

Burton G. W. The adaptability and breeding of suitable grasses for the southeastern states, In *Advances in Agronomy*, 1951, No. 3, pp. 197-241.

11. Genofond kormovykh rastenii: metody formirovaniya, khraneniya, izucheniya i ispol'zovaniya dlya prioritnykh zadach seleksii (Gene pool of fodder plants: methods of formation, storage, study and use for priority tasks of breeding), N.N. Kozlova [i dr.], *Adaptivnoe kormoproizvodstvo: problemy i resheniya: sb. tr., Pos. Pravdinskii, FGNU "Rosinformagrotekh"*, 2002, pp. 356-364.

12. Piskovatskaya R.G., Makaev, A.M., Tolmacheva E.V. Osnovnye napravleniya selek-tsii klevera polzuchego (The basic directions of breeding of white clover), *Kormoproizvodstvo*, 2015, No. 12, pp. 35-37.

13. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksii mnogoletnikh kormovykh trav (Guidelines for the study of the collection of perennial forage grasses), L., izd-vo VIR, 1973, 37 p.

14. Smelov S.P., Konyushkov N.S. Mnogoletnie travy v lugopastbishchnykh sevoobo-rotakh (Perennial grasses in grassland crop rotations), M., Gos. izd-vo s.-kh. literatury, 1951, 453 p.

15. Nagibin A.E. Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. Travy v sisteme kormoproizvodstva Urala (Herbs in the feed production system of the Urals), Ekaterinburg, OOO "Media-kholding "Ural'skii Rabochii", 2018, 783 p.

16. Medvedev P.F., Smetannikova A.I. Kormovye rasteniya evropeiskoi chasti SSSR (Fodder plants of the European part of the USSR), L., Kolos, 1981, 335 p.

17. Konstantinova A.M. Seleksiya i semenovodstvo mnogoletnikh trav (Selection and seed production of perennial grasses), M., Sel'khozgiz, 1960, 387 p.

УДК 631.51

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПАРА, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Е. В. Кузина, канд. с.-х. наук,

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru;

Г. В. Сайдяшева, канд. с.-х. наук,

E-mail: Galina_83@list.ru,

ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства»,

ул. Институтская, 19, п. Тимирязевский, Ульяновский р-н, Ульяновская обл., 433315

Аннотация. Опыты закладывали в 2014-2017 гг. на типичных для большинства хозяйств Ульяновской области черноземных тяжелосуглинистых почвах. Описаны результаты исследований по изучению влияния вида паров, удобрений и основной обработки почвы на основные элементы плодородия выщелоченного чернозёма. Определена продуктивность звеньев севооборота с чистым и сидеральным паром, дана экономическая оценка эффективности их использования. Установлена возможность замены чистого пара сидеральным (вико-овсяная смесь) в целях улучшения плодородия и продуктивности почвы. Запашка зеленой массы сидерата способствовала улучшению пищевого режима почвы, накоплению гумуса, в сочетании с минеральными удобрениями в дозе $N_{15}P_{15}K_{15}$ увеличивала выход зерна с единицы севооборотной площади на

0,39-0,54 т/га. Наибольшее увеличение нитратного азота в год действия и первый год последействия зеленых удобрений относительно чистого пара было отмечено в варианте с минимальной обработкой почвы (на 9-23 % и 5-46 % соответственно). Похожая ситуация наблюдалась в накоплении подвижного фосфора и калия, минимальная обработка увеличивала их содержание на 11-20 % и 14-23 % по сравнению с соответствующей обработкой в чистом пару. Экономическая и энергетическая оценки использования вико-овсяной смеси на зеленые удобрения показали, что сидеральный пар обеспечил экономические преимущества по сравнению с чистым паром. Минеральные удобрения повышали стоимость основной продукции в звене севооборота с чистым паром в среднем на 8 %, в звене с сидеральным паром – на 13 % по сравнению с вариантами без внесения удобрений. В звеньях севооборота как с чистым, так и с сидеральным паром, самая высокая экономическая и энергетическая эффективность возделывания зерновых культур отмечалась в варианте без основной осенней обработки почвы.

Ключевые слова: звено севооборота, пары, сидерат, удобрения, обработка почвы, продуктивность, плодородие почвы, эффективность.

Введение. В задачи агротехники должно входить обеспечение постоянного запаса разлагаемого органического вещества в почве [1-3]. Одним из традиционных способов восстановления плодородия почвы остается использование для этих целей подстилочного навоза [4, 5]. Однако в последнее время в связи с реформированием сельскохозяйственных предприятий резко сократилось поголовье всех видов животных, в итоге меньше стали вносить в почву органических удобрений, значительно сократились площади под многолетними травами; следовательно, нарушился и без того неустойчивый баланс гумуса, что привело к резкому снижению плодородия почвы [6, 7].

