

УДК 631.51 : 631.82 : 632.954

АГРОТЕХНОЛОГИИ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

А.А. Борин, А.Э. Лощина

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К.Беляева

На типичных для большинства хозяйств Ивановской области дерново-подзолистых легко-суглинистых почвах изучали элементы агротехнологий (обработка почвы, удобрения, гербициды) в стационарном полевом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овёс + клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. Сравнивали четыре системы обработки почвы: отвальную (общепринятую), плоскорезную, комбинированную (отвально-плоскорезную) и мелкую. На фоне обработок под культуры севооборота применяли удобрения и гербициды. Максимальный выход продукции, в среднем по культурам севооборота, получен по плоскорезной системе обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов, несколько меньше по отвальной и минимальной – при мелкой.

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

Введение. Проблемы обработки почвы сводятся к решению основных и принципиальных вопросов: глубина, обрачивание пласта и набор необходимых орудий. Довольно часто отдельный способ обработки рассматривается как пригодный в любых условиях. Однако в преобладающем большинстве эффективность орудий и глубина обработки изучаются при возделывании отдельной культуры и значительно реже – в севообороте [3, 6, 7]. Определенный интерес представляет изучение систем обработки почвы в сочетании с применением удобрений и гербицидов [2].

В сельскохозяйственном производстве Верхневолжья повышение плодородия дерново-подзолистых почв осуществлялось главным образом за счет использования органических удобрений. Однако в связи с сокращением поголовья скота применение их значительно сократилось. Поэтому для сохранения плодородия почвы важное значение имеет совершенствование систем обработки и использование растительных остатков (соломы, сидератов и др.) [4, 5]. Использование оптимальных систем обработки почвы, соответствующих почвенно-

климатическим условиям, позволит сохранить положительный баланс гумуса, повысить эффективность применения удобрений и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур [1].

Цель исследования – определить влияние систем обработки почвы в сочетании с применением удобрений и высокоэффективных гербицидов на агрофизические свойства почвы, засоренность посевов, развитие растений и урожайность культур севооборота.

Методика. Исследования проводились на опытном поле Ивановской ГСХА (2013-2019 гг.) в зернопаропропашном севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овес + клевер луговой – клевер луговой – озимая рожь – картофель – ячмень. В севообороте изучались четыре системы обработки почвы: отвальная (Отв.) – общепринятая для Верхневолжья (контроль), плоскорезная (Пл.), комбинированная (Кмб.) – (50% отвальная + 50% плоскорезная) и мелкая (Млк.). В исследованиях применялся метод расщепленных делянок и изучались: системы обработки почвы – фактор А, удобрения (У) – фактор В и гербициды (Г) – фактор С (табл. 1).

Таблица 1

Схема трехфакторного полевого опыта

Фактор А		Фактор В	Фактор С	
Система обработки почвы		Удобрения	Гербицид	
Отвальная (контроль)	основная			предпосевная
	вспашка (20-22 см) ПЛН-3-35	культивация (10-12см) КПС-4+БЗТС-1	без У и Г	Г
Плоско- рез-ная	обработка без оборачивания почвы (20-22см) КПГ-2,2	культивация (10-12см) КПЭ-3,8 и БИГ-3	У	У и Г
			без У и Г	Г
Комбини- рованная	вспашка (20-22см) ПЛН-3-35	культивация (10-12см) КПЭ-3,8 и БИГ-3	без У и Г	Г
			У	У и Г
Мелкая	дискование (14-16см) БДТ-3	культивация (10-12см) КПС-4 + БЗТС-1	без У и Г	Г
			У	У и Г

Удобрения: основное – озимая пшеница и рожь, ячмень и овес – (НРК)₃₀, картофель – (НРК)₆₀; подкормка – озимая пшеница и рожь – N₃₀.

Гербициды: в фазу кущения – ячмень, озимая пшеница и рожь – Балерина 0,5 л/га; овес и клевер – Гербитокс 1,0 л/га; картофель до всходов – Торнадо 2,0 л/га.

Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Пахотный слой характеризовался низким содержанием гумуса, близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, низким содержанием обменного калия и высоким – подвижных форм фосфора. При проведении исследований определяли: плотность сложения почвы по слоям 0 – 10 и 10 – 20 см объемно-весом методом по Долгову (1986), твердость – твердомером Голубева по Доспехову (1986), ассимиляционную поверхность листьев по Ничипоровичу (1970), засоренность – по Захаренко (2000), математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа по Кирюшину (2013).

