

УДК 633.1:631.58(470.43)

**СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СОВРЕМЕННЫХ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ СТЕПНЫХ РАЙОНОВ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ**

© 2015 В.А. Корчагин<sup>1</sup>, С.В. Обущенко<sup>2</sup>, О.И. Горянин<sup>1</sup>, Б.Ж. Джангабаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова», п.г.т. Безенчук, Самарская область

<sup>2</sup> Федеральное государственное учреждение «Станция агрохимической службы «Самарская», г. Самара

Статья поступила 20.11.2015

Особое значение в современных ресурсосберегающих технологиях имеет выбор систем обработки почвы, обеспечивающих наибольшую природоохранность и рентабельность.

В приведенной работе представлены итоги многолетних исследований по научному обоснованию оптимальных вариантов гетерогенного строения пахотного слоя при сочетании в полевых севооборотах дифференцированных и минимальных обработок почвы, обеспечивающих наиболее эффективное использование пашни в полевых севооборотах.

На их основе предложено новое поколение ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в степных районах Среднего Заволжья

Ключевые слова: системы обработки почвы, строение пахотного слоя, полевые севообороты, пищевой режим почвы, биологическая активность почвы.

Исследования проводились в двух севооборотах. Чередование культур в первом: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – просо – яровая пшеница, во втором: пар чистый – озимая пшеница – просо – яровая пшеница – горохо-овёс (сидераты) – яровая пшеница – ячмень.

В технологических комплексах первого севооборота изучались следующие системы обработки почвы:

- постоянная вспашка на 25-27 см;
- дифференцированная обработка 1: вспашка черного пара на 25-27 см, под яровые зерновые – минимальная обработка на 10-12 см;
- дифференцированная обработка 2: вспашка черного пара на 25-27 см, под яровые зерновые – без осенней обработки (прямой посев);
- дифференцированная обработка 3: безотвальное рыхление в черном пару на 25-27 см, под яровые зерновые – минимальная обработка на 10-12 см;
- дифференцированная обработка 4: безотвальное рыхление в черном пару на 25-27 см, под яровые зерновые без осенней обработки;

- постоянная минимальная обработка – под все культуры севооборота;

- без осенней обработки под все культуры.

Во втором севообороте изучалось 5 вариантов систем обработки почвы: 1 – постоянная вспашка (контроль), 2 – безотвальное рыхление чизелем в чистом пару и под горохо-овсяную смесь (сидераты), под яровые зерновые – минимальная обработка на 10-12 см., 3 – безотвальное рыхление под горохо-овсяную смесь, под яровые зерновые – без осенней обработки (прямой посев), 4 – мелкая (мульчирующая) обработка под все культуры севооборота, 5 – безотвальное рыхление под горохо-овсяную смесь, под яровые зерновые и чистые пары поверхностная обработка дисковой бороной.

В севооборотах ежегодно вносились минеральные удобрения в дозах  $N_{40}P_{40}K_{40}$ , использовалась в качестве органических удобрений измельченная солома озимой и яровой пшеницы, сидераты. В борьбе с сорняками применялись гербициды.

Безотвальная обработка проводилась чизельным плугом ПЧ-4,5, минимальная – отечественными комбинированными почвообрабатывающими орудиями ОПО-8,5 и посев комбинированными агрегатами – АУП-18,05 (ООО «Сельмаш»).

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесуглинистый, переходный к южному с содержанием гумуса в пахотном слое 3,94-4,08%, гидролизуемого азота – 8,92-9,27

*Корчагин Валентин Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: samniish@mail.ru*

*Обущенко Сергей Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук.*

*Горянин Олег Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук.*

*Бауржан Жунусович Джангабаев, старший научный сотрудник*

мг/100 г почвы, подвижного фосфора 4-16 мг и обменного калия 26 мг/100 г почвы.

В течение двух ротаций в полевых севооборотах изучалось влияние разных систем обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства, биологическую активность, фитосанитарное состояние посевов. Учитывалась урожайность и качество зерна, оценивалась экономическая и энергетическая эффективность.

