Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Махаева Наталья Юрьевна
Должность: Проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"
Дата подписания: 02.02.2024 11:01:38
Уникальный программный ключ:
fa349ae3f25a4564308fcb071872846a16f48e6

The article deals with the biological activity of soil biota on the example of the intensity of soil yeasts development, depending on the basic soil tillage systems and the dose of fertilizers for the forecrops peas and corn for grain. The research was carried out on common chernozem of the Central Caucasus in 2018 and 2019. The number of yeasts over the research years ranged from 35,6 to 93,2 thousand CFU/g of ASP for the forecrop peas in the spring period, and from 38,7 to 113,7 thousand CFU/g of ASP for the forecrop corn. The influence of basic soil tillage systems for peas on the change in the number of soil yeasts has not been determined, only the tendency of their greater activity when traditional processing in the research years by 2,1 and 5,2 thousand CFU/g of ASP is observed. According to the forecrop pea in winter wheat crops, a significant increase in the number of microorganisms was obtained in all variants with the introduction of mineral fertilizers, with its maximum value of complete mineral fertilizer ($N_{52}P_{52}K_{52}$) introduction, on average in years, amounting to 44,9 thousand CFU/g of ASP. Less intensive growth in the number of yeasts was observed in the variant with the introduction of ammonium nitrate, on average, its increase is 20,8 thousand CFU/g ASP. According to the forecrop corn, a significant increase in the number of yeasts is observed in all variants with the use of fertilizers, while the introduction of the complete mineral fertilizer maximized the number of yeasts on average by 52,2 thousand CFU/g of ASP.

Keywords: soil yeasts, forecrop, no-tillage technology, traditional tillage, fertilizers.

Менькина Елена Александровна, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49. E-mail: zzigen@list.ru

Elena Aleksandrovna Menkina, Cand.Agri.Sci., senior researcher at the laboratory of Soil science and agrochemistry, FSBIS «North Caucasus Federal Scientific Centre». 356241, Stavropol Territory, Mikhaylovsk, 49 Nikonov str. E-mail: zzigen@list.ru

УДК 631.51:631.8:632.954:632.51

Щукин С.В., Горнич Е.А., Труфанов А.М., Воронин А.Н., Ваганова Н.В.

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Представлены данные за период с 2015 по 2017 гг. по влиянию основной обработки почвы, удобрений и последействия гербицидов на засоренность посевов полевых культур. Установлено, что система комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки обеспечивала формирование численности и сухой массы сорных растений на уровне системы отвальной обработки (MP). Внесение SNPK и NPK обусловливало существенное снижение численности многолетних сорных растений в 2,4-2,6 раза и их сухой массы в 1,2-2,0 раза. Использование азотных удобрений (N) вело к существенному увеличению численности малолетних сорных растений на 23%. Действие и последействие гербицидов (WG) проявлялось в снижении общей численности сорных растений на 7,4% в среднем за 2015–2017 гг. Ресурсосберегающие системы обработки (SP, ST) способствовали увеличению длинны вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в посевах яровой пшеницы на 3,0-21,3% в сравнении с отвальной обработкой (MP). Внесение NPK вело к уменьшению длинны и массы вегетативных органов многолетних сорных растений на 32,6 и 28,2 % соответственно. Применение комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки с внесением SNPK и гербицидами, а также их последействием (WG) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве способствовало формированию урожайности ячменя на уровне 27,4 ц/га, однолетних трав – 461,66 ц/га и яровой пшеницы – 28,15 ц/га. При этом наблюдалось увеличение чистого дохода и уровня рентабельности: при возделывании ячменя на 6554 руб./га и 27,57%, однолетних трав – 17493 руб./га и 57,77%, яровой пшеницы – 5425 руб./га и 19,4%.

Ключевые слова: основная обработка почвы, удобрения, структура, гербициды, засоренность посевов, урожайность.

