

растений и величине pH 6,3 содержание Zn составляло 1,2 мг/кг, Pb – 9,3, Cu – 0,5, Cd – 0,5 мг/кг.

В обобщенном виде по 25 пробам скверы и газоны характеризовались содержанием подвижного цинка $6,5 \pm 1,4$ мг/кг, свинца – $8,5 \pm 0,9$, кадмия – $0,5 \pm 0,1$, меди – $1,1 \pm 0,2$, селитренные участки: Zn – $26,6 \pm 2,5$, Pb – $14,6 \pm 1,6$, Cd – $1,6 \pm 0,1$, Cu – $4,1 \pm 0,1$ мг/кг. Для состояния «нормы» и «кризиса» для развития травостоя содержание тяжелых металлов в почвах в уксусно-аммонийной вытяжке составляло, соответственно, Zn – $16,5 \pm 2,9$ и $26,7 \pm 4,3$ мг/кг, Pb – $12,8 \pm 2,0$ и $18,9 \pm 4,1$, Cd – $0,8 \pm 0,1$ и $1,2 \pm 0,3$ мг/кг.

Заключение. Содержание тяжелых металлов в почвах мегаполисов характеризуется локальным загрязнением от многих источников, сочетанием с загрязнением антигололедными реагентами, нефтепродуктами, существенным влиянием на миграцию и аккумуляцию антропогенных физических полей.

Показано, что степень загрязнения зависит от расположения почв по рельефу, их гранулометрического состава, степени гумусированности, уплотненности, гидроморфизма, интенсивности развития дернового процесса почвообразования и оподзоливания.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в значительной степени зависит от pH среды и комплексобразующей способности почвенных растворов.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л., 1987. – 139 с.
2. Башкин В.Н. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – 304 с.

3. Варшал Г.М., Велюханова Т.К. и др. Химические формы элементов в объектах окружающей среды и методы их определения// Известия ТСХА. – 1992. – Вып. 3. – С. 157-170.
4. Воробьева Л.А., Новых Л.Л., Рудакова Т.А. О возможности прогноза состояния некоторых химических элементов в природных водных растворах по диаграммам растворимости// Вестник МГУ, Почвоведение. – 1982. – №2. – С. 10-14.
5. Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в компонентах ландшафта. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – 400 с.
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 215 с.
7. Карпунин А.И., Ильхун А., Торишин С.П. Координационные соединения органических веществ с ионами металлов и влияние комплексонатов на их доступность. – М.: ВНИИА, 2010. – 272 с.
8. Мосина Л.В., Довлетярова Э.А. Лесная опытная дача РГАУ-МСХА, как объект экологического мониторинга лесных и лесопарковых ландшафтов мегаполиса Москва. – М.: РУДН, 2014. – 221 с.
9. Овчаренко М.М. и др. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрения. – М.: ЦИНАО, 1997. – 230 с.
10. Савич В.И., Федорин Ю.В., Химица Е.Г. Почвы мегаполисов, их экологическая оценка, использование и создание (на примере г. Москвы). – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 660 с.
11. Савич В.И., Седых В.А. и др. Агроэкологическая оценка свинца в системе почва-растение. – М.: ВНИИА, 2012. – 360 с.
12. Савич В.И. Физико-химические основы плодородия почв. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 431 с.
13. Савич В.И., Торишин С.П., Белопухов С.Л. Агроэкологическая оценка органоминеральных и комплексных соединений почв. – Иркутск: РГАУ-МСХА, Мегапринт, 2017. – 298 с.
14. Седых В.А., Савич В.И., Балабко П.Н. Почвенно-экологический мониторинг. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2013. – 584 с.

SPECIFIC FEATURES OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN URBAN SOILS

A.Ye. Sorokin¹, V.I. Savich², L.V. Mosina²

¹Moscow Aviation Institute, Volokolamskoe sh. 4, 125993 Moscow, Russia;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, Moscow, 127550,
e-mail: savich.mail@gmail.com, kaf614@mail.ru

The studies were carried out in the soils of parks and squares in Moscow. It is shown that the content of heavy metals increases not only near gas stations, highways, but also with soil compaction, development of the soddy process of soil formation, on soils with a heavier granulometric composition, more humus, in low relief elements. There is mainly an increase in the content of mobile forms of heavy metals during an acidic reaction of the environment, during the formation of complexes of polyvalent metals with ligands of water-soluble organic substances in soils. In urban conditions, migration and accumulation of heavy metals in soils are influenced by the polyvalence of local pollutants, salinization of soils with anti-ice reagents, oil pollution, simple soil replacement, anthropogenic physical fields.

