

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Е.В. БОЛЬШАКОВА, М.Ю. КОЧЕВЫХ, А.М. ТРУФАНОВ, Б.А. СМИРНОВ

(Кафедра земледелия и защиты растений)*

Приводятся результаты исследований за 2005–2008 гг., выполненных в многолетнем 3-факторном стационарном полевом опыте, заложенном в 1995 г. на опытном поле ЯГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве, после 10–13-летнего действия факторов на засорённость и урожайность культур.

Ключевые слова: технология, энергосберегающая, обработка, удобрение, гербициды, засорённость, урожайность.

Общеизвестно, что серьезным препятствием в получении высоких и стабильных урожаев с.-х. культур была и остается засорённость полей. Из-за высокой засорённости посевов в России систематически не добирается от 20 до 30% и более потенциального урожая [3]. Сорные растения характеризуются большим обилием и высокой вредоносностью по отношению к выращиваемым культурам [5].

Дерново-подзолистые глееватые почвы сформировались при кратковременном избыточном увлажнении. Они характеризуются сильной засорённостью, особенно многолетними сорняками. Это обусловлено отсутствием возможности своевременного применения механических мер борьбы, так как основная обработка почвы отвальная в послеуборочный период, как правило, не применяется из-за раннего подъёма грунтовых вод к поверхности почвы и её переувлажнения. В весенний период почва приходит в состояние физической спелости с большим опозданием [1, 6]. Таким образом, как в послеуборочный период, так и в предпосевной в течение длительно-

го времени создаются благоприятные условия для роста и развития сорных растений. Следовательно, энергоёмкая система отвальной обработки должна быть заменена на менее энергоёмкие, чтобы не допустить усиления засорённости посевов [2].

Такие почвы в Нечерноземной зоне широко распространены, только в Ярославской обл. они занимают 16,6% от общей площади пашни. Эти почвы имеют большое страховое значение в засушливые годы.

На данных почвах в Нечерноземной зоне исследования по управлению сорным компонентом полевого фитоценоза, базирующихся на сочетании систем минимальной обработки и биологического угнетения сорных растений культурой путем применения минеральных удобрений в сочетании с соломой, практически не проводили.

Методика

Опыт заложен методом расщеплённых делянок с рендомизированным размещением вариантов, повторность опыта 4-кратная.

* ФГОУ ВПО «Ярославская ГСХА».

Схема трёхфакторного (4×6×2) опыта включала 48 вариантов. На делянках первого порядка площадью 756 м² (54 м × 14 м) изучали системы обработки почвы, на делянках второго порядка площадью 126 м² (14 м × 9 м) — удобрения и на делянках третьего порядка площадью 63 м² (9 м × 7 м) — гербициды.

Схема полевого стационарного трёхфакторного (4 × 6 × 2) опыта

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»

1. Отвальная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием или лушением на 8–10 см, ежегодно, «О₁».

2. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20–22 см с предварительным лушением на 8–10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 6–8 см в остальные 3 года, «О₂».

3. Поверхностно-отвальная: вспашка на 20–22 см с предварительным лушением на 8–10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 6–8 см в остальные 3 года, «О₃».

4. Поверхностная: однократная поверхностная обработка на 6–8 см, ежегодно, «О₄».

Фактор В. Система удобрений, «У»

1. Без удобрений, «У₁».

2. N₃₀, «У₂».

3. Солома 3 т/га, «У₃».

4. Солома 3 т/га + N₃₀ (азотное удобрение в расчёте 10 кг д.в. на 1 т соломы), «У₄».

5. Солома 3 т/га + NPK (дозы минеральных удобрений, рассчитанные на планируемую прибавку урожайности), «У₅».

6. NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожайности), «У₆».

Фактор С. Система защиты растений, «Г»

1. Биотехнологическая (без гербицидов), «Г₁».

2. Интегрированная (с гербицидами), «Г₂».

Опыт заложен с чередованием культур во времени: многолетние травы (1995) — озимая пшеница, (1996) — однолетние травы, (1997) — ячмень, (1998) — овёс, (1999) — однолетние травы, (2000) — озимая рожь, (2001) — однолетние травы, (2002) — озимая рожь, (2003) — однолетние травы, (2004) — ячмень, (2005) — озимое тритикале, (2006) — однолетние травы, (2007) — озимая рожь (2008).

Сорта культур: Мироновская 808 — озимая пшеница; Ярославская 136 — вико полевая + Скакун-овёс — однолетние травы; Антей — озимое тритикале; Московский 121 — ячмень; Скакун-овёс; Волхова (2001, 2003), Валдай (2008) — озимая рожь.