Введение. Снижение интенсивности в системе основной обработки почвы является одним из основных трендов последнего времени. Данные технологии обеспечивают сокращение затрат и минимизируют эрозионные потери [6]. Вместе с тем наблюдается увеличение плотности почвы [5] и засоренности посевов [1, 2, 4], что зачастую выступают основным стресс-фактором для культурных растений и препятствуют широкому распространению ресурсосберегающих технологий в Нечерноземной зоне. Данный аспект наиболее актуален в контексте применения систем удобрений и защиты растений от сорняков. Удобрения и плодородие почвы оказывают определенное влияние на разнообразие, всхожесть, рост, состояние покоя, устойчивость и конкуренцию сорных растений [7]. Это в полной мере относится и современным гербицидам. Вместе с тем, отдельные исследования указывают на необходимость дифференцированного подхода к использованию средств защиты растений от сорняков в связи с их агрессивностью к внешней среде и возможной резистентностью сорных растений [8]. В связи с этим интересен вопрос изучения действия и последействия гербицидов в сочетании с разными по интенсивности системами основной обработки почвы и удобрениями в многолетнем полевом стационарном опыте.

Материалы и методы. Экспериментальная работа была выполнена в 2015–2017 гг. в полевом трёхфакторном опыте в четырёхкратной повторности, заложенном на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, характеризующейся временным избыточным увлажнением.

Почва опытного участка в пахотном горизонте в среднем по вариантам исследования содержала: органического вещества – 2,58 %, P_2O_5 – 228,5; K_2O – 74,6 мг/кг почвы, сумма обменных оснований составляла 19,66, гидролитическая кислотность – 1,52 мг.экв./100 г. почвы, pH солевой вытяжки – 5,86.

Схема опыта: *Фактор А. Система основной обработки почвы.* 1. Отвальная (MP): дисковая обработка на 8-10 см и ежегодная вспашка на 20-22 см; 2. Поверхностная с глубоким рыхлением (STL): дисковая обработка на 8-10 см и безотвальное рыхление на 25-27 см 1 раз в 4-5 лет в сочетании с поверхностной дисковой обработкой на 6-8 см в остальные 3-4 года. 3. Комбинированная (поверхностно-отвальная) (SP): дисковая обработка на 8-10 см и вспашка на 20-22 см 1 раз в 4-5 лет в сочетании с дисковой обработкой на 6-8 см в остальные 3-4 года; 4. Поверхностная (ST): ежегодная поверхностная дисковая обработка на 6-8 см.

Фактор В. Система удобрения. 1. Без внесения удобрений (F0); 2. N_{30} (N); 3. Солома (S); 4. Солома + N_{30} (SN); 5. Солома + NPK (SNPK); 6. NPK (NPK).

Фактор С. Система защиты растений от сорняков. 1. Без гербицидов (G0); 2. С гербицидами (WG): в 2015 году применялся гербицид Линтур (0,15 кг/га). В 2016 и 2017 гг. изучалось последействие гербицидов [5].

Чередование культур в опыте: Ячмень (2015 г.; сорт Эльф) – Однолетние травы (2016 г.; вика полевая - сорт Ярославская-136 и овес - сорт Скакун) – Яровая пшеница (2017 г.; сорт Дарья).

В качестве органического удобрения на соответствующих вариантах опыта осенью 2014 г. заделывалась солома озимой ржи, а осенью 2015 г. солома ячменя в норме 3 т/га.

Из форм минеральных удобрений использовалась азофоска, аммиачная селитра, мочевина и хлористый калий. Комплексное, фосфорное и калийное удобрения вносились под зяблевую обработку, азотные под предпосевную культивацию. Удобрения вносились вручную на соответствующих делянках опыта.

Динамику изменения численности, сухой массы и видового состава сорных растений проводили по методике Б.А. Смирнова, В.И. Смирновой [3].

Урожайность полевых культур учитывали сплошным методом во всех повторениях опыта.

Результаты исследования и их обсуждение. Численность и сухая масса сорных растений увеличивалась при применении систем безотвальной обработки почвы (STL и ST) на 10,6-13,0 шт./м^2 и 19,2-19,7 г/м^2 соответственно (табл. 1). При этом увеличение происходило за счет малолетних видов сорных растений.