Key words: heavy metals, urban soils, contamination, type of usage, mobility factors.

УДК 631.95 : 631.5 : 633.11 (571.1)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПАРОВОМУ ПРЕДШЕСТВЕННИКУ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., О.Ф. Хамова, к.б.н., А.Г. Щитов, к.с.-х.н., Тукмачева Е.В., к.б.н.,
ФГБНУ Омский Аграрный научный центр

Россия, 644012, г. Омск, пр-т Королева, 26; E-mail: agrnc55@gmail.com

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура в Западно-Сибирском регионе. Исходя из сложившейся структуры посевов, площадь занимаемая яровой пшеницей по паровому предшественнику составляет более 300 тыс. га, или 26% всей площади возделывания культуры. Исследования в лесостепи Западной Сибири показали, что урожайность зерна яровой пшеницы среднераннего биотипа в зернопаровом севообороте закономерно снижается по мере удаления культуры от парового предшественника – до 0,92-1,24 т/га (32,0-46,5 %). Низкопродуктивные, бо-

лее 2 лет, посевы культуры достигают 450 тыс. га (30-35%). Снижение урожайности и качества зерна обусловлено ухудшением водного и питательного режимов почвы, повышением засоренности агрофитоценоза в 1,5-3,0 раза с нарастанием мятликовых, поражением растений корневыми гнилями – до 12%, септориозом – 10-19%. В этой связи целью исследования было изучить агроэкологические особенности возделывания яровой пшеницы по паровому предшественнику с использованием средств интенсификации. Прибавки зерна от применения средств интенсификации по возрастному влиянию на урожайность компонентов химизации составили: от ретардантов – 0,30 т/га (8,1%), удобрений – 0,27 (10,8%), гербицидов – 0,51 (25,8%), гербицидов и удобрений – 0,78 (39,4%), от фунгицидов – 0,95 (34,4%) и комплексной химизации – 2,03 т/га, или в 2 раза относительно контроля (без химизации) при наименьшей изменчивости и большей устойчивости к стрессовым факторам по годам (24,3-26,5%). Длительное (более 35 лет) рациональное применение средств интенсификации, включая удобрения, не приводило к накоплению экотоксикантов в верхнем слое лугово-чернозёмной почвы и конечной продукции (зерно). Использование средств комплексной химизации (интенсивная технология) на фоне минимизации обработки почвы повышало биологическую активность почвы на 8-26%, не оказывая угнетающего воздействия на микроорганизмы почвы.

Ключевые слова: севооборот, яровая пшеница, паровой предшественник, биологическая активность почв, урожайность, качество зерна.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.18

В Западно-Сибирском регионе, имеющем в земельном фонде до 18 млн га пашни, зерновые культуры занимают 52-54%, причем основная площадь посева (более 80%) сконцентрирована в засушливых степных и лесостепных агроландшафтах с количеством осадков менее 400 мм [3].

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура с площадью посева в регионе более 6 млн га. В Омской области посевы яровой пшеницы (2018 г.) составляют 1,505 млн га, или 72% от площади посева зерновых и зернобобовых. Причем основная площадь культуры (1,308 млн га – 87%) сосредоточена в степной и южно-лесостепной почвенно-климатических зонах с урожайностью зерна при экстенсивных технологиях возделывания менее 2,0 т/га.

В зерновом балансе региона важность и значение парового поля, особенно в засушливые годы, доказаны длительной историей земледелия. По многолетним исследованиям Сибирского НИИСК, если урожайность зерна яровой пшеницы принять за 100%, то у второй культуры после пара она составляет 78%, третьей – 68 и четвертой – лишь 51%. При современном состоянии интенсификации зернового производства, ограниченном применении удобрений, материально-технических возможностях товаропроизводителей существенное сокращение или отказ от чистого пара в полевых севооборотах приведет к снижению урожайности зерновых в регионе на 20-50% [7, 11].