Норма высева всех зерновых культур — из расчета 6 млн всхожих зерен на 1 га, однолетних трав (викоовсяной смеси) — 5,6 млн шт/га при соотношении овса и вики 1:1 по числу всхожих зерен.

Глубина заделки для яровых культур — 3–4 см, для озимых — 4–5 см. Густота стояния культурных растений перед уборкой урожая варьировала по годам 350–420 шт/м².

Гербициды: 2,4-ДА (40%) в норме 2,0 кг/га весной в фазу кущения озимой пшеницы (1996); раундап — 5,0 л/га за две недели до предпосевной обработки под викоовсяную смесь по всходам пырея ползучего (10–15 см) (1997); гранстар — 15,0 г/га в фазу кущения ячменя (1998); раундап — 8,0 л/га при массовом появлении побегов многолетних сорных растений, за 14 дней до предпосевной обработки почвы под викоовсяную смесь (2004); агритокс — 1,25 л/га — весной в фазу кущения озимого тритикале (2006).

Учет сорных растений проводили по методике [4].

В данной статье приводятся результаты исследований в среднем по двум срокам учета сорных растений только по отвальной, поверхностно-отвальной и

поверхностной системам обработки на фонах: без удобрений, солома 3 т/га + N30 кг/га д.в., солома 3 т/га + NPK (дозы минеральных удобрений, рассчитанные на планируемую прибавку урожайности) в вариантах без гербицидов и с гербицидами на 10–13-й год действия факторов во 2–5-й год поверхностных обработок после отвальной на системе поверхностно-отвальной обработки.

Результаты и их обсуждение

В посевах второй культуры после вспашки (ячмень) общая численность сорных растений в среднем за вегетацию была меньше исходной засоренности в вариантах без гербицидов и без удобрений по поверхностно-отвальной обработке была на 21,3%, а по поверхностной — на 16,4%, чем по отвальной и поверхностно-отвальной системам общая численность была практически одинаковой, по поверх-

ностной же обработке наблюдалось увеличение на 21,3% по сравнению с отвальной (табл. 1).

Применение соломы совместно с азотом способствовало некоторому усилению конкурентной способности ячменя и снижению общей численности сорных растений. При этом необходимо отметить некоторые закономерности в динамике сорных растений при обработке почвы. Так, по поверхностно-отвальной обработке общая численность сорных растений на 35,8% меньше, а на поверхностной — на 9,4%, по сравнению с отвальной. В вариантах с гербицидами по поверхностно-отвальной и поверхностной системам обработки общая численность была меньше, чем по отвальной, на 27,1 и 22,9% соответственно.

При применении соломы с полными минеральными удобрениями (солома+NPK) по отвальной обработке установлено уменьшение общей численности на 13,1%, а по систе-

Таблица 1
Численность всех видов сорных растений по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (шт/м²)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, О ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	61	116	25	128
		С Г ₂	47	76	18	138
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	53	115	37	198
		С Г ₂	48	78	17	136
		Солома+NPK, У ₅	Без Г ₁	53	94	31
		С Г ₂	48	78	21	115
Поверхностно-отвальная, О ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	48	114	34	115
		С Г ₂	50	115	31	115
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	34	97	40	147
		С Г ₂	35	111	40	104
		Солома+NPK	Без Г ₁	56	95	44
С Г ₂	56		122	44	120	
Поверхностная, О ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	51	75	86	83
		С Г ₂	57	89	27	72
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	48	104	41	100
		С Г ₂	37	120	23	115
		Солома+NPK	Без Г ₁	66	117	46
С Г ₂	54		130	48	110	
НСР ₀₅ по системам обработки почвы			28,1	42,5	25,3	60,3
НСР ₀₅ по системам удобрений			16,3	40,3	18,3	43,4
НСР ₀₅ по системам защиты растений			17,2	40,6	17,1	42,3

Примечание. Здесь и далее в Г₁, Г₂ — гербицид.

мам поверхностно-отвальной и поверхностной — увеличение на 16,7 и 29,4% соответственно. В вариантах с гербицидами по всем системам обработки почвы наблюдалась практически одинаковая численность сорных растений по сравнению с фоном без удобрений при ее увеличении по системе поверхностно-отвальной обработки на 12,0% и уменьшении по поверхностной — на 5,3%.

Следовательно, в посевах второй культуры после вспашки по поверхностной обработке (ячмень) общая численность сорных растений в системе поверхностно-отвальной обработки была на уровне или меньше, чем при ежегодной отвальной как в вариантах без применения гербицидов, так и с их применением.