Агрофизические свойства почвы. В среднем за годы испытаний плотность пахотного слоя и агрегатный состав почвы не зависели от способа обработки почвы. В среднем по севообороту плотность почвы колебалась в пахотном слое от 1,05 до 1,08-1,12 г/см<sup>3</sup>.

Не отмечено повышения против оптимальной плотности почвы и при прямом посеве.

Не установлено значительного изменения твердости почвы в зависимости от технологий (колебания от 1128 до 1414 КПа).

Водный режим почвы. В первом севообороте на черных парах влажность почвы в метровом слое в среднем за три срока наблюдений (перед устойчивым замерзанием почвы, в начале парования весной и перед посевом озимых) при всех вариантах с гетерогенным строением пахотного слоя была выше, чем при гомогенном – на 16,8-18,9 мм. На озимых она оказалась одинаковой при всех вариантах обработки почвы.

Не отмечено преимущества гомогенного строения почвы перед гетерогенным по запасам влаги и на посевах яровой пшеницы по озимым и просу, по просу.

Запасы влаги перед посевом яровой пшеницы по озимым в метровом слое почвы составили по вспашке 159,0 мм, при дифференцированной обработке – 163,2 мм и без осенней обработки –

163,1 мм, на просе соответственно – 146,8; 144,2 и 154,2 мм и посевах яровой пшеницы по просу – 132,3; 137,0 и 137,2 мм.

Средние запасы влаги в метровом слое за ротацию севооборота составили: по вспашке – 109,9 мм, по вариантам с гетерогенным строением пахотного слоя – от 113,5 до 118,5 мм (табл. 1).

Наблюдения за послойным размещением влаги весной в метровом слое показали, что минимальная обработка почвы на черноземах степного Заволжья не приводит к ухудшению условий для поглощения зимней влаги, что в значительной мере связано с благоприятными агрофизическими свойствами местных черноземов.

Анализ послойного размещения влаги по отдельным периодам вегетации позволяет сделать вывод о том, что ресурсосберегающие технологии с сочетанием минимальных обработок с безотвальными улучшают влагообеспеченность посевов по сравнению с традиционной технологией.

При технологиях с минимальными обработками (гетерогенное строение пахотного слоя) не установлено каких-либо существенных различий в накоплении и расходе влаги в сравнении с гомогенным строением (постоянная вспашка).

Подобное положение объясняется благоприятными агрофизическими свойствами местных черноземов, обеспечивающих равное накопление и сохранение влаги независимо от способов и глубины обработки, благодаря оптимальной для зерновых культур плотности почвы, близкой к показателям равновесной и в связи с этим одинаковым их влиянием на водный режим почвы.

Пищевой режим почвы. В первом севообороте на паровых полях отмечено большее содержание нитратов в технологических комплексах с гетерогенным строением. При постоянной вспашке

**Таблица 1.** Содержание доступной влаги в метровом слое почвы под разными культурами в среднем за первую ротацию севооборота, мм

Культуры	Системы обработки почвы			
	Вспашка на 25-27 см под все культуры	Вспашка в чистом пару на 25-27 см, под яровые зерновые без осенней обработки	Минимальная обработка на 10-12 см под все культуры	Без осенней обработки под все культуры
Озимая пшеница	132,8	134,8	142,2	139,2
Яровая пшеница по озимой пшенице	114,5	114,2	119,3	114,4
Просо	108,3	117,8	121,0	131,4
Яровая пшеница по просу	83,9	87,3	86,8	89,0
В среднем по севообороту	109,9	113,5	117,4	118,5

Примечание. Данные приводятся в среднем за три срока наблюдений: перед устойчивым замерзанием почвы, перед посевом яровых зерновых, перед уборкой.

количество нитратов в пахотном слое в среднем по трём срокам наблюдений составило 57,4 мг/кг, а с минимальными обработками – от 61,1 до 70,8, мг/кг почвы.

