

УДК 631.51:632.82:632.954

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

А.Э. Лощинина, А.А.Борин.

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К.Беляева

В 2013-2017 гг. на типичных для большинства хозяйств Ивановской области дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах изучались агротехнологии разной интенсивности (обработка почвы, удобрения, гербициды) в стационарном полевом севообороте. Сравнивались четыре системы обработки почвы: отвальную (общепринятую), плоскорезную (ресурсосберегающую), комбинированную (отвально-плоскорезную) и мелкую (ресурсосберегающую). На фоне обработок под культуры севооборота применялись удобрения и гербициды. Системы обработки почвы, обеспечивающие различное распределение пожнивно-корневых остатков в обрабатываемом слое почвы, способствовали созданию однородного по содержанию гумуса пахотного слоя при отвальной и комбинированной системах и его дифференциации по слоям при плоскорезной и мелкой системах. Удобрения обеспечили наиболее весомые прибавки урожая, меньший эффект получен от применения гербицидов и систем обработки почвы.

Ключевые слова: обработка почвы, удобрения, гербициды, засоренность, урожайность, агрофизика, экономическая оценка.

Введение. Одним из важнейших элементов систем земледелия является обработка почвы, которой принадлежит ведущая роль в регулировании водного, воздушного и пищевого режимов и создания оптимальных условий для роста и развития растений [3,7,8]. В настоящее время в целях энерго- и ресурсосбережения весьма актуально ведение сберегающего сельского хозяйства. Наиболее приоритетным в данном направлении является замена традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на почвозащитные. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы (нулевая, плоскорезная, чизельная, поверхностная) в последние годы получают всё большее распространение. Они направлены на уменьшение энергетических и трудовых затрат при производстве сельскохозяйственной продукции. Оставление на поверхности растительных остатков и стерни при проведении обработок без интенсивного крошения и обра-

чивания почвы, сдерживает процесс минерализации органического вещества [4].

В связи с сокращением применения органических и минеральных удобрений наиболее радикальным и малозатратным средством обогащения почвы органическим веществом являются растительные остатки и соломенная резка, вносимая в почву при уборке зерновых культур. В большинстве стран мира солома не удаляется с поля, а заделывается в верхний слой почвы [6,9].

Насыщение верхнего слоя почвы растительными остатками, при проведении обработки почвы без оборачивания, повышает её водоудерживающую способность и препятствует испарению влаги [5]. Однако этот способ имеет ряд недостатков: трудности с заделкой удобрений, слабое крошение обрабатываемого слоя и недостаточно эффективная борьба с сорняками [1,2].

Цель исследований – изучить влияние различных систем обработки почвы в комплексе с применением удоб-

рений и гербицидов на плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и урожайность культур зернопаропропашного севооборота в условиях Верхневолжья.

Методика. Исследования проводятся в стационарном полевом севообороте кафедры агрохимии и земледелия Ивановской ГСХА заложенным в 1989 году, со следующим чередованием культур: пар чистый - озимая пшеница - овес с подсевом клевера лугового - клевер луговой - озимая рожь - картофель - ячмень. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Пахотный слой мощностью 20 – 22 см перед закладкой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,10%, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,7, сумма поглощенных оснований 17 мг-экв./100г почвы, подвижных форм фосфора 200, обменного калия – 185 мг/кг почвы.

В севообороте изучаются четыре системы обработки почвы: ежегодная отвальная – общепринятая для Верхневолжья (контроль), ежегодная плоскорезная (ресурсосберегающая), ежегодная комбинированная (отвально-плоскорезная) и ежегодная мелкая (ресурсосберегающая). Опыт заложен методом расщепленных делянок. В нём изучаются системы обработки почвы – фактор А, удобрения – фактор Б, и гербициды – фактор С (табл. 1). За вегетационный период, по общепринятым методикам и ГОСТам определяли плотность сложения, твердость и агрохимические показатели почвы, засоренность посевов и урожайность. Проведена экономическая оценка различных технологий возделывания.