В настоящее время, исходя из сложившейся структуры зерновых культур, посевы яровой пшеницы в степной и южно-лесостепной зонах по паровому предшественнику составляют более 300 тыс. га, или около 26%. Низкопродуктивные повторные (более двух лет) посевы культуры достигают 400-450 тыс. га (30-35%). В последнее время ряд исследователей, даже при дефиците водных ресурсов, ставят под сомнение эффективность парового поля в севооборотах зернового направления [5, 8].

Цель исследования – установить агроэкологические особенности интенсивной агротехнологии пшеницы по паровому предшественнику в лесостепи Западной Сибири.

Методика. Многолетние опыты (1990-2016 гг.) и стационарные исследования по изучению эффективности приемов и систем основной обработки почвы проведены в полевых севооборотах разных природно-климатических зон Омской области.

В южной лесостепной зоне Омской области опыты проводили в длительном стационарном севообороте в 2004-2017 гг. Зернопаровой севооборот, развернутый во времени и пространстве, имеет следующее чередование культур: 1 – чистый пар; 2 – пшеница; 3 – пшеница; 4 – пшеница; 5 – ячмень. Почва опытного участка лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая; содержание гумуса 7-8 %, реакция среды нейтральная.

Двухфакторный опыт включает: фактор А – система обработки почвы (1 – отвальная – вспашка на глубину 20-22 см, ежегодно; 2 – комбинированная – вспашка в паровом поле и под третью пшеницу после пара, плоскорезная на глубину 10-12 см под вторую пшеницу после пара и ячмень; 3 – плоскорезная на глубину 10-12 см под все культуры; 4 – минимально-нулевая – в паровом поле культивация на глубину до 8-10 см, в остальных полях без осенней обработки); фактор В – средства химизации: 1 – контроль (без средств химизации); 2 – гербициды; 3 – удобрения – $N_{24}P_{36}$ на 1 га пашни; 4 – фунгициды; 5 – ретарданты; 6 – гербициды + удобрения + фунгициды + ретарданты (комплексная химизация).

Среднеранние сорта яровой пшеницы Памяти Азиева, Омская 36 высевали 18-25 мая с нормой посева по пару 5,0 млн всхожих семян на 1 га, 2-3 – культурой – 4,5 млн зерен на 1 га. Посев проведен дисковой сеялкой СЗ-3,6 с 2012 г. – ПК «Selford». Уборка однофазная комбайном «Сампо» с оставлением измельченной соломы на поле. Площадь делянки первого порядка 2700 м², второго – 450, учетная – 36 м². Размещение вариантов систематическое в четырехкратной повторности.

Микробиологические исследования проводили общепринятыми стандартными методами [2].

Погодные условия за период исследований (2004-2017 гг.) в целом были близки к среднесиловым (ГТК-1,09). Самые низкие показатели ГТК отмечались в засушливые вегетационные периоды 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. (0,55-0,69).

Результаты и их обсуждение. Длительные исследования, проведенные в стационарном зернопаровом севообороте, показали, что урожайность зерна яровой пшеницы среднераннего биотипа, в условиях ограниченных водных ресурсов, определяется предшественником и применением средств интенсификации (табл. 1).

1. Урожайность зерна яровой пшеницы в зернопаровом севообороте, т/га (в среднем за 2004-2017 гг.)

Размещение после парового предшественника	Без химизации			Комплексная химизация		
	т/га	снижение урожайности		т/га	снижение урожайности	
		т/га	%		т/га	%
Первая пшеница	1,98	-	100,0	3,88	-	100,0
Вторая пшеница	1,43	0,55	27,8	3,00	0,88	22,7
Третья пшеница	1,06	0,92	46,5	2,64	1,24	32,0
Среднее	1,49			3,17		

В зернопаровом севообороте без применения средств химизации наблюдается устойчивое снижение урожайности зерна по мере удаления посевов яровой пшеницы от парового предшественника в среднем с 1,98 до 1,06 т/га, или на 46,5%. При комплексном применении средств интенсификации и повышении продуктивности культуры в 2,1 раза (до 3,17 т/га) данная закономерность, вопреки распространенному мнению, сохранилась. Урожайность яровой пшеницы в повторных посевах и в этом случае уступала паровому предшественнику на 1,24 т/га, или на 32,0%.