Результаты. Обработка оказывает влияние на изменение агрофизических

свойств почвы: плотность, твердость, строение пахотного слоя и др.

В результате исследований установлено, что наибольшая плотность почвы была на клевере – 1,48-1,49 г/см³ (НСР₀₅ = 0,04) и озимых культурах 1,41 – 1,45 г/см³ (НСР₀₅ = 0,02). Более рыхлая почва отмечена на картофеле 1,14-1,20 г/см³ (НСР₀₅ = 0,03) и в поле чистого пара 1,22-1,25 г/см³ (НСР₀₅ = 0,03), что связано с периодическим рыхлением почвы в этих полях. Изучение систем обработки почвы показало, что наибольшая плотность сложения пахотного слоя отмечена по мелкой обработке, особенно в слое 10-20 см, что объясняется глубиной основной обработки, которая составляла 14–16 см, то есть меньше, чем по другим системам. Плотность почвы оказывает влияние на строение пахотного слоя, а следовательно на соотношение между твердой фазой почвы и количеством пор, а это в конечном итоге определяет соотношение воды и воздуха в почве. Исследованиями установлено, что наибольшая пористость почвы была в полях чистого пара (45,5%) и картофеля (50,6%). Из изучаемых систем обработки наименьшая пористость была выявлена по мелкой системе обработки почвы под всеми культурами.

Одной из важных агрофизических характеристик является твердость почвы. При высоких значениях этого показателя заметно снижается всхожесть семян и оказывается значительное сопротивление

росту корневой системы растений. В наших исследованиях твердость почвы была близка к оптимальным параметрам, но существенно различалась по культурам и системам обработки (рис. 1).

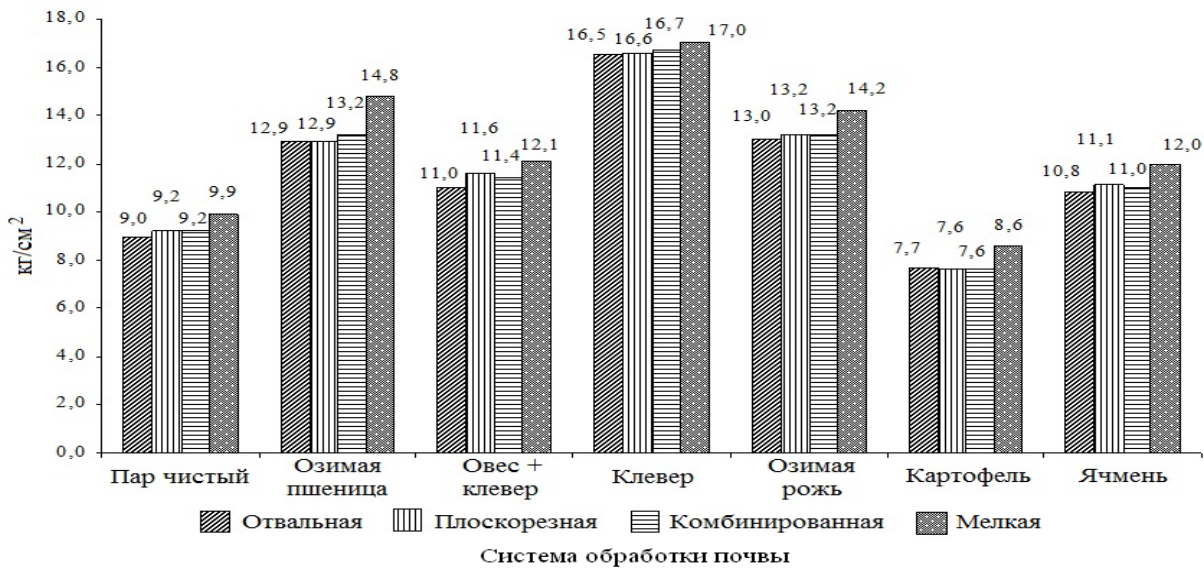


Рис.1 Твердость пахотного слоя почвы, кг/см².
Среднее за вегетационный период.

Твердость почвы в поле чистого пара и под картофелем была меньше, чем под озимыми культурами и клевером. При сравнении данных по системам обработки почвы можно отметить значительное превышение твердости по мелкой обработке.

Обработка почвы через глубину, применяемые орудия и агрофизические свойства оказала влияние на равномерность заделки семян и начальное развитие растений (табл. 2).

