

УДК 631.51:631.432:631.445.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ РАЗНОГЛУБИННОЙ ОБРАБОТКИ
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ИЗБЫТОЧНОГО
УВЛАЖНЕНИЯ

Б.А. СМИРНОВ, С.В. ЩУКИН

(Кафедра земледелия*)

В многолетнем трехфакторном стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве кратковременного избыточного увлажнения при сильной исходной засоренности многолетними сорными растениями установлена высокая эффективность системы разноглубинной обработки в регулировании плодородия почвы, предотвращении ее деградации и снижении в 2,5 раза затрат совокупной энергии на ее проведение в сравнении с системой отвальной обработки.

Одной из главных задач мирового земледелия наряду с увеличением продуктивности полей является и его экологизация, направленная в первую очередь на снижение антропогенной нагрузки на почву, повышение плодородия и общей устойчивости агроландшафтов. В России также обозначилась смена императивов природопользования — от антропоцентрической к природоохранной ориентации.

Так, повсеместное и бессистемное внедрение ежегодной отвальной обработки явилось одной из главных причин снижения плодородия земель. Их ускоренная деградация резко усилилась в связи с разрушением и без того несовершенных систем земледелия, что связано с недостатком техники, удобрений, средств защиты растений, несоблюдением и несовершенством технологий выращивания сельскохозяйственных культур без учета их биологических особенностей.

Кроме этого существует и экономический аспект, свидетельствующий о низкой эффективности и вы-

сокой энергозатратности ежегодной отвальной обработки.

Учитывая сложившиеся приоритеты и существующие возможности, в последнее время стал ярко проявляться акцент на минимализацию и ресурсосбережение в Нечерноземной зоне.

Однако применение систем безотвальной обработки в Нечерноземной зоне сдерживала высокая степень засоренности полей и низкий уровень естественного плодородия.

В этой связи для дерново-подзолистых почв была разработана система обработки почвы, условно названная разноглубинной, включающая отвальную обработку на глубину 20-22 см один раз в 4 года и поверхностную дисковую 1-, 2-кратную обработку на глубину до 8-10 см в остальные 3 года [3, 4]. Она позволяла получать более высокие хозяйственный и экономический эффекты и не вызывала усиление вредоносности сорного компонента полевого фитоценоза. Однако данная технология обработки была изучена и апробирована только на почвах с нормаль-

* ФГОУ ВПО Ярославская государственная с.-х. академия.

ным увлажнением, в то время как пахотные угодья с избыточным увлажнением в Нечерноземной зоне занимают большую долю от площади пашни.

Кроме этого недостаточно изучен вопрос по использованию соломы в качестве наиболее дешевого органического удобрения, а также ее взаимодействия с другими видами удобрений при ресурсосберегающих обработках почвы. Причем на землях с избыточным увлажнением научная информация по данному вопросу практически отсутствует.

Экспериментальная работа проводилась в 2000-2003 гг. в полевом стационарном трехфакторном опыте, заложенном на опытном поле ЯГСХА методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта 4-кратная.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая слабоглееватая среднесуглинистая кратковременного избыточного увлажнения на карбонатной морене. Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса — 3,29%, легкодоступного фосфора — 356,5; обменного калия — 71,5 мг/кг почвы, сумма обменных оснований составляла 22,15, гидролитическая кислотность — 1,38 мгэкв. на 100 г почвы, рН солевой вытяжки — 6,13.

Опыт был заложен в севообороте во времени: многолетние травы (1995 г.) — озимая пшеница (1996 г.) — однолетние травы (1997 г.) — ячмень (1998 г.) — овес (1999 г.) — однолетние травы (2000 г.) — озимая рожь (2001 г.) — однолетние травы (2002 г.) — озимая рожь (2003 г.). Сорты: Миrowsкая-808 (озимая пшеница), Ярославская-136 (вика полевая) + Скакун (овес) — однолетние травы; Московский-121 (ячмень), Скакун (овес), Волхова (озимая рожь).

Схема полевого стационарного трехфакторного (4x6x2) опыта

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О».

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

2. Сочетание 1: вспашка на 20-22 см с предварительным дискованием или лущением на 8-10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на глубину 6~8 см во 2-й год после вспашки + безотвальное рыхление на 20-22 см в 3-й год после вспашки + поверхностная обработка до начала депрессии в урожайности полевых культур (поверхностно-отвальная с рыхлением), «О₂».

3. Сочетание 2: вспашка на 20~22 см с предварительным дискованием или лущением на 8-10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3 года (поверхностно-отвальная), «О_а».

4. Поверхностная обработка: однократное дисковое лущение на 6-8 см ежегодно, без вспашки (вспашка была проведена при закладке опыта — в 1995 г.), «О₄».

Система обработки сочетание 1 — «О₂» во время проведения исследований соответствовала сочетанию 2 — «О₁», в этой связи сравнительную оценку изучаемых показателей в данной статье вели по системам обработок «О», О₃ и О₄».

Фактор В. Система удобрений, «У»:

1. Без удобрений, «У[^]».

2. N_{30(i)} (азотное удобрение в расчете 10 кг д.в. на 1 т соломы), «У₁».

3. Солома 3 т/га, «У₄».

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

5. Солома 3 т/га + NPK (доза минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожая), «У_Г».

6. НПК (доза минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожая), «У_в».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»:

1. Биотехнологическая (без гербицидов), «Г!».

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

Гербициды применяли в первые 3 года исследований: 2,4-ДА в норме 2,0 кг/га весной в фазу кушения озимой пшеницы (1996 г.); раундап 5 кг/га (1997 г.) за две недели до посева вико-овсяной смеси по всходам пырея ползучего (10–15 см), гранстар — 15 г/га в фазу кушения ячменя.

