

УДК 631.51

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2019 Е.В. Кузина, С.Н. Немцев

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Статья поступила в редакцию 02.12.2019

Исследования проводились в ФГБНУ Ульяновского НИИСХ в 2016-2018 годы, расположенном в лесостепной зоне Среднего Поволжья с годовым количеством осадков 360 -500 мм. Почва опытного участка была представлена слабывщелоченным тяжелосуглинистым черноземом с содержанием гумуса 5,8 %. Изучали эффективность отвальной, безотвальной, минимальной и нулевой обработки почвы. Пахотный слой почвы характеризовался благоприятными агрофизическими свойствами, которые практически не зависели от способов основной обработки почвы, так комковато-зернистая макроструктура с размером агрегатов от 0,25 до 10 мм составила по вспашке 75,2 %, по вариантам минимальной и нулевой обработки 75,6-76,5 %. Почва в пахотном слое не уплотнялась и соответствовала оптимальному значению для роста и развития растений яровой пшеницы (1,20-1,23 г/см³). Количество водопрочных агрегатов диаметром больше 0,25 мм было высоким и не опускалось ниже 74 %. Минимальная и нулевая обработки способствовали большому (на 8-25 %) накоплению и сохранению продуктивной влаги в почве в течение всего периода вегетации, по сравнению с отвальной обработкой. Урожайность при минимальной и нулевой обработки почвы составила – 2,87-2,88 т/га, что на 0,16-0,17 т/га выше, чем при отвальной – 2,71 т/га. *Ключевые слова:* яровая пшеница, плотность, продуктивная влага, засоренность, удобрения, обработка почвы, урожайность, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Сохраняющиеся на современном этапе тенденции формирования техногенного, природоразрушающего типа развития ведут к экологическому кризису в сельском хозяйстве. В результате возникших противоречий между экономической целесообразностью и экологической безопасностью необходимо пересмотреть сложившуюся в теории и практике техногенную концепцию развития АПК, главным направлением его развития должна стать экологизация всех производственных процессов в сельском хозяйстве и, в первую очередь, экологизация земледелия [1]. Чрезмерная интенсификация обработки почвы, особенно повсеместное применение глубокой вспашки, приводит к ухудшению его физико-химических свойств, разрушению структуры, усилению эрозионных процессов [2,3,4,5]. В связи с этим в числе узловых проблем экологизации земледелия значительный приоритет имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева [6]. Минимизация обработки почвы имеет важное экономическое и организационно-хозяйственное значение. Она дает возможность уменьшить количество

энергетических средств и трудовых ресурсов, равномерно использовать тракторный парк в течение года при сокращении общей потребности в тракторах и увеличении их нагрузки, способствует удешевлению растениеводческой продукции [7,8,9]. Поэтому наши исследования были направлены на рассмотрение методологических подходов и решение выше перечисленных задач и проблем, исходя из принципов системности, альтернативности, энергосбережения, соответствие современного земледелия новым производственным отношениям в оптимальной системе природопользования. **Целью наших исследований** было проведение сравнительной агротехнологической и экономической оценки изучаемых способов обработки почвы с использованием комбинированных агрегатов, позволяющих создать благоприятные условия для перехода на ресурсосберегающие технологии в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт был заложен в 2014 году в плакорно-равнинном типе агроландшафта на полях Ульяновского НИИСХ - филиала СамНЦ РАН, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения. Сумма эффективных температур за период вегетации яровых культур здесь составляет 1400-1500°С., за год выпадает от 380 до 520 мм осад-

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией обработки почвы. E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Немцев Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, директор. E-mail: nemcev.1963@mail.ru

ков, но их распределение по годам и периодам вегетации не равномерное. Гидротермический коэффициент 0,8-1,0. Почва опытного участка представлена слабывщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: механический состав почв тяжелосуглинистый (частиц 0,01 мм – 45%). Мощность гумусового горизонта 79 см, содержание гумуса 5,8%, реакция pH водной вытяжки верхнего горизонта 7,0 вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, сухой остаток не превышает 0,98 %. Количество легкодоступного фосфора высокое, калия – среднее.