Таблица 2

Глубина заделки семян и полевая всхожесть

Система обработки почвы	Показатели	Культура севооборота				
		озимая пшеница	овес	озимая рожь	картофель	ячмень
Отв. (к)	глубина, см	4,6	4,3	4,7	9,1	4,4
	коэф. вариации V, %	17,0	15,4	16,4	9,6	16,0
	полнота всходов, %	81,0	81,3	79,6	78,1	80,7
Пл.	глубина, см	4,5	4,1	4,4	9,2	4,3
	коэф. вариации V, %	14,4	16,0	13,8	8,9	15,6
	полнота всходов, %	82,6	80,8	81,5	90,0	79,0
Кмб.	глубина, см	4,5	4,4	4,5	9,3	4,5
	коэф. вариации V, %	14,7	15,2	14,9	8,8	15,2
	полнота всходов, %	80,0	82,0	80,0	80,0	81,2
Млк.	глубина, см	3,9	3,9	3,9	8,6	4,0
	коэф. вариации V, %	21,3	18,4	19,4	11,7	20,2
	полнота всходов, %	79,3	81,3	79,2	76,4	79,4

Из приведенных данных можно отметить меньшую глубину заделки семян по мелкой системе обработки почвы по всем культурам, по сравнению с другими системами. Это связано с глубиной основной обработки почвы, где она была несколько меньше. В целом глубина заделки семян по всем системам обработки почвы не имела значительных отклонений от оптимальной. В этом плане показательным является коэффициент вариации V , который показывает степень варьирования глубины заделки семян. На озимых культурах более выровненную глубину заделки семян обеспечивает плоскорезная система обработки ($V = 13,8$ и $14,4\%$), а на яровых зерновых –

комбинированная ($V = 15,2\%$). Более равномерная глубина заделки клубней картофеля при коэффициенте вариации $V = 8,8$ и $8,9\%$ отмечается по комбинированной и плоскорезной системам обработки почвы. По этим вариантам установлена и большая полевая всхожесть. По всем культурам коэффициент вариации по мелкой системе обработки почвы был наиболее высоким, однако это не повлияло существенно на полевую всхожесть семян.

На фоне систем обработки почвы под культуры севооборота применялись минеральные удобрения, которые оказали влияние на рост и развитие растений (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений на развитие растений. Фаза колошения (выметывания) зерновых, бутонизации – клевера и картофеля

Система обработки почвы	Показатели	Фон	Культура севооборота					
			озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень
Отв. (к.)	высота, см	без У	68,1	55,4	54,0	103,4	35,0	38,7
		У	86,8	70,0	69,6	123,3	42,9	41,6
	сырая масса 10 растений, г	без У	96,4	32,1	253,3	133,2	816,5	28,6
		У	114,8	42,9	420,5	258,5	1219,4	42,1
	площадь листьев, тыс.м ² /га	без У	27,1	24,8	36,6	30,8	26,5	24,7
		У	31,0	27,2	44,7	35,1	34,8	29,9
Пл.	высота, см	без У	75,2	53,0	52,7	106,8	36,6	37,9
		У	89,4	72,9	61,1	147,4	42,1	42,6
	сырая масса 10 растений, г	без У	111,6	31,9	232,0	140,3	837,8	31,5
		У	159,1	47,3	394,2	286,3	1210,7	33,4
	площадь листьев, тыс.м ² /га	без У	30,2	25,7	32,4	31,5	28,4	26,8
		У	32,9	27,5	43,5	38,0	40,4	30,7
Кмб.	высота, см	без У	69,4	60,6	49,8	98,0	33,8	40,7
		У	80,2	74,2	57,2	121,8	41,6	45,5
	сырая масса 10 растений, г	без У	101,7	34,5	234,4	152,2	807,0	37,8
		У	152,2	57,1	350,2	224,5	1076,5	48,1
	площадь листьев, тыс.м ² /га	без У	29,0	26,7	29,1	31,1	27,2	26,0
		У	31,3	30,3	45,2	35,3	34,2	30,7
Млк.	высота, см	без У	65,7	52,8	51,3	80,5	32,7	36,0
		У	81,8	71,9	59,4	106,7	39,4	41,4
	сырая масса 10 растений, г	без У	87,7	28,4	238,7	138,5	762,9	28,4
		У	123,2	35,3	314,5	217,4	975,0	37,4
	площадь листьев, тыс.м ² /га	без У	26,4	24,4	26,5	30,4	20,8	23,5
		У	27,2	27,2	42,3	33,2	31,4	29,3

Применение минеральных удобрений оказывает положительное влияние на

развитие изучаемых культур. По вариантам с удобрениями по всем системам об-

работки почвы отмечается лучшее развитие растений – большая высота, масса растений и площадь листьев. При этом растения зерновых культур имели большую кустистость, а клевер и картофель – большее количество стеблей. Несколько лучшее развитие озимых культур отмечено по плоскорезной системе обработки почвы, а яровых – по комбинированной. Показатели по развитию растений по мелкой системе обработки почвы уступают другим технологиям.

