

4. Савич В.И., Парахин Н.В., Шишов Л.Л. Агрономическая оценка гумусового состояния почв. – Орел: ОГАУ, 2001. Т.1. – 234 с., Т.2. – 205 с.
5. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.А. и др. Потери элементов питания растений в агробиогeoхимическом круговороте веществ и способы их минимизации. – М.: ВНИИА, 2013. – 351 с.
6. Савич В.И., Торшин С.П., Белопухов С.Л., Гукалов В.В., Панова П.Ю. Агроэкологическая оценка органоминеральных удобрений. – Иркутск: Мегатрип, 2017. – 298 с.
7. Карпухин А.И., Сычев В.Г. Комплексные соединения органических веществ с ионами металлов. – М.: ВНИИА, 2005. – 188 с.
8. Савич В.И., Мерзлая Г.Е., Седых В.А., Гукалов В.В. Процессы, протекающие в почвах при внесении органоминеральных удобрений// Плодородие. – 2017. – №4(97). – С. 29-33.
9. Гукалов В.В., Савич В.И., Панова П.Ю. Интегральная оценка кислотного-основного состояния почв// Международный с.-х. журнал. – 2019. – №3(369). – С. 50-68.
10. Савич В.И., Смартыгин С.Н., Гукалов В.В. Интегральная оценка окислительно-восстановительного состояния системы почва-растение// Известия ТСХА. – 2019. – №4. – С. 19-31.
11. Аканова Н.И. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистых почв при интенсивном применении минеральных удобрений в сочетании с известкованием. В сб. «Вопросы известкования почв». – М.: ВНИИА, 2002. – С. 11-18.
12. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотного-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зон. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2019. – 408 с.
13. Савич В.И., Борисов Б.А., Родионова Л.П., Гукалов В.В., Садукасов Н.М. Генетическая и агроэкологическая оценка структуры почв// Международный с.-х. журнал. – 2018. – №3. – С. 22-27.
14. Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник О.А., Муравьев Е.И., Славгородская Д.А. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений подсолнечника// Экологический вестник Северного Кавказа. – 2008. – №4. – С. 115-117.

## COMPLEX FORMATION AS A FACTOR OF OPTIMIZATION OF ACID-BASIC AND OXIDATION-REDUCING SOIL CONDITION

V.V. Gukalov

National Grain Center named by P.P. Lukyanenko, KNIISH Manor, 350012 Krasnodar, Russia

*The complexing ability of soil solutions largely determines the migration of biophilic elements in soils and their assimilation by plants. Studies conducted on sod-podzolic soils and ordinary chernozems, including many years of experiments, showed an increase in the content of water-soluble Ca, Mg, Fe, Mn compounds in soils under the influence of water-soluble organic ligands of decomposing plant residues and organic fertilizers. This is accompanied by a change in the pH and Eh of soils, an improvement in the structural state of soils, the accumulation of energy in humus, and yield, which is accompanied by an increase in the yield of crops and a decrease in the degree of manifestation of the law of diminishing returns when using high doses of fertilizers.*

*Key words: complex compounds, content of water-soluble Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, crop*

УДК 631.431.1: 631.432.26

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРОВ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**М.Р. Ахметзянов, к.с.-х.н., И.П. Таланов, д.с.-х.н., Л.И. Сафина,  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»  
E-mail: marsel-praktika@mail.ru, Talanow.Ivan@yandex.ru**

*Представлены результаты исследований по изучению влияния разных паров на посевы озимой пшеницы. Экспериментальная работа проведена в 2011-2012 гг. Изучали различные варианты. В звене севооборота приведены результаты по чистому пару и озимой пшенице. Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы – применение сидеральных паров способствует более рыхлому сложению почвы по сравнению с чистым паром, значительно большее содержание в пахотном слое агрономически ценных структурных агрегатов наблюдалось в вариантах с использованием сидеральных паров. Коэффициент структурности был больше в сидеральных парах, кроме того сидеральные пары способствовали более высокому накоплению продуктивной влаги почвы по сравнению с чистым паром. Использование ярового рапса на сидерат приводило к снижению пораженности растений корневыми гнилями. Большая урожайность озимой пшеницы получена при наличии сидерального пара, особенно гречишного.*

*Ключевые слова: биологизация, сидеральные пары, яровой рапс, гречиша, чистый пар, озимая пшеница, плотность почвы, структурность почвы, урожайность.*

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.12

Современное интенсивное развитие сельскохозяйственного производства рано или поздно приведет к существенному снижению уровня естественного плодородия почв. На больших площадях происходит уменьшение содержания гумуса, ухудшилась структура почвы. Часто, причинами данных процессов являются нарушение системы обработки почвы и интенсивное использование средств химизации земледелия. Для восполнения потребности в органическом веществе и достижения в земледелии Российской Федерации бездефи-

цитного баланса гумуса необходимо использовать все доступные и экономически оправданные виды органических удобрений [1, 2].