Исследования проводятся в зернопаровом севообороте (1.Чистый пар, 2.Озимая пшеница, 3.Яровая пшеница, 4.Горох, 5.Озимая пшеница, 6.Ячмень). Объектом исследования являлся сорт яровой пшеницы Симбирцит. Схема опыта включала в себя два фактора: Фактор А основная обработка почвы a_1 – отвальная на 20-22 см; a_2 – безотвальная на 20-22 см; a_3 – минимальная на 10-12 см; a_4 – нулевая (без обработки, прямой посев сеялкой АУП-18). Фактор В b_0 – без удобрений; b_1 – $N_{15}P_{15}K_{15}$ в рядки при посеве. За контроль в опыте была принята отвальная обработка на 20-22 см. Предпосевная и послепосевная обработка почвы на вариантах отвальной и безотвальной обработки состояла из предпосевной культивации на глубину заделки семян (КПС-4,0) и послепосевного прикатывания почвы (ЗККШ-6А). Посев проводили сеялкой СЗ-5,4. На вариантах минимальной и нулевой обработки предпосевную культивацию, посев и прикатывание проводили одновременно сеялкой АУП-18,05.

Наблюдения, определения и учеты проведены по общепринятым методикам: структура почвы (сухое и мокрое просеивание) определялась на приборе И.М. Бакшеева, плотность почвы – взятием проб с ненарушенным сложением с помощью режущих колец по ГОСТ 5180-84, влажность почвы – методом высушивания почвы до постоянного веса при температуре $+105^{\circ}$ по ГОСТ 28268-89, биологическая активность почвы – методом льяных полотен, содержание подвижных форм фосфора – по Чирикову, обменного калия – на пламенном фотометре по методу Чирикова, нитратного азота – по методу Грандваль-Ляжа, засоренность посевов – количественно-весовым способом, учет урожайности сплошным обмолотом комбайном СК-5 поделочно с приведением зерна к 14 % влажности и 100 % чистоте, математическая обработка экспериментальных данных проводилась методом дисперсионного анализа [10], экономическая оценка – по данным расчетов технологических карт; биоэнергетическая эффективность изучаемых систем обработки определялась по совокупным затра-

там энергоресурсов на возделывание культуры и накоплению потенциальной энергии в урожае основной и побочной продукции [11,12,13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Научной основой перехода к ресурсосберегающим технологиям служит установленная закономерность – минимальная обработка почвы, применяемая в севообороте даже длительные сроки, не ухудшает по сравнению со вспашкой большинство параметров почвенного плодородия [14,15]. Наши наблюдения за физическим состоянием почвы дали возможность выявить влияние различных обработок на плотность сложения и структурные качества ее пахотного слоя. Черноземы лесостепи Поволжья по генетическим особенностям обладают хорошей структурностью, поэтому интенсивность структурообразования почвы не имела существенных различий по содержанию структурных комочков в пахотном слое как на вспашке, минимальной обработке, так и на варианте, где основная обработка почвы отсутствовала. Содержание в почве не менее 40 % водопрочных агрегатов – это диагностический признак теоретического обоснования возможности минимальных и нулевых обработок. В наших исследованиях при различных способах обработки количество водопрочных агрегатов было высоким и не опускалось ниже 74 %, поэтому на всех изучаемых вариантах обработки почвы их величины были в оптимальных пределах (табл.1). При минимальной и нулевой обработке почвы отрицательных изменений не происходило, напротив, наблюдалась тенденция улучшения структуры почвы и повышения водопрочности агрегатов. За счет меньшего распыления обрабатываемого слоя, сохранения остаточной влаги, обеспечивалось увеличение количества водопрочных агрегатов на 1,9-2,6% и биологической активности почвы на 3-4,6 % по сравнению с отвальной обработкой.

Высокое содержание структурных агрегатов, способствовало несущественному изменению плотности сложения почвы под действием разных способов и глубин обработки. Почва в пахотном слое не переуплотнялась и соответствовала оптимальному значению для роста и развития растений яровой пшеницы (1,20-1,23 г/см³). Значительных закономерных изменений в накоплении биогенных элементов по вариантам обработки также не установлено. В период вегетации изучаемой в опыте культуры, их содержание в большей степени зависело от погодных условий и сроков определения и в меньшей степени от способа основной обработки почвы.

