

В.А. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук

А.М. Соловьев, доктор сельскохозяйственных наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова
РФ, 127550, Москва, ул. Большая Академическая, 44, корп. 2*

Н.С. Матюк, доктор сельскохозяйственных наук

*Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева
РФ, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49*

E-mail: shevchenko.v.a@yandex.ru

УДК 631.51

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/22-25

ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ С ПОМОЩЬЮ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

В работе излагаются результаты исследований по влиянию разноглубинной отвальной и безотвальной обработок на агрофизические показатели в системе основной подготовки почвы при возделывании кукурузы на мелиорированных землях Верхневолжья в течение трех ротаций плодосменного 4-польного севооборота. Исследования проводили в 2004–2016 годах на испытательном участке ОАО «Агрофирма Дмитрова Гора» Конаковского района, Тверской области. В качестве объекта исследований использовали гибрид кукурузы ПР-39Б×29, который по классификации ФАО относится к I группе скороспелости и в условиях Верхневолжья стабильно достигает восковой спелости зерна в початках в первой половине сентября. Мощность пахотного слоя 20...22 см; содержание гумуса 1,62...1,78%; легкогидролизуемого азота 72–78 мг; P₂O₅ – 155–182 мг; K₂O – 93–104 мг/кг почвы; рН_{с_{о_л}} – 5,8–5,9. Установлено, что отвальная вспашка на 30 см существенно улучшает структуру только обрабатываемого слоя почвы, до уровня плужной борозды. Поэтому для коренного улучшения структурного состояния мелиорированных земель при обработке их отвальными орудиями следует применять почвоуглубление. Дисковая обработка и глубокое чизелевание в начале вегетационного периода кукурузы обеспечивают максимальный запас продуктивной влаги во всех слоях почвы по сравнению с вспашкой на глубину 20 (контроль) и 30 см, но в начале вегетации полевых культур запасы продуктивной влаги соответствовали оптимальному значению при всех приемах основной обработки почвы.

Ключевые слова: кукуруза, вспашка, чизелевание, дисковая обработка, плодосменный севооборот, структура почвенных агрегатов, коэффициент структурности, водопрочные агрегаты, продуктивная влага.

V.A. Shevchenko, Grand PhD in Agricultural sciences

A. M. Solov'yev, Grand PhD in Agricultural sciences

*A.N. Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic engineering and Land Reclamation
RF, 127550, Moskva, ul. Bol'shaya Akademicheskaya, 44, korp. 2*

N.S. Matyuk, Grand PhD in Agricultural sciences

*K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University
RF, 127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49*

E-mail: shevchenko.v.a@yandex.ru

OPTIMIZATION OF RECLAIMED LAND FERTILITY AGROPHYSICAL INDICATORS OF THE VERKHNEVOLZHE THROUGH BASIC TILLAGE IN CORN CULTIVATION

The paper presents the results of research on the influence of not uniform depth of moldboard and boardless cultivation on agrophysical indicators in the basic soil preparation system in the corn cultivation on the reclaimed lands of the Upper Volga region during three rotations of the 4-field crop rotation. Investigations were carried out in 2004–2016 in the test site of Agrofirm «Dmitrova Gora», OJSC, Konakovsky District Tver Region. As an object of analysis the corn hybrid PR-39B×29 was used, it belongs to the first group of early maturity in accordance with the FAO classification, and in the Upper Volga region condition stably reaches middle dough stage of the corn on the cob in the first half of September. The thickness of the arable layer is 20 ... 22 cm; humus content 1.62–1.78%; easily hydrolyzed nitrogen 72–78 mg; P₂O₅ – 155–182 mg; K₂O – 93–104 mg/kg of soil; рН_{soil extract} – 5.8–5.9. It has been established that moldboard plowing at 30 cm significantly improves the structure of the topsoil only, up to the level of a plowed furrow. Therefore, in order to fundamentally improve the reclaimed land structural condition during moldboard implements cultivation should be used subsoil plowing. Disk plowing and deep chisel plowing at the beginning of the corn growing season ensure the maximum supply of productive moisture in all soil layers compared to plowing to a depth of 20 (control) and 30 cm, but at the beginning of the field crops growing season productive moisture corresponded to the optimum value for all basic soil cultivation methods.

Key words: corn, plowing, chiselling, disk processing, fruit-changing crop rotation, crop rotation, structure of soil aggregates, structural coefficient, water-stable aggregates, productive moisture.

Система обработки мелиорированных земель Нечерноземной зоны зависит от способа осушения, мощности гумусового слоя, гранулометрического состава почвы, уклона поля, биологических особенностей возделываемых культур, засоренности полей и других условий. Избыточное содержание влаги, недостаток кислорода замедляют окислительно-восстановительные процессы и приводят к образованию закисных форм железа, марганца, которые

токсичны для растений. В результате такие почвы становятся бедны доступными элементами питания растений, что снижает их урожайность и качество продукции. [1]

Система обработки мелиорированных земель должна иметь агромелиоративную направленность, усиливать действие осушительных мелиораций и одновременно решать две главные задачи:

обеспечивать быстрый и беспрепятственный отвод избыточной воды из корнеобитаемого слоя для улучшения аэрации почвы и активизации биологических процессов (узкозагонная, гребневая, грядовая вспашка и бороздование);

перераспределять поверхностные и внутрипочвенные стоки в подпахотные слои почвы (глубокая вспашка, ярусные обработки, безотвальное чизелевание, щелевание и кротование).

На осушенных закрытым дренажом глинистых почвах с плохой водопроницаемостью (коэффициент фильтрации менее 0,3 м/сут.), целесообразна система мелиоративной разноглубинной обработки почвы в севообороте, которая включает глубокую вспашку на 28...30 см плугом с вырезными отвалами или чизелевание на такую же глубину под пропашные культуры и озимые зерновые, размещенные в севообороте после однолетних трав.

Улучшая физические свойства мелиорированной почвы, регулируя их различными приемами обработки, можно существенно улучшить ее водный, воздушный, тепловой и солевой режимы, оказывая тем самым разностороннее влияние на агрохимические и биологические показатели плодородия. [3]

Цель работы – изучить влияние разноглубинной отвальной и безотвальных обработок почвы на ее агрофизические показатели при возделывании кукурузы на мелиорированных землях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2004–2016 годах на испытательном участке ОАО «Агрофирма Дмитрова Гора» Конаковского района, Тверской области. В качестве объекта исследований использовали гибрид кукурузы ПР-39Б 29, который по классификации ФАО относится к I группе скороспелости и в условиях Верхневолжья стабильно достигает восковой спелости зерна в початках в первой половине сентября. Мощность пахотного слоя 20...22 см; содержание гумуса 1,62...1,78%; легкогидролизуемого азота 72...78 мг; P_2O_5 – 155...182 мг; K_2O – 93...104 мг/кг почвы; $pH_{\text{сол}}$ – 5,8...5,9.

Метеорологические условия в годы исследований значительно отличались от среднелетних данных как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Наблюдались периоды с аномальными климатическими отклонениями от нормы: 2010 год был жарким и сухим (ГТК по Селянину – 0,53); 2017 – холодным и дождливым (ГТК = 3,1), что вызвало резкое снижение урожайности и ухудшение его качества.

Работа выполнена в соответствии с требованиями методики полевого опыта, а также согласно методическим указателям и рекомендациям научно-исследовательских учреждений сельскохозяйственного профиля.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Высокий уровень продуктивности мелиорированных земель можно достигнуть только на основе ресурсосберегающих, почвозащитных, экологически сбалансированных приемов основной обработки почвы. [2] С позиций экологизации современного земледелия перспектива совершенствования системы основной обработки почвы на мелиорированных землях Верхневолжья связана, в первую очередь, с адаптацией их к гидрологическим, геоморфологическим, литологическим и другим ландшафтными условиям в соответствии с агроэкологи-

ческими и биологическими требованиями возделываемых культур. При этом особую актуальность приобретает изучение влияния разных по интенсивности и характеру воздействия на почву систем обработки на основные агрофизические параметры почвенного плодородия при возделывании кукурузы – основной кормовой культуры, которая характеризуется высокой продуктивностью и разносторонним использованием. [4, 5]

Плотность почвы – важнейший показатель, определяющий воздушный, водный, тепловой и пищевой режимы. В среднем за 12 лет исследований (2004–2016) на посевах кукурузы наблюдалась тенденция к снижению плотности пахотного слоя по сравнению с посевами культур, имеющих мочковатую корневую систему, что, по нашему мнению, и обусловлено особенностями формирования и развития корневых систем, а также агротехникой возделывания. При чизелевании на посевах кукурузы в слое 0...20 см наблюдается тенденция увеличения плотности почвы, а в слое 20...40 см – ее разуплотнение (табл. 1).

Дисковая обработка на глубину 8...10 см способствует уменьшению плотности только верхнего (0...10 см) слоя, а также увеличению общей пористости, пористости аэрации и снижению твердости почвы по сравнению с другими приемами обработки. Однако в более глубоких слоях почвы (10...20, 20...30, 30...40 см) поверхностное дискование вызывает ухудшение агрофизических свойств.

Отвальная вспашка на 30 см определяет некоторое увеличение плотности почвы в слое 0...20 см, а также несущественное изменение твердости, а общей пористости и пористости аэрации незначительное повышение. Таким образом обеспечиваются благоприятные агрофизические условия для роста и развития растений с мощной стержневой корневой системой. Это обусловлено перемещением более тяжелых и плотных частиц подпахотных слоев почвы в пахотный слой, а также смешиванием более гумусированного верхнего слоя с подпахотным горизонтом.

Другими исследованиями установлено, что сложение мелиорированных дерново-подзолистых почв среднего и тяжелого гранулометрического составов отличается повышенной устойчивостью к эрозионным процессам при наличии не менее 40% водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм в диаметре. [1] Степень проявления водной эрозии зависит от комплекса факторов: климата, растительного покрова, рельефа местности, геологии и хозяйственного использования земель. Развитие эрозионных процессов на осушенных землях определяют содержание водопрочных агрегатов и структура почвы.

Наибольшее количество водопрочных агрегатов – самой агрономически ценной фракции в верхней части пахотного слоя почвы (0...10 см), установлено в варианте с дисковой обработкой на глубину 8...10 см. В среднем за три ротации севооборота на фоне поверхностной обработки почвы количество водопрочных агрегатов размером 0,25...1 мм в слое почвы 0...10 см по сравнению с исходным состоянием увеличилось на 0,5% и составило на посевах кукурузы – 40,1% (табл. 2). Тенденция возрастания данной фракции агрегатов на фоне дискования наблюдалась и в более глубоких слоях почвы (10...40 см) во все годы исследований. Одновременно дисковая обработка обеспечила по всем слоям почвы достоверное снижение доли агрегатов размером < 0,25 мм, наиболее влияющих

Таблица 1.

Действие приемов основной обработки на агрофизические показатели плодородия мелиорированной дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы под посевами кукурузы

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Плотность, г/см ³		Общая пористость, %		Пористость аэрации, %		Твердость, кг/см ²	
		Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы	Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы	Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы	Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы
Вспашка на 20 см (контроль)	0...10	1,24	1,25	45,2	46,4	24,3	22,7	5,1	4,6
	10...20	1,36	1,35	41,4	43,2	20,8	19,5	19,5	18,0
	20...30	1,40	1,40	40,7	41,2	16,6	15,5	36,9	34,3
	30...40	1,43	1,44	39,0	39,4	13,5	12,6	45,3	42,9
Вспашка на 30 см	0...10	1,25	1,26	45,0	45,9	24,8	25,2	5,6	5,8
	10...20	1,38	1,39	41,3	42,0	20,4	20,7	20,7	18,5
	20...30	1,39	1,37	40,0	41,5	17,3	17,4	34,0	32,3
	30...40	1,43	1,41	38,9	39,8	13,8	13,9	42,2	39,4
Чизелевание на 30 см	0...10	1,24	1,26	45,2	46,5	24,2	25,2	5,7	5,9
	10...20	1,35	1,36	41,4	42,6	20,3	21,0	21,3	18,7
	20...30	1,37	1,35	40,0	41,5	17,3	17,4	35,1	31,4
	30...40	1,42	1,40	38,8	39,9	14,5	13,3	43,1	40,3
Дисковая обработка на 8...10 см	0...10	1,22	1,20	45,2	46,9	24,9	25,1	4,9	4,2
	10...20	1,36	1,37	41,4	41,1	19,4	18,3	24,7	22,8
	20...30	1,38	1,41	40,7	40,0	16,8	15,1	39,2	39,6
	30...40	1,42	1,47	38,8	37,9	12,9	12,2	53,0	54,6
НСР ₀₅	0...10		0,07		3,0		1,2		0,3
	10...20		0,08		2,7		1,1		1,2
	20...30		0,08		2,7		1,0		1,8
	30...40		0,08		2,5		0,7		2,4

на развитие водной эрозии, и количества водопрочных > 1 мм. На фоне отвальной вспашки на глубину 30 см, достоверное увеличение количества водопрочных агрегатов фракции 0,25...1 мм, по отношению к вспашке на 20 см, установлено в слое почвы 20...30 см, при одновременном значительном уменьшении их содержания в 0...10 см. Следовательно, глубокая отвальная вспашка на 30 см не обеспечивает кардинальных изменений в создании оптимальных условий для формирования водопрочных агрегатов размером 0,25...1 мм.

Коэффициент структурности – совокупный критерий изменения структурного состояния в зависимости от приемов основной обработки почвы. В среднем за три ротации севооборота наибольшее увеличение данного показателя по отношению к исходному значению установлено при дисковой обработке и чизелевании: в слое 0...10 см – на 0,7...0,5, НСР₀₅=0,2; 10...20 см – 0,2...0,3, НСР₀₅=0,1; 20...30 см – 0,2...0,4, НСР₀₅=0,1 и 30...40 см – 0,1...0,3, НСР₀₅=0,1. На фоне глубокой отвальной вспашки на 30 см в слоях почвы 0...10, 10...20 и 20...30 см коэффициент структурности существенно увеличился относительно первоначального значения – 0,3 и 0,2 соответственно, в слое 30...40 см данный показатель оставался на прежнем уровне. В контроле достоверное увеличение коэффициента структурности отмечено в слое 0...10 см, которое равно 0,7, НСР₀₅ = 0,2 (табл. 3).

Таблица 2.

Содержание водопрочных агрегатов при разных приемах обработки почвы, %

Прием обработки почвы	Слой почвы	Исходное значение, 2003 год			В среднем за 2004-2016 годы		
		агрегаты, мм			агрегаты, мм		
		> 1	0,25...1	<0,25	> 1	0,25...1	< 0,25
Вспашка на 20 см (контроль)	0...10	11,6	33,9	8,6	12,6	34,1	9,9
	10...20	10,2	31,1	7,9	11,0	31,3	8,6
	20...30	9,7	28,5	6,7	9,9	28,6	6,2
	30...40	8,7	25,4	6,0	8,9	25,6	6,0
Вспашка на 30 см	0...10	11,5	32,4	8,4	12,3	32,6	8,6
	10...20	10,5	30,7	7,8	11,1	31,1	8,0
	20...30	9,3	28,6	7,1	10,1	30,8	7,1
Чизелевание на 30 см	0...10	11,7	38,3	9,5	13,0	38,6	8,9
	10...20	11,0	36,9	9,2	11,3	37,2	8,6
	20...30	10,0	29,0	8,0	10,4	29,5	7,8
Дисковая обработка на 8...10 см	0...10	12,0	39,6	10,3	13,3	40,1	10,4
	10...20	11,4	38,0	8,2	11,6	38,4	8,1
	20...30	9,7	28,7	6,8	10,5	30,0	6,6
НСР ₀₅	0...10	0,7	2,4	0,5	0,8	2,5	0,5
	10...20	0,7	2,4	0,5	0,8	2,5	0,5
	20...30	0,6	2,0	0,4	0,7	2,0	0,5
	30...40	0,6	1,7	0,3	0,6	1,8	0,8

Таблица 3.

Действие приемов основной обработки почвы на коэффициент структурности под посевами кукурузы

Прием обработки почвы	Слой почвы, см	Исходное значение, 2003 год	Ротация севооборота			В среднем за 2004-2016 годы
			I (2004-2008 гг.)	II (2009-2012 гг.)	III (2013-2016 гг.)	
Вспашка на 20 см (контроль)	0...10	2,3	2,9	3,0	3,1	3,0
	10...20	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
	20...30	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
	30...40	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Вспашка на 30 см	0...10	2,6	2,8	2,9	2,9	2,9
	10...20	2,5	2,6	2,7	2,7	2,7
	20...30	2,3	2,6	2,7	2,8	2,5
Чизелевание на 30 см	0...10	3,1	3,4	3,6	3,7	3,6
	10...20	2,8	3,0	3,1	3,2	3,1
	20...30	2,2	2,5	2,6	2,7	2,6
Дисковая обработка на 8...10 см	0...10	1,9	2,1	2,2	2,3	2,2
	10...20	3,0	3,5	3,7	3,8	3,7
	20...30	2,9	3,0	3,1	3,2	3,1
НСР ₀₅	0...10	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6
	10...20	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2
	20...30	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	30...40	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Таблица 4.
Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы при разных способах основной обработки почвы в начале вегетации кукурузы, мм

Прием обработки почвы	Слой почвы, см	Ротация севооборота			В среднем
		I (2004-2008)	II (2009-2012)	III (2013-2016)	
Вспашка на 20 см (контроль)	0...30	57,2	62,4	65,2	61,6
	0...100	178,3	201,9	211,3	197,2
Вспашка на 30 см	0...30	55,8	60,8	63,6	61,1
	0...100	173,9	196,9	201,6	190,8
Чизелевание на 30 см	0...30	61,2	69,4	72,0	67,5
	0...100	186,3	211,9	229,7	210,1
Дисковая обработка на 8...10 см	0...30	63,1	73,1	76,2	70,8
	0...100	197,2	224,3	234,5	218,7
НСР ₀₅	0...30	3,3	3,6	3,6	3,5
	0...100	10,1	11,5	12,8	11,5

Таким образом, глубокая отвальная вспашка, эффективность которой прослеживается до уровня плужной подошвы, существенно улучшает только структуру обрабатываемого слоя. Энергосберегающее безотвальное рыхление оказывает положительное влияние как на посевной (0...10 см), так и на пахотный (0...20 см) и подпахотный (20...40 см) слои почвы.