При длительном испытании технологий с гетерогенным строением почвы на посевах яровых культур отмечено некоторое снижение содержания азота.

Количество подвижного фосфора и обменного калия повысилось на фоне гетерогенного строения на 0,43-2,40 мг/кг почвы.

В первом севообороте не отмечено существенных различий по содержанию гумуса, общей щелочности, сумме поглощенных оснований и рН солевой вытяжки при разных системах обработки почвы.

Во втором севообороте содержание нитратов на вариантах с дифференцированными и минимальными обработками составило в среднем 56,1 мг/кг почвы, что на 5,6-12,5% больше в сравнении с ежегодной вспашкой и поверхностными обработками.

Повышенным по этим вариантам оказалось содержание подвижного фосфора и обменного калия.

Биологическая активность почвы. Учитывалась численность грибов, актиномицетов, нитрификаторов и денитрификаторов, целлюлозоразлагающая активность почвы.

По вариантам опыта не отмечено в первый срок наблюдений (май) различий в численности актиномицетов. В последующем их количество значительно превышало контроль.

Содержание нитрификаторов и денитрификаторов не менялось существенно в течение всего весенне-летнего периода.

В первый срок определения (май) отмечалось заметное усиление целлюлозоразлагающей активности по изучаемым технологиям с минимальными обработками почвы в сравнении с контролем (на 23-87%). В последующие сроки они были одинаковыми по всем вариантам опыта.

Близкие показатели численности разных групп микроорганизмов, определяющих уровень интенсивности биологических процессов в почве в течение всей вегетации свидетельствуют о том, что технологии с минимальными обработками (гетерогенное строение) не приводят к существенным изменениям степени активности биологических процессов в почве в сравнении с постоянной вспашкой (гомогенное строение пахотного слоя).

Фитосанитарное состояние посевов. При гетерогенном строении пахотного слоя почвы отказ от оборота пласта приводит к существенным переменам в фитосанитарном состоянии посевов. Изменяются условия развития сорных растений и зачатков вредителей и болезней, уменьшается глубина подрезания сорняков, осыпавшиеся семена сорняков остаются на поверхности поля.

В результате проведенных исследований при принятых агротехнических и химических мерах борьбы с сорняками, не установлено различий по засоренности посевов озимых. На паровых полях складываются при обработке без оборота пласта более благоприятные условия для прорастания и последующего уничтожения в весенне-летний период по сравнению с постоянной вспашкой, снижается потенциальный запас семян сорняков в почве.

В средние по увлажненности годы (2004, 2005 и 2006) на фоне ежегодного применения гербицидов не установлено устойчивых различий по засоренности посевов озимых и яровых зерновых культур по всем изучаемым вариантам.

В освоённом зернопаровом севообороте, с развитием преимущественно малолетних сорняков и при систематической обработке яровых зерновых гербицидами, численность сорняков сохранялась в такие годы как по традиционной технологии с постоянной вспашкой, так и с минимальными обработками почвы, на низком уровне, не превышающем пороговую вредоносность.

На посевах яровой пшеницы по озимой пшенице, численность сорняков перед уборкой составила в 2004 г. в контроле 11 шт./м<sup>2</sup>, а по вариантам с разными системами обработки – от 8,7 до 15 шт./м<sup>2</sup> и с массой сорняков, соответственно, по вспашке – 65 г/м<sup>2</sup> и минимальным обработкам – 48,8 и 87,5 г/м<sup>2</sup>.

На просе количество сорняков составило в 2005 г. перед уборкой по вспашке – 5,5 шт./м<sup>2</sup>, при минимальной обработке – 4,2-6,5 шт./м<sup>2</sup> и на посевах яровой пшеницы по просу (2006 г.), соответственно – 7,3 и 3,0-8,5 шт./м<sup>2</sup>. Вес сорняков на 1 м<sup>2</sup> был: по вспашке – 37,0 г/м<sup>2</sup> и по вариантам с минимальными обработками почвы – 29,0-49,5 г/м<sup>2</sup>.