Положительное сороочищающее последствие чистого пара продолжалось и под яровой пшеницей (второй культурой зернопарового

Таблица 1. Влияние способов обработки почвы на агрофизические свойства почвы (среднее за 2016-2018 гг.)

Обработка почвы	Содержание			Плотность, г/см ³	Биологическая активность, %
	агрономически ценных фракций 0,25-10 мм, %	водопрочных агрегатов больше 0,25 мм, %	продуктивной влаги, мм		
Отвальная на 20- 22 см	75,2	74,7	133,3	1,22	31,1
Безотвальная на 20-22 см	75,5	75,9	140,0	1,23	28,8
Минимальная на 10-12 см	75,6	76,6	144,6	1,21	34,1
Нулевая	76,5	77,3	167,0	1,20	35,7

севооборота), поэтому сорняков было практически одинаковое количество на вспашке, безотвальной, минимальной и даже нулевой обработке при условии своевременного и качественного выполнения всех полевых работ и фоновой обработки посевов гербицидами.

Общее количество сорных растений по вариантам обработки варьировало от 21,7 до 25,8 шт./м², при воздушно сухой массе 27,1-32,4 г/м² (рис. 1.). На вариантах мелкой и нулевой обработки засоренность не возрастала, сорняки располагались, как правило, в нижнем ярусе что, безусловно связано с лучшими предшественниками для культур парового звена севооборота. Видовой состав сорного компонента был представлен в большей степени малолетними видами, численность которых составила 76 % от общего числа сорняков, доля многолетних видов не превышала 24 %. По фонам минерального питания, четкой закономерности по увеличению или снижению засоренности не прослеживалось.

Лесостепь Среднего Поволжья, где проводились исследования, расположена в зоне неустойчивого увлажнения, где наличие продуктивной влаги в почве, в преобладающем большинстве лет, является фактором, определяющим урожайность полевых культур. При ресурсосберегающих технологиях с мелкой и нулевой обработкой почвы благодаря лучшему накоплению снега, весен-

ние запасы продуктивной влаги не снижались по сравнению с традиционной вспашкой. Напротив эти обработки обеспечивали увеличение запаса продуктивной влаги перед посевом, в метровом слое почвы на 8-25%. К уборке урожая запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы уменьшились в среднем в 3 раза, по сравнению с весенними, но закономерность сохранилась. На вариантах с минимальной и нулевой обработкой ее содержалось больше, чем на вспашке на 5-18 %. Урожай на этих вариантах был выше уровня вспашки, а влага на его формирование расходовалась экономнее. Это объясняется изменением механизма испарения в связи с уменьшением воды в почве и разным строением пахотного слоя по вариантам обработки. Чем плотнее почва, тем меньше воздухообмен и меньше расход воды на испарение. Поэтому в сухое и жаркое время года мелкие и нулевые обработки, где плотность почвы выше, способствуют лучшему сохранению влаги, уменьшая ее испарение. Кроме того на этих вариантах мульча из растительных остатков почвы сберегала почвенную влагу от интенсивного испарения и сохраняла ее на весь вегетационный период изучаемой в опыте культуры.

Преимущество в накоплении влаги при мелкой и нулевой обработке способствовало повышению урожая на 0,16-0,17 т/га по сравнению с традиционной вспашкой (табл. 2).

