

32. Kaiser K., Zech W. Sorption of dissolved organic nitrogen by acid subsoil horizon and individual mineral phases // European J. Soil Sci. – 2000. – № 51. – P. 403–411.
33. The composition of dissolved organic matter in forest soil solution^ changes induced by seasons and passage through the mineral soil / K. Kaiser, G. Guggenberger, L. Haumaier [et al.] // Organic Geochemistry. – 2002. – № 33. – P. 307–318.
34. Matschonat G., Vort R. Assessment laboratory method to obtain the equilibrium solutom composition of forest soils // European Journal of Soil Sciences. – 1997. – V. 48. – № 3. – P. 545–552.
35. Oades G. The nature and distribution of iron compounds in soils // Soil. and Fert. – 1963. – V. 26. – P. 69–80.
36. Schnitzer M., de Long W.A. Note on relative capacities of solution obtained from forest vegetation for mobilization of iron // Can. J. Agric. Sci. – 1954. – V. 34, № 5. – P. 542–543.
37. Schnitzer M., de Long W.A. Investigation on the mobilization and transport of iron in forestall soils // Soil Sci. Soc. Americ. Proc. – 1956. – V. 19. – P. 363–368.
38. Schnitzer M. Interaction of iron with rainfall leachates // J. Soil Sci. – 1959. – V. 10, № 2. – P.300–308.



УДК 631.4:574(571.12)

Н.В. Перфильев, Л.Н. Скипин, Е.В. Гаевая

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАШНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Впервые для темно-серых лесных тяжелосуглинистых почв в условиях северной лесостепи Северного Зауралья на основе комплексной оценки разработаны теоретические и практические основы ресурсосберегающей системы основной обработки почвы. Результаты проведенных научных исследований позволили установить закономерности влияния систем основной обработки почвы на основные качества зерна и урожайность. Установлены возможности минимализации системы основной обработки темно-серых лесных почв.

Ключевые слова: почва, ресурсосбережение, система обработки, минимализация.

N.V. Perfiliev, L.N.Skipin, E.V.Gaevaya

THE ARABLE LAND PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE PRIMARY TILLAGE SYSTEM OF THE DARK-GRAY FOREST SOIL IN THE TYUMEN REGION

For the first time for the dark-gray forest heavy-loamysoils in the northern forest-steppe of the Northern Zauralyeconditions the theoretical and practical fundamentals of the resource-saving system for the primary tillage are developed based on the comprehensive assessment. The results of the conducted research allowed to establish the regularities of the primary tillage systeminfluence on thegrain basic quality and crop capacity. The minimization possibilities for the primary tillage system of the dark gray forest soils are established.

Key words: soil, resource-saving, tillage system, minimization.

Введение. Северная лесостепь Тюменской области является зоной, где получают 80–85 % производимого в области зерна для мукомольной промышленности, в то же время темно-серые лесные почвы здесь занимают 231 тыс. га, или 27 % от площади зерновых.

При совершенствовании технологии возделывания зерновых культур отмечается устойчивый переход к минимальным почвозащитным ресурсосберегающим технологиям, основой которых является применение нового поколения машин и орудий, комбинированных агрегатов и посевных комплексов с широкими возможностями по совмещению технологических операций. Проблема результативного, более широкого освоения прогрессивных ресурсосберегающих технологий на основе минимальной обработки почвы с использованием различных посевных комплексов как никогда актуальна и вместе с тем наименее изучена в Сибири [1, 2].

Цель исследований. Разработать и теоретически обосновать ресурсосберегающую технологию возделывания зерновых на основе совершенствования системы основной обработки для темно-серых лесных почв северной лесостепи в Северном Зауралье.

Задачи исследований:

- выявить наиболее эффективные варианты технологии основной обработки почвы, обеспечивающие лучшие качества продукции;

- дать энергетическую и экономическую оценку технологиям возделывания зерновых.

Методы и результаты исследований. В 1988–2007 гг. системы основной обработки изучались в зернопаровом севообороте, развернутом во времени и пространстве (пар–озимая рожь–пшеница–зернобобовые–ячмень). Сравнивались варианты: отвальная – вспашка на 20-22 см; безотвальная – рыхление стойками СибИМЭ на 20-22 см; комбинированная – чередование вспашки и рыхления стойками СибИМЭ; дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка КПЭ-3,8 на 12-14 см, вспашка под горох, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10-12 см; комбинированно-минимальная – чередование вспашки на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см; чередование рыхления стойками СибИМЭ на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см, чередование вспашки на 20-22 см и плоскорезного рыхления КПЭ-3,8 на 12-14 см.