В посевах третьей культуры после вспашки и второй по поверхностной обработке (озимое тритикале) в вариантах без гербицидов по всем фонам удобрений по поверхностно-отвальной обработке общая численность растений была также либо на уровне, либо ниже, чем по отвальной обработке, как и в посевах второй культуры после вспашки. При применении гербицидов в вариантах с поверхностной обработкой, особенно ежегодной, в большинстве случаев наблюдалась большая численность сорных растений, чем по отвальной. Это свидетельствует о том, что применение данных гербицидов в Нечерноземной зоне не снимает отрицательные последствия поверхностных обработок.

В посевах четвертой культуры после вспашки и третьей по поверхностной обработке (викоовсяная смесь) в вариантах без гербицидов общая численность сорных растений несколько увеличилась на делянках без удобрений и при применении соломы совместно с полными минеральными удобрениями по сравнению с отвальной обработкой, а по фону соломы с азотными удобрениями — на уровне последней. В вариантах с последствием гербицидов, как и в посевах третьей культуры

после вспашки с гербицидами, общая численность сорных растений по всем фонам удобрений во всех вариантах с поверхностной обработкой, особенно с ежегодной, была выше, чем по отвальной. Это еще раз свидетельствует о низкой эффективности данных гербицидов в Нечерноземной зоне при поверхностной обработке почвы из-за большого количества семян в верхнем слое почвы, которые прорастают после применения гербицида. Кроме того, динамика общей численности сорных растений за 4 года после вспашки свидетельствует о необходимости обрабатывания почвы с целью устранения дифференциации пахотного горизонта по засоренности почвы органами размножения на слои с наибольшими значениями их в верхнем слое. Чтобы убедиться в целесообразности обрабатывания почвы после 3-летнего цикла поверхностных обработок, на пятый год после вспашки и на четвертый год поверхностных обработок был произведен посев наиболее конкурентоспособной по отношению к сорным растениям культуры озимая рожь.

Динамика численности сорных растений свидетельствуют о том, что общая численность сорных растений как в вариантах без гербицидов, так и с гербицидами по фону без удобрений и с их применением при обеих системах с энергосберегающими технологиями обработки, в т.ч. и поверхностно-отвальной, имела динамику к снижению по сравнению с отвальной в соответствующих вариантах на 10,2–47,8% по фону без удобрений, 15,4–49,5 по фону солома+N₃₀ и 4,3–15,4% по фону солома+NPK.

Применение соломы с азотными удобрениями способствовало существенному увеличению общей численности сорных растений по отвальной обработке в вариантах без гербицидов и по поверхностной обработке с последствием гербицидов по сравнению с фоном без удобрений. По фону применения соломы с полными минеральными удобрениями как в ва-

риантах без гербицидов, так и с гербицидами по всем системам обработки почвы не наблюдалось существенных изменений общей численности сорных растений в сравнении с фоном без удобрений.

Положительная роль гербицидов проявилась в последствии на отвальной и поверхностно-отвальной обработках по фону применения соломы с азотными удобрениями.

Необходимо отметить, что использование гербицидов для подавления сорняков с учетом их действия и последствия при сложившихся метеорологических условиях, по всем системам обработки почвы и фону удобрений было малоэффективным.

Особое значение при сравнительном изучении разных систем обработки почвы имеет влияние их на засорённость посевов многолетними видами как наиболее конкурентоспособными за факторы жизни по отношению к культурным видам (табл. 2).

На посевах ячменя (2005 г.), озимого тритикале (2006 г.), неадаптированных к данной агроландшафтной территории, численность многолетних сорных растений по энергосберегающим технологиям на основе минимализации обработки, особенно по системе поверхностной, была значительно больше по всем фонам удобрений, чем по ежегодной отвальной обработке в связи с низкой конкурентной способностью культурных растений независимо от уровня минерального питания.

Только лишь в 2007 г., т.е. на четвертый год после вспашки и на третий год по поверхностным обработкам в системе поверхностно-отвальной обработки численность многолетних сорных растений была меньше на 27,9% по фону без удобрений, 21,0 — по фону солома+N₃₀ и на 45,5% — по фону солома+NPK, чем по отвальной. По ежегодной поверхностной обработке установлено увеличение многолетних