Результаты. При выращивании сельскохозяйственных культур наиболее рыхлое сложение пахотного слоя отмечается после проведения основной обработки почвы и составляет 1,20-1,22 г/см³ ($НСР_{05}=0,01$) при отвальной и комбинированной обработках и 1,25-1,27 г/см³ ($НСР_{05}=0,02$) при плоскорезной и мелкой. Предпосевные обработки незначительно (на 0,02-0,10 г/см³) изменяли плотность почвы. В дальнейшем, под действием факторов уплотнения, почва стремится к равновесному состоянию. Следует отметить, что при отвальной обработке скорость оседания и уплотнения почвы была выше, чем при плоскорезной. Самая высокая плотность отмечена при использовании мелкой системы обработки почвы. Однако в целом показатели плотности были близки к оптимальным значениям для культур севооборота. Системы обработки почвы оказали влияние на твердость пахотного слоя, значения которого изменялись от 7,6-9,9 кг/см² в поле чистого пара и картофеля с периодической культивацией или рыхлением междурядий, до 10,8-12,1 кг/см² под яровыми зерновыми культурами. Более высокие показатели твердости отмечены под озимыми культурами (12,9-14,8) и клевером – 16,5-17,0 кг/см², что связано с длительным промежутком времени после проведения обработок почвы. В течение вегетационного периода твердость пахотного слоя, при отвальной системе обработки, была несколько меньше, по сравнению с другими вариантами, что коррелирует с данными по плотности сложения почвы. Максимальные значения твердости выявлены при мелкой системе обработки почвы, за счет большей плотности слоя 10-20 см.

Таблица 1

Схема трехфакторного полевого опыта

Фактор А		Фактор В	Фактор С
Система обработки почвы		Удобрения	Гербициды
	основная		
Отвальная	вспашка (20-22 см) ПЛН-3-35	культивация (10-12 см) КПС-4 + БЗТС-1	без гербицида
		без удобрений	без гербицида
Плоскорезная	обработка без оборачивания почвы (20-22см) КПГ-2,2	культивация (10-12см) КПЭ-3,8 и БИГ-3	<i>ячмень, озимая пшеница и рожь</i> – Балерина 0,5 л/га; <i>овес и клевер</i> – Гербитокс 1,0 л/га; <i>картофель</i> – Торнадо 2,0 л/га.
		без удобрений	
Комбинированная	вспашка (20-22см) ПЛН-3-35	культивация (10-12см) КПЭ-3,8 и БИГ-3	<i>озимая пшеница и рожь</i> : основное – (NPK) ₃₀ , подкормка – N ₃₀ ; <i>ячмень и овес</i> : под предпосевную обработку – (NPK) ₃₀ , <i>картофель</i> : перед посадкой – (NPK) ₆₀ ; <i>клевер</i> : подкормка весной – N ₃₀ .
		без удобрений	
Мелкая	дискование (14-16см) БДТ-3	культивация (10-12см) КПС-4 + БЗТС-1	
		без удобрений	

Результаты исследований показали, что удобрения и различные системы обработки почвы не оказали значительного влияния на изменение агрохимических показателей: $pH_{\text{сол}}$ за четыре ротации севооборота изменилась с 5,7 до 5,2 ($НСР_{05} = 0,4$), сумма поглощенных оснований с 17 до 24 мг-экв./100 г почвы ($НСР_{05} = 4,2$), содержание подвижного фосфора уменьшилось с 200 до 190 мг/кг почвы ($НСР_{05} = 14,0$), а обменного калия, наоборот, увеличилось с 185 до 210 мг/кг почвы ($НСР_{05} = 18,5$). Различающиеся по способу и глубине системы обработки почвы обеспечивали различное распреде-

ление пожнивно-корневых остатков в обрабатываемом слое почвы, а также разные условия для протекания биохимических процессов их превращения. Установлено, что при отвальной и комбинированной системах обработки распределение содержания гумуса в различных частях пахотного слоя имеет гомогенный характер, а в вариантах плоскорезной и мелкой – гетерогенный, с большей гумусированностью слоя 0-10 см, что связано с высокой степенью концентрации органических веществ в поверхностном слое почвы (рис. 1).

