

10. Оленин О. А. Биологизация технологии возделывания яровой пшеницы на черноземе обыкновенном в лесостепи Заволжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – №6. – С. 54-60.
11. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 207 с.
12. Долгов С. И., Кузнецова И. В. Структура черноземных почв и основные особенности систем их механической обработки / Науч. тр. Курской ГСОС. – Т. 3: Сб. науч. тр. – Курск, 1969. – С. 50-62.
13. Колмаков П. П., Казанцев К. И. Результаты изучения скважности почвы // Земледелие. – 1983. – №7. – С. 29-30.
14. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.
15. Медведев В. В. Экологические критерии механической обработки почв // Окультуривание почвы: научные основы, опыт и направления: Сб. науч. тр. / Под ред. И. П. Макарова. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 63-69.
16. Фольмер Н. И. Пути увеличения активной влаги в почве // Земледелие. – 1983. – №7. – С. 61-61.
17. Курдюков Ю. Ф., Левицкая Н. Г., Лоцинина Л. П., и др. Зависимость урожая яровой пшеницы от вида севооборота и метеорологических условий // Земледелие. – 2014. – №1. – С. 41-44.
18. Каргин В.И., Каргин И.Ф., Перов Н.А. Основные вопросы земледелия и проектирование агротехнологий в лесостепи Среднего Поволжья: монография / Под ред. И.Ф. Каргина. – Саранск: изд-во Мордов. Ун-та, 2009. – 312 с.
19. Котоврасов И. П. Повышение эффективного плодородия черноземной почвы / Окультуривание почвы: научные основы, опыт и направления: Сб. науч. тр. / Под ред. И. П. Макарова. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 70-77.
20. Коринец В. В. Системно-энергетический подход при оценке обработки почвы // Земледелие. – 1991. – №12. – С. 65-67.
21. Ломакин М. М., Семенов С. А., Семенова Л. А. Составление модели оптимальной системы обработки почвы // Земледелие. – 1995. – №5. – С. 43-45.
22. Цимбалит Н. И., Благовещенская З. К. Энергетическая оценка применения средств химизации: Обзорная информ. – М.: ВНИИТЭИ-агропром, 1993. – 44 с.
23. Оленин О. А. Биологизация технологии возделывания яровой пшеницы и производство экологически безопасного зерна // Земледелие. – 2016. – №2. – С. 8-13.
24. Рекомендации по формированию севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Л. М. Козлова, В. Д. Абашев, Т. С. Макарова, Е. Н. Носкова, Ф. А. Попов, А. В. Денисова / Под ред. Л. М. Козловой. – Киров: ФГБНУ «НИИХ Северо-Востока», 2015. – 40 с.
25. Козлова Л. М., Макарова Т. С., Попов Ф. А., Денисова А. В. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №1. – С. 16-18.
26. Турусов В.И., Гармашов В.М., Дронова Н.В. Эффективность систем обработки почвы и средств интенсификации при возделывании озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – №7. – С. 68-70.
27. Ленточкин А.М., Ширококов П.Е., Ленточкина Л.А. Эффективность систем обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – №5. – С. 54-56.
28. Коротких Н. А., Власенко Н. Г., Кастючик С. П. Влагообеспеченность яровой пшеницы при технологии No-Till в Лесостепи Приобья // Земледелие. – 2013. – №3. – С. 21-23.
29. Оленин О. А., Зудилин С. Н., Шевченко С. Н., Осоргин Ю. В., Чернов А. С. Цифровой мониторинг показателей агрофитоценозов на основе беспилотных технологий // Плодородие. – 2019. – №5. – С. 56-60.
30. Ph.D. Oleg Olenin, prof. Dr. Sergey Zudilin, prof. Dr. Sergey Shevchenko, CEO Alexandr Toskin, R&D manager Alexey Tsarkov PENDANT SEEDER-SPREADER FOR A UNIVERSAL UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM / 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 / SGEM Vienna Green. - 2019. - P. 157-164.