На фоне комплексной химизации в среднем за 1988–2007 гг. различные системы обработки обеспечивали получение урожайности зерновых и зернобобовых культур, выход зерна с 1 га севооборотной площади, близкой варианту отвальной системы обработки (табл. 1).

При этом системы обработки почвы с элементами минимизации (безотвальная, комбинированная, дифференцированная, с применением безотвального рыхления стойками СибИМЭ на 20-22 см, культиватора КПЭ-3,8 на 12-14 см, дискования БДТ-2,5 на 10-12 см) в засушливые и благоприятные по увлажненности годы обеспечивают равную отвальной системе обработки продуктивность зернопарового севооборота. В годы, близкие по увлажнению к среднемноголетним, данные системы обработки снижали выход зерна на 0,08–0,11 т/га.

Таблица 1

Урожайность сельскохозяйственных культур зернопарового севооборота в зависимости от систем основной обработки почвы в годы с различной увлажненностью

Система основной обработки	Урожайность, т/га				Выход зерна, с 1 га с/о площади т/га
	Озимая рожь	Пшеница	Зернобобовые	Ячмень	
В среднем за 1988–2007 гг.					
Отвальная	3,53	2,84	1,77	3,17	2,26
Безотвальная	3,45	2,76	1,68	3,23	2,22
Комбинированная	3,44	2,74	1,68	3,12	2,20
Дифференцированная	3,51	2,79	1,78	3,10	2,24
НСР ₀₅	0,18	0,33	0,16	0,18	
В среднем за 1990, 1993, 1994, 1996, 2006, 2007 гг. (близкие к среднемноголетним)					
Отвальная	3,70	2,66	1,80	3,28	2,29
Безотвальная	3,50	2,68	1,71	3,05	2,19
Комбинированная	3,59	2,57	1,70	3,06	2,18
Дифференцированная	3,72	2,50	1,83	3,00	2,21
НСР ₀₅	0,37	0,17	0,18	0,34	
В среднем за засушливые (1988, 1989, 1991, 1997, 1998, 2000, 2004 гг.)					
Отвальная	2,87	1,75	1,63	2,29	1,71
Безотвальная	3,01	1,63	1,47	2,46	1,71
Комбинированная	2,91	1,58	1,52	2,33	1,67
Дифференцированная	2,93	1,68	1,63	2,35	1,72
НСР ₀₅	0,32	0,20	0,32	0,32	
В среднем за благоприятные (1992, 1995, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005 гг.)					
Отвальная	3,96	4,10	1,90	4,09	2,81
Безотвальная	3,79	3,94	1,92	4,31	2,79
Комбинированная	3,78	4,06	1,86	4,10	2,76
Дифференцированная	3,87	4,14	1,91	4,09	2,80
НСР ₀₅	0,19	0,08	0,18	0,25	

Ресурсосберегающие системы обработки на фоне без применения удобрений снижают урожайность повторных посевов зерновых – пшеницы по зерновому предшественнику на 0,18–0,35 т/га и дают равную контролю ее урожайность на фоне применения удобрений. Независимо от фона применения удобрений обеспечивают близкую варианту вспашки урожайность озимой ржи (по пару), зернобобовых, ячменя (по зернобобовым), на которых условия азотного питания были более благоприятны, чем при возделывании зерновых по зерновым (табл. 2).

Полученный результат влияния ресурсосберегающих систем основной обработки на урожайность, выход зерна следует рассматривать как явление положительное. В отличие от результатов наших исследований (1976–1988 гг.) на темно-серой лесной почве опытного участка доказана возможность применения данных технологий основной обработки почвы без снижения продуктивности пашни, что говорит о целесообразности перехода на ресурсосберегающие технологии обработки почвы.

Таблица 2

Урожайность сельскохозяйственных культур зернопарового севооборота в зависимости от системы основной обработки почвы на фоне без и с внесением минеральных удобрений, среднее за 1996–2007 гг.