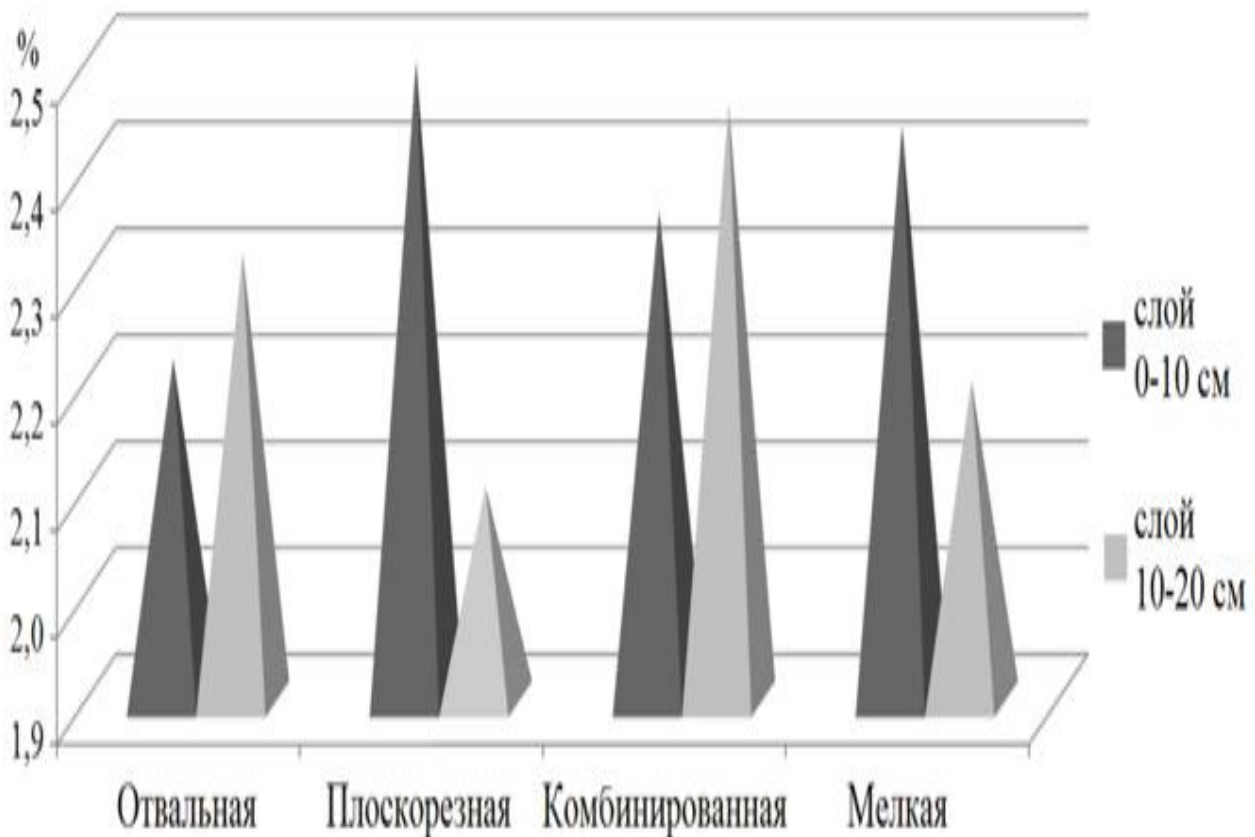


Рис. 1. Содержание гумуса при разных системах обработки почвы (%), 2016г.

В полевом севообороте проводились учеты видового и количественного состава сорняков и их биомассы. Было изучено действие систем обработки почвы и разных гербицидов на сорный компонент агрофитоценоза. Засоренность посевов возделываемых культур по численности и массе сорных растений различалась, однако общей закономерностью является увеличение числа сорняков по плоскорезной и мелкой системам об-

работки почвы, по сравнению с отвальной. При учете засоренности посевов до обработки гербицидами, численность сорняков по плоскорезной и мелкой обработкам была в 1,5 и 1,6 раза больше по сравнению с отвальной. Учет засоренности перед уборкой показал на значительное снижение численности сорняков, по вариантам с применением гербицидов (табл. 2).

Таблица 2

Влияние гербицидов на засоренность культур севооборота

Культура	До обработки гербицидами			Перед уборкой			Техническая эффективность, %		Снижение массы, %
	численность сорняков, шт/м ²		сырая масса, г	численность сорняков, шт/м ²		сырая масса, г	мало-летние	мно-го-летние	
	мало-летние	мно-го-летние		мало-летние	мно-го-летние				
Озимая пшеница	30	8	91	9	3	17	70,0	62,5	81,3
Овес + клевер	37	6	206	10	2	35	73,0	66,7	83,0
Клевер	25	5	185	5	2	35	80,0	60,0	81,1
Озимая рожь	43	7	141	11	2	23	74,4	71,4	83,7
Картофель	7	4	85	3	2	24	57,2	50,0	71,8
Ячмень	46	6	272	12	3	30	73,9	50,0	89,0
НСР ₀₅	5,2	0,1	28,3	2,0	0,1	3,6			