## OPTIMAL MODEL OF ORDINARY CHERNOZEM FERTILITY FOR SPRING WHEAT CULTIVATION IN THE FOREST-STEPPE OF THE VOLGA REGION

O.A. Olenin, S.N. Zudilin

Samara State Agrarian University, Uchebnaya ul. 2, 446442 Ust-Kinelskiy settl. Kinel, Russia, e-mail: [agrotonik63@mail.ru](mailto:agrotonik63@mail.ru), [zudilin\\_sn@mail.ru](mailto:zudilin_sn@mail.ru)

*By synthesizing the published scientific data, compiled models of the fertility of ordinary chernozem – in its natural state and optimal for spring wheat in the forest-steppe of the Volga region. Our studies have revealed that the main part of indicators of natural fertility have values in the optimal parameters for the crop, or under the influence of the main elements of the farming system also changes in optimal limits, which is a prerequisite for reducing anthropogenic impact on agroecosystems. So, the total porosity of the soil layer 0-30 cm in the natural state is 54-59%, and optimal for spring wheat is 54-63%. The density of the soil layer 0-30 cm under the influence of various treatments varies in the range of 1.06-1.28 g/cm<sup>3</sup>, i.e. remains in the optimal range (1.00-1.25 g/cm<sup>3</sup>), which serves as a prerequisite for minimizing the main tillage. As a result of many years of research in various soil and climatic zones of Russia, the issues of the impact of subsurface and zero tillage on the fertility of chernozem, the feasibility and effectiveness of minimizing tillage are theoretically justified and sufficiently studied. It is proposed to concentrate research on increasing the yield of feed and grain units from 1 ha, increasing the sustainability and stability of agrophytocenoses (for example, by introducing a multicultural grain and lengthening the production process).*

*Keywords: soil fertility, optimal fertility model, biologization of cultivation technology, combined multi-depth tillage, global climate change, natural renewable resources, joint and mixed crops.*

УДК 633.111 : 631.484 (571.1)

## ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И АГРОФИТОЦЕНОЗА В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., О.Ф. Хамова, к.б.н., А.Г. Щитов, к.с.-х.н.,  
Е.В. Тукмачева, к.б.н., ФГБНУ «Омский АНЦ»

644012, Россия, г. Омск, пр-т Королева, 26, E-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), [res81@mail.ru](mailto:res81@mail.ru)

*Дана сравнительная комплексная оценка элементов плодородия черноземных почв, состояния агрофитоценоза, продуктивности яровой пшеницы по различным предшественникам в длительном двухфакторном стационарном опыте в зернопаровом севообороте. Установлено, что ограниченный набор продуктивных предшественников яровой пшеницы способствует неоправданному увеличению повторных посевов (до 50%), что снижает урожайность, качество зерна, продуктивность пашни. Комплексное применение средств интенсификации приводит к существенным положительным изменениям плодородия почвы и состояния в агрофитоценозе: на 30-53 % сни-*

жался коэффициент водопотребления растениями пшеницы, содержание азота нитратов перед посевом возросло на 28%, подвижного фосфора – в 1,7 раза. Применение гербицидов и фунгицидов уменьшило засоренность повторного посева пшеницы в среднем в 3,8 раза, инфицированность корневой системы растений на 39 %, верхнего яруса листьев в 2,0-3,1 раза. Урожайность третьей пшеницы после пара возросла до 2,36 т/га на интенсивных фонах, содержание клейковины в зерне – до 27,9 %. Применение средств химизации не оказало негативного воздействия на биологическую активность черноземной почвы.

**Ключевые слова:** повторные посевы, яровая пшеница, предшественник, севооборот, система обработки почвы, средства интенсификации, урожайность, качество зерна, численность микроорганизмов, биологическая активность почвы.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.10

В Омской области яровая пшеница является ведущей продовольственной культурой и занимает (2019 г.) 1,420 млн га, или 72,8 % от площади посева зерновых и зернобобовых. Основная площадь посева пшеницы (89 %) сосредоточена на черноземных почвах степной и южно-лесостепной зон с годовым количеством осадков менее 400 мм.