Однако, за последние годы внесение навоза, особенно на отдаленных от животноводческих ферм полях, существенно снизилось, что связано с высоким уровнем затрат на его применение и экономическими трудностями в аграрном секторе. Одним из источников пополнения запасов органического вещества почвы является использование соломы, сидеральных паров, про-

межуточных посевов на сидерацию, пожнивнокорневых остатков и др., которые в большой степени обеспечивают стабильность агроценозов [3, 4, 7].

Озимая пшеница – важнейшая зерновая продовольственная культура из возделываемых в Республике Татарстан. По сравнению с яровыми она более урожайна, а в летний период лучше переносит продолжительную засуху. Наибольшая урожайность озимых хлебов обеспечивается на полях с оптимальными агрохимическими свойствами почвы. На фоне высокой агротехники озимые культуры дают высокую урожайность – 50-60 ц/га. Наиболее эффективным предшественником озимых является чистый пар, в котором поле наиболее полно очищается от многолетних и однолетних сорняков ярового типа [5].

В качестве других предшественников, достаточно эффективно очищающих поля от сорняков, – клеверный, бобово-злаковый, люпиновый пары, многолетние травы на один укос в год распашки, горох на зерно, ранний картофель, но с дифференцированной подготовкой почвы к посеву после каждого из названных предшественников [6].

Однако, влияние других сидеральных культур, таких как гречиха, рапс на продуктивность озимой пшеницы недостаточно изучено в условиях Республики Татарстан. В связи с этим, изучение вышеназванных сидеральных паров в звене севооборота с озимой пшеницей актуально с экономической и экологической точек зрения.

Цель исследований – изучить влияние различных паров (сидеральных и чистых) на водно-физические свойства почвы под посевами озимой пшеницы на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан.

В связи с этим на стационаре опытного поля Казанского государственного аграрного университета была проведена экспериментальная работа.

Для выполнения поставленной задачи было необходимо:

изучить влияние паров на водно-физические свойства почвы под посевами озимой пшеницы;

исследовать действие различных паров на урожайность озимой пшеницы.

**Схема опытов и агротехника.** Экспериментальная работа проведена в 2011-2012 г. в звене севооборота пар – озимая пшеница.

Изучали следующие варианты: 1 – чистый пар; 2 – сидеральный пар (гречиха); 3 – сидеральный пар (рапс).

*Агротехника вариантов:* 1. Чистый пар.

2. Сидеральный пар (гречиха) – посев гречихи с нормой высева 2,5 млн семян на 1 га сеялкой СЗТ–3,6 на глубину 3-4 см после двукратной предпосевной культивации КПС–4,0 с последующим прикатыванием, заделка в почву зеленой массы сидерата (240 ц/га) тяжелыми дисковыми боронами на 12-15 см за 1 мес до посева озимой пшеницы.

3. Сидеральный пар (яровой рапс) – посев ярового рапса с нормой высева 1,5 млн семян на 1 га сеялкой СЗТ–3,6 на глубину 1-2 см после предпосевной культивации КПС–4,0 с последующим прикатыванием, заделка в почву зеленой массы сидерата (220 ц/га) тяжелыми дисковыми боронами на 12-15 см за 1 мес до посева озимой пшеницы.

Минеральные удобрения вносили на запланированную урожайность зерна озимой пшеницы 30 ц/га в расчетных дозах ( $N_{30}P_{42}K_{10}$ ) под все виды паров.

*Агротехника озимой пшеницы.* Предпосевная обработка и способы ухода за посевами общепринятые в Предкамской зоне Республики. Посев провели сеялкой СЗ–3,6 на глубину 4-5 см. Высеяли семена оригинальной озимой пшеницы сорта Скипетр, норма высева 3 млн всхожих семян на 1 га. После посева провели прикатывание катками ЗККШ–6, ранневесеннее боронование и подкормку (аммиачная селитра – 30 кг д.в/га). Уборку осуществляли в конце фазы восковой спелости. Урожайность озимой пшеницы учитывали по делянкам сплошным обмолотом специальным зерноуборочным комбайном «САМПО-500». Зерно с каждой делянки взвешивали в поле. С каждой делянки брали пробы по 1 кг и определяли урожайность чистого зерна при стандартной влажности.