Эту проблему можно решить путем посева сидеральных культур [8, 9]. Однако среди ученых нет единого мнения по глубине заделки органических удобрений в почву. Одни считают, что при глубоких обработках органика медленнее разлагается, создавая лучшие условия для гумусообразования [10, 11, 12]. По мнению других исследователей, сидераты целесообразнее заделывать в поверхностный слой почвы, где складываются благоприятные условия для разложения органики энергичнее протекают процессы образования гумусовых веществ [12, 13]. Для использования потенциала возделываемых сельскохозяйственных культур и получения высоких урожаев хорошего качества следует

разработать оптимальное сочетание сидеральных культур и способов обработки почвы с учетом конкретных почвенно-климатических условий. При ограниченном ресурсообеспечении многих хозяйств это позволит улучшить питательный режим почвы и повысить продуктивность сельскохозяйственных культур, что является актуальной проблемой.

Цель наших исследований – изучить влияние видов пара, минеральных удобрений и способов основной обработки почвы на элементы эффективного плодородия пахотного слоя и урожайность зерновых культур. Рассчитать экономическую и энергетическую эффективность возделывания зерновых культур в звене севооборота с чистым и сидеральным паром.

Методика. Объектом исследований служили районированные сорта озимой пшеницы Марафон и яровой пшеницы Симбирцит. Зерновые культуры размещали в звеньях севооборотов 1. чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница; 2. пар сидеральный (вико-овсяная смесь) – озимая пшеница – яровая пшеница. Исследования проводили в однофакторном опыте, включающим в себя 16 вариантов (табл. 1).

Весенне-летняя обработка чистого пара состояла из послойно-поверхностных обработок лаповым культиватором в начале на 10-12 см, а затем, по мере отрастания сорняков, – на 8-10 см, и перед посевом озимой пшеницы – на 6-8 см. Весной под сидеральный пар (ви-

ка с овсом) и яровую пшеницу на вспашке и безотвальной обработке на 20-22 см проводили боронование, предпосевную культивацию на 6-8 см. В сидеральном пару заделку в почву зеленой массы проводили на глубину 8-10 см путем двукратной обработки дисковой бороной. В вариантах с осенней вспашкой, и безотвальной обработкой посев проводили сеялкой СЗ-3,6, и послепосевное прикатывание почвы – 3 ККШ-6А. В вариантах без основной осенней обработки и минимальной обработки для посева использовали сеялку АУП-18,05.

Опыт был заложен методом расщепленных делянок. Повторность вариантов опыта четырехкратная, размещены делянок систематическое в два яруса, учетная площадь делянки 140 м². Почва опытного участка представлена слабывщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине. Мощность гумусового горизонта 79 см, содержание гумуса 5,8 %, реакция рН солевой вытяжки верхнего гумусового горизонта – 7,0 вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, сухой остаток не превышает 0,98 %. Содержание подвижного фосфора – высокое, обменного калия – среднее. Плотность пахотного слоя 0-30 см – 1,19-1,25 г/см³, количество агрономически ценных воздушно-сухих агрегатов высокое (70-80 %), а их водопрочность отличная (75-80 %).

Определения и учеты проведены по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), содержание подвижных форм фосфора и калия – по методу Чиркова в модификации ЦИНАО

(ГОСТ 26204-91), нитратного азота – по методу Грандваль-Ляжа, учет урожая проводили путем сплошной уборки делянок комбайном СК-5. Урожайность приводили к 14 %-ной влажности и базисным кондициям по содержанию сорной примеси. Математическая обработка экспериментальных данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [14], экономическая оценка – по данным расчетов технологических карт.

Результаты. При определении исходного плодородия (в год закладки опыта) содержание гумуса в слое почвы 0-30 см составило 5,85 %. Проведенные расчеты показали, что в звене севооборота с чистым паром под действием изучаемых способов обработки почвы через 3 года после закладки опыта произошло достоверное изменение валового содержания гумуса: обнаружено значительное его снижение при использовании ежегодной вспашки на глубину 20-22 см, где его убыль составила на удобренном фоне 0,23 % на не удобренном 0,21 %, в сравнении с исходным количеством. В вариантах без основной осенней обработки и минимальной обработки отмечалось незначительное увеличение его содержания по сравнению с исходным, и находилось в пределах НСР. При замене чистого пара на сидеральный за тот же период содержание гумуса достоверно повысилось: при отвальной обработке на 0,19 % при безотвальной – на 0,27 %, при минимальной – на 0,28 %, в варианте без основной осенней обработки прибавка составила 0,26 %. Следовательно, введение в полевые севообороты сидерального пара приводит к повышению содержания гумуса в почве (табл. 1).