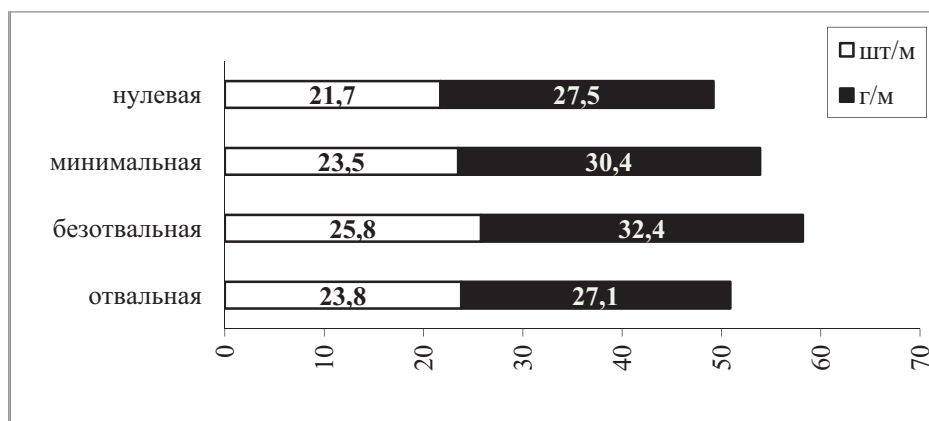


Рис. 1. Засоренность посевов яровой пшеницы

Таблица 2. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и уровня удобренности, т/га

Варианты обработки	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	Среднее
Отвальная на 20- 22 см	2,56	2,87	2,71
Безотвальная на 20-22см	2,56	2,84	2,70
Минимальная на 10-12 см	2,61	3,13	2,87
Нулевая	2,59	3,18	2,88
<i>Среднее по фону</i>	2,58	2,93	
НСР ₀₅ главных эффектов:	для фактора А-0,069		для фактора В-0,075
НСР ₀₅ частных различий:	для фактора А-0,139		для фактора В-0,153

Все остальные факторы плодородия почвы, не имели существенных отличий, поэтому и различия по действию способов обработки почвы на урожайность были не большими.

Эффективным средством повышения продуктивности зерновых культур является применение минеральных удобрений, при этом затраты на удобрения не должны превышать стоимость дополнительно полученной продукции.

На фоне внесения N₁₅P₁₅K₁₅ продуктивность яровой пшеницы была выше относительно не удобренного фона в среднем на 0,35 т/га. Наибольшая величина оплаты питательных веществ удобрений урожая отмечена на вариантах минимальной и нулевой обработки соответственно 5,2-5,9 кг/кг удобрений, против вспашки и безотвальной обработки на 20-22см, где оплата составила 3,1 и 2,8 кг/кг. Следовательно, удобрения повышали эффективность ресурсосберегающих обработок почвы, которые в свою очередь, повышали эффективность применяемых удобрений.

На вариантах минимальной и нулевой обработки использование минеральных удобрений в дозе N₁₅P₁₅K₁₅ позволило поднять основные экономические показатели выход зерна с единицы севооборотной площади на 20-23 %, чистый доход на 30-34 %, рентабельность на 27-34 % при минимальной себестоимости полученной продукции. Вспашка на этом фоне также обеспечивала более высокий доход по сравнению с не удобренным фоном соответственно на 12 %, 18 % и 11 %, но уступала минимальной и нулевой обработкам, которые имели более высокие показатели. Безотвальная обработка по эффективности уступала вариантам с минимальной и нулевой обработкой, однако имела показатели лучше, чем на контроле, соответственно на 3-6-4%. Проведение вспашки на 22 см требовало дополнительных затрат тяговых усилий, но не приводило к повышению урожайности яровой пшеницы. Вследствие этого по вспашке не зависимо от фона удобренности увеличивалась себестоимость 1 ц продукции, а уровень рентабельно-