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая. Мощность пахотного слоя 24-26 см,  $pH_{\text{кол.}}$  5,7, содержание легкогидролизуемого азота – 18,2 мг/100 г почвы, содержание гумуса по Тюрину – 3,59%, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову 14,6 и 11,8 мг/100 г почвы, гидролитическая кислотность 5,07 мг-экв., сумма поглощенных оснований 20,79 мг-экв/100 г почвы.

**Результаты и их обсуждение.** Определенные изменения агрофизических свойств пахотного слоя почвы происходят при применении в севообороте элементов биологизации. Плотность сложения многие исследователи рассматривают как один из основных элементов, влияющих на все процессы, происходящие в почве, и в целом на почвенное плодородие.

В фазе возобновления весенней вегетации озимой пшеницы существенных различий по плотности сложения почвы (особенно в слое 0-10 см) между вариантами не отмечалось, за исключением чистого пара. Однако в фазе колошения, особенно к уборке, данный показатель изменялся существенно (табл. 1).

**1. Плотность сложения почвы под посевами озимой пшеницы, г/см<sup>3</sup>**

Вариант опыта	Возобновление весенней вегетации		Колошение		Перед уборкой	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Чистый пар	1,15	1,23	1,19	1,27	1,25	1,30
Гречиха	1,12	1,20	1,15	1,24	1,19	1,28
Рапс	1,12	1,19	1,15	1,23	1,18	1,27

Меньшая плотность сложения почвы к уборке в верхнем (0-10 см) слое наблюдалась в варианте с использованием сидеральных паров. В более глубоком слое (10-20 см) отмечена такая же закономерность. Полученные данные говорят о том, что использование биологических факторов способствует более рыхлому сложению почвы, тогда как в варианте с чистым паром наблюдается повышенное уплотнение пахотного слоя почвы.

Оптимальные условия для водного, воздушного и теплового режимов создаются только в структурной почве, которые кроме того способствуют формированию микробиологической деятельности почвенных организмов и мобилизации питательных веществ в корнеобитаемые слои почвы. Только агрономически ценная часть структуры обеспечивает плодородие почвы. Это частицы мелкокомковатой и зернистой структур размерами от 0,25 до 10 мм [1].

Из таблицы 2 видно, что общее содержание структурных агрегатов перед посевом озимой пшеницы в

слое 0-20 см было больше по сидеральным парам по сравнению с чистым паром. Коэффициент структурности также оказался больше по сидеральным парам.

## 2. Структурно-агрегатный состав почвы перед посевом озимой пшеницы (2011 г.)

Вариант опыта	Содержание агрегатов 0,25-10 мм, %			Коэффициент структурности
	0-10 см	10-20 см	0-20 см	
Чистый пар	42,1	45,7	43,9	0,78
Гречиха	54,8	49,4	52,1	1,09
Рапс	55,9	53,7	54,8	1,21

Применение сидеральных паров способствовало большему накоплению в пахотном слое агрономически ценных структурных агрегатов, при этом особенно выделялись варианты с рапсом с нормой высева 1,5 млн семян на 1 га и гречихой с нормой высева 2,5 млн семян на 1 га.

В результате проведенных исследований установлено, что биологические факторы играют немаловажную роль в накоплении продуктивных запасов почвенной влаги [5].

Как видно из рисунка, содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы под озимой пшеницей было больше в вариантах с использованием сидеральных паров. За время вегетации озимой пшеницы по вариантам происходило уменьшение продуктивной влаги в метровом слое почвы. Перед уборкой озимой пшеницы её содержалось меньше в варианте с рапсовым сидеральным паром – 86,1 мм и по чистому пару – 96,1.

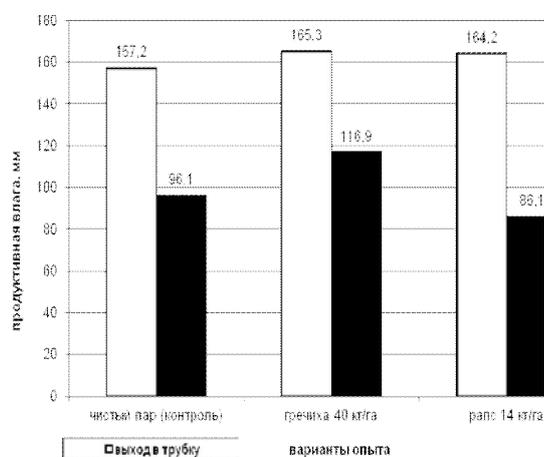


Рис. Содержание продуктивной влаги в почве под посевами озимой пшеницы, мм

Таким образом, применение сидеральных паров способствовало большему накоплению и сохранению продуктивной влаги в почве и более рациональному ее использованию, чем в чистых парах.