Установлено, что преимущество парового предшественника в повышении продуктивности и технологических свойств зерна обусловлено оптимизацией элементов почвенного плодородия и фитосанитарным состоянием агрофитоценоза. Многолетние наблюдения показали, что в повторных посевах (третья пшеница после пара), в сравнении с паровым предшественником, повышаются плотность верхнего слоя почвы (до 1,15-1,18 т/см³), коэффициент водопотребления на 1 т зерна – на 20-46%, содержание нитратного азота уменьшается до низкого уровня (в 2,3-2,4 раза), степень поражения растений корневыми гнилями усиливается до 12%, септориозом – 10-19%.

Удельная биомасса сорного компонента в посевах яровой пшеницы по непаровому предшественнику при комбинированной обработке почвы возрастает до сильной степени -30,7%, при минимально-нулевой – очень сильной – 43,2%, или в 1,5-3,0 раза, что во многом определяет продуктивность этой культуры.

Наблюдения показали, что на контроле (без химизации) и при гербицидной обработке посевов яровой пшеницы снижение урожайности зерна на минимально-нулевой обработке, относительно комбинированной, составляет 0,23-0,27 т/га, или 9,0-13,0%. При совместном применении средств интенсификации, улучшении условий минерального питания, более благоприятной фитосанитарной обстановке в посевах культуры, проявляется агроэкономическая целесообразность по паровому предшественнику минимизации обработки почвы при незначительном снижении продуктивности культуры – до 2,9-5,4% (табл. 2).

Прибавки зерна от применения средств интенсификации по возрастающему влиянию на урожайность компонентов химизации составляют: от ретардантов – 0,30 (8,1%), удобрений – 0,27 (10,8%), гербицидов – 0,51 (25,8%), гербицидов и удобрений – 0,78 (39,4%), от фунгицидов – 0,95 (34,4%) и комплексной химизации – 2,03 т/га, или в 2 раза относительно контроля (без химизации) при наименьшей изменчивости и большей устойчивости к стрессовым факторам по годам (24,3-26,5 %). Установлено, что на повторных посевах яровой пшеницы вариabельность урожайности зерна по годам,

в зависимости от технологии возделывания и гидро-термических условий, повышается в среднем с 28,4 до 40,2%, или в 1,4 раза.

2. Урожайность зерна яровой пшеницы по пару в зависимости от технологии возделывания, т/га (в среднем за 2004-2017 гг.)

Средства химизации (фактор В)	Система обработки почвы в севообороте				Среднее по фактору В НСР ₀₅ = 0,07 т/га	Вари-рование урожайности, %
	отвальная	комбинированная	плоскорезная	минимально-нулевая		
Без средств химизации (контроль)	2,09	2,13	1,85	1,86	1,98	26,2
Гербициды	2,77	2,55	2,34	2,32	2,49	31,7
Гербициды + удобрения	2,84	2,82	2,68	2,7	2,76	33,0
Гербициды + удобрения + фунгициды	3,76	3,75	3,7	3,64	3,71	24,3
Гербициды + удобрения + фунгициды + ретарданты	4,14	4,10	3,92	3,88	4,01	26,5
Среднее по фактору А НСР ₀₅ =0,07 т/га	3,12	3,07	2,90	2,88	2,99	-
Вари-рование урожайности зерна, %	29,6	30,0	26,6	27,5	28,4	-

Доминирующими факторами, влияющими на урожайность зерна яровой пшеницы, являются: средства интенсификации – 30,6%, предшественники – 22,0, года – 13,3% и система обработки почвы – до 10,0%.