Изучение элементов технологии проводили по общепринятым методикам.

Результаты исследований

На начальном этапе проведения опыта (1996 г.) в пахотном слое почвы содержалось в среднем 3,29% гумуса. До закладки опыта эти земли использовали под сенокос и не обрабатывали в течение 12 лет,

были засорены многолетними сорняками в сильной степени. Механическая обработка в течение 4 лет (1996–1999 гг.) привела к резкому уменьшению содержания гумуса. Относительная стабилизация его содержания произошла лишь в 2000 г.

Некоторому снижению темпов минерализации гумуса за первые четыре года опыта способствовала система разноглубинной обработки почвы («О₃»), особенно на фоне применения минеральных удобрений совместно с соломой («У₃»),

В среднем за период исследований (2000–2002 гг.) система поверхностно-отвальной обработки характеризовалась лучшими показателями по содержанию гумуса в почве пахотного слоя (табл. 1).

Проведение ежегодной поверхностной обработки способствовало перераспределению гумуса в пределах пахотного горизонта, заметно увеличивая его количество в верхнем слое и снижая — в нижнем. При системах отвальной и разноглубинной обработки в среднем за

Т а б л и ц а 1

Содержание гумуса в почве и реакция почвенной среды
(в среднем за период 2000–2002 гг.)

Вариант	Гумус, %			рН _{KCl}		
	слой почвы, см					
	0–10	10–20	0–20	0–10	10–20	0–20
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>						
Отвальная, «О ₁ »	2,37	2,36	2,37	5,85	5,88	5,87
Разноглубинная, «О ₃ »	2,42	2,46	2,44	5,87	5,87	5,87
Поверхностная, «О ₄ »	2,40	2,27	2,34	5,87	5,92	5,90
НСР ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
<i>В. Удобрение, «У»</i>						
Без удобрений, «У ₁ »	2,26	2,20	2,23	5,85	5,87	5,86
N ₃₀ , «У ₂ »	2,02	2,31	2,17	5,77	5,78	5,78
Солома 3 т/га, «У ₃ »	2,35	2,37	2,36	5,75	5,86	5,81
Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	2,38	2,36	2,37	5,84	5,85	5,85
Солома 3 т/га + НПК, «У ₅ »	2,65	2,62	2,64	5,93	5,95	5,94
НПК, «У ₆ »	2,48	2,48	2,48	5,97	5,99	5,98
НСР ₀₅	0,17	0,15	0,14	0,10	0,09	0,08

3 года было практически одинаковое содержание гумуса, с некоторым превышением его в пахотном горизонте по системе «0₃».

Применение одних азотных удобрений в среднем за 2000-2002 гг. привело к уменьшению содержания гумуса в пахотном горизонте за счет существенного его снижения в верхнем слое (0~10) по сравнению с вариантом без удобрений. Внесение соломы как отдельно, так и совместно с азотом сопровождалось увеличением запасов гумуса относительно контрольного фона («У»). Наилучшие характеристики по этому показателю при достоверных различиях были свойственны системам с полным минеральным удобрением, особенно по фону совместного внесения с соломой («У₅»),

Реакция почвенной среды с момента закладки опыта стала более кислой, что объясняется снижением буферности почвы за счет потери органического вещества при механических обработках.

Кислотность почвы за время проведения исследований в зависимости от изучаемых систем обработки изменялась незначительно (табл. 1)-

Применение полных минеральных удобрений в среднем за три года исследований (2000-2002 гг.) способствовало формированию более нейтральной реакции среды (5,94-5,98), в то время как азотные удобрения приводили к подкислению почвы относительно фона без удобрений.

Уменьшение содержания в почве подвижного фосфора и увеличение обменного калия в течение всего периода исследований главным образом было связано с несбалансированностью исходных показателей. Вынос элементов культурными растениями, а также используемые удобрения несколько нивелировали эту разницу.

Динамика содержания подвижного фосфора по обработкам почвы за 3 года исследований носила волнообразный характер, что отражалось в незначительном снижении его количества на ресурсосберегающих обработках (8,7-9,2%) при выращивании озимой ржи и стабилизации на отвалной при выращивании однолетних трав. Дифференциация пахотного горизонта на слои была отмечена лишь при системе с ежегодной поверхностной обработкой, где наблюдалось увеличение этого элемента в верхнем слое и снижение в нижнем (табл. 2). При этом все различия были незначительными.

Применение удобрений в среднем за 2000-2002 гг. способствовало накоплению подвижного фосфора в почве пахотного слоя. Достоверное же увеличение этого элемента было при внесении одного азота («У₂»), полного минерального удобрения («У_в») и особенно при совместном использовании соломы и NPK («У₅»).

Проведение систем ресурсосберегающей обработки способствовало проявлению незначительной тенденции накопления обменного калия в верхнем слое пахотного горизонта, при этом содержание его в нижнем слое оставалось на уровне варианта с отвалной обработкой (табл. 2). Особенно это было заметно по фону с поверхностным внесением полных минеральных удобрений, а также соломы — на следующий год после ее применения.

При использовании удобрений достоверное увеличение содержания обменного калия отмечалось лишь при системах с полным минеральным удобрением.

Коэффициент структурности и водопрочность почвенных агрегатов зависели главным образом от возделываемой культуры и сопутствующих метеорологических условий.

Содержание элементов питания в почве
(мг/кг, в среднем за период 2000-2002 гг.)

Вариант	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	слой почвы, см					
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>						
Отвальная, «О ₁ »	271,6	269,1	270,4	84,9	83,4	84,2
Разноглубинная, «О ₃ »	263,6	265,8	264,7	96,3	87,0	91,2
Поверхностная, «О ₄ »	