Система комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки способствовала формированию численности и сухой массы на уровне системы отвальной обработки (MP).

Внесение полной нормы минеральных удобрений на вариантах SNPK и NPK обусловливало существенное снижение численности многолетних сорных растений в 2,4-2,6 раза и их сухой массы в 1,2-2 раза, что связано с усилением конкуренции культур на данных фонах питания. В тоже время внесение соломы (S) провоцировало увеличение численности и, особенно, сухой массы многолетних

сорных растений. Использование азотных удобрений (N) вело к существенному увеличению численности малолетних сорных растений на 23%.

Таблица 1 – Численность и сухая масса сорных растений
(в среднем по факторам за период 2015–2017 гг.)

Вариант	Численность, шт./м^2			Сухая масса, г/м^2		
	многолетние	малолетние	всего	многолетние	малолетние	всего
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»						
MP	12,7	68,2	80,9	19,3	27,8	47,2
STL	25,6	68,6	94,2	37,7	28,7	66,4
SP	14,5	67,7	82,2	21,1	29,4	50,5
ST	28,1	63,6	91,7	38,1	28,7	66,9
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Система удобрения, «У»						
F0	24,9	60,7	85,6	32,0	25,5	57,5
N	23,1	78,8	101,9	28,5	27,1	55,6
S	32,7	66,3	99,0	44,7	18,6	63,3
SN	21,0	69,6	90,6	26,5	25,0	51,5
SNPK	9,5	67,0	76,4	15,9	36,7	52,6
NPK	10,3	59,7	69,9	26,9	39,1	66,0
$НСР_{05}$	12,3	9,9	18,6	$F_ф<F_{05}$	10,7	$F_ф<F_{05}$
Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»						
G0	22,4	68,2	90,6	26,8	29,9	56,7
WG	18,1	65,8	83,9	31,4	27,4	58,8
$НСР_{05}$	4,1	$F_ф<F_{05}$	4,3	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Действие гербицида Линтур в посевах ячменя (2015 г.) и последействие в посевах яровой пшеницы (2017 г.) сопровождалось снижением численности и сухой массы сорных растений (рис. 1).

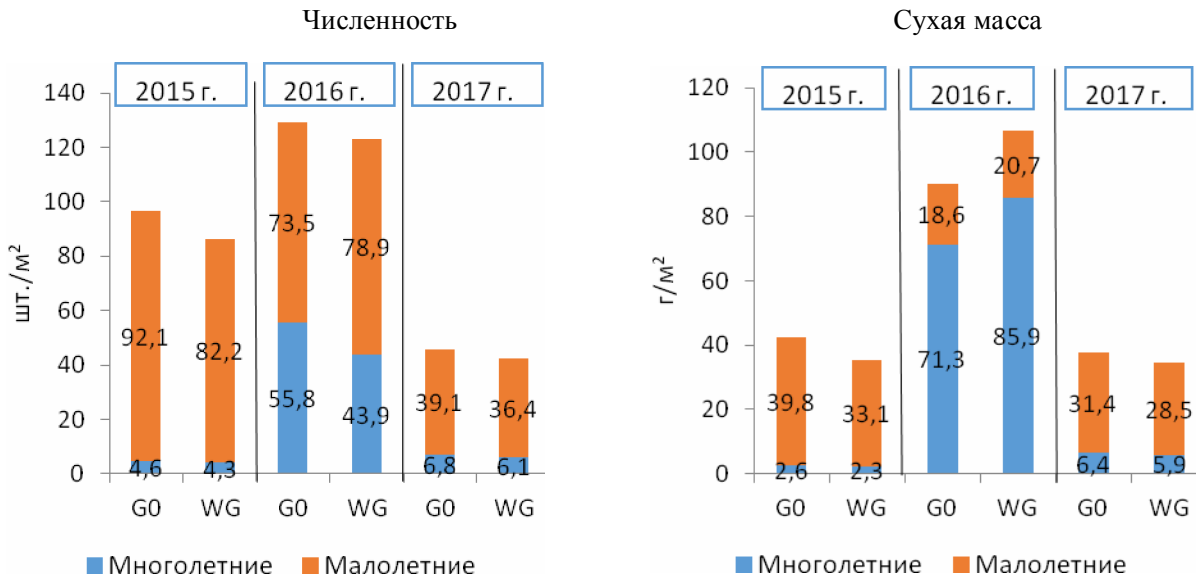

Рисунок 1 – Численность и сухая масса сорных растений в зависимости от системы защиты