Выявлено, что продуктивность яровой пшеницы при повторном посеве (3-я пшеница после пара) относительно пшеницы по пару снижается в среднем с 2,99 до 1,95 т/га, или на 34,8%. По паровому предшественнику, относительно повторного посева, увеличиваются масса 1000 зерен (до 33,9 г) и стекловидность (50,7%). В наибольшей степени, в основном из-за сбалансированного азотного питания растений, повышается содержание белка (до 13,94-14,34%) и клейковины (27,8-29,1%) при снижении на минимальном варианте обработки почвы (табл. 3).

Применение комплексной химизации при возделывании яровой пшеницы по пару повышает массу 1000 зерен до 35,6 г (на 10,6%), содержание белка до 14,64% (на 7,3%), клейковины до 29,4% (на 6,9%). Длительное применение средств интенсификации требует контроля за загрязнением почвы и конечной продукции [9, 10, 12]. Наблюдения показали крайне незначительные изменения в содержании тяжелых металлов (ТМ) при систематическом применении (более 35 лет) азотно-фосфорных удобрений. Так, содержание меди в почвенных образцах в слое 0-20 см было ниже ПДК в среднем в 8,3-11,1 раза, цинка – в 85,2-92,0, свинца – в 6,3-6,6, кадмия – в 15,4-18,2 и хрома – в 5,9-6,2 раза.

Содержание ТМ в зерне при применении комплексной химизации было ниже ПДК в 1,4-4,2, радионуклидов – в 10,1-36,4 раза, остатков пестицидов в продукции не обнаружено.

**3. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественника и системы обработки почвы,
2005-2016 гг. (среднее по фактору)**

№ п/п	Система обработки почвы в севообороте – фактор А	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание, %		ИДК, ед.	Урожайность, т/га
				белка	клейковины		
Пшеница после пара							
1	Отвальная	34,2	51,0	14,34	29,1	69,0	3,04
2	Комбинированная	33,9	51,0	14,16	28,5	65,5	3,04
3	Минимально-нулевая	33,6	50,0	13,94	27,8	66,4	2,88
Среднее		33,9	50,7	14,15	28,5	67,0	2,99
НСР ₀₅		Fф.<Fг.	Fф.<Fг.	0,40	0,80	2,2	0,12
Третья пшеница после пара							
1	Отвальная	32,9	45,0	12,54	25,3	66,0	2,10
2	Комбинированная	32,8	45,0	12,68	25,4	67,0	2,08
3	Минимально-нулевая	32,8	44,0	12,41	24,9	66,0	1,68
Среднее		32,9	44,7	12,54	25,2	66,3	1,95
НСР ₀₅		Fф.<Fг.	Fф.<Fг.	0,33	0,67	Fф.<Fг.	0,17

Комплексный подход к исследованиям, в процессе которых определяли численность микроорганизмов, важнейшие биологические и биохимические показатели, учитывали основные агрохимические характеристики почвы позволил оценить влияние антропогенных факторов – системы обработки почвы (фактор А) и средств химизации (фактор В) на эколого-микробиологическое состояние лугово-чернозёмной почвы.

Длительное применение почвозащитных обработок под пшеницей по пару способствовало увеличению общей численности микроорганизмов на 8-21 % к контролю – отвальной обработке. Повышение численности микроорганизмов на стерневых фонах при плоскорезной и минимально-нулевой обработках почвы в сравнении со вспашкой связано с более значительным накоплением органических остатков под культурами сево-

оборота и более экономным их расходом при паровании.

Под пшеницей после пара при минимизации обработки, в наибольшей степени – на 34-38 % по отношению к вспашке, возросла численность фосфатмобилизующих бактерий и грибов. С ростом численности этих групп микроорганизмов связаны усиление мобилизации фосфора из труднодоступных соединений и увеличение содержания P₂O₅ в вариантах с бесплужной обработкой почвы на 21-31 % относительно вспашки.

Численность нитрифицирующих бактерий под пшеницей при безотвальных обработках была ниже в сравнении со вспашкой, в среднем на 23 и 14 %. Это можно объяснить уплотнением и ухудшением аэрации верхних слоев почвы, а нитрификаторы являются аэробными микроорганизмами (табл. 4).