Отступление от зональных агротехнологий, критически малое внесение минеральных (4-5 кг/га пашни) и органических удобрений, ограниченный набор продуктивных предшественников и нарушение севооборотов способствуют экстенсивному зерновому производству (до 90%). Это за последние годы привело к низкой урожайности – 1,20-1,50 т/га с ухудшением технологических свойств зерна.

Длительными исследованиями установлено, что в лесостепи Западной Сибири наиболее высокая урожайность яровой пшеницы по чистому пару – 2,36 т/га, третьей культурой после пара – 1,69 и бессменно только 1,35 т/га, или почти в 2 раза меньше. Наибольшая эффективность чистого пара отмечается в засушливые годы (2008, 2010, 2012, 2014 гг.) [8, 16].

Исходя из сложившейся структуры пашни, в засушливых агроландшафтах Омской области посевы яровой пшеницы по паровому предшественнику занимают около 350 тыс. га, или 27 % от площади посева культуры, второй – до 300 тыс. га (24%) и повторно (два и более лет) – более 500 тыс. га (50%). Преобладание повторных посевов яровой пшеницы приводит, особенно без применения удобрений, к резкому снижению урожайности (менее 1,50 т/га) и качества зерна, падению почвенного плодородия, ухудшению водного и питательного режимов почвы, повышению засоренности агроландшафтов и усилению инфекционного фона [2, 5]. Рядом исследователей эффективность парового поля в полевых севооборотах, даже засушливых агроландшафтов, ставится под сомнение [3, 4, 6, 10].

В настоящее время актуальны поиск и сравнительная оценка оптимальных ресурсосберегающих вариантов агротехнологий обработки почвы и эффективности средств интенсификации в различных почвенно-климатических условиях при возделывании зерновых культур [7, 9, 13, 17].

Цель исследований – установить влияние на элементы почвенного плодородия, состояние агрофитоценоза, продуктивность яровой пшеницы различных по интенсивности воздействия на верхний слой черноземных почв систем обработки и средств комплексной химизации в повторных посевах лесостепных агроландшафтов Западной Сибири.

**Методика.** Исследования проведены в лесостепной зоне Омской области в длительном (2004-2019 гг.) ста-

ционарном зернопаровом севообороте: 1 – пар; 2 – пшеница; 3 – пшеница; 4 – пшеница; 5 – ячмень.

Двухфакторный опыт включает: *фактор А* – система обработки почвы (отвальная – вспашка на глубину 20-22 см, ежегодно; комбинированная – вспашка в паровом поле и под третью пшеницу после пара на глубину 20-22 см и плоскорезная на глубину 10-12 см под вторую пшеницу после пара и ячмень; плоскорезная на глубину 10-12 см под все культуры ежегодно; минимальная – в паровом поле культивация на глубину до 10 см, в остальных полях без осенней обработки); *фактор В* – средства интенсификации [контроль – без средств химизации; вариант комплексного применения средств химизации включал совместное применение рекомендованных гербицидов и баковых смесей, удобрений ( $N_{24}P_{36}$  на 1 га пашни), фунгицидов (Тилт-250 – 0,5 л/га) и ретардантов (Це-Це-Це 460 – 1,5 л/га)].

Среднеранние сорта яровой пшеницы Памяти Азиева, Омская 36 высевали сеялкой СЗ-3,6, с 2012 г. – посевным комплексом «Selford» 20-25 мая с нормой высева по пару – 5,0 млн всхожих семян на 1 га, 2-3 – й культуры – 4,5 млн зерен на 1 га. Уборка однофазная комбайнами «Сампо-500, 130» с оставлением измельченной соломы на поле. Площадь делянок первого порядка 2700 м<sup>2</sup>, второго – 450 м<sup>2</sup>, учетная площадь делянки 36 м<sup>2</sup> (2х18 м). Размещение вариантов систематическое в 4-кратной повторности.