Из изучаемых факторов повышения плодородия (обработка почвы, удобрения, гербициды), наиболее значимое влияние на рост, развитие и урожайность возделываемых культур оказали удобрения (табл. 3). Применение гербицидов в севообороте обеспечило существенный эффект – 0,14-0,34 т/га (НСР₀₅ = 0,13). В среднем по культурам севооборота, плоскорезная система обработки почвы обеспечила прибавку урожая по сравнению с отвальной (контроль) 0,08 т/га. Комбинированная система обработки почвы дала прибавку урожая 0,05, а мелкая – снижение 0,40 т/га (НСР₀₅ = 0,05). Наибольший эффект от комплексного применения удобрений и гербицидов получен по

плоскорезной и отвальной системам обработки почвы.

Расчет экономической эффективности показал снижение производственных затрат по ресурсосберегающим (плоскорезной и мелкой) обработкам на 0,6 и 0,9 тыс.руб/га или на 3,8 и 5,7% по сравнению с отвальной. С экономической точки зрения наименее затратной является мелкая система обработки почвы.

Наиболее высокий чистый доход в севообороте обеспечила плоскорезная система обработки почвы, в комплексе с применением удобрений и гербицидов – 35,3 тыс.руб/га или на 6,6% больше, чем по отвальной.

Таблица 3

Эффективность применения удобрений при разных системах обработки почвы (т/га)

Система обработки почвы	Удобрения	Культура севооборота						Выход валовой энергии, ГДж/га
		озимая пшеница	овес + клевер	клевер (сено)	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отвальная (контроль)	0	2,84	2,25	3,79	2,63	20,7	2,01	39,0
	НРК	3,80	3,03	4,66	3,53	23,5	2,76	49,5
Плоскорезная	0	2,94	2,22	3,70	2,72	21,1	1,99	39,7
	НРК	3,88	2,94	4,62	3,67	24,0	2,72	50,2
Комбинированная	0	2,85	2,28	3,73	2,65	21,0	2,00	39,3
	НРК	3,72	3,03	4,67	3,52	23,8	2,80	49,7
Мелкая	0	2,77	2,19	3,62	2,57	18,7	1,98	37,1
	НРК	3,60	2,88	4,45	3,40	21,4	2,72	46,8
Среднее	0	2,85	2,23	3,71	2,64	20,4	2,00	38,8
	НРК	3,75	2,97	4,60	3,53	23,2	2,75	49,0
Прибавка от удобрений		0,90	0,74	0,89	0,89	2,8	0,75	10,2
Повышение, %		31,6	33,2	24,0	33,7	13,7	37,5	26,3
НСР ₀₅		0,14	0,21	0,30	0,18	2,3	0,16	

Выводы:

1. Изучаемые системы обработки оказали влияние на агрофизические свойства почвы. Большая плотность сложения пахотного слоя (1,35 г/см³) и твердость (12,0 кг/см²) отмечены по мелкой обработке.

2. Содержание гумуса в различных частях пахотного слоя при отвальной и комбинированной системах обработки имеет гомогенный характер, а в вариантах плоскорезной и мелкой обработки – гетерогенный, с большим содержанием в слое 0-10 см.

3. Приемы обработки почвы с меньшей глубиной (мелкая) и без оборачивания пахотного слоя (плоскорезная) увеличивали засоренность посевов в 1,5 и 1,6 раза по сравнению с отвальной. Техническая эффективность от применения гербицидов на малолетних сорняках составила 57,2-80,0%, а на многолетних – 50,0-71,4%.

4. Ресурсосберегающие системы обработки почвы (плоскорезная и мелкая) способствовали снижению производственных затрат на 0,6 и 0,9 тыс.руб/га или на 3,8 и 5,7% по сравнению с отвальной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борин А.А., Коровина О.А., Лощинина А.Э. Обработка почвы в севообороте // Земледелие. 2013. № 2. С. 20–22.
2. Борин А.А., Лощинина А.Э. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота // Земледелие. 2015. №7. С. 17–20.
3. Дридигер В.К., Кацаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. №7. С. 20–23.
4. Еськов А.И., Русакова И.В. Повышение эффективности использования растительных остатков в ресурсосберегающих технологиях // Совершенствование научных основ, технологий производства и применения органических удобрений (1996-2011 гг.). Владимир. 2013. С. 506–512.
5. Кульков В., Данилов А., Шишкин А. Почвозащитная и минимальная обработка чистого пара под озимую рожь в Саратовской области // Главный агроном. 2013. №7. С. 9–11.
6. Лукин С.М. Экологические проблемы производства и применения органических удобрений в земледелии России // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Владимир. ФГБНУ ВНИИОУ, 8–10 июля. 2015. С. 19–28.
7. Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // Владимирский земледелец. 2015. №2 (72). С.12–14.
8. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. №5. С. 18–20.
9. Юмашев Х.С., Брагин В.Н. Использование соломы для восполнения запасов органического вещества почвы в земледелии Челябинской области // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Владимир. ФГБНУ ВНИИОУ, 8–10 июля 2015. С. 112–122.