4. Численность микроорганизмов в лугово-чернозёмной почве под пшеницей после пара в зависимости от интенсивности использования (слой 0-20 см), КОЕ/г, n=45

Микроорганизмы, КОЕ/г	Экстенсивная обработка (контроль)			Полуинтенсивная (гербициды)			Интенсивная (КХ)		
	отваль- ная	плоско- резная	мини- мально нулевая	отваль- ная	плоско- резная	мини- мально нулевая	отваль- ная	плоско- резная	мини- мально нулевая
Бактерии, растущие на МПА, млн	29,5±3,0	32,9±3,5	31,7±2,8	26,9±2,8	29,0±3,7	32,7±3,7	32,2±5,1	31,4±3,2	36,8±4,9
Микроорганизмы, растущие на КАА, млн	25,9±2,5	29,3±4,1	27,6±2,2	21,9±2,6	25,5±2,0	29,5±4,8	26,6±3,6	26,5±3,7	29,4±2,3
Олигонитрофилы, млн	94,3±8,7	95,0±7,6	109,3±12,4	94,5±7,8	95,7±8,7	100,0±10,4	113,1±16,4	111,2±16,4	126,6±14,8
Фосфатмобилизующие бактерии, млн	88,1±11,6	103,7±10,9	118,2±18,5	71,6±11,7	88,1±14,3	94,4±10,3	90,1±20,1	106,3±16,2	125,6±22,3
Грибы, тыс.	42,0±3,5	58,0±11,0	49,1±3,6	44,0±6,9	60,1±10,2	63,2±11,9	53,8±9,1	69,2±14,3	78,5±12,1
Нитрификаторы, тыс.	4,4±0,3	3,4±0,2	3,8±0,6	3,7±0,3	3,0±0,2	2,8±0,2	4,3±0,5	4,6±0,1	4,1±0,2
Общее число микроорганизмов, млн НСР ₀₅ =47,7	238	261	287	215	238	257	262	276	319

Систематическое длительное применение гербицидов (полуинтенсивная технология) способствовало некоторому снижению численности микроорганизмов по отношению к контролю без химизации под пшеницей после пара. Наиболее чувствительными к воздействию гербицидов были фосфатмобилизующие и нитрифицирующие бактерии, численность которых уменьшилась (в среднем по фактору) на 18 % к контролю. Особенно заметно токсичное действие гербицидов проявилось в засушливые периоды годов исследований.

Применение пестицидов на фоне внесения минеральных удобрений под зерновые культуры (интенсивная технология) не вызвало отрицательного воздействия на

количество микроорганизмов определяемых групп [6].

Минимизация обработки почвы сопровождалась в годы исследований увеличением численности грибов по отношению к вспашке. При применении комплексной химизации на стерневых фонах под пшеницей по пару количество грибов возросло на 29-46 %. Наиболее многочисленными были грибы *Penicillium*, являющиеся сапрофитами, активно разлагающими растительные остатки.

Определение азота нитратов в период кушения в слое 0-20 см показало высокую обеспеченность нитратным азотом пшеницы после пара, независимо от способа обработки почвы. При паровании многократные по-

верхностные обработки приводят к более существенной активизации деятельности нитрификаторов на стерневых фонах в сравнении со вспашкой, что способствует выравниванию запасов минерального азота по всем вариантам обработок.

Способность почв накапливать азот нитратов в благоприятных условиях характеризует общее их плодородие и возможность обеспечивать растения доступной азотной пищей [1]. Наблюдения показали, что нитратонакопление в оптимальных условиях в вариантах с минимизацией обработки почвы было выше в сравнении со вспашкой под пшеницей по пару на 34-42 % (в среднем за вегетацию) (табл. 5).

5. Нитрификационная способность лугово-черноземной почвы под пшеницей после пара в зависимости от интенсивности обработки и применения средств химизации, N-NO₃ мг/кг, n=45

Вариант обработки почвы (фактор А)	Химизация (фактор В)			Средняя по фактору А (обработка почвы)
	Контроль	Гербициды	Комплексная	
Отвальная	18,4	13,9	21,5	17,9
Плоскорезная	20,7	22,4	29,0	24,0
Минимально-нулевая	24,4	24,3	27,8	25,5
Среднее по фактору В	21,2	20,2	26,1	-

Таким образом, потенциальные возможности почвы обеспечивать растения доступным азотом при почвозащитных обработках достоверно выше, чем при вспашке.