Последействие гербицида в посевах вико-овсяной смеси проявлялось в увеличении численности и сухой массы малолетних видов сорных растений, а также сухой массы многолетних сорняков при общем снижении их численности. Следует отметить, что доля многолетнего сорного компонента в посевах однолетних трав значительно превосходила по биомассе долю малолетних видов.

Видовой состав сорных растений варьировал по годам исследований. В посевах ячменя (2015 г.) доминирующим видом являлась марь белая (Chenopodium album L.), составляющая более половины малолетних видов сорных растений. В меньшей степени встречались горчица полевая (Sinapis arvensis L.), горец шероховатый (Polygonum scabrum M.) и горец вьюнковый (Polygonum convolvulus L.). Среди многолетних сорняков преобладал хвощ полевой (Equisetum arvense L.), вьюнок полевой (Convolvulus arvensis L.) и осот полевой (Sonchus arvense L.). В посевах однолетних трав наблюдалось резкое увеличение доли многолетних сорных растений по системам безотвальной обработки (STL и ST) в основном за счет хвоща полевого (Equisetum arvense L.) и вьюнка полевого (Convolvulus arvensis L.) (рис. 2). При этом система комбинированнной (поверхностно-отвальной) обработки (SP) по общей численности многолетних сорных растений была на уровне системы отвальной обработки (MP). Следует также отметить снижение доли бодяка полевого при применении систем ресурсосберегающей обработки почвы (STL, SP, ST) на 83-243%.

В посевах яровой пшеницы (2017 г.) наблюдалось снижение доли мари белой (Chenopodium album L.) и увеличение ромашки непахучей (Matricaria inodora L.) и горчицы полевой (Sinapis arvensis L.) относительно учетов прошлых лет. Наблюдалось снижение доли многолетних сорных растений при сохранении доминирующих видов.