В 2007г. значительные осадки во второй половине вегетации, вызвали рост засоренности посевов. Особенно заметно усилилась засоренность при технологиях с постоянными минимальными обработками и прямым посевом. Предуборочная засоренность проса по массе сорняков была на этих вариантах в 2007 г. выше, чем в контроле в 1,5-1,7 раза, что послужило одной из причин снижения урожайности яровых зерновых при прямом посеве.

Продуктивность, экономическая и биоэнергетическая эффективность севооборота.

Продуктивность первого севооборота по общему сбору зерна в среднем за две ротации составила в т/га:

- при постоянной вспашке – 8,4;
- при сочетании вспашки в паровом поле с минимальными обработками под яровые зерновые – 8,5;
- при сочетании вспашки в паровом поле и без осенней обработки под яровые зерновые культуры – 8,4;
- при сочетании безотвального рыхления в

черном пару с минимальными обработками под яровые зерновые культуры – 8,6;

- при сочетании безотвального рыхления в черном пару с отказом от осенних обработок под яровые зерновые культуры – 8,1;

- с минимальной обработкой почвы под все культуры севооборота – 8,1;

- без осенней обработки почвы под все культуры севооборота – 7,4.

Среди систем обработки почвы с гетерогенным строением выделился по продуктивности вариант с безотвальным рыхлением на 25-27 см плугом ПЧ-4,5 в пару в сочетании с минимальными обработками на 10-12 см под яровые зерновые культуры.

Снижение продуктивности севооборота на среднем по интенсивности фоне при отказе от осенней обработки почвы (прямой посев) связано с повышенной засоренностью посевов яровых зерновых и недостаточным азотным питанием.

Производственные затраты при системах обработки почвы с гетерогенным строением снизились на 488,9-968,6 руб./га, чистый доход повысился с 1245 руб./га до 1343,2-1636,8 руб./га. Рентабельность производства зерна возросла с 23,6 до 31,8-34,6%.

Наибольший коэффициент энергетической эффективности производства зерна получен в среднем за ротацию севооборота при строении почвы, сформированной дифференцированной обработкой почвы – со вспашкой в паровых полях плугом на 25-27 см и рыхлением чизелем на 28-30 см в сочетании с минимальной обработкой почвы под яровые зерновые культуры (1,24-1,27) и меньший – при постоянной вспашке и без осенней обработки почвы (1,15-1,17).

Во втором севообороте в среднем за 11 лет (2000-2010 гг.) урожайность зерновых культур составила при постоянной вспашке – 1,41 т/га, при дифференцированных обработках (варианты II,

III, V) от 1,37 до 1,43 т/га и общей продуктивности соответственно от 1,76 до 1,80 т к.е./га. Наибольшую продуктивность обеспечила технология с дифференцированной обработкой в сочетании с минимальной с использованием отечественных комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов.

Применение минимальной и дифференцированной систем обработки почвы обеспечило по сравнению с контролем (постоянная вспашка) экономию производственных затрат на 288,9-499,9 руб/га (98,3-14,4%).

Наибольшая энергия, накопленная урожаем при дифференцированной обработке, обеспечила самый высокий коэффициент энергетической эффективности (табл. 2)

О преимуществах дифференцированных систем обработки почвы свидетельствуют также многолетние исследования других научных учреждений Поволжья и Южного Урала (1, 2, 3).

Таким образом, дифференцированные системы обработки почвы с гетерогенным строением почвы не приводят по сравнению с гомогенным (вспашка) к ухудшению агрофизических и биологических свойств, водного и пищевого режимов.

Наиболее продуктивными и экономически эффективными в черноземной степи Заволжья среди систем с гетерогенным строением почвы оказались дифференцированные с сочетанием глубоких безотвальных обработок в паровых полях с минимальными (мульчирующими) обработками почвы под яровые зерновые культуры.

Использование на поверхности поля органических остатков и более низкие (в 2,0-2,5 раза) темпы минерализации гумуса создают при гетерогенном строении пахотного слоя благоприятные условия для сохранения почвенного плодородия (4).