Таблица 2

Численность многолетних видов сорных растений по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (шт/м²)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, O ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	8,5	13,0	20,1	4,6
		С Г ₂	6,1	4,3	11,1	3,1
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	8,5	13,0	20,1	4,6
		С Г ₂	6,1	4,3	11,1	3,1
		Солома+NPK, У ₅	Без Г ₁	3,8	15,1	23,5
С Г ₂	4,8		4,6	7,8	3,0	
Поверхностно- отвальная, O ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	10,7	19,5	14,5	8,5
		С Г ₂	8,9	18,4	10,2	4,9
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	10,1	18,4	18,8	8,7
		С Г ₂	4,6	18,7	9,2	4,0
		Солома+NPK	Без Г ₁	7,9	19,9	12,8
С Г ₂	5,0		13,2	8,5	6,8	
Поверхност- ная, O ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	14,9	24,2	77,7	13,0
		С Г ₂	11,9	14,3	16,9	6,4
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	7,2	22,6	25,5	9,0
		С Г ₂	5,5	13,0	12,6	6,9
		Солома+NPK	Без Г ₁	5,8	16,6	13,0
С Г ₂	7,3		22,2	7,4	4,0	
НСР ₀₅ по системам обработки почвы			0,1	7,1	14,7	4,9
НСР ₀₅ по системам удобрений			8,9	8,0	11,1	4,0
НСР ₀₅ по системам защиты растений			6,5	7,1	11,5	4,0

сорных растений по фону без удобрений в 3,9 раза, по фону солома+N₃₀ — на 7,1%. И только при самом высоком уровне конкурентоспособности культуры по фону солома+NPK произошло снижение численности на 44,7% по сравнению с отвальной.

В 2008 г., т.е. на пятый год после вспашки и четвертый год поверхностной обработки в системе поверхностно-отвальной при посеве озимой ржи численность побегов многолетних сорных растений по обеим энергосберегающим системам на всех трех фонах удобрений была больше, чем по отвальной обработке с наибольшими значениями по ежегодной поверхностной обработке на фонах без удобрений и соломы совместно с азотом и меньше, чем по фону совместного применения соломы с полными минеральными удобрениями по данной обработке. Динамика численности побегов многолетних сорных растений за последние четыре года пятилетней ротации системы поверхностно-отвальной об-

работки еще раз свидетельствуют о необходимости проведения вспашки с предварительным лущением через три года поверхностных обработок без использования гербицидов. Поскольку продление периода поверхностных обработок в системе поверхностно-отвальной способствует возобновлению засоренности посевов многолетними сорняками, несмотря на посев наиболее высококонкурентной культуры в последующие годы, если не прервать трехлетний цикл поверхностных обработок одногодичной отвальной обработкой в классическом варианте, т.е. вспашки с предварительным лущением. Продление периода поверхностных обработок свыше трех лет приводит к необходимости применения эффективных гербицидов.

Численность малолетних сорных растений во все годы исследований (2005–2008) в вариантах без гербицидов по системам энергосберегающей обработки, в т.ч. и по поверхностно-отвальной как в первый год поверх-

Таблица 3

Численность малолетних видов сорных растений по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (шт/м²)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, О ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	53	103	5	123
		С Г ₂	41	72	7	135
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	48	103	13	194
		С Г ₂	45	73	11	134
	Солома+NPK, У ₅	Без Г ₁	48	79	7	114
		С Г ₂	43	73	13	112
Поверхностно-отвальная, О ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	37	94	19	106
		С Г ₂	41	96	21	110
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	26	79	21	138
		С Г ₂	30	93	31	100
	Солома+NPK	Без Г ₁	48	75	31	112
		С Г ₂	51	109	35	113
Поверхностная, О ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	36	51	8	70
		С Г ₂	45	75	10	66
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	41	81	15	91
		С Г ₂	31	107	10	108
	Солома+NPK	Без Г ₁	60	100	33	95
		С Г ₂	47	108	41	106
НСР ₀₅ по системам обработки почвы			24,8	51,4	21,9	60,5
НСР ₀₅ по системам удобрений			25,6	48,1	16,8	43,8
НСР ₀₅ по системам защиты растений			23,5	43,7	16,0	42,7

ностных обработок, так и второй – четвертый не имела на всех трех фонах удобрений существенных различий в сравнении с отвальной (табл. 3). Исключение составили системы поверхностно-отвальной и ежегодной поверхностной обработки при применении соломы с полными минеральными удобрениями в 2007 г. (на четвертый год обработки в системе поверхностно-отвальной), по которым численность была больше в 4,4–4,7 раза по сравнению с отвальной обработкой на данном фоне. При этом необходимо отметить, что по обеим системам энергосберегающей обработки на всех фонах удобрений численность малолетних сорных растений была меньше, чем по ежегодной отвальной обработке.

Применение гербицидов для подавления всех сорных растений было малоэффективным по всем системам обработки почвы и удобрений. Так, по ежегодной поверхностной обработке по фону солома+N₃₀ в (2008) и соло-

ма + NPK (2007–2008) по сравнению с фоном без удобрений, несмотря на применение гербицидов, численность малолетних сорных растений была больше в 4,1 раза в 2007 г. и в 1,6 раза в 2008 г.