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднemocная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса до 7 %. Показатели биологической активности почвы определяли общепринятыми стандартными методами [11], азот нитратов – по Грандваль-Ляжу, подвижные фосфор и калий – по Чирикову [1].

Погодные условия за годы исследований (2004-2019 гг.) в целом были близки к среднесезонным (ГТК-1,01 при норме 1,10). Самые низкие показатели ГТК отмечались в засушливые вегетационные периоды 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. (0,55-0,69), высокие – во влажные 2007, 2009, 2018 гг. (1,31-2,06).

**Результаты и их обсуждение.** Полевой севооборот – главное звено в системе адаптивно-ландшафтного земледелия. При рациональном чередовании и размещении сельскохозяйственных культур он обеспечивает наибольшую продуктивность и выход зерна с 1 га пашни.

Установлено, что такие культуры, как кукуруза, гречиха, горохо- и викоовсяные смеси, картофель неплохо переносят повторные посевы, снижая урожайность относительно чередования их в севообороте до 10-15 %. Существенно снижают продуктивность (до 40%) при повторных посевах обычно озимые, яровая мягкая и твердая пшеницы, горох, соя, рапс, подсолнечник, просо и ряд других культур. Большинство зерновых, раз-

мешенных повторно после пара, – лучшие предшественники для яровой пшеницы, чем сама пшеница [8].

Для зерновых районов Западной Сибири характерна высокая неустойчивость урожайности зерновых культур после непаровых предшественников и в бессменных посевах, особенно в засушливых степной и лесостепной зонах. Если по чистому пару в лесостепи урожайность яровой пшеницы выше на 2,0 т/га была в 57,2 % случаев, то при повторном посеве – в 30,4 % и бессменном посеве – в 11,1, в засушливой степи, соответственно, 52,2; 8,7 и 4,4 % случаев.

Длительные (15 лет) исследования, проведенные в стационарных севооборотах, показали, что продуктивность яровой пшеницы раннеспелого биотипа во многом определяется удаленностью культуры от парового поля, системой обработки почвы и комплексным применением средств интенсификации (табл. 1).

**1. Урожайность зерна яровой пшеницы в зернопаровом севообороте (2004-2018 гг.), т/га**

Культура после пара	Контроль (без химизации)			Комплексная химизация		
	т/га	снижение урожайности		т/га	снижение урожайности	
		т/га	%		т/га	%
Первая пшеница	2,01	-	100,0	4,02	-	100,0
Вторая пшеница	1,52	0,49	24,4	3,30	0,72	17,9
Третья пшеница	1,09	0,92	45,8	2,67	1,35	33,6
Среднее	1,54			3,33		

Так, на фоне без применения средств химизации отмечается устойчивое снижение урожайности зерна по мере удаления яровой пшеницы от пара. При комплексном применении средств химизации и существенном повышении урожайности эта закономерность, вопреки распространенному мнению, сохраняется. Урожайность яровой пшеницы в повторных посевах уступала паровому предшественнику.

Преимущество пара, особенно в почвенно-климатических зонах с неустойчивым увлажнением, обусловлено оптимизацией элементов почвенного плодородия и компонентов агрофитоценоза. Различные системы обработки почвы, различающиеся по степени интенсивности воздействия на верхний слой черноземных почв, и комплексное применение средств химизации оказывают существенное влияние на параметры почвенного плодородия, агрофитоценоз и урожайность яровой пшеницы (табл. 2).

Наблюдения показали, что в повторных посевах повышается плотность верхнего слоя почвы. Коэффициент водопотребления на 1 т зерна возрастает на 24-41 %, содержание перед посевом N-NO<sub>3</sub> уменьшилось в среднем на 42 %, подвижного фосфора – на 28 мг/кг (16 %), калий – остается без изменений на высоком уровне обеспеченности относительно пшеницы по пару.