Проведенные многолетние исследования свидетельствуют о большой перспективности в

**Таблица 2.** Энергетическая эффективность ресурсосберегающих технологических комплексов с дифференцированными системами обработки почвы

Показатели (на 1 га)	Единица измерения	Технологии с разными системами обработки почвы				
		Вспашка на 25-27 см (I вариант)	Дифферен- цированная (II вариант)	Дифферен- цированная (III вариант)	Мини- мальная (IV вариант)	Дифферен- цированная с поверх- ностной обработкой (V вариант)
Энергия накопленная урожаем	ГДж	20,90	21,36	20,37	20,61	20,85
Затраты совокупной энергии	ГДж	6,38	5,63	5,39	5,49	5,39
Коэффициент энергозатрат	ед.	3,28	3,79	3,78	3,75	3,73

степных районах Среднего Заволжья технологических комплексов возделывания зерновых культур, основанных на зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах, дифференцированных и минимальных (мульчирующих) системах обработки почвы, комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатах отечественного производства, эффективных приемах использования удобрений и средств защиты растений, биологических средств воспроизводства почвенного плодородия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кампов, Л.З. Эффективность комбинированной обработки почвы в условиях Южного Урала / Л.З. Кампов, З.Р. Султагазин, М.М. Абдуллин // Земледелие. 2015. №2 С. 22-24.
2. Корчагин, В.А. Теоретическое обоснование и результаты разработки современных ресурсосберегающих комплексов возделывания зерновых культур в черноземной степи Среднего Поволжья // В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Известия Самарского НЦ РАН: спец. вып.: «Развитие научного наследия академика Николая Максимовича Тулайкова». Самара: СамНЦ РАН, 2008. С. 148-154.
3. Корчагин, В.А. Научные основы современных технологических комплексов возделывания яровой мягкой пшеницы в Среднем Заволжье / В.А. Корчагин, С.Н. Зудилин, С.Н. Корчагин. Самара, 2014. 342 с.
4. Куликова, А.Х. Плодородие почвы и продуктивность земледелия в Ульяновской области / А.Х. Куликова // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр.: (посвящается 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова). Самара, 2012. С.180-190.
5. Немцев, С.Н. Агроэкологическая эффективность почвозащитной обработки в агроландшафтах / С.Н. Немцев // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр.: (посвящается 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова). Самара, 2012. С. 190-192.
6. Шевченко С.Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин // Земледелие. 2008. №3. С.26-27.

#### TILLAGE SYSTEMS IN MODERN RESOURCE-TECHNOLOGICAL COMPLEX OF GRAIN CULTIVATION ON CHERNOZEM SOILS STEPPE REGIONS OF CENTRAL ZAVOLZHE

© 2015 V.A. Korchagin<sup>1</sup>, S.V. Obuschenko<sup>2</sup> O.I. Goryanin<sup>1</sup>, B.J. Dzhangabaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samara Research Scientific Institute of Agriculture named after N.M. Tulaikov, Bezenchuk, Samara Region

<sup>2</sup> Agrichemical Service Station «Samarskaya», Samara

Of particular importance in today's resource-saving technologies it has the option of tillage systems that provide the greatest Conservation and profitability. The table presents the results of many years of research on the scientific substantiation of optimum variants of the heterogeneous structure of the arable layer of the combination in the field rotations of differentiated and minimum tillage, ensuring the most efficient use of arable land in field crop rotations. On this basis, it proposed a new generation of technological systems of resource cultivation of crops in the steppe regions of the Middle Volga Region. *Keywords:* tillage systems, the structure of the arable layer, field crop rotation, food regime of the soil, soil biological activity.

Valentin Korchagin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor. E-mail: samniish@mail.ru  
Sergey Obuschenko, Doctor of Agricultural Sciences.  
Oleg Goryanin, Candidate of Agricultural Sciences.  
Baurzhan Dzhangabaev, Senior Researcher.