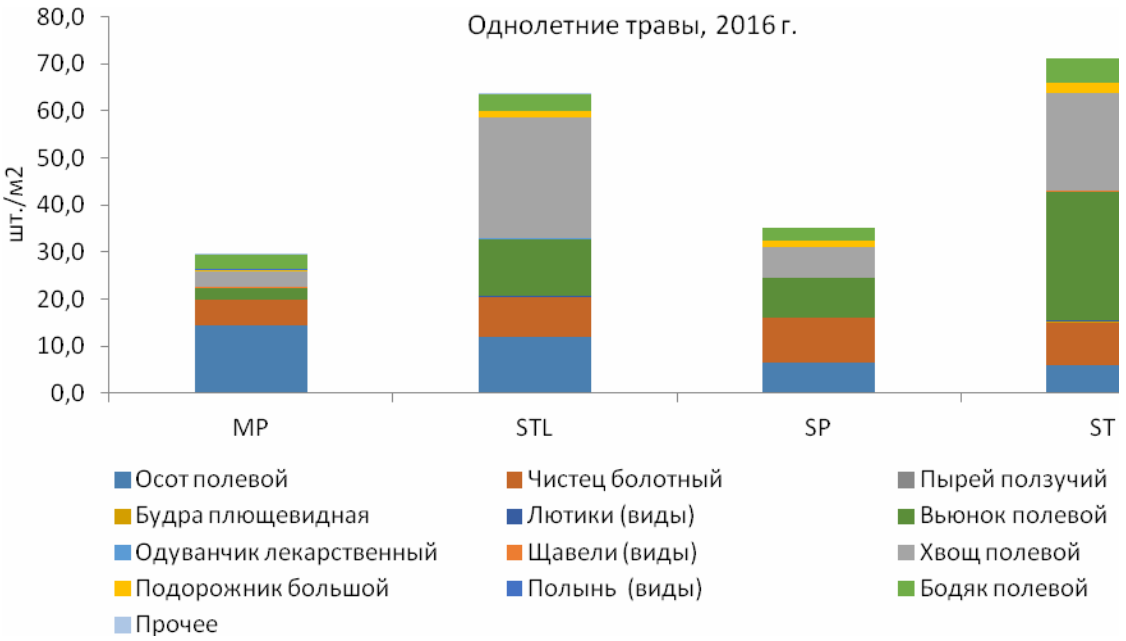

Рисунок 2 – Динамика видового состава многолетних сорных растений по изучаемым системам обработки в посевах однолетних трав, 2016 г.

Засоренность пахотного слоя вегетативными органами размножения многолетних сорных растений в посевах яровой пшеницы (2017 г.) по системам ресурсосберегающей обработки (SP, ST) увеличивалась в сравнении с отвальной (MP) на 3,0-21,3%. При этом различия по накоплению воздушно-сухой массы вегетативными органами размножения многолетних видов сорных растений по всем изучаемым системам обработки было несущественным.

Внесение удобрений способствовало достоверному уменьшению длины и накопления воздушно-сухой массы вегетативными органами многолетних видов сорных растений на 25,8-32,6 % и 3,4-28,2% соответственно. Наименьшее накопление длины и массы вегетативных органов сорных растений отмечалось по фону NPK – 580,67 см/м^2 и 36,87 г/м^2 соответственно. На фоне с последействием гербицида (WG) отмечалось увеличение длины вегетативных органов сорняков в слое 0-20 см на 14,6%.

Наибольшую урожайность ячменя (2015) – 27,40 ц/га и однолетних трав (2016) – 461,66 ц/га обеспечивало применение системы комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки по фону SNPK с гербицидами (WG). При возделывании яровой пшеницы (2017) максимальная урожайность (29,38 ц/га) была получена на варианте комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки по фону NPK с гербицидами (WG) (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние разных систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на урожайность полевых культур, ц/га

Вариант		Ячмень, 2015		Однолетние травы, 2016		Яровая пшеница, 2017	
		система защиты от сорняков					
обработка	удобрение	G0	WG	G0	WG	G0	WG
MP	F0	15,10	14,23	280,1	256,13	14,85	19,74
	N	14,94	15,67	294,01	377,90	20,76	21,28
	S	14,95	19,31	382,11	387,15	20,64	16,40
	SN	15,38	18,14	344,57	337,68	22,85	19,93
	SNPK	18,87	22,59	399,72	383,41	22,96	23,88
	NPK	20,56	19,52	378,33	362,00	26,69	25,44
STL	F0	12,17	13,21	377,96	372,03	20,04	21,06
	N	12,87	18,94	320,48	331,67	24,44	23,54
	S	14,18	21,65	345,87	357,15	19,65	24,27
	SN	15,85	19,47	373,80	358,23	19,37	17,15
	SNPK	20,78	24,43	331,06	328,55	28,92	28,22
	NPK	21,35	24,91	358,54	333,36	25,90	25,59
SP	F0	16,96	13,36	335,73	328,61	16,62	15,88
	N	16,47	18,24	287,03	363,05	23,86	23,63
	S	15,72	17,45	339,89	374,97	21,14	24,30
	SN	17,73	21,76	334,25	361,58	20,94	25,63
	SNPK	26,03	27,40	347,32	461,66	23,98	28,15
	NPK	24,72	25,14	315,63	346,41	26,36	29,38
ST	F0	15,03	16,21	323,66	353,58	14,75	16,07
	N	16,77	19,65	294,37	320,06	23,97	24,70
	S	16,85	17,75	332,59	360,12	24,50	26,01
	SN	15,42	20,57	343,76	408,12	20,95	23,21
	SNPK	21,29	25,94	350,93	342,55	24,27	24,04
	NPK	21,43	26,60	382,41	286,80	25,39	25,28
$НСР_{05}$	обработка	1,46		$F_ф<F_{05}$		$F_ф<F_{05}$	
	удобрение	1,98		82,0		2,85	
	гербицид	1,1		70,53		$F_ф<F_{05}$	

Следует отметить, что достоверное увеличение урожайности при применении комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) было свойственно лишь для ячменя (2015 г.). В посевах однолетних трав и яровой пшеницы данные изменения были несущественны.