Таблица 1

Влияние различных способов основной обработки почвы в сочетании с удобрениями на содержание гумуса 2014-2017 гг, %

Обработки	Чистый пар		Занятый пар	
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	Сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	Сидерат
Вспашка на 20-22см (контроль)	5,64	5,62	5,78	6,04
Безотвальная на 20-22см	5,75	5,74	5,82	6,12
Минимальная на 10-12см	5,91	5,89	5,99	6,13
Без осенней обработки	5,98	5,94	6,05	6,11
НСР₀₅	0,114			

Примечание: За контрольный вариант принимали сочетание чистого пара, зяблевой вспашки на глубину 20-22 см без использования минеральных удобрений и сидерата.

При этом следует отметить, что повышенные количества растительных остатков при внесении минеральных удобрений не компенсировало потери гумуса из-за его усиленного окисления, обусловленного более интенсивным выносом с урожаем. В звене севооборота с чистым паром достоверных различий в содержании гумуса между удобренным и неудобренным фонами не установлено. В звене севооборота с сидеральным паром снижение содержания гумуса при внесении минеральных удобрений в вариантах с отвальной и безотвальной вспашкой статистически подтверждено. В вариантах без основной осенней и минимальной обработки изменения содержания гумуса на удобренном фоне по сравнению с не удобренным были недостоверны.

Содержание биогенных элементов в наших опытах определялось в динамике: в первой декаде мая, в колошение и в фазу полной спелости изучаемых в опыте культур (табл. 2).

Усредненные данные по способам обработки почвы и срокам определения при возделывании озимой пшеницы показывают, что наибольшее содержание нитратного азота в почве отмечалось по сидеральному пару на 0,230 мг/га или 7 % больше, по сравнению с чистым паром. Преимуществом по содержанию нитратного азота во все сроки определения обладали варианты без основной осенней и минимальной обработки почвы. Весной в этих вариантах содержание нитратного азота составило в среднем 5,28 и 5,70 мг/100 г почвы в колошение – 2,41 и 2,56 мг/100 г, при уборке – 3,03 и 3,43 мг/100 г, что соответственно на 2-16, 8-15, 15-30 % выше, чем на контроле.

Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы по всем изучаемым вариантам в течение вегетации (до уборки урожая озимой пшеницы) характеризовалось как высокое и варьировало по срокам определения от 24,1 до 36,2 мг/100 г. Наибольшее содержание этого элемента во все фазы развития озимой пшеницы наблюдалось при вспашке на 20-22 см.

Весной как по чистому, так и сидеральному пару по содержанию калия преимущество имел вариант с отвальной обработкой

почвы (вспашка на 20-22 см), где обеспеченность растений озимой пшеницы калием была достоверно выше в сравнении с другими обработками в среднем на 2,3-3,8 мг. Однако в более поздние сроки определения ресурсосберегающие варианты имели некоторое преимущество в содержании этого элемента, к уборке содержание калия возросло в варианте отвальной обработки на 7 % по сравнению с сесенними показателями, а в вариантах минимальной и без основной осенней обработки – на 58-61 %.

Под второй культурой после пара (яровой пшеницей) наибольшей мобилизационной способностью в повышении содержания нитратного азота весной обладали вспашка (5,36 мг/100 г почвы) и вариант без основной осенней обработки (5,32 мг/100 г почвы). К уборке количество нитратного азота по всем изучаемым вариантам значительно уменьшилось, наибольшее содержание этого элемента в пахотном слое почвы отмечалось в вариантах минимальной обработки и без основной осенней обработки соответственно 2,58-2,87 мг/100 г, что на 0,85 и 0,99 мг или на 37-53 % выше, чем на контроле (вспашка на 20-22 см). На неудобренном фоне разница между видами пара по содержанию нитратного азота была весьма значительной. Тенденция увеличения данного показателя под яровой пшеницей была отмечена в звене с сидеральным паром на 0,75 мг/100 г, или на 38 % по сравнению с чистым паром.

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{15}P_{15}K_{15}$ стимулировало увеличение нитратного азота в почве и улучшало условия питания растений. На удобренном фоне наметилась тенденция к увеличению его показателя в звене севооборота с чистым паром под посевами первой культуры на 0,47 мг/100 г, под посевами второй культуры – на 1,34 мг/100 г или на (15-69 %). В звене с сидеральным паром содержание нитратного азота увеличивалось соответственно на 0,73 и 1,36 мг/100 г или на (24-70 %), по сравнению с фоном без применения удобрений. Существенность данных прибавок была доказана математически.

