cultivation and productivity influence on crops]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2016, no. 4, pp. 10–15. (In Russian).
 10. Borin A.A., Loshchinina A.E. Produktivnost' sevooborota i plodorodie pochvy pri razlichnykh tekhnologiyakh ee obrabotki [Crop rotation productivity and soil fertility under various technologies of its tillage]. *Plodorodie* [Plodorodie], 2015, no. 2, pp. 25–27. (In Russian).
 11. Edimeichev Yu.F. Optimizatsiya i ekologizatsiya zonal'noi sistemy obrabotki pochvy v Krasnoyarskom krae [Optimization and environmentalization of the zone system of soil processing in Krasnoyarsk region]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2017, no. 7, pp. 16–23. (In Russian).
 12. Shakhova O.A., Kharlagina O.S. Dinamika zasorennosti pri sokrashchenii energozatrat na obrabotku chernozema vshchelochennogo v severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [The dynamics of weed infestation while reducing energy costs for tillage of leached chernozem in the northern forest-steppe of Tyumen region]. *Agroproduktivnost' i politika Rossii* [Agro-food policy in Russia], 2017, no. 10 (70), pp. 118–122. (In Russian).
 13. Ivchenko V.K., Mikhailova Z.I. Vliyanie razlichnykh obrabotok pochvy i sredstv intensifikatsii na produktivnost' zernovykh kul'tur [The effect of different soil treatment and funds of intensification on the productivity of grain crops]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2017, no. 4, pp. 3–10. (In Russian).
 14. Turusov V.I., Garmashov V.M. Minimalizatsiya osnovnoi obrabotki pochvy v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Minimization of the basic tillage of soil in climatic conditions of the Central Black Earth Region]. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [Agricultural Journal], 2019, no. 3 (12), pp. 37–46. (In Russian).
 15. Ageev A.A., Anisimov Yu.B., Vrazhnov A.V., Kalyuzhina E.L. Optimizatsiya sistem obrabotki pochvy pri proizvodstve zerna vysokogo kachestva v Chelyabinskoi oblasti [Optimization of soil processing systems for the production of high quality grain in Chelyabinsk region]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2017, no. 3 (149), pp. 5–10. (In Russian).

- tion of tillage systems to produce high quality grain in Chelyabinsk region]. *APK Rossii* [Agro-Industrial Complex of Russia], 2017, vol. 24, no. 4, pp. 929–935. (In Russian).
16. Polin V.D., Smelkova I.A. Izmenenie sornogo komponenta pod deistviem resursosberegayushchikh sistem obrabotki pochvy v zernopro-

pashnom sevooborote i metody bor'by s nimi [Change in weed component under influence of resource-saving systems of tillage in grain-row crop rotation and control methods for it]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2015, no. 8, pp. 29–32. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пакуль А.Л., научный сотрудник

Лапшинов Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

✉ **Пакуль В.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, **адрес для переписки:** Россия, 6502510, Кемеровская область, Кемеровский район, пос. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: vpakyl@mail.ru

Божанова Г.В., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Pakul A.L., Researcher

Lapshinov N.A., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher

✉ **Pakul V.N.**, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director on scientific work; **address:** 47 Centralnaya St., Novostroika, Kemerovo region, 650510, Russia; e-mail: vpakyl@mail.ru

Bozhanova G.V., Researcher

*Дата поступления статьи 19.04.2020
Received by the editors 19.04.2020*