Среди почвенно-семенных инфекций в Республике Татарстан особый вред причиняют болезни, поражаю-

щие наиболее товарные сельскохозяйственные культуры – яровую и озимую пшеницы, сахарную свеклу и картофель. В посевах пшеницы наиболее распространенным и вредоносным видом болезней являются обыкновенная (гельминтоспориозная) корневая гниль и фузариозная корневая гниль. Ущерб от данных болезней значителен. Так, в результате развития корневых гнилей зерновых культур урожайность может снижаться до 40-50 %, содержание клейковины в зерне пшеницы – на 4,5-10 %. В связи с этим, нами проводилось определение пораженности растений корневыми гнилями на посевах озимой пшеницы. Результаты исследований представлены в таблице 3.

## 3. Развитие и распространенность корневых гнилей на озимой пшенице, %

Вариант опыта	Фаза развития культуры			
	выход в трубку		восковая спелость	
	R	P	R	P
Чистый пар	21,9	67,3	28,52	66,82
Гречиха	6,6	23,5	35,83	76,67
Рапс	13,9	35,4	14,11	22,16

Примечание. R – развитие болезней, P – пораженность.

Полученные результаты свидетельствуют, что использование органических удобрений, в первую очередь ярового рапса на сидерат, способствует снижению пораженности растений корневыми гнилями по сравнению с чистым паром, где применяли только минеральные удобрения. По эффективности снижения пораженности растений корневыми гнилями лучшим был вариант с рапсом (22,16%), остальные варианты значительно уступали.

Снижение развития корневых гнилей в вариантах с использованием ярового рапса в сидеральном пару связано с тем, что дополнительные источники органического вещества способствуют активизации почвенных микроорганизмов, в том числе антагонистов возбудителей корневых гнилей.

Основная задача сельскохозяйственного производства – повышение урожайности возделываемых культур. Среди факторов, влияющих на урожайность – применение эффективных способов биологизации и обработки почвы. Отмечаемые в опытах изменения агрофизических свойств почвы, водного режима и фитосанитарного состояния отразились на урожайности озимой пшеницы (табл. 4). Весна 2012 г. в целом была благоприятной для озимых культур, однако в течении вегетации количество выпавших осадков было недостаточным для формирования запланированной урожайности пшеницы. Продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по различным парам в опытах колебалась. Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы получена по сидеральному пару с использованием гречихи, по чистому пару и рапсу этот показатель был меньше.

## 4. Структура и урожайность озимой пшеницы (2012 г.)

Вариант опыта	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Число стеблей с колосьями	Кустистость, продукт. стеблей/растение	Число семян в 1 колосе	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Отклонение от контроля, ±
Чистый пар	186	391	2,1	15	39	22,8	–
Гречиха	234	480	2,05	14	44	29,5	+6,7
Рапс	153	413,1	2,7	14	35	20,2	-2,6
НСР <sub>05</sub>						1,52	

**Выводы.** Применение сидеральных паров способствует более рыхлому сложению почвы по сравнению с чистым паром; значительно большее содержание в пахотном слое агрономически ценных структурных агрегатов наблюдалось в вариантах с использованием сидеральных паров. Коэффициент структурности также был больше в сидеральных парах; сидеральные пары способствовали существенному накоплению продуктивной влаги почвы по сравнению с чистым паром; использование ярового рапса на сидерат способствовало снижению пораженности растений корневыми гнилями; сравнительно большая урожайность озимой пшеницы отмечается при использовании гречишного сидерального пара.

#### Литература

1. Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы / А.М. Лыков. – М.: Московский рабочий, 1985. – 192 с.