Таблица 2

Изменение содержания элементов минерального питания,
в зависимости от способов обработки почвы и удобрений (мг/100 г почвы)

Вариант			Содержание элементов минерального питания								
			NO ₃			P ₂ O ₅			K ₂ O		
			в 1-ю декаду мая	колошение	полная спелость	в 1-ю декаду мая	колошение	полная спелость	в 1-ю декаду мая	колошение	полная спелость
Озимая пшеница											
Вспашка на 20-22см	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	4,81	2,20	2,27	36,1	34,0	34,3	12,4	10,2	13,0
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,14	2,55	2,70	34,0	30,9	36,4	11,7	9,4	13,4
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,87	2,18	2,92	36,6	37,9	30,4	10,7	11,1	10,7
		сидерат	4,94	1,96	2,69	38,0	37,8	30,6	11,4	11,4	12,1
Безотвальная на 20-22см	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	3,25	1,92	2,12	28,3	25,9	23,1	8,4	7,4	10,8
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,13	2,04	2,39	32,7	32,3	28,7	9,3	8,8	12,1
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,97	2,18	2,51	31,2	30,3	25,9	10,5	8,6	12,4
		сидерат	4,08	1,92	2,55	29,4	26,2	24,4	8,7	8,3	12,7
Минимальная на 10-12см	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	5,44	2,14	2,79	28,2	25,3	26,4	7,2	8,4	13,0
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,36	2,25	2,86	26,9	28,7	24,1	7,4	8,2	12,3
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	6,0	2,14	2,58	27,3	25,9	22,6	7,8	7,1	11,3
		сидерат	5,99	3,10	3,88	30,6	24,5	23,4	8,6	6,9	13,1
Без осенней обработки	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	3,84	2,42	3,34	28,6	28,3	25,0	8,8	8,3	13,6
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,83	2,49	3,43	27,8	30,3	24,8	7,8	8,4	13,0
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	6,29	2,87	3,72	29,0	29,1	23,1	7,7	8,5	12,1
		сидерат	5,18	2,46	3,23	30,6	28,0	24,4	8,4	8,5	13,2
НСР₀₅			0,178	0,203	0,221	1,562	1,600	1,343	0,695	0,923	0,588
Яровая пшеница											
Вспашка на 20-22см	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	3,91	0,55	1,47	48,4	43,1	38,7	20,4	18,7	21,5
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,25	2,24	2,65	47,2	45,2	39,6	17,2	11,1	20,2
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,26	2,33	1,77	36,3	39,3	36,3	13,7	15,8	23,6
		сидерат	7,04	1,79	1,63	37,2	37,2	36,4	14,9	15,2	22,1
Безотвальная на 20-22см	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	2,92	0,49	1,76	27,8	29,9	26,7	8,4	7,8	12,2
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	4,58	1,63	2,01	31,2	30,5	31,9	10,2	10,4	17,0
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,39	0,77	2,64	31,1	34,3	32,5	11,2	15,5	16,0
		сидерат	4,56	0,78	2,78	26,4	26,7	25,2	7,9	8,4	13,0
Минимальная на 10-12см	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	3,73	0,55	2,43	27,0	23,4	22,8	9,2	7,8	11,8
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	6,04	1,69	2,52	25,8	27,2	24,6	9,5	7,8	12,2
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,03	1,86	3,03	28,7	26,1	25,5	10,0	7,9	13,2
		сидерат	3,43	0,55	2,33	26,7	25,2	24,6	8,1	7,6	13,0
Без осенней обработки	Чистый пар	N ₀ P ₀ K ₀	3,65	0,68	1,30	32,5	29,3	30,2	10,1	8,7	14,1
		N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	6,14	1,18	3,75	40,4	33,7	30,8	12,4	9,5	13,9
	Занятый пар	сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	6,63	0,50	4,24	30,5	30,5	30,8	12,1	8,7	14,1
		сидерат	4,88	0,44	2,18	30,5	28,4	27,0	11,3	7,9	14,5
НСР₀₅			0,656	0,567	0,619	1,607	1,005	0,956	0,963	0,624	0,798

Примечание: За контрольный вариант принимали сочетание чистого пара, яблевой вспашки на глубину 20-22 см без использования минеральных удобрений и сидерата.

Наибольший прирост в содержании нитратной формы азота в год действия и первый год последействия зеленых удобрений обеспечил вариант с минимальной обработкой на 9-23 % и 5-46 % соответственно, по сравнению с чистым паром без применения минеральных удобрений. Похожая ситуация наблюдалась в накоплении подвижного фосфора и калия, минимальная обработка увеличивала их содержание на 11-20 % и 14-23 % по сравнению с неудобренным фоном соответствующей обработки в чистом пару.