Повторные посевы яровой пшеницы приводят к нарастанию засоренности в среднем до 588 г/м<sup>2</sup> (в 1,4 раза), или на 39,4 % от биомассы агрофитоценоза, а также к усилению корневых инфекций на 17%.

Развитие листостеблевых болезней на верхнем ярусе листьев яровой пшеницы по паровому предшественнику, в основном из-за более высокого содержания азота, усиливалось на 14-72 %. Урожайность яровой пшеницы раннеспелого биотипа (Памяти Азиева, Омская 36) при возделывании по пару, в сравнении с третьей культу-

рой, повышалась в 2 раза при увеличении содержания клейковины в зерне в среднем до 29,2%.

**2. Агротехнологическая сравнительная оценка приемов возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири (n=14)**

Элементы почвенного плодородия и агрофитоценоза	Уровень интенсификации	Яровая пшеница			
		по пару		третьей культурой	
		обработка почвы в севообороте			
		комбинированная	минимальная	комбинированная	минимальная
Коэффициент водопотребления, %	О	109	119	124	167
	KX	67	81	94	114
N-NO <sub>3</sub> в слое 0-40 см, мг/кг	О	14,4	18,9	11,4	6,7
	KX	19,8	18,1	12,3	7,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в слое 0-20 см, мг/кг	О	142	125	124	94
	KX	228	217	187	191
K <sub>2</sub> O в слое 0-20 см, мг/кг	О	302	314	275	287
	KX	256	269	261	269
Засоренность агрофитоценоза, г/м <sup>2</sup>	О	385	496	482	694
	KX	87	114	129	207
Биомасса сорняков, %	О	23,0	23,9	35,8	43,0
	KX	7,1	7,0	7,7	12,1
Развитие корневых гнилей, %	О	9,3	14,9	9,6	17,4
	KX	6,6	8,1	7,7	8,7
Листостеблевые инфекции, %:	О	8,3	9,8	5,3	5,4
	KX	3,0	3,9	1,2	1,3
септориоз	О	6,1	6,5	6,7	5,0
	KX	2,6	3,9	2,2	3,1
мучнистая роса	О	5,5	6,0	5,7	2,2
	KX	2,4	2,9	3,5	1,3
Урожайность, т/га	О	2,09	1,89	0,90	0,69
	KX	4,29	4,12	2,36	2,10
Клейковина в зерне, %	О	28,5	27,8	25,4	24,9
	KX	31,2	29,1	28,6	27,1

Примечание. О – контроль, KX – комплексная химизация.

Сравнительная оценка в зернопаровом севообороте параметров плодородия и состояния агрофитоценоза в комбинированном и минимальном вариантах обработки почвы показала, что в последнем оптимизируется плотность верхнего слоя чернозема (1,12-1,18 г/см<sup>3</sup>), коэффициент водопотребления на 1 т зерна повышается до 25,4 %, содержание к посеву N-NO<sub>3</sub> снижается на 32%, подвижного фосфора (на контроле) – на 17 %, K<sub>2</sub>O остается практически без изменений, засоренность агрофитоценоза усиливается на 37,4 %, возрастает инфицированность корневой системы и верхнего яруса листьев. Комплекс негативных факторов, особенно на экстенсивном фоне, способствует снижению продуктивности яровой пшеницы на 0,21-0,26 т/га (11-23 %) и клейковины в зерне до 26,6%.

Комплексное применение средств интенсификации приводит к существенным положительным изменениям плодородия почвы и состояния агрофитоценоза. Так, коэффициент водопотребления снижается на 30-53%, содержание перед посевом нитратного азота возрастает на 28%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – в 1,7 раза, K<sub>2</sub>O – из-за повышенного выноса урожаем снижается на 10%, засоренность посевов уменьшается в среднем в 3,8 раза (до 8,4 %), что в итоге способствует повышению урожайности и клейковины в зерне. Остатков экотоксикантов в зерне не обнаружено.