сти снижался. Варианты с минимальной и нулевой обработкой по сравнению со вспашкой на 22 см, обеспечили снижение расхода топлива на 46-58 %, затрат труда на 38-43%. Лучшие показатели по энергетической эффективности достигались на варианте с нулевой обработкой. Затраты совокупной техногенной энергии на этом варианте составили 28325 МДж/га, что на 5585 МДж/га или 14 % ниже по сравнению с отвальной обработкой на 22 см. Здесь же был получен максимальный коэффициент энергетической эффективности 3,57, что превысило его показатель по сравнению со вспашкой на 23 %, по сравнению с безотвальной и минимальной обработкой на 19 и 10%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований дают основания для вывода, что на черноземных почвах лесостепи Поволжья возможна замена вспашки мелкой обработкой и даже прямым посевом по не обработанной с осени почве. При этом снижаются затраты на проведение работ на 11-17 % и себестоимость продукции на 16-20 %, увеличивается прибыль с гектара пашни. Кроме того минимальная и нулевая обработки, применяемые в технологии возделывания яровой пшеницы, лучше учитывают закономерности естественного почвообразовательного процесса. Улучшают такие показатели как плотность почвы, водные свойства, биологическую активность и тем самым способствует сохранению и повышению плодородия почвы. Создают благоприятные условия для развития растений яровой пшеницы, что в конечном итоге приводит к повышению ее урожайности. Таким образом применение инновационных технологий с использованием комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов на основе минимализации обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционно сложившимися технологиями, что определяет высокую перспективу их освоения на черноземных почвах в условиях плакорно-равнинного агроландшафта Среднего Поволжья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черкасов Г.Н. Основные направления экологизации земледелия // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции «Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов». Курск – 2014. С. 3-8.
2. Карпович К.И., Немцев С.Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в черноземной лесостепи Ульяновской области // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2004. № 6. С. 30-33.
3. Сабитов М.М. Возделывание яровой пшеницы при разных уровнях интенсификации // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 20-23.
4. Anderson R.L. Diversity and No-till: keys for pest management in the U.S. Great Plains // Weed Science. –2008. V. 56. P. 141-145.
5. Сайдяшева Г.В., Захаров С.А. Эффективность применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата бисолбифит на посевах яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1(37). С. 56-65.
6. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.
7. Кузина Е.В. Агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур при ресурсосберегающей системе основной обработки почвы // Пермский аграрный вестник. 2013. № 3. С. 4-7.
8. Никитин С.Н., Куликова А.Х., Карпов А.В. Влияние удобрений на урожайность и биоэнергетическую эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. № 4 (32). С. 45-51.
9. Bowen J. Minimum tillage: Fit it to your crops and soils // World Farmg. 1982. Vol. 24. № 3. Pp.6-10.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 351 с.
11. Базаров Е.И. Эффективность использования совокупной энергии в сельском хозяйстве // Экономика сельского хозяйства. 1983. № 12. С. 32–37.
12. Марьмов В.И., Сухов А.И., Коринец В.В. Методические рекомендации по энергетической оценке систем и приемов обработки почвы. М.: ВАСХНИЛ, 1989. 30 с.
13. Коринец В.В., Козловцев А.Ф. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: методические рекомендации. Волгоград, 1985. 30 с.
14. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье. Монография. Самара: 2008. С. 94-108.
15. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies // Research Journal of international Studies. 2013. No 4 (11), ISSN2303-9868. P. 131 -134.

THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS METHODS OF SOIL TILLAGE IN THE CULTIVATION OF SPRING WHEAT IN THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2019 E.V. Kuzina, S.N. Nemtsev

Ulyanovsk Agricultural Research Institute –
Branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

The research was carried out in the Ulyanovsk research Institute IN 2016-2018, located in the forest-steppe zone of the Middle Volga region with an annual rainfall of 360 -500 mm. The soil of the experimental site was represented by slightly alkaline heavy-loam Chernozem with a humus content of 5.8 %. We studied the efficiency of dump, non-dump, minimum and zero tillage. The arable soil layer was characterized by favorable agrophysical properties, which practically did not depend on the methods of basic tillage, so the lumpy-granular macrostructure with the size of aggregates from 0.25 to 10 mm was 75.2% for plowing, 75.6-76.5% for the variants of mini-Mal and zero tillage. The soil in the arable layer was not re-compacted and corresponded to the optimal value for the growth and development of spring wheat plants (1.20-1.23 g / cm³). The number of water-line units with a diameter greater than 0.25 mm was high and did not fall below 74 %. Minimum and zero treatment contributed to a greater (8-25 %) accumulation and preservation of productive moisture in the soil during the entire growing season, compared with the dump treatment. The yield at mini-Mal and zero tillage was 2.87-2.88 t / ha, which is 0.16-0.17 t/ha higher than at dump-2.71 t / ha.

Keywords: spring wheat, density, productive moisture, weeds, fertilizers, tillage, productivity, efficiency.

*Elena Kuzina, Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Laboratory of tillage.*

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

*Sergey Nemtsev, Doctor of Agricultural Sciences,
Director. E-mail: nemcev.1963@mail.ru*