Усредненные данные по способам обработки почвы показывают, что под озимой пшеницей дополнительное накопление доступных форм фосфора и калия не зависело от вида пара и внесенных удобрений. Так, по чистому пару содержание фосфора и калия составило на неудобренном фоне 28,6 и 10,1 мг/100 г на удобренном – 29,1 и 10,1 мг/100 г, по сидеральному соответственно 28,9 и 10,1 мг/100 г и 29,1-9,97 мг/100 г, т.е. различия были меньше НСР₀₅.

Под второй культурой после пара роль предшественников как регуляторов содержания питательных элементов в почве повышалась. Лучшие условия для накопления подвижного фосфора и обменного калия в почве создавались в звене севооборота с чистым паром, где их показатели составили в среднем 31,6 и 12,5 мг/100 г, в звене с сидеральным паром они равнялись 29,3 и 12,0 мг/100 г. С внесением удобрений, содержащих фосфор и калий в дозе 15 кг/га действующего вещества (д.в.) каждого элемента, данные показатели увеличивались в звене севооборота с чистым паром в среднем на 7 и 5 %, с сидеральным – на 8 и 12 % соответственно.

Средняя урожайность зерна озимой пшеницы, варьировала от 3,45 до 3,55 т/га, различия между изучаемыми вариантами обработки были недостоверными, и находились в пределах НСР (табл. 3). Самый высокий показатель продуктивности яровой пшеницы обеспечил вариант с минимальной обработкой почвы, где урожайность достоверно на 0,18 т/га была выше, чем на вспашке.

Таблица 3

Урожайность озимой и яровой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и удобрений

Обработки	Чистый пар		Занятый пар	
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	Сидерат + N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	Сидерат
Озимая пшеница (2014-2016 гг.)				
Вспашка на 20-22см	3,28	3,46	3,71	3,35
Безотвальная на 20-22см	3,39	3,63	3,68	3,49
Минимальная на 10-12см	3,35	3,54	3,73	3,37
Без осенней обработки	3,29	3,64	3,78	3,34
НСР₀₅	0,197			
Яровая пшеница (2015-2017 гг.)				
Вспашка на 20-22см	2,27	2,45	2,70	2,41
Безотвальная на 20-22см	2,28	2,62	2,75	2,37
Минимальная на 10-12см	2,37	2,86	2,89	2,45
Без осенней обработки	2,26	2,69	2,97	2,38
НСР₀₅	0,173			

Примечание: За контрольный вариант принимали сочетание чистого пара, зяблевой вспашки на глубину 20-22 см без использования минеральных удобрений и сидерата.

По обобщенным данным, сидеральный пар способствовал незначительному повышению урожайности озимой и яровой пшеницы соответственно на 0,06 т/га и 0,11 т/га (при НСР₀₅ = 0,197 т/га и 0,183 т/га), по сравнению с урожаем зерна этих культур в звене севооб-

орота с чистым паром. На фоне внесения N₁₅P₁₅K₁₅ продуктивность озимой пшеницы была выше относительно неудобренного фона в среднем на 0,24 т/га. У яровой пшеницы прибавка на удобренном фоне в среднем составила 0,36 т/га. Существенность разницы в

данных показателях подтверждается математически. Использование в звене севооборота сидеральной культуры повышало эффективность минеральных удобрений. Прибавки урожаев от удобрений возросли с 0,24-0,36 т/га (в звене с чистым паром) до 0,39-0,54 т/га (в звене с сидеральным паром). Среднегодовая продуктивность пашни по этим фонам в годы исследований составила 3,10 и 3,28 т/га. Наибольшая величина оплаты питательных веществ удобрений урожаем отмечена на варианте без основной осенней обработки, в среднем по звену с чистым паром – 3,9 кг/кг, по сидеральному пару – 5,4 кг/кг д.в. удобрений, против вспашки, где оплата составила 1,8 и 4,3 кг/кг соответственно.