Таким образом, как по фону без гербицидов, так и с их применением даже в вариантах с интенсивной системой удобрений (солома+NPK), на третий год поверхностных обработок в системе поверхностно-отвальной численность всех сорных растений была существенно больше в сравнении с отвальной обработкой.

Сухая масса сорняков во все годы выращивания культур из-за сильного поражения болезнями овса была больше во всех вариантах энергосберегающей обработки и удобрений как по фону без гербицидов, так и с гербицидами в сравнении с отвальной из-за низкой конкурентоспособности культуры (табл. 4). И только при выращивании озимой ржи (2008) накопление общей

Таблица 4

Накопление сухой массы всеми видами сорных растений по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (г/м²)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, О ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	24,5	50,7	23,4	29,2
		С Г ₂	13,8	35,6	20,0	30,3
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	78,7	63,8	32,6	46,0
		С Г ₂	22,8	55,8	19,7	30,4
	Солома+NPK, У ₅	Без Г ₁	38,1	98,4	41,8	54,9
		С Г ₂	24,2	73,3	49,2	69,6
Поверхностно-отвальная, О ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	48,6	73,0	45,6	38,2
		С Г ₂	20,2	48,1	40,6	34,5
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	40,6	58,0	49,6	46,0
		С Г ₂	50,1	36,2	63,6	34,1
	Солома+NPK	Без Г ₁	58,8	112,4	81,1	55,3
		С Г ₂	103,2	86,3	75,4	57,6
Поверхностная, О ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	52,1	60,9	38,5	32,7
		С Г ₂	33,0	27,7	35,6	22,3
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	45,4	51,5	37,7	36,7
		С Г ₂	77,3	61,1	49,9	23,5
	Солома+NPK	Без Г ₁	51,7	93,5	76,9	42,0
		С Г ₂	37,7	104,8	86,1	59,5
НСР ₀₅ по системам обработки почвы			53,7	47,7	50,6	30,9
НСР ₀₅ по системам удобрений			53,8	46,8	41,0	27,2
НСР ₀₅ по системам защиты растений			54,8	45,4	37,0	29,1

сухой массы сорных растений при обеих системах энергосберегающей обработки было одинаковым либо меньше в сравнении с отвальной обработкой. На посевах викоовсяной смеси, даже при меньшей численности многолетних сорных растений, по энергосберегающим технологиям содержание общей сухой массы сорных растений было больше по поверхностно-отвальной и поверхностной обработкам на всех фонах удобрений в вариантах с гербицидами и без их применения, чем по отвальной. А в посевах озимой ржи на пятый год после вспашки и четвертый год поверхностной обработки даже при увеличении численности многолетних сорных растений по энергосберегающим технологиям по сравнению с отвальной содержание общей сухой массы сорных растений было одинаковое или меньше.

Представляет интерес определение доли участия в накоплении общей сухой массы сорных растений отдельно

малолетними и многолетними растениями. Хотя накопление сухой массы многолетними видами сорных растений на энергосберегающих технологиях в посевах всех культурных растений опыта (2005–2008) было больше по сравнению с отвальной, однако абсолютные значения увеличения массы были незначительными (табл. 5). Это свидетельствует о возможности совершенствования технологии обработки почвы при минимализации.

В вариантах с применением гербицидов наблюдалась аналогичная динамика, что свидетельствует о незначительном их влиянии в данных почвенно-климатических условиях.

Сухая масса малолетних сорных растений в посевах второй культуры после вспашки, т.е. первой культуры по поверхностной обработке, ячменя (2005) по поверхностно-отвальной и ежегодной поверхностной обработкам по фону солома+N₃₀ уменьшалась в 2,6–2,1 раза по сравнению с отвальной

Таблица 5

Накопление сухой массы многолетними видами сорных растений по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (г/м²)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, О ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	4,4	7,1	20,9	2,4
		С Г ₂	1,8	2,7	16,5	2,3
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	7,8	9,1	26,8	4,3
		С Г ₂	1,6	2,9	11,7	2,2
		Без Г ₁	7,1	8,4	27,9	2,8
			С Г ₂	3,3	6,2	12,2
Поверхностно-отвальная, О ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	13,1	23,0	25,9	15,8
		С Г ₂	7,3	7,1	12,7	5,9
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	13,7	14,4	36,8	16,0
		С Г ₂	9,2	7,0	18,1	6,5
		Без Г ₁	24,0	25,6	24,4	10,3
			С Г ₂	14,8	10,7	17,4
Поверхностная, О ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	14,8	22,4	35,9	14,5
		С Г ₂	9,8	8,1	31,4	7,1
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	12,8	18,1	34,1	15,4
		С Г ₂	5,5	6,8	42,9	6,1
		Без Г ₁	16,0	10,9	30,4	6,7
			С Г ₂	12,0	5,5	21,4
НСР ₀₅ по системам обработки почвы			10,0	15,1	27,3	7,6
НСР ₀₅ по системам удобрений			11,3	10,9	19,2	6,2
НСР ₀₅ по системам защиты растений			6,0	5,8	21,2	6,5

обработкой, а по фону солома+NPK была на уровне последней (табл. 6).