2. Аверьянов Г.Д. Пласти плодородия / Г.Д. Аверьянов. – Казань, 1983. – 78 с.
3. Шевченко В.А. Эффективность систем обработки и удобрений под озимую пшеницу в условиях Центрального района Нечерноземной зоны / В.А. Шевченко, О. Зоде, Н.С. Матюк, С.С. Солдатова // Плодородие. – 2010. – № 2 (53). – С. 42-44.
4. Яхтанигова Ж.М. Применение удобрений и бактериальных препаратов на озимой пшенице / Ж.М. Яхтанигова // В сб.: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XIX Международной научно-производственной конференции. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – С. 64-65.
5. Сафин Р.И. Контроль переуплотнения почвы в ресурсосберегающем земледелии / Сафин Р.И., Хафизов К.А., Зиганшин Б.Г., Валиев А.Р., Миникаев Р.В., Низамов Р.М., Хафизов Р.Н., Сайфиева Г.С., Маннокова И.Г., Ахметзянов М.Р., Каримова Л.З., Дмитриев А.В. / Методические рекомендации. ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 2018. – С. 16-18.
6. Шрамко Н.В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхневолжья / Г.В. Вихорева // Земледелие. – 2016. – № 1. – С. 14-16.

## PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT USING VARIOUS FALLOW S ON GRAY FOREST SOILS UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M.R. Ahmetzyanov, I.P. Talanov, L.I. Safina (Gataullina)  
Kazan State Agrarian University, Karla Marxa ul. 65, 420015 Kazan, Russia,  
e-mail: marsel-praktika@mail.ru, [talano.ivan@yandex.ru](mailto:talano.ivan@yandex.ru)

The results of studies on the effect of various vapors on winter wheat crops are presented. The experimental work was carried out in 2011-2012. We studied the following options: 1 – black fallow; 2 – sideral fallow (buckwheat); 3 – sidereal fallow (spring rape). The crop rotation link shows the results for black fallow and winter wheat. The studies made it possible to draw the following conclusions: the use of sidereal fallow contributes to a looser soil compilation compared to black fallow, a significantly higher content of agronomically valuable structural aggregates in the arable layer was observed in variants using the sidereal fallow. The structural coefficient was higher in sideral fallow; moreover, sideral fallow contributed to a higher accumulation of productive soil moisture compared to black fallow. The use of spring rape for sidereal fallow contributed to the reduction of root rot damage to plants. A large yield of winter wheat was obtained using sidereal fallow, especially buckwheat.

Key words: biologization, green manure, spring rape, buckwheat, pure steam, winter wheat, soil density, soil structure, productivity.

УДК 631.41

## ИЗМЕНЕНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ВО ВРЕМЕНИ И В ПРОСТРАНСТВЕ

М.Е. Котенко<sup>1</sup>, д.с.-х.н., А.Е. Сорокин<sup>2</sup>, к.э.н., В.И. Савич<sup>3</sup>, д.с.-х.н.,  
Г.Б. Подволоцкая<sup>3</sup>, Мохаммади Шима<sup>3</sup> (Иран)

<sup>1</sup>Дагестанский государственный технический университет, <sup>2</sup>Московский авиационный институт,  
<sup>3</sup>РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Засоление почв – один из важных показателей их агроэкологического состояния. Однако характер и степень засоления изменяются во времени и в пространстве на разном иерархическом уровне. Это необходимо учитывать при оценке предельно допустимых концентраций солей для системы почва–растение. В связи с разными закономерностями изменения характера и степени засоления почв во времени и в пространстве для отдельных регионов, почв, пород и элементов ландшафта изучение этого вопроса представляет несомненный интерес. В статье приведены данные исследований засоленных почв подгорно-приморских равнин Дагестана. Показано, что характер и степень засоления почв изменяются для почв приморской, центральной и подгорной частей равнины в зависимости от микрорельефа поверхности, сезонной динамики, по профилю почв. Установлена для подгорно-приморских равнин Дагестана смена типов засоления от сульфатного в подгорной равнине до смешанного (сульфатно-хлоридного и хлоридно-сульфатного) в центральной равнине и хлоридного в приморской равнине. Состав солей изменяется по элементам микрорельефа. Во всех исследуемых почвах содержание Na, Cl, SO<sub>4</sub>, Mg больше на возвышенных участках микрорельефа. Концентрация солей в почвах закономерно изменялась вниз по почвенному профилю. Для почв центральной равнины в верхнем гумусовом горизонте тип засоления был гидрокарбонатно-натриевый, а ниже 40 см – сульфатный натрий-магний-кальциевый. Предложены математические уравнения, описывающие изменения засоления вниз по профилю почв. Показана сезонная динамика варьирования характера и степени засоления почв.

Ключевые слова: засоление почв, ландшафтная дифференциация, катена, микрорельеф, сезонная динамика.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.13

Засоление почв – один из факторов их деградации, в значительной степени влияющий на все компоненты ландшафта [2, 5, 7]. Однако характер и степень засоле-

ния изменяются во времени и в пространстве, что затрудняет разработку оптимальных способов оптимизации экологической обстановки и повышения плодородия