Следовательно, эффективность ресурсосберегающих способов обработки почвы при применении удобрений возрастает. В среднем за годы исследований сумма производственных затрат по чистому пару была меньше, чем по сидеральному пару. При возделывании озимой пшеницы по чистому и сидеральному парам максимальные производственные затраты были отмечены при вспашке на 20-22 см, а минимальные – в варианте без осенней механической обработки почвы.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{15}P_{15}K_{15}$ способствовало увеличению урожайности зерна озимой пшеницы. В результате чего, возрастала стоимость основной продукции. При возделывании озимой пшеницы по чистому пару стоимость зерна с 1 га на удобренном фоне была в среднем на 6 % выше, чем на не удобренном. В сидеральном пару от применения минеральных удобрений стоимость основной продукции повышалась на 10 % по сравнению с неудобренным фоном. Наименьшая себестоимость 1 т зерна озимой пшеницы как по чистому, так и по сидеральному парам отмечена в варианте без основной осенней обработки почвы с применением минеральных удобрений (на 17-20 % ниже, чем на вспашке), здесь же были получены максимальный чистый доход и рентабельность.

Такая же закономерность наблюдалась при возделывании яровой пшеницы в звеньях севооборота с чистым и сидеральным парами: максимальные производственные затраты

наблюдались на варианте со вспашкой на 20-22 см, а минимальные – при отказе от основной осенней обработки. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности зерна яровой пшеницы. В результате чего возрастала стоимость основной продукции. В звене севооборота с чистым паром на 10 % по сравнению с вариантами без внесения удобрений, а в звене с сидеральным паром – на 16 % соответственно. Наименьшая себестоимость 1 т зерна яровой пшеницы как в звене севооборота с чистым паром, так и с сидеральным отмечена в варианте без осенней механической обработки почвы. Наибольший чистый доход с 1 га был получен в варианте без осенней механической обработки почвы при внесении $N_{15}P_{15}K_{15}$. В звене севооборота с чистым паром он составил 11754 руб., а в звене севооборота с сидеральным паром – 13126 руб. против вспашки, где изучаемый показатель не превышал 8780 и 9632 руб. Вариант без основной осенней обработки по сравнению со вспашкой на 22 см обеспечивал снижение расхода топлива на 58 %, затрат труда на 43 %, здесь же достигались лучшие показатели по энергетической эффективности. Затраты совокупной техногенной энергии на этом варианте составили 28325 МДж/га, что на 5585 МДж/га или 14 % ниже по сравнению с ежегодной вспашкой. Здесь же был получен максимальный коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) 3,57, что превысило его показатель по сравнению со вспашкой на 23 %, по сравнению с безотвальной и минимальной обработкой – на 19 и 10 %.

Максимальное количество биогенной энергии, накопленной в хозяйственно ценной части урожая изучаемых в опыте культур, отмечалось на варианте минимальной обработки 101744,4 МДж/га, вспашка снизила изучаемый показатель на 4 %. Сидеральный пар превосходил чистый пар по окупаемости энергии. Энергетический коэффициент звена севооборота с сидеральным паром был на 3 % выше, чем звена с чистым паром.

Исследования показали, что применение удобрений являлось важным фактором повышения не только урожайности, но и коэффи-

циента энергетической эффективности. В звене севооборота с чистым паром применение минеральных удобрений в дозе $N_{15}P_{15}K_{15}$ повышало КЭЭ на 11 %, в звене с сидеральным паром – на 13 %, по сравнению с не удобренным фоном.

Выводы.

1. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{15}P_{15}K_{15}$ стимулировало увеличение нитратного азота в почве и улучшало условия питания растений в звене севооборота с чистым паром на 1,48 мг/100 г, с сидеральным – на 2,56 мг/100 г (14-23 %) по сравнению с фоном без применения удобрений. Наибольшее увеличение нитратного азота в год действия и первый год последствия зеленых удобрений относительно чистого пара было отмечено на вариант с минимальной обработкой почвы (на 9-23 % и 5-46 % соответственно).

2. Использование в звене севооборота сидеральных культур повышало эффективность минеральных удобрений. Прибавки урожая от удобрений возросли с 0,24-0,36 т/га (в звене с чистым паром) до 0,39-0,54 т/га (в звене с сидеральным паром).

3. В звеньях севооборота как с чистым, так и с сидеральным паром самая высокая

экономическая и энергетическая эффективность возделывания зерновых культур отмечалась на варианте без основной осенней обработки почвы.

4. Из изучаемых видов паров наибольшую экономическую и энергетическую эффективность имел сидеральный пар. На всех вариантах применения сидерата наблюдалось достоверное увеличение содержания гумуса в почве. Наибольшее увеличение зарегистрировано на вариантах, где обработка почвы проводилась без оборота пласта (безотвальная, минимальная). В звене севооборота с чистым паром при использовании ежегодной вспашки на глубину 20-22 см содержание гумуса снижалось на удобренном фоне на 0,23 %, на неудобренном – на 0,21 %, в сравнении с исходным количеством. На вариантах без основной осенней обработки и минимальной обработки его содержание не изменялось.