В полевом севообороте изучали влияние систем обработки почвы и гербицидов на засоренность посевов. В посевах присутствовали как малолетние,

так и многолетние сорняки. Состав сорного компонента агрофитоценоза насчитывал 10 видов сорных растений, относящихся к четырем эколого-биологическим группам. При этом по годам 75-81% приходилось на долю яровых, 13-15% - зимующих и 6-10% многолетних сорняков от общего количества. Агрофитоценозу характерен малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности.

Результаты учетов засоренности показали на значительное их варьирование по культурам и технологиям обработки почвы (табл. 4).

Таблица 4

Засоренность посевов зерновых культур на 1м²

Система обработки почвы	Фон	До обработки		Через 30 дней			Перед уборкой		
		количество, шт.	масса, г	количество, шт.	масса, г	техническая эффективность, %	количество, шт.	масса, г	техническая эффективность, %
Озимая пшеница									
Отв. (к.)	без Г	19	82	28	158	-	20	51	-
	Г	16	73	6	21	62,5	4	20	75,0
Пл.	без Г	27	121	42	218	-	34	136	-
	Г	29	104	9	31	69,0	5	33	82,8
Кмб.	без Г	19	80	27	130	-	21	147	-
	Г	18	69	10	34	44,5	8	26	55,6
Млк.	без Г	31	79	38	114	-	36	189	-
	Г	44	81	17	34	61,4	16	20	63,6
НСР ₀₅		12	41	8	47		8	50	
Овес									
Отв. (к.)	без Г	40	56	48	171	-	44	49	-
	Г	30	49	16	58	46,7	10	38	66,7
Пл.	без Г	52	112	78	194	-	58	141	-
	Г	70	76	27	27	61,4	20	28	71,4
Кмб.	без Г	44	94	56	161	-	51	88	-
	Г	36	67	16	34	55,6	12	29	66,7
Млк.	без Г	68	156	72	169	-	73	77	-
	Г	82	179	46	56	43,9	27	27	67,1
НСР ₀₅		11	39	13	33		12	39	

До обработки посевов гербицидами наибольшая засоренность была отмечена по мелкой и плоскорезной системам обработки почвы. Это связано с отсутствием или частичным оборачиванием почвы в этих вариантах при обработке. Через 30

дней после обработки посевов гербицидами техническая эффективность на озимой пшенице составляла 44,5-69,0%, а на овсе 43,9-61,4%. Масса сорняков по вариантам с применением гербицидов уменьшилась в 1,1-3,5 раза, в то время как в вариантах без их применения она увеличилась в 1,4-3,0 раза. К уборке тех-

ническая эффективность составляла на пшенице 55,6-82,8%, а на овсе 66,7-71,4%. Следует отметить, что по вариантам плоскорезной и мелкой систем обработки процент технической эффективности был выше, в связи с большей засо-

ренностью посевов по этим технологиям. Аналогичная закономерность отмечается и по другим культурам севооборота.

Изучаемые агротехнологии оказали влияние на урожайность культур севооборота (табл. 5).

Таблица 5

Система обработки почвы	Фон	Культура севооборота						Среднее зерновых единиц
		озимая пшеница	овес + клевер	клевер (сено)	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	без У и Г	28,4	22,5	37,9	26,3	207	20,1	27,2
	У	38,0	30,3	46,6	35,3	235	27,6	34,5
	Г	29,0	23,5	37,6	26,5	213	21,1	27,9
	У и Г	39,1	31,1	47,5	37,2	251	28,5	36,0
Пл.	без У и Г	29,4	22,2	37,0	27,2	211	19,9	27,6
	У	38,8	29,4	46,2	36,7	240	27,2	34,9
	Г	30,4	24,1	37,1	27,9	226	21,9	29,1
	У и Г	40,2	30,7	46,5	37,4	257	28,6	36,4
Кмб.	без У и Г	28,5	22,8	37,3	26,5	210	20,0	27,4
	У	37,2	30,3	46,7	35,2	238	28,0	34,6
	Г	29,2	23,7	37,0	26,8	217	22,0	28,3
	У и Г	38,7	31,3	47,2	36,4	254	29,0	36,0
Млк.	без У и Г	27,7	21,9	36,2	25,7	187	19,8	25,9
	У	36,0	28,8	44,5	34,0	214	27,2	32,6
	Г	28,6	23,7	36,7	26,8	198	22,0	27,4
	У и Г	37,5	30,0	45,1	35,2	224	28,0	33,9
Фактор А: НСР ₀₅		0,8	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	0,5	10,0	Fф<F ₀₅	
Фактор В и АВ: НСР ₀₅		1,4	1,7	1,5	1,8	18,0	1,6	
Фактор С, АС, ВС и АВС: НСР ₀₅		0,7	0,6	Fф<F ₀₅	0,5	Fф<F ₀₅	0,7	