В последние годы особое внимание уделяют плодосменным севооборотам, в которых исключают чистый пар, но в чередование культур вводят зернобобовые, донник, рапс, озимые, занятый пар, пропашные. Установлено, что повысить эффективность плодосменных севооборотов и приблизить выход зерна и кормовых

единиц с 1 га пашни к зернопаровым возможно при рациональном применении удобрений, комплекса средств защиты растений, благоприятном увлажнении (более 400 мм) и соблюдении технологической дисциплины.

Освоение зональных, более продуктивных, адаптивных зернопаровых и плодосменных севооборотов должно быть направлено на сокращение доли повторных посевов яровой пшеницы с 40-50 до 10-20 %, оптимизацию структуры использования пашни, повышение урожайности и качества зерна в лесостепных ландшафтах Западной Сибири [14, 15].

Наблюдения за биологической активностью почвы под посевом третьей пшеницы после парового предшественника, показали, что численность определяемых групп микроорганизмов колеблется примерно в тех же пределах, что и под пшеницей по пару [12]. Если под первой пшеницей после пара количество бактерий сапрофитов на МПА в зависимости от способа обработки составляло 29,5-33,0 млн КОЕ/г, то под третьей – 24,4-36,0 млн КОЕ/г, микроорганизмов на КАА – 26,0-29,3 и 23,0-32,0 млн КОЕ/г соответственно. Наиболее заметная разница при сравнении почвы под посевом пшеницы по пару и повторным была в количестве нитрифицирующих бактерий и грибов [12].

Следует отметить, что низкая обеспеченность повторных посевов пшеницы азотом нитратов связана не

только с их высокой засоренностью, но и с меньшим количеством нитрифицирующих бактерий в почве. В почве под пшеницей после пара на фонах без химизации она составляла 3,4-4,6 тыс. КОЕ/г, под повторным посевом в экстенсивных условиях только 0,94-2,70 тыс. КОЕ/г, что связано с менее благоприятными условиями для этой группы микроорганизмов (табл. 3).

Наименьшее их количество отмечено при минимально-нулевой обработке почвы. Применение удобрений на фонах с комплексной химизацией стимулировало рост численности нитрифицирующих бактерий.

В трансформации различных органических веществ в почве активное участие принимают микроскопические грибы. При минимизации обработки почвы их количество увеличилось на 47-73% по отношению к вспашке. На фонах с применением средств комплексной химизации, в т.ч. минеральных удобрений, численность почвенных грибов возрастала при отвальной обработке на 23 %, минимально-нулевой и плоскорезной, соответственно, на 86 и 48 % в сравнении с контролем (без химизации) (табл. 3).

Судя по показателям численности отдельных групп микроорганизмов в почве, более высокий уровень химической нагрузки в повторных посевах яровой мягкой пшеницы в целом не оказал на них негативного воздействия. Внесение удобрений стимулировало рост сапрофитных бактерий.

**3. Биологическая активность лугово-черноземной почвы при различных способах обработки и технологиях возделывания яровой мягкой пшеницы в повторных посевах, слой 0-20 см (n=10)**

Показатель, КОЕ/г	Отвальная		Плоскорезная		Минимальная	
	M±m	lim	M±m	lim	M±m	lim
Бактерии, растущие на МПА, млн	24,4±2,5 33,0±4,3	18,8-30,0 23,4-42,6	36,0±5,0 34,0±3,4	24,8-47,2 21,6-41,3	27,0±2,3 30,9±3,0	21,8-32,2 24,0-37,7
Нитрификаторы, тыс.	2,1±0,4 2,6±0,6	1,2-3,0 1,2-4,0	2,1±0,5 2,0±0,5	1,1-3,1 1,0-3,1	1,8±0,4 2,7±0,6	0,9-2,7 1,3-4,1
Грибы, тыс.	31,6±3,3 39,0±8,0	24,3-39,0 20,6-56,8	54,7±12,3 58,0±4,0	26,8-82,6 48,8-66,7	46,6±4,9 72,5±9,7	35,6-57,6 50,5-94,5

*Примечание.* Числитель – количество микроорганизмов при экстенсивной технологии (без применения средств химизации), знаменатель – с применением средств комплексной химизации.