Таким образом, исходя из полученных результатов исследований, при возделывании зерновых культур, с точки зрения воспроизводства почвенного плодородия, наиболее выгодно использовать энергосберегающие способы обработки почвы с заменой чистого пара сидеральным.

Литература

1. Солодун В.И., Цвынтарная Л.А. Сравнительная оценка зернопаровых севооборотов с чистыми и сидеральными парами в лесостепной зон Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2016. № 5. С. 176-180.
2. Верзилин В.В., Королев Н.Н., Коржов С.И. Сидерация в условиях Центрального Черноземья // Земледелие. 2005. № 3. С. 10-12.
3. Cobo J.G., Barrios E., Kass D.C.L. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem // Plant and Soil. 2002. Vol. 240. Is. 2. P. 331-342.
4. Кузина Е. В. Изменение урожайности озимой пшеницы и качества зерна в зависимости от способов основной обработки почвы и уровня удобренности // Аграрный научный журнал. 2016. № 11. С. 24-29.
5. Королев В.А., Стахурлова Л.Д. Изменение основных показателей плодородия выщелоченных черноземов под влиянием удобрений // Почвоведение. 2004. № 5. С. 604-611.
6. Цыбулька Н.Н., Жукова И.И., Юхновец А.В. Влияние удобрений на структурное состояние дерново-подзолистой почвы, подверженной водной эрозии, и урожайность сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2005. № 6. С. 19-25.
7. Корягина Н.В. Сидеральные культуры и агрофизические свойства светло-серой лесной почвы // Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию проф. Г.Б. Гальдина. Пенза: РИО ПГСХА, 2003. С. 85-87.
8. Maiksteniene S., Arlauskiene A. Effect of preceding crops and green manure of the fertility of clay loam soil // Agronomy Research. 2004. № 1. P. 87-97.
9. Нурмухаметов Н.М. Солома и сидераты важные средства повышения микробиологической активности почвы // Земледелие. 2001. № 6. С. 14.

10. Пронина О.В. Влияние сидератов на плодородие черноземных почв и продуктивность севооборотов в степном Заволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Кинель, 2005. 22 с.
11. Целовальников А.А. Экологическая роль промежуточных сидеральных культур // Аграрная наука. 2006. № 9. С. 17-19.
12. Willumsen J., Thorup-Kristensen K. Effects of green manure crops on soil mineral nitrogen available for organic production of onion and white cabbage in two contrasting years // Biol. Agr. And Hort. 2001. V. 18. No. 4. P. 365-384.
13. N'Dayegamiye A., Tran Thi Sen. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition // Can. J. Soil Sci. 2001. V. 81. № 3. P. 371-382.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 351 с.

THE EFFECT OF FALLOW TYPE AND MAIN TILLAGE METHODS ON FERTILITY INDICATORS OF THE ARABLE LAYER AND GRAIN CROPS YIELD

E. V. Kuzina, Cand. Agr. Sci.

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru,

G. V. Saidasheva, Cand. Agr. Sci.

E-mail: Galina_83@list.ru

Federal State Scientific Institution "Ulyanovsk Research Institute of Agriculture",
19, Institutskaya St., Timiryazevskiy, Ulyanovsky region, Russia, 433315

ABSTRACT

The experiments were conducted in 2014-2017 on chernozem heavy loamy soils typical of most farms in the Ulyanovsk Region. The results of studies of fallow type, fertilizers and basic tillage influence on the basic elements of the leached chernozem fertility are described. The crop rotation links with pure and green-manured fallow efficiency was determined, an economic assessment of its use efficiency was given. The possibility of replacing pure fallow with green-manured (vetch-oat mixture) to improve the fertility and productivity of soil was established. Plowing of green-manured green mass contributed to the food regime improvement of the soil, humus accumulation, in combination with mineral fertilizers in the dose of N15P15K15 increased the output of grain per unit of crop rotation area 0.39-0.54 t/ha. The largest nitrate nitrogen increase in the year and the first year of fertilizers aftereffect green manure in relation to pure fallow was established at the variant with minimal processing soil (9-23 % and 5-46 %, respectively). Similar situation was observed in the mobile phosphorus and potassium accumulation, minimum tillage increased its contents for 11-20 % and 14-23 % comparing to appropriate tillage in a clean fallow. Economic and energy evaluation of the vetch-oat mixture use on green fertilizer showed that green-manured fallow provided economic benefits by comparison with a clean fallow. Mineral fertilizers increased the main products cost in the link of crop rotation with clean fallow by an average of 8 %, in the link with green-manured fallow – by 13 % compared to the options without fertilizer. In crop rotation links with both clean and green-manured fallow, the highest economic and energy efficiency of grain cultivation was observed in the variant without the main autumn tillage.