При сравнительной оценке антропогенного воздействия на почвенную микрофлору воспользовались определением интегрального показателя суммарной биологической активности почвы, включившего все исследуемые биологические тесты в относительных процентах [4].

Стерневые фоны по суммарной биологической активности превышали вариант вспашки на 8-11 % под пшеницей по пару.

Применение комплексной химизации стимулировало биологическую активность под первой культурой севооборота на 8-26 %, что сопровождалось значительным увеличением урожайности яровой пшеницы.

Выводы. 1. В условиях экстенсивного земледелия и ограниченных водных ресурсов, паровое поле остается ведущим звеном повышения урожайности и качества зерна. В зернопаровом севообороте урожайность яровой пшеницы закономерно снижается по мере удаления культуры от парового предшественника – до 0,92-1,24 т/га (32,0-46,5%).

2. Прибавки зерна яровой мягкой пшеницы по пару от применения средств интенсификации по возрастающему влиянию на урожайность компонентов химизации составляют: от ретардантов – 0,30 (8,1%), удобрений – 0,27 (10,8%), гербицидов – 0,51 (25,8%), гербицидов и удобрений – 0,78 (39,4%), фунгицидов – 0,95 (34,4%) и комплексной химизации – 2,03 т/га, или в 2 раза выше относительно контроля (без химизации).

3. По паровому предшественнику, относительно повторного посева, возрастают масса 1000 зерен (до 33,9 г), стекловидность (50,7%). В наибольшей степени, в основном из-за сбалансированного азотного питания растений, повышается содержание белка (до 13,94-14,34%) и клейковины (27,8-29,1%) при снижении на минимальном варианте обработки почвы.

4. Длительное (более 35 лет) рациональное применение средств интенсификации, включая удобрения, не

приводит к накоплению экотоксикантов в верхнем слое лугово-черноземной почвы и зерне яровой пшеницы. В слое 0-20 см содержание меди было ниже ПДК в среднем в 8,3-11,1 раза, цинка – в 85,2-92,0, свинца – в 6,3-6,6, кадмия – в 15,4-18,2 и хрома – в 5,9-6,2 раза. Содержание ТМ в зерне при применении комплексной химизации было ниже ПДК в 1,4-4,2 раза, радионуклидов – в 10,1-36,4 раза, остатков пестицидов в продукции не обнаружено.

5. Общая численность почвенной микрофлоры при многолетней минимизации обработки в пахотном слое почвы увеличилась до 21 % к контролю – отвальной обработке. При этом в наибольшей степени возрастала численность фосфатмобилизирующих бактерий и грибов. Количество нитрификаторов при минимизации обработки в слое 0-20 см снижалось в сравнении со вспашкой в зависимости от места культуры в севообороте на 11-18%.

6. Обеспеченность пахотного слоя азотом нитратов под пшеницей по пару в первой половине вегетации была высокая, независимо от обработки почвы, за счёт минерализации мобильных азотсодержащих соединений в процессе парования. Потенциальная возможность почвы к нитратонакоплению (нитрификационная способность) при минимизации обработки возрастала на 33-36 % к вспашке.

7. При использовании полунтенсивной технологии (гербицидов) наблюдалась тенденция к снижению общей численности микроорганизмов, в т.ч. фосфатмобилизирующих бактерий, нитрификаторов, грибов, нитрификационной способности почвы, целлюлозолитической и суммарной биологической активности.

8. Улучшение питания микроорганизмов при внесении минеральных удобрений в сочетании с пестицидами и ретардантами (комплексная химизация) устраняло негативное воздействие агрохимикатов. Количественные параметры почвенных микроорганизмов превышали контрольный вариант. Устранение негативных последствий минимизации (засоренности, низкой обеспеченности почвы нитратным азотом) с помощью парования и средств интенсификации (гербицидов, фунгицидов, минеральных удобрений) повышало биологическую активность почвы в пределах 8-26 %, урожайность зерновых культур – в 2,5-3,0 раза, не оказывая угнетающего воздействия на микроорганизмы почвы.