**Заключение.** В засушливых агрофитоценозах сокращение качественных предшественников ведущей продовольственной культуры – яровой пшеницы (чистые и занятые пары, зернобобовые, озимые, кукуруза, многолетние бобовые травы и др.) приводит к неоправданному увеличению повторных посевов до 50 %, что снижает урожайность, качество зерна и продуктивность пашни.

Повторные посевы яровой пшеницы способствуют заметному ухудшению плодородия черноземных почв, водного режима, фитосанитарного состояния агрофитоценоза. Относительно парового предшественника урожайность зерна на повторных посевах снижается на 0,92-1,35 т/га и более при ухудшении технологических свойств зерна. Негативные особенности доминирования повторных посевов яровой пшеницы проявляются в большей степени при ограниченном наборе в севообороте выращиваемых культур и экстенсивных технологиях возделывания.

Применение в повторных посевах яровой пшеницы средств интенсификации, включая минеральные удобрения (комплексная химизация), способствует оптимизации плодородия лугово-черноземной почвы, существенному повышению урожайности культуры, практически не оказывая негативного воздействия на почвенную

биоту, стимулируя рост численности нитрификаторов, а также сапрофитных бактерий и грибов.

#### Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв.* – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Гилев С.Д. Динамика плодородия почвы при возделывании яровой пшеницы в севооборотах и бессменно в зависимости от системы удобрения и обработки / С.Д. Гилев, И.Н. Цимбаленко, Ю.В. Суркова, И.В. Нестерова // *Земледелие.* – 2017. – №4. – С. 22-26.
3. Дриггер В.К. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till / В.К. Дриггер, В.В. Кулинцев, Р.С. Стукалов, Гаджиумаров Р.Г. // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* – 2018. – № 5 (73). – С. 35-38.
4. *Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области)* / Сиб. НИИСХ. – Новосибирск: РАСХН СО, 2003. – 412 с.
5. Каскарбаев Ж.А. Плодосмен – как одно из направлений растениеводства Казахстана / Ж.А. Каскарбаев // Сб. докл. Межд. конф. «No-till» и плодосмен – основа аграрной политики ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства. – Астана, 2009. – С. 224-231.
6. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: МСХА, 2000. – 473 с.
7. Неклюдов А.Ф. Севообороты – основа урожая / А.Ф. Неклюдов. – Омск: Зап. Сиб. кн. изд-во, 1990. – 128 с.
8. Сулейменов М.К. Переход от почвозащитной до ресурсосберегающей системы земледелия Северного Казахстана / М.К. Сулейменов // Сб. докл. Межд. конф. «No-till» и плодосмен – основа аграрной политики ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства. – Астана, 2009. – С. 48-55.

9. Сулейменов М.К. Сеять нельзя, паровать / М.К. Сулейменов // Сб. статей. – Алма-Аты, 2006. – 220 с.
10. Теплер Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теплер, В.К. Шильникова; Под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
11. Хамова О.Ф. Биологическая активность лугово-черноземных почв Омского Прииртышья: монография / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, Н.А. Воронкова, В.С. Бойко, Н.Н. Шулико. – Омск: Омскбланкиздат, 2019. – 94 с.
12. Холмов В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич. – Омск: ОмГАУ, 2006. – 396 с.

13. Храмов И.Ф. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири: монография / И.Ф. Храмов, Л.В. Юшкевич. – Омск, 2013. – 184 с.
14. Юшкевич Л.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, И.А. Корчагина, А.В. Ломановский // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 30-32.
15. Юшкевич Л.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, И.В. Пахотина // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 32-34.
16. Юшкевич Л.В. Эффективность системы обработки почвы в полевых севооборотах при длительном внесении соломы в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 5. – С. 51-53.