Key words: crop rotation link, fallows, green manure, fertilizers, tillage, productivity, soil fertility efficiency.

References

1. Solodun V.I., Tsvyntarnaya L.A. Sravnitel'naya otsenka zernoparovykh sevooborotov s chistymi i sideral'nymi parami v lesostepnoi zon Irkutskoi oblasti (Comparative evaluation of grain-fallow crop rotations with a clean and green-manured fallow in the forest-steppe areas of the Irkutsk region), Vestnik KrasGAU, 2016, No. 5, pp. 176-180.
2. Verzilina V.V., Korolev H.H., Korzhov S.I. Sideratsiya v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya (Sideration in the Central Chernozem region conditions), Zemledelie, 2005, No. 3, pp. 10-12.
3. Cobo J.G., Barrios E., Kass D.C.L. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem, Plant and Soil, 2002, Vol. 240, Is. 2, pp. 331-342.
4. Kuzina E. V. Izmenenie urozhainosti ozimoi pshenitsy i kachestva zerna v zavisimosti ot sposobov osnovnoi obrabotki pochvy i urovnya udobrennosti (Change of winter wheat yield and grain quality depending on the main tillage methods and fertilization level), Agrarnyi nauchnyi zhurnal, 2016, No. 11, pp. 24-29.
5. Korolev V.A., Stakhurlova L.D. Izmenenie osnovnykh pokazatelei plodorodiya vyshchelochennykh chernozemov pod vliyaniem udobrenii (Change of fertility basic indicators of leached Chernozem under the fertilizers influence), Pochvovedenie, 2004, No. 5, pp. 604-611.
6. Tsybul'ka H.H., Zhukova I.I., Yukhnovets A.B. Vliyanie udobrenii na strukturnoe sostoyanie dernovo-podzolistoi pochvy, podverzhenoj vodnoi erozii, i urozhainost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur (Fertilizers influence on the structural state of sod-podzolic soil exposed to water erosion, and crop yields), Agrokhimiya, 2005, No. 6, pp. 19-25.
7. Koryagina N.V. Sideral'nye kul'tury i agrofizicheskie svoystva svetlo-seroi lesnoi pochvy (Green manure crops and agro-physical properties of light gray forest soils), Materialy nauch.-prakt. konf., posvyashch. 75-letiyu prof. G.B. Gal'dina, Penza, RIO PGSKhA, 2003, pp. 85-87.
8. Maiksteniene S., Arlauskienė A. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil, Agronomy Research, 2004, No. 1, pp. 87-97.
9. Nurmukhametov N.M. Soloma i sideraty vazhnye sredstva povysheniya mikrobio-logicheskoi aktivnosti pochvy (Straw and green manure are the important facilities of increasing soil microbiological activity), Zemledelie, 2001, No. 6, pp. 14.
10. Pronina O.V. Vliyanie sideratov na plodorodie chernozemnykh pochv i produk-tivnost' sevooborotov v stepnom Zavolzh'e (Green manure effect on fertility of Chernozem soils and crop rotations productivity in the Zavolzhye steppe), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Kinel', 2005, 22 p.
11. Tseloval'nikov A.A. Ekologicheskaya rol' promezhutochnykh sideral'nykh kul'tur (Ecological importance of intermediate green manure crops), Agrarnaya nauka, 2006, No. 9, pp. 17-19.
12. Willumsen J., Thorup-Kristensen K. Effects of green manure crops on soil mineral nitrogen available for organic production of onion and white cabbage in two contrasting years, Biol. Agr. And Hort., 2001, V. 18, No. 4, pp. 365-384.
13. N'Dayegamiye A., Tran Thi Sen. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition, Can. J. Soil Sci., 2001, V. 81, No. 3, pp. 371-382.
14. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya) (Methodology of field experience (with the statistical processing of research results basics)), M., Kolos, 1985, 351 p.

УДК 581.132;633.88;450.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО (*Onobrychis arenaria*) ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ ИЗВЕСТИ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Н. Н. Матолинец,

«Пермский НИИСХ» – филиал ПФИЦ УрО РАН,

ул. Культуры д.12, с. Лобаново, Пермский район, Россия, 614532

E-mail: pniish@rambler.ru

Аннотация. В статье приведены результаты сравнительной оценки урожайности и качества надземной массы эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit.)) в условиях Пермского края, при разных дозах извести. Приведены данные по густоте всходов, полевой всхожести, прохождению основных фенотипов, перезимовке, урожайности зеленой и сухой массы. В опыте исполь-