В посевах третьей культуры после вспашки (тритикале) по энергосберегающим технологиям на фонах солома+N₃₀ и солома+NPK накопление сухой массы малолетних сорных растений было меньше по сравнению с отвальной. И только на фоне без удобрений динамика накопления сухой массы малолетников по энергосберегающим технологиям была примерно на уровне отвальной обработки.

В посевах четвертой культуры после вспашки (викоовсяная смесь) по энергосберегающим технологиям на фоне солома+NPK по сравнению с отвальной наблюдалось некоторое увеличение накопления сухой массы малолетниками. При этом необходимо отметить, что фактическое накопление сухой массы по энергосберегающим технологиям на фоне без удобрений и по поверхностной обработке на фоне солома+N₃₀ было незначительным.

В 2008 г. на четвертый год по поверхностных обработок в системе поверхностно-отвальной при выращивании озимой ржи на фоне без гербицидов по энергосберегающим технологиям на всех фонах удобрений отмечалось уменьшение сухой массы малолетников в сравнении с отвальной. Это можно объяснить, с одной стороны, сильным биологическим угнетением культурных растений, а с другой — увеличением численности многолетних сорных растений.

Применение гербицидов как по действию, так и по последствию было малоэффективно по накоплению массы малолетних сорняков. Наибольший эффект от гербицидов проявился только от прямого их действия в 2006 г. — накопление массы уменьшалось в сравнении с фоном без гербицидов, за исключением ежегодной поверхностной обработки по обоим фонам с удобрениями, где наблюдалось увеличение накопления сухой массы,

Таблица 6

Накопление сухой массы малолетними видами сорных растений по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (шт/м²)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, O ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	20,1	43,6	2,5	26,8
		С Г ₂	12,0	32,9	3,5	28,0
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	70,9	54,7	5,8	41,7
		С Г ₂	21,2	53,0	8,0	28,2
	Солома+NPK, У ₅	Без Г ₁	31,0	90,0	13,9	52,1
		С Г ₂	20,9	67,1	37,0	68,2
Поверхностно- отвальная, O ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	35,5	50,0	19,7	22,4
		С Г ₂	12,9	41,0	27,9	28,6
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	26,9	43,5	12,8	30,0
		С Г ₂	40,8	29,2	45,5	27,6
	Солома+NPK	Без Г ₁	34,9	86,7	56,7	45,0
		С Г ₂	88,5	75,7	58,0	44,6
Поверхност- ная, O ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	37,4	38,5	2,6	18,2
		С Г ₂	23,3	19,6	4,2	15,2
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	32,6	33,4	3,6	21,3
		С Г ₂	71,8	54,3	7,0	17,4
	Солома+NPK	Без Г ₁	35,7	82,6	46,5	35,3
		С Г ₂	25,7	99,3	64,7	54,4
НСР ₀₅ по системам обработки почвы			66,5	77,4	41,8	31,2
НСР ₀₅ по системам удобрений			48,1	78,4	36,1	27,0
НСР ₀₅ по системам защиты растений			48,7	75,4	27,8	28,2

несмотря на применение гербицидов. Значительное снижение (49,1%) от действия гербицидов было только при применении поверхностной обработки по фону без удобрений. Действие гербицидов на массу малолетников было наиболее эффективным по отвальной и поверхностно-отвальной системам обработки. Увеличение массы малолетних сорных растений в 2006 г. по поверхностной обработке по фонам с удобрениями в вариантах с гербицидами в сравнении с вариантами без гербицидов обусловлено большим прорастанием новых порций семян сорных растений уже после применения гербицидов в связи с их большим накоплением в сравнении с фоном без удобрений и стимулированием к прорастанию семян, вносимыми минеральными удобрениями.

Обилие сорных растений и динамика в их накоплении в определенной мере влияли на формирование урожая полевых культур (табл. 7).

Урожайность ячменя (2005) в варианте без гербицидов как по фону без удобрений, так и с их применением не имела существенных различий по энергосберегающим технологиям в сравнении с отвальной обработкой. Последствие гербицидов в 2005 г. на урожайность ячменя по всем системам обработки почвы на всех фонах удобрений не имела существенных различий на фоне с применением соломы с полными минеральными удобрениями ($У_5$).