## INFLUENCE OF REPEATED SOWING OF SPRING WHEAT ON SOIL FERTILITY AND AGROPHYTOCENOSIS STATUS IN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

L.V. Yushkevich, O.F. Hamova, A.G. Shchitov, E.V. Tukmacheva  
Omsk agricultural research center, Koroleva pr. 26, 644012 Omsk, Russia, e-mail: [res81@mail.ru](mailto:res81@mail.ru)

*A comparative complex assessment of the fertility elements of chernozem soils, the state of agrophytocenosis, and the productivity of spring wheat according to various predecessors in a long two-factor stationary experiment in a grain-crop rotation is given. It has been established that a limited set of productive precursors of spring wheat leads to an unjustified increase in repeated sowing (up to 40-50%), which reduces the yield, grain quality, and soil productivity. It was found that the integrated use of intensification means leads to significant positive changes in soil fertility and agrophytocenosis state: the coefficient of water consumption by wheat plants decreases by 30-53%, the nitrate nitrogen content before sowing increases by 28%, and mobile phosphorus by 1.7 times. The use of herbicides and fungicides reduced weed re-sowing of wheat by an average in 3.8 times, infection of the root system of plants by 39%, and the upper tier of leaves by 2.0-3.1 times. The yield of third wheat after fallow increased up to 2.10-2.36 t/ha in intensive backgrounds, gluten in grain also increased up to 27.9%. It was established that the use of chemicals did not have a negative impact on the biological activity of chernozem soil.*

**Key words:** repeated sowing, spring wheat, predecessor, crop rotation, soil cultivation system, intensification means, yield, grain quality, number of microorganisms, soil biological activity.

УДК 631.41

## КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ, КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

В.В. Гукалов, к.с.-х.н., Северо-Кубанская сельскохозяйственная опытная станция  
[Chempion1985@yandex.ru](mailto:Chempion1985@yandex.ru)

*Комплексообразующая способность почвенных растворов в значительной степени определяет миграцию биофильных элементов в почвах и их усвояемость растениями. В проведенных исследованиях на дерново-подзолистых почвах и обыкновенных черноземах, в том числе в многолетних опытах, показано повышение содержания водорастворимых соединений Ca, Mg, Fe, Mn в почвах под влиянием водорастворимых органических лигандов разлагающихся растительных остатков и органических удобрений. Это сопровождается изменением pH и Eh почв, улучшением структурного состояния почв, накоплением энергии в гумусе, урожае, что способствует повышению урожайности с.-х. культур и уменьшению степени проявления закона убывающей отдачи при применении повышенных доз удобрений.*

**Ключевые слова:** комплексные соединения, водорастворимые Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.11

Применение органических удобрений и внесение в почву пожнивных остатков в значительной степени повышают плодородие почв и урожай сельскохозяйственных культур [1-3]. Это сопровождается увеличением гумусированности почв [4], оптимизацией агробиохимического круговорота биофильных веществ [5]. Образующиеся в почвах водорастворимые органические вещества обладают комплексообразующей способностью [6, 7], повышающей подвижность биофильных элементов в почвах и их усвояемость растениями [7]. Однако, комплексообразующая способность водорастворимых органических веществ пожнивных остатков и органических удобрений различается для разных ка-

тионов, зависит от pH и Eh среды, является характерным показателем почв и почти не изучена.

Объектом исследования выбраны: дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы разной степени окультуренности на покровных суглинках с опыта РГАУ-МСХА в Московской области [2], обыкновенные черноземы малогумусные мощные глинистые на лессовидном суглинке Краснодарского края с опытов Северо-Кубанской сельскохозяйственной опытной станции [8].

**Методика.** Состояла в определении агрохимических, физико-химических, водно-физических свойств почв общепринятыми методами [1, 2, 8-10], в оценке комплексообразующей способности водорастворимых ор-