Анализ полученных данных показал, что на уровень урожайности в большей степени оказали влияние минеральные удобрения. На озимых культурах увеличение урожайности от их применения составило 8,3-9,6 ц/га. На яровых зерновых несколько ниже - 6,9-9,4 ц/га. На клевере урожай сена от удобрений повысился на 8,3-9,4 ц/га, а на картофеле на 27-29 ц/га. Увеличение урожайности от применения гербицидов было значительно меньшим. Наиболее эффективно применение их было на посадках картофеля, увеличение составило 6,0-15,0 ц/га и яровых зерновых – 0,9-2,2 ц/га. На озимых

культурах применение гербицидов дает не значительный эффект, а на клевере отмечается даже некоторое снижение урожайности.

Системы обработки почвы проявились в севообороте по разному. На озимых культурах по плоскорезной системе обработки урожайность увеличилась на 0,9 ц/га на озимой ржи и 1,0 ц/га – на озимой пшенице, мелкая дала снижение урожайности на 0,7 ц/га. На овсе лучше проявилась комбинированная система обработки почвы, увеличение урожайности по сравнению с отвальной, составило 0,3 ц/га, а на ячмене преимущество имела

отвальная технология. Плоскорезная и мелкая системы обработки на яровых зерновых дали снижение урожайности на 0,2-0,6 ц/га. Наиболее высокая урожайность картофеля получена с применением плоскорезной системы обработки, а клевера – по традиционной отвальной. По выходу зерновых единиц некоторое преимущество имела плоскорезная система обработки почвы - в среднем по культурам севооборота урожайность составила 27,6 ц/га, меньший выход по мелкой – 25,9ц/га.

В целом изучение агротехнологий выявило целесообразность комплексного применения удобрений и гербицидов по фону различных систем обработки почвы, хотя эффективность их в формировании урожайности существенно различается. Максимальное повышение урожайности обеспечивают удобрения, меньшее – гербициды и обработка почвы. Однако их следует рассматривать в комплексе, как составные части агротехнологий.

Выводы:

1. Изучаемые системы обработки почвы оказали влияние на агрофизические свойства почвы. Большая плотность пахотного слоя ($1,35 \text{ г/см}^3$) и твердость ($9,9-17,0 \text{ кг/см}^2$) отмечены по мелкой системе обработки почвы.

2. Наиболее выровненную глубину заделки семян озимых культур обеспечивала плоскорезная система обработки почвы ($V=13,8$ и $14,4 \%$), а яровых зерновых – комбинированная ($V=15,2\%$).

3. Приемы обработки почвы с меньшей глубиной (мелкая) и без оборачивания пахотного слоя (плоскорезная) увеличивали засоренность посевов в 1,6 – 2,0 раза по сравнению с отвальной. Тех-

ническая эффективность от применения гербицидов составила 55,6 – 82,8%.