Внесение полного минерального удобрения (NPK), как отдельно, так и совместно с соломой (SNPK), как правило, вело к существенному увеличению урожайности изучаемых культур.

Последействие гербицида Линтур в 2016 и 2017 гг. наиболее ярко проявилось по системе комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки на вариантах с полной нормой минеральных удобрений – NPK и SNPK. Прибавка урожайности однолетних трав составила – 3,78 и 114,74 ц/га, а яровой пшеницы 3,02 и 4,17 ц/га соответственно.

Использование комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки с внесением SNPK и гербицидами (WG) позволило увеличить чистый доход и рентабельность: при возделывании ячменя на 6554 руб./га и 27,57%, однолетних трав – 17493 руб./га и 57,77%, яровой пшеницы – 5425 руб./га и 19,4%, по сравнению с отвальной обработкой (MP).

Заключение

Применение комбинированной (поверхностно-отвальной) (SP) обработки с внесением SNPK и гербицидами и их последействием (WG) на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве не ведет к увеличению показателей обилия сорных растений и обеспечивает урожайности ячменя на уровне 27,4 ц/га, однолетних трав – 461,66 ц/га и яровой пшеницы – 28,15 ц/га. При этом наблюдается увеличение чистого дохода и уровня рентабельности: при возделывании ячменя на 6554 руб./га и 27,57%, однолетних трав – 17493 руб./га и 57,77%, яровой пшеницы – 5425 руб./га и 19,4%, по сравнению с отвальной обработкой (MP).

Литература

1. Борин А.А. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота / А.А. Борин, А.Э. Лощинина // Земледелие. – 2015. № 7. – С. 17-20.

2. Носкова Е.В. Влияние ресурсосберегающих агротехнологий на засоренность посевов ярового рапса / Е.В. Носкова, С.В. Щукин / Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: материалы 68-ой Международной науч.-практ. конференции (26–27 апреля). - Рязань: Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Ч. 1. – С. 451-457.

3. Смирнов Б.А. Методика учета засоренности посевов в полевом стационарном опыте / Б.А. Смирнов, В.И. Смирнова / Доклады ТСХА. – 1976. – № 2. – С. 28-32.

4. Смирнов Б.А. Эффективность системы разноглубинной обработки на дерново-подзолистой почве избыточного увлажнения / Б.А. Смирнов, С.В. Щукин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2005. - № 1. - С. 34-43.

5. Щукин С.В. Оценка действия энергосберегающих технологий основной обработки почвы на содержание органического вещества и агрофизические показатели плодородия / Щукин С.В., Горнич Е.А., Труфанов А.М., Воронин А.Н. // Известия НВ АУК. – 2019. №4(56). – С.119-126.

6. Kadziene G. Tillage and cover crop influence on weed pressure and Fusarium infection in spring cereals/ G. Kadziene, S. Suproniene, O.Auskalniene, S. Pranaitiene, P. Svegzda, A. Versuliene, J. Ceseviciene, D. Janusauskaite, V. Feiza// Crop Protection. 2020. Vol. 127. P. 1-7.

7. Kaur S. Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems / S. Kaur, R. Kaur, B.S. Chauhan // Crop Protection. – 2018. – Vol. 103. – P. 65-72.

8. Nakka S. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems // S. Nakka, M. Jugulam, D. Peterson, M. Asif // The Crop Journal. – 2019. – Vol. 7. Issue 6. – P. 750-760.