Литературы

1. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, 2013. – 790 с.
2. Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии. – М.: Моск. Ун-т, 1980. – 224 с.
3. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) // Сиб. НИИ сел. хоз-ва. – Новосибирск: РАСХН СО, 2003. – 412 с.
4. Карягина Л.А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. – Минск: Наука и техника, 1983. – 180 с.
5. Каскарбаев Ж.А. Плодосмен – как одно из направлений растениеводства Казахстана // Сб. докл.межд. конф. «No-till» и плодосмен – основа аграрной политики ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства. – Астана, 2009. – С. 224-231.
6. Леонова В.В., Хамова О.Ф., Холмов В.Г. Способ интенсивного возделывания зерновых культур / Патент № 2012182 РФ Зарегистр. 15.05.1994.

7. Неклюдов А.Ф. Севообороты – основа урожая. – Омск: Зап. Сиб. кн. изд-во, 1990. – 128 с.
8. Сулейменов М.К. Сеять нельзя, паровать : сб. статей. – Алма-Аты, 2006. – 220 с.
9. Тышкевич Г.Л. Экология и агрономия. – Кишинев, 1991. – 266 с.
10. Хамова О.Ф., Юшкевич Л.В., Холмов В.Г. Влияние интенсивной технологии на биологическую активность выщелоченного чернозема // Повышение эффективности производст-
ва с.-х. продукции : сб. научн. тр. / ВАСХНИЛ Сиб. Отд-ние, СибНИИСХ. – Новосибирск, 1990. – С. 62-71.
11. Храмов И.Ф., Юшкевич Л.В. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири: монография. – Омск, 2013. – 184 с.
12. Юшкевич Л.В., Корчагина И.А., Ломановский А.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 30-32.

AGROECOLOGICAL FEATURES OF SPRING WHEAT CULTIVATION ON THE FALLOW PREDECESSOR IN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

**L.V. Yushkevich, Dr. of agricultural sc., O. F. Hamova, Cand. of biological sc.
A.G. Shchitov, Cand. of agricultural sc., E.V. Tukmacheva, Cand. of biological sc.
Omsk agricultural research center, Korolev's pr. 26, Pr., 644012 Omsk, Russia,
e-mail: agrnc55@gmail.com**

Spring wheat is the leading grain crop in the West Siberian region. Based on the current structure of crops, the cultivation of spring wheat after fallow predecessor is more than 300 thousand hectares or 26% from this cultivated crop. Long-term studies in the forest-steppe of Western Siberia showed that the grain yield of spring wheat of the middle-early biotype in grain crop rotation naturally decreases as the time elongates between the crop and the fallow up to 0.92-1.24 t/ha (32.0-46.5%). Low productive sowings, over 2 years, reach 450 thousand hectares (30-35%). The decrease yield and grain quality is due to the deterioration of the water and nutrient soil regimes, the increasing weeds spreading in agrophytocenosis up to 1.5-3.0 times, with the increasing of bluegrass, plant damage by root rot up to 12%, septoriosiis - 10-19%. In this regard, the purpose of the study was to research the agroecological features of the cultivation spring wheat after the fallow predecessor using intensification resources. The increase grain yield from the using intensification by the increasing influence the components of chemicalization was as follows: from retardants - 0.30 (8.1%), fertilizers - 0.27 (10.8%), herbicides - 0.51 (25.8%), herbicides and fertilizers - 0.78 (39.4%), from fungicides - 0.95 (34.4%) and complex chemicalization - 2.03 t/ha or 2 times more relative to the control variant (without chemicalization) at the lowest variability and greater resistance to stressful factors by year (24.3-26.5%). A long-term (more than 35 years) rational using intensification, including fertilizers, did not lead to the accumulation of ecotoxics in the upper layer of the meadow-chnozem soil and the end product (grain). The use of tools for complex chemicalization (intensive technology) with the background of minimizing tillage increased the biological activity of the soil by 8-26%, without having a suppressive effect on soil microorganisms.

Key words: crop rotation, spring wheat, fallow predecessor, soil biological activity, yield, grain quality.