При выращивании озимого тритикале (2006) наблюдалось сильное вымокание, а затем и удушение культурных растений под образовавшейся почвенной коркой по фонам без удобрений и солома+N₃₀. Эти процессы наблюдались с наибольшим отрицательным эффектом в вариантах с поверхностными обработками почвы, т.е. на второй год поверхностной обработки в системе поверхностно-отвальной и 11-летней ежегодной поверхностной

Таблица 7

Урожайность культур по разным системам обработки, удобрений и гербицидов (т/га)

Система			Ячмень, 2005 г.	Озимое тритикале, 2006 г.	Однолет- ние травы, 2007 г.	Озимая рожь, 2008 г.
обработки	удобрений	гербицидов				
Отвальная, О ₁	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	1,6	1,6	14,5	1,1
		С Г ₂	1,7	1,9	13,9	1,0
	Солома+N ₃₀ , У ₄	Без Г ₁	2,1	2,5	17,0	1,6
		С Г ₂	2,2	3,0	16,1	1,7
	Солома+NPK, У ₅	Без Г ₁	2,7	2,4	18,7	3,9
		С Г ₂	2,9	2,5	15,7	4,0
Поверхностно-отвальная, О ₃	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	1,5	0,9	8,9	1,2
		С Г ₂	1,7	0,9	13,5	1,4
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	2,0	1,6	10,3	1,5
		С Г ₂	2,2	2,4	12,8	1,8
	Солома+NPK	Без Г ₁	3,3	2,4	15,7	3,9
		С Г ₂	3,5	3,4	18,5	4,0
Поверхностная, О ₄	Без удобрений, У ₁	Без Г ₁	1,3	0,7	9,5	0,9
		С Г ₂	1,8	0,7	10,8	0,9
	Солома+N ₃₀	Без Г ₁	1,9	1,4	11,3	1,5
		С Г ₂	2,1	1,7	11,5	1,6
	Солома+NPK	Без Г ₁	2,8	1,8	14,5	3,4
		С Г ₂	3,0	1,8	18,5	3,9
НСП ₀₅ по системам обработки почвы			0,6	0,8	1,2	0,4
НСП ₀₅ по системам удобрений			0,6	0,7	1,1	0,4
НСП ₀₅ по системам защиты растений			0,6	0,5	1,0	0,4

обработки. Это привело к существенному снижению урожайности. По фону солома+НРК в связи с большим накоплением питательных веществ культурными растениями в узле кущения устойчивость растений к перезимовке была выше и на энергосберегающих технологиях обработки, особенно по поверхностно-отвальной, где урожайность повышалась, а по ежегодной поверхностной обработке наблюдалось некоторое уменьшение по сравнению с отвальной. В вариантах с применением гербицидов было получено существенное снижение урожайности озимого тритикале (2006): по фону без удобрений и на обеих системах энергосберегающих технологий — на 52,9–61,0%, на поверхностной обработке по фону солома+N₃₀ — на 43,3%, а на поверхностно-отвальной обработке по фону солома+НРК — существенное увеличение урожайности (на 35,6%) и снижение по поверхностной в сравнении с отвальной. Снижение урожайности на низких фонах удобрений при применении поверхностной обработки по обеим энергосберегающим технологиям обусловлено малыми запасами питательных веществ в растениях озимого тритикале перед уходом в зимовку, быстрым их расходом на дыхание в процессе перезимовки и большим изреживанием стеблестоя к началу весенней вегетации. Следовательно, данная культура для глееватых почв с временно избыточным увлажнением недостаточно адаптирована и не может быть рекомендована для выращивания на такого рода агроландшафтных территориях, особенно на низких фонах удобрений.

В условиях 2007 г. при выращивании викоовсяной смеси на зеленую массу, которая шла четвертой культурой после вспашки и третьей культурой по поверхностной обработке (в системе поверхностно-отвальной) в вариантах без гербицидов наблюдалось существенное снижение урожая зеленой массы по обеим системам энергосбере-

гающих обработок в сравнении с отвальной. Это обусловлено более ранним полеганием стеблестоя при большей его плотности вследствие большей полноты всходов. Величина урожайности зеленой массы однолетних трав по системе поверхностно-отвальной обработки свидетельствует о необходимости оборачивания почвы под викоовсяную смесь не позднее чем через три года поверхностных обработок по фону без применения гербицидов. При применении гербицидов в предыдущие годы по системе поверхностно-отвальной обработки урожайность была на уровне варианта без удобрений, а по фону солома+НРК выше, чем по отвальной. По поверхностной обработке в вариантах с применением гербицидов по фонам без удобрений и солома+N₃₀ урожайность была ниже, в то время как по фону солома+НРК выше, чем по отвальной.