S.V. Shchukin, E.A. Gornich, A.M. Trufanov, A.N. Voronin, N.V. Vaganova EFFECT OF THE PRIMARY TILLAGE, FERTILIZERS AND AFTEREFFECT OF HERBICIDES ON WEED INFESTATION OF FIELD CROPS.

The article presents data for the period from 2015 to 2017 on the effect of the primary tillage, fertilizers and aftereffect of herbicides on the weed infestation of field crops. It was found that the system of combined (surface-ploughing) (SP) tillage provided the formation of the number and dry weight of weeds at the level of the moldboard plowing (MP). The introduction of SNPK and NPK caused a significant decrease in the number

of perennial weeds by 2,4–2,6 times and their dry weight by 1,2–2,0 times. The use of nitrogen fertilizers (N) led to a significant increase in the number of annual weeds by 23%. Effect and aftereffect of herbicides (WG) led to a decrease in the total number of weeds by 7,4% on average for 2015-2017. Resource-saving tillage systems (SP, ST) contributed to an increase in the length of the vegetative reproductive organs of perennial weeds in spring wheat crops by 3,0-21,3% compared with the moldboard plowing (MP). The introduction of NPK led to a decrease in the length and weight of the vegetative organs of perennial weeds by 32,6 and 28,2%, respectively. The use of combined (surface-ploughing) (SP) tillage with the introduction of SNPK and herbicides, as well as their aftereffect (WG), on soddy-podzolic medium loamy soil ensures the formation of barley productivity at the level of 27,4 ctw/ha, annual grasses - 461,66 ctw/ha and spring wheat – 28,15 ctw/ha. At the same time, there is an increase in net income and profitability: when growing barley by 6554 rub/ha and 27,57%, annual grasses - 17493 rub/ha and 57,77%, spring wheat - 5425 rub/ha and 19,4%.

Keywords: primary tillage, fertilizers, structure, herbicides, weed infestation of crops, yield.

Щукин Сергей Владимирович, к.с.-х.н., доцент, зав. кафедрой «Агрономия» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. E-mail: s.shhukin@yarcx.ru

Горнич Екатерина Андреевна, ассистент кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. E-mail: gornich@yarcx.ru

Труфанов Александр Михайлович, к.с.-х.н., доцент кафедры «Агрономия» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. E-mail: a.trufanov@yarcx.ru

Воронин Александр Николаевич, к.с.-х.н., доцент кафедры «Агрономия» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. E-mail: voronin@yarcx.ru

Ваганова Наталья Васильевна, к.с.-х.н., доцент, декан факультета агробизнеса ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. E-mail: vaganova@yarcx.ru

Sergey Vladimirovich Shchukin, Cand.Agri.Sci., associate professor, head of the Department of Agronomy, FSBEI HE «Yaroslavl State Agricultural Academy». 150042, Yaroslavl, Tutaevskoye shosse 58. E-mail: s.shhukin@yarcx.ru

Ekaterina Andreevna Gornich, assistant at the department of Technologies for production and processing of agricultural products, FSBEI HE «Yaroslavl State Agricultural Academy». 150042, Yaroslavl, Tutaevskoye shosse 58. E-mail: gornich@yarcx.ru

Aleksandr Mikhaylovich Trufanov, Cand.Agri.Sci., associate professor, head of the Department of Agronomy, FSBEI HE «Yaroslavl State Agricultural Academy». 150042, Yaroslavl, Tutaevskoye shosse 58. E-mail: a.trufanov@yarcx.ru

Aleksandr Nikolaevich Voronin, Cand.Agri.Sci., associate professor, head of the Department of Agronomy, FSBEI HE «Yaroslavl State Agricultural Academy». 150042, Yaroslavl, Tutaevskoye shosse 58. E-mail: voronin@yarcx.ru

Natalya Vasilyevna Vaganova, Cand.Agri.Sci., associate professor, dean of the faculty of Agribusiness, FSBEI HE «Yaroslavl State Agricultural Academy». 150042, Yaroslavl, Tutaevskoye shosse 58. E-mail: vaganova@yarcx.ru