Рукопись поступила в редакцию 23.04.2018

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF FIELD CROPS IN CROP ROTATION

A. Loshchinina, A. Borin.

In 2013-2017 on typical for the most of the farms of the Ivanovo area dernovo-podsolic light-loamy soils studied agrotechnologies of different intensity (processing of soil, fertilizer, herbicides) in a stationary field crop rotation. Four systems of processing of soil were compared: moldboard plowing (standard), flat plowing (resource-saving), combined (moldboard plowing, flat plowing) and shallow plowing (resource-saving). On the background of treatments under cultures of a crop rotation applied fertilizers and herbicides. Soil processing systems, that provide a different distribution of crop residues in the treated soil layer, contributed to the creation of a homogeneous content of humus of topsoil in the moldboard plowing and combined systems and its differentiation by layers in the flat plowing and shallow plowing systems Fertilizers have provided the most powerful increases of a crop, the smaller effect is received from application of herbicides and systems of processing of soil.

Key words: processing of soil, fertilizer, herbicides, contamination, productivity, agronomy, economic estimation.

References

1. Borin A.A., Korovina O.A., Loshchinina A.EH. Obrabotka pochvy v sevooborote / . Zemledelie. 2013. № 2. S. 20–22.
2. Borin A.A., Loshchinina A.EH. Vliyanie obrabotki pochvy v komplekse s primeneniem udobrenij i gerbicidov na urozhajnost' kul'tur sevooborota .Zemledelie. 2015. №7. S. 17–20.
3. Dridiger V.K., Kashchaev E.A., Stukalov R.S., Pan'kov YU.I., Vojcekhovskaya S.S. Vliyanie tekhnologii vozde-lyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur na ih urozhajnost' i ehkonomicheskuyu ehffektivnost' v sevooborote . Zemledelie. 2015. №7. S. 20–23.
4. Es'kov A.I., Rusakova I.V. Povyshenie ehffektivnosti ispol'zovaniya rastitel'nyh ostatkov v resursosberegayushchih tekhnologiyah. Sovershenstvovanie nauchnyh osnov, tekhnologij proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobrenij (1996-2011 gg.). Vladimir. 2013. S. 506–512.
5. Kul'kov V., Danilov A., SHishkin A. Pochvozashchitnaya i minimal'naya obrabotka chistogo para pod ozimuyu rozh' v Saratovskoj oblasti / . Glavnyj agronom. 2013. №7. S. 9–11
6. Lukin S.M. EHkologicheskie problemy proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobrenij v zemledelii Rossii // EHkologicheskie problemy ispol'zovaniya organicheskikh udobrenij v zemledelii. Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Vladimir. FGBNU VNIIOU, 8–10 iyulya. 2015. S. 19–28.
7. Matyuk N.S., Polin V.D., Nikolaev V.A. Izmenenie agrofizicheskikh svojstv pochvy pod dejstviem priemov obrabotki i udobrenij .Vladimirskij zemledec. 2015. №2 (72). S.12–14.
8. Nikolaev V.A., Mazirov M.A., Zinchenko S.I. Vliyanie raznyh sposobov obrabotki na agrofizicheskie svojstva i strukturnoe sostoyanie pochvy .Zemledelie. 2015. №5. S. 18–20.
9. YUmashev H.S., Bragin V.N. Ispol'zovanie solomy dlya vospolneniya zapasov organicheskogo veshchestva poch-vy v zemledelii CHelyabinskoy oblasti . EHkologicheskie problemy ispol'zovaniya organicheskikh udobrenij v zemle-delii. Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Vladimir. FGBNU VNIIOU, 8–10 iyulya 2015. S. 112–122.