В вариантах без гербицидов урожайность озимой ржи (2008) по системам энергосберегающей обработки не имела существенных различий на фонах питания без удобрений и солома+N₃₀, на фоне солома+НРК по поверхностно-отвальной она была на уровне, а по поверхностной — достоверно ниже (на 0,6 т/га) в сравнении с отвальной обработкой. Применение удобрений способствовало достоверному повышению урожайности озимой ржи: по фону солома+N₃₀ в среднем на 0,5 т/га, в т.ч. по отвальной обработке на 0,5, по поверхностно-отвальной — 0,4, поверхностной — 0,6, а по фону солома+НРК — в среднем на 2,7 т/га, в т.ч. по обработкам почвы на 2,9, 2,8 и 2,5 т/га соответственно. В вариантах с гербицидами урожайность озимой ржи также не имела существенных различий по энергосберегающим системам обработки почвы в сравнении с отвальной. Однако необходимо отметить, что сохранилась динамика уменьшения урожайности по поверхностной обработке по сравнению с отвальной. В вариантах с гербицидами применение

соломы совместно с азотом ($У_4$) способствовало повышению урожайности озимой ржи в среднем на 0,6 т/га, в т.ч. по отвальной обработке — на 0,7, поверхностно-отвальной — 0,4, а по поверхностной — 0,7 т/га. Применение соломы с полными минеральными удобрениями ($У_5$) увеличивало урожайность в среднем на 2,8 т/га, в т.ч. по системам обработки почвы — на 2,9, 2,6 и 3,0 т/га соответственно в сравнении с вариантами без удобрений. Применение гербицидов способствовало повышению урожайности озимой ржи, но только по поверхностной обработке с высоким фоном удобрений (солома+NPK), что свидетельствует о наибольшей вредоносности сорных растений по данной системе обработки, особенно при применении высоких норм полного удобрения.

Заключение

Таким образом, для дерново-подзолистых глееватых почв, формирующихся при кратковременном избыточном

увлажнении, наименее адаптированными культурами из изучаемых нами в 2005–2008 гг. являются озимое тритикале и однолетние травы (викоовсяная смесь). Эти растения не обеспечивают гарантированного урожая при низких и средних фонах удобрений по поверхностным обработкам из-за плохой перезимовки вследствие недостаточного накопления питательных веществ к началу ухода в зимовку (озимое тритикале), а также из-за несовершенства технологий выращивания по норме высева семян, в зависимости от степени крошения посевного слоя с целью недопущения полегания (викоовсяная смесь). При применении удобрений совместно с соломой для получения урожайности 3 т/га и улучшения в этой связи структурного состояния почвы данные культуры могут обеспечивать стабильные урожаи при своевременных сроках посева и высоком качестве обработки почвы по энергосберегающим технологиям, особенно по поверхностно-отвальной обработке, включающей 3–4-летний цикл поверхностной с периодической отвальной обработкой.

Библиографический список

1. Баздырев Г.И. Сорные растения и борьба с ними / Г.И. Баздырев, Б.А. Смирнов. М.: Московский рабочий, 1986.
2. Большакова Е.В. Влияние разных систем обработки дерново-подзолистой глееватой почвы, удобрений и гербицидов на сорный компонент полевого фитоценоза / Е.В. Большакова, В.И. Смирнова, П.А. Котьяк и др. // Сб. науч. тр. по матер. межд. науч.-практ. конф., 2008, С. 15–20.
3. Захаренко А.В. теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия. М.: Изд-во МСХА, 2000.
4. Смирнов Б.А. Методика учёта засорённости посевов в полевом опыте / Б.А. Смирнов, В.И. Смирнова // Известия ТСХА, 1976. Вып. 224.
5. Спиридонов Ю.Я. Особенности видового состава сорной растительности в современных агроценозах Российского Нечерноземья // Вестник защиты растений, 2004. № 2. С. 15–24.
6. Щукин С.В. Изменение структурного состояния почвы под действием различных по интенсивности систем обработки, удобрений и гербицидов // Изв. ТСХА, 2007. Вып. 2. С. 12–18.

SUMMARY

Results of research in 2005–2008 carried out during long-term three-factor fixed field plot test which started in 1995 in experimental field of Agricultural Academy in Yakutia on sod-podzol middle loamy gleyey soil after factors effect of 10–13 years on both the number and dry matter of weeds are provided in the article.

Key words: technology, energy-efficient, treatment, fertilizer, weedkillers, infestation, crop capacity.