Система основной обработки	Урожайность, т/га								Выход зерна с 1 га с/о площади, т/га	
	Озимая рожь		Пшеница		Зернобобовые		Ячмень			
	б/у*	с/у**	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у
Глубокая обработка										
Отвальная, ПН-4-35	3,01	3,30	2,52	3,01	1,68	2,10	2,83	3,48	2,01	2,38
Безотвальная, ЛП-0,35	2,91	3,26	2,18	2,81	1,77	2,00	2,79	3,48	1,93	2,31
Комбинированная	2,92	3,19	2,34	2,82	1,77	2,03	2,81	3,44	1,96	2,30
Поверхностная										
Дискование, БДТ-2,5	2,91	3,23	2,30	2,86	1,57	1,87	2,86	3,46	1,93	2,28
Плоскорезная, КПЭ-3,8	3,06	3,30	2,17	2,90	1,93	1,89	2,73	3,41	1,98	2,30
Дифференцированная	3,04	3,32	2,34	2,90	1,94	2,10	2,74	3,35	2,01	2,33
Комбинированно-минимальная										
Чередование вспашки и дискования	2,90	3,35	2,37	2,98	1,88	2,13	2,78	3,37	1,99	2,37
Чередование рыхления ЛП-0,35 и дискования	2,92	3,28	2,45	2,90	1,77	1,94	2,75	3,36	1,98	2,30
Чередование вспашки и КПЭ-3,8	2,88	3,29	2,28	2,90	1,90	2,13	2,78	3,40	1,97	2,34

Здесь и далее: * – б/у – без удобрений; ** – с/у – с удобрениями.

По данным определения технологических качеств зерна, в среднем за 1998–2004 гг. изучаемые системы основной обработки почвы обеспечивали получение зерна пшеницы с показателями качества, близкими к базисным, позволяющим оценить его по большинству признаков как ценное (табл. 3).

Влияние основной обработки почвы на технологические показатели качества зерна пшеницы, среднее за 1998–2004 гг.

Основная обработка почвы	Натура, г/л		Стекловидность, %		Содержание клейковины, %		Качество клейковины, ед. ИДК-1	
	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у
ПН-4-35 на 20-22 см (ежегодно)	753	751	63	79	22,11	26,31	53	54
Стойки СибИМЭ на 20-22 см (ежегодно)	757	756	52	70	19,21	23,34	48	55
Стойки СибИМЭ на 20-22 см (комбинированно)	761	760	60	71	21,17	23,95	50	55
БДТ-2,5 на 10-12 см (ежегодно)	753	756	68	75	22,75	25,55	53	62
КПЭ-3,8 на 12-14 см (ежегодно)	756	749	58	69	20,11	24,22	48	54
КПЭ-3,8 на 12-14 см (дифференцированно)	757	758	50	72	19,63	25,49	48	61

Из изучаемых факторов наиболее сильное влияние на качество зерна оказывали удобрения. Зерно пшеницы по удобренному фону имело стекловидность большую, чем на неудобренном фоне, на 7–22 %. Увеличение содержания клейковины от применения удобрений составило 2,78–5,68 %.

Отвальная система обработки обеспечивала получение зерна с лучшими показателями качества по стекловидности и клейковине.

Безотвальные глубокие и мелкие обработки снижали стекловидность на фоне без удобрений на 3–13 %, на фоне с удобрениями на 4–10 % по сравнению с вариантом вспашки. Содержание клейковины снижалось при этом соответственно по фонам удобрений на 0,94–2,90 % и 0,76–2,97 %. Наиболее близкие, практически равные варианту вспашки показатели качества зерна были по варианту основной обработки дисковой боронкой.

Поэтому для получения качественного зерна на фоне без удобрений и низкого уровня их применения в качестве основной обработки необходима отвальная система обработки. Для получения зерна с высокими хлебопекарными качествами необходимо применение удобрений. Соблюдение этого условия особенно важно при применении безотвальной обработки, так как содержание нитратного азота в пахотном слое по безотвальной обработке в среднем за 1997–2006 годы к периоду посева-всходов на 13–29 % меньше по сравнению с вариантом вспашки.

Применение систем основной обработки с использованием мелких и глубоких безотвальных обработок, поверхностной обработки увеличивало производительность труда: затраты времени на обработку 1 га составляли по ним 21,2–90,8 % к контролю, а по мелкой плоскорезной и дифференцированной – 21,2–47,4 %, это снижало расход топлива на 1,0–7,5 кг/га (7,4–56 %) и суммарные затраты энергии на основную обработку на 7,0–56,2 % (табл. 4). Технологии возделывания при использовании для основной обработки почвы плугов со стойками СибИМЭ, противозероизийных культиваторов КПЭ-3,8, тяжелой дисковой боронки БДТ-2,5 обеспечивали равную продуктивность севооборота, при этом в структуре затрат совокупной энергии затраты на основную обработку почвы не являются преобладающими (2,3–9,5 %), а различия в затратах на обработку между вариантами в общей структуре затрат еще ниже (0,4–5,6 %), поэтому и показатели энергетической и экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур при различных системах основной обработки почвы были также довольно близкими.

Наиболее эффективными в среднем за годы исследований были определены плоскорезная, дифференцированная системы основной обработки почвы, а также чередование глубоких отвальных и безотвальных обработок с мелкими обработками. При самых низких затратах энергии на основную обработку они обеспечивали выход валовой энергии, равный варианту вспашки. По данным системам обработки энергетический коэффициент на фоне естественного плодородия повышался на 0,09–0,13 ед. (3,1–4,4 %), приращение валовой энергии – на 146–393 МДж (0,6–1,8 %), чистый доход с 1 га севооборотной площади – на 38–136 руб/га (0,6–3,6 %). На фоне применения удобрений указанные системы обработки по эффективности были близки отвальной системе обработки.

Затраты на проведение основной обработки почвы в расчете на 1 тонну зерна по этим системам обработки были ниже на 122–290 МДж, или на 46,0–104,4 руб/т, что на 27,7–55,6 % меньше, чем при отвальной системе обработки, и составляли 44,4–72,3 % по отношению к ней.

Наибольшее снижение чистого дохода на 414–482 руб/га, или на 5,3–7,5 %, по сравнению со вспашкой было при системе обработки с ежегодным дискованием БДТ-2,5 на 10-12 см.

Таблица 4

Биоэнергетическая и экономическая оценка основной обработки почвы в зернопаровом севообороте (в среднем за 1996–2007 гг.)

Система основной обработки	Показатели эффективности на 1 га севооборотной площади									
	Выход зерна, т/га		Приращение валовой энергии, ГДж		Условно чистый доход, руб.		Себестоимость зерна, руб/т		Энергетический коэффициент	
	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у	с/у	б/у
Отвальная	2,38	2,01	17,8	21,6	6414	7758	3144	1983	1,86	2,95
Безотвальная	2,31	1,93	17,0	20,5	6103	7391	3201	2017	1,82	2,90
Комбинированная	2,30	1,96	16,6	21,0	5972	7558	3236	2014	1,80	2,91
Дифференцированная	2,33	2,01	17,4	21,9	6278	7899	3161	1925	1,85	3,043
Плоскорезная	2,30	1,98	17,2	21,7	6178	7809	3158	1899	1,85	3,08
Дискование	2,28	1,93	16,5	20,4	5932	7344	3256	2034	1,80	2,87
Чередование ПН-4,35, БДТ-2,5	2,37	1,99	17,7	21,3	6376	7659	3146	1987	1,86	2,94
Чередование ЛП-0,35, БДТ-2,5	23,0	1,98	16,7	21,3	6010	7654	3222	1975	1,81	2,96
Чередование ПН-4,35, КПЭ-3,8	2,34	1,97	17,5	21,2	6312	7617	3158	1974	1,85	2,96

Заключение. Отвальная система обработки почвы обеспечивала получение зерна пшеницы с лучшими показателями по стекловидности и клейковине. Безотвальные глубокие и мелкие обработки снижали стекловидность на фоне без удобрений на 3–13 %, на фоне с удобрениями – на 4–10 % по сравнению с вариантом вспашки. Содержание клейковины снижалось при этом соответственно по фонам удобрений на 0,94–2,90 % и 0,76–2,97 %. Наиболее сильное влияние на качество зерна оказывали удобрения, увеличивая стекловидность на 7–22 %, содержание клейковины на 2,8–5,7 %.

Наиболее эффективными из ресурсосберегающих систем обработки в среднем за годы исследований были плоскорезная, дифференцированная системы основной обработки, а также чередование глубоких отвальных и безотвальных обработок с мелкими обработками. Энергетический коэффициент на удобренном фоне повышался на 0,09–0,13 ед. (на 3,1–4,4 %), чистый доход с 1 га севооборотной площади на 0,6–3,6 % по сравнению с отвальной системой обработки. На фоне применения удобрений указанные системы по эффективности были также близки отвальной системе обработки. Затраты на проведение основной обработки в расчете на 1 тонну зерна по этим системам обработки были ниже на 122–290 МДж/т, или на 46,0–104,4 руб/т, что на 27,7–55,6 % меньше, чем по отвальной системе обработки.

Наибольшее снижение чистого дохода на 5,3–7,5 % по сравнению со вспашкой было при системе обработки с ежегодным дискованием.

Литература

1. Власенко Н.Г., Садохина Т.П., Коротких Н.А. Практическая реализация системного подхода в защите растений. – Новосибирск, 2009. – 177 с.
2. Храпцов И.Д. Система применения удобрений и воспроизводство плодородия почв в полевых севооборотах лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1997. – 32 с.