Механическая обработка почвы, изменяя ее структурное состояние, наряду с гидромелиорацией, регулирует водно-воздушный режим мелиорированных земель. Принято считать, что оптимальное содержание продуктивной влаги в пахотном слое, где в основном размещена основная масса корней, должна составлять 25...30 мм. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое 0...20 см более 40 мм оцениваются как хорошие; 40...20 мм – удовлетворительные, менее 20 мм – неудовлетворительные.

На основании анализа данных установлено, что на посевах кукурузы в начале вегетационного периода дисковая обработка на глубину 8...10 см и глубокое чизелевание в среднем за три ротации плодосменного севооборота обеспечивают запас продуктивной влаги на уровне оптимальных значений (табл. 4), а также способствуют увеличению запаса продуктивной влаги по отношению к традиционной вспашке в слое почвы 0...30 см на 11,0...11,5 %, 0...100 см на 10,7...10,9%. Следова-

тельно, как поверхностная, так и чизельная обработка обеспечивают заметное увеличение запаса продуктивной влаги, особенно в верхней части пахотного слоя почвы.

Глубокая отвальная вспашка мелиорированных земель на 30 см приводит к иссушению и уменьшению запасов продуктивной влаги в начале вегетации как в верхнем (-1,0%), так и в метровом (-3,2%) слоях почвы. Вместе с тем, следует отметить, что накопление запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в начале вегетации полевых культур при всех приемах основной обработки почвы соответствует оптимальному значению.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баздырев, Г.И. Земледелие / Г.И. Баздырев, В.Г. Лосаков, А.И. Пупонин и др. – М.: Колос. – 2000. – с. 85–102.
2. Беленков, А.И. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Монография / А.И. Беленков, В.А. Шевченко, Т.А. Трофимова, В.П. Шачнев / М.: 2015. – 500 с.
3. Зайдельман, Ф.Р. Мелиорация почв // Ф.Р. Зайдельман – М.: Изд-во МГУ. – 2003. – с. 255–384.
4. Шевченко, В.А. Перспективы производства растениеводческой продукции на мелиорированных землях Нечерноземной зоны России: Монография / В.А. Шевченко – Изд-во «ВНИИГиМ им А.Н. Костякова». – 2017. – С. 242–261.
5. Щедрин, В.Н. Повышение экологической устойчивости различных типов агроландшафтов к деградации почвы на основе применения мелиоративных мероприятий: рекомендации / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай, Е.В. Полуэктов и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – С. 23–29.

LIST OF SOURCES

1. Bazdy`rev, G.I. Zemledelie / G.I. Bazdy`rev, V.G. Loshakov, A.I. Puponin i dr. – M.: Kolos. – 2000. – s. 85–102.
2. Belenkov, A.I. Nauchno-prakticheskie osnovy` sovershenstvovaniya obrabotki pochvy` v sovremenny`x adaptivno-landshaftny`x sistemax zemledeliya. Monografiya / A.I. Belenkov, V.A. Shevchenko, T.A. Trofimova, V.P. Shachnev / M.: 2015. – 500 s.
3. Zajdel`man, F.R. Melioraciya pochv // F.R. Zajdel`man – M.: Izd-vo MGU. – 2003. – s. 255–384.
4. Shevchenko, V.A. Perspektivy` proizvodstva rastenievodcheskoj produkcii na meliorirovanny`x zemlyax Nechernozemnoj zony` Rossii: Monografiya / V.A. Shevchenko – Izd-vo «VNIIGiM im A.N. Kostyakova». – 2017. – S. 242–261.
5. Shhedrin, V.N. Povy`shenie e`kologicheskoy ustojchivosti razlichny`x tipov agrolandshaftov k degradacii pochvy` na osnove primeneniya meliorativny`x meropriyatij: rekomendacii / V.N. Shhedrin, G.T. Balakaj, E.V. Polue`ktov i dr. – M.: FGNU «Rosinformagrotex». – 2009. – S. 23–29.