4. Комплексное применение удобрений и гербицидов по фону различных систем обработки почвы обеспечивало максимальную урожайность по плоскорезной обработке – 36,4 ц/га з.ед. в среднем по культурам севооборота, несколько меньше по отвальной и минимальное – по мелкой – 33,9 ц/га з. ед.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляк, В.Б. Эффективность сидеральных смесей / В.Б. Беляк, И.Н. Зеленин, А.В. Чернышов // Земледелие. – 2008. – №4. – С. 28-29.
2. Борин, А.А. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях ее обработки / А.А. Борин, А.Э. Лощина // Плодородие. – 2015. – №2 (83) – С. 25-27.
3. Бугачук, М.А. Влияние длительности использования основной обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в севообороте на её плодородие и урожайность овса, люпина, озимой пшеницы. Автореф. дисс. к. с.-х. н.: 06.01.01 / Бугачук Михаил Анатольевич. – М., 2001. – 21 с.
4. Еськов, А.И. Повышение эффективности использования растительных остатков в ресурсосберегающих технологиях / А.И. Еськов, И.В. Русакова // Совершенствование научных основ, технологий производства и применения органических удобрений. Владимир, 2013. – С. 506-512.
5. Кульков, В. Почвозащитная и минимальная обработка чистого пара под озимую рожь в Саратовской области / В. Кульков, А. Данилов, А. Шишкин // Главный агроном. – 2013. – №7. – С. 9-11.
6. Рзаева В.В. Засоренность яровой пшеницы при различных способах обработки почвы в Северном Зауралье / В.В. Рзаева // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 25-27.
7. Черкасов, Г.Н. Ресурсосберегающие приемы в адаптивно-ландшафтном земледелии / Г.Н. Черкасов, С.И. Казанцев // Владимирский земледелец. – 2013. – №3 (65). – С. 5-8.

AGROTECHNOLOGIES AND CROP ROTATION PRODUCTIVITY ON SOD-PODZOLIC SOILS OF THE UPPER VOLGA REGION

A.A. Borin, A. E. Loshchinina

The research on sod-podzolic soils typical for the most farms of Ivanovo region was held. Soil treatment was studied in stationary field crop rotation with following crops: bare fallow – winter wheat – oats + clover – clover – winter rye – potato – barley. Four systems of soil treatment were compared: moldboard plowing (commonly used), flat plowing, combined (moldboard plowing, flat plowing) and shallow plowing. While rotation crops were being treated, fertilizers and herbicides were used. The maximum yield obtained by flat plowing system of the soil in the complex with the use of fertilizers and herbicides, slightly lower in the moldboard plowing and the minimum when shallow plowing.

Key words: soil cultivation, agrophysics, fertilizers, herbicides, impurities, crop yield.

References

1. Beliak, V.B. Effektivnost' sidental'nykh smesei [The effectiveness of green manure mixtures]/ V.B. Beliak, I.N. Zelenin, A.V. Chernyshov // Zemledelie. 2008. no 4. pp. 28-29.
2. Borin, A.A. Produktivnost' sevooborota i plodorodie pochvy pri razlichnykh tekhnologiiakh ee obrabotki [Productivity of crop rotation and soil fertility under different cultivation technologies] / A.A. Borin, A.E. Loshchinina // Plodorodie. – 2015. no.2 (83). pp. 25-27.
3. Bugachuk, M.A. Vliianie dlitel'nosti ispol'zovaniia osnovnoi obrabotki dernovo-podzolistoi srednesuglinistoi pochvy v sevooborote na ee plodorodie i urozhainost' ovsya, liupina, ozimoi pshenitsy [The influence of the duration of use of the main cultivation of sod-podzolic medium loamy soil in the crop rotation on its fertility and productivity of oats, lupine, winter wheat] . Avtoref. diss. k. s.-kh. n.: 06.01.01 / Bugachuk Mikhail Anatol'evich. – Moscow, 2001. 21 P.
4. Es'kov, A.I. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniia rastitel'nykh ostatkov v resursosberegaiushchikh tekhnologiiakh [Improving the efficiency of the use of plant residues in resource-saving technologies] / A.I. Es'kov, I.V. Rusakova // Sovershenstvovanie nauchnykh osnov, tekhnologii proizvodstva i primeneniia organicheskikh udobrenii. Vladimir, 2013. pp. 506-512.
5. Kul'kov, V. Pochvozashchitnaia i minimal'naia obrabotka chistogo para pod ozimuiu rozh' v Saratovskoi oblasti [Soil-protective and minimal treatment of pure steam for winter rye in the Saratov region] / V. Kul'kov, A. Danilov, A. Shishkin // Glavnyi agronom. 2013. no7. pp. 9-11.
6. Rzaeva V.V. Zasorennost' iarovoi pshenitsy pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy v Severnom Zaural'e [Contamination of spring wheat under various tillage methods in the Northern Ural] // Zemledelie, 2013, no. 8, pp. 25-27.
7. Cherkasov, G.N. Resursosberegaiushchie priemy v adaptivno-landshaftnom zemledelii [Resource-saving techniques in adaptive landscape farming] / G.N. Cherkasov, S.I. Kazantsev // Vladimirskaia zemledelets. 2013. no.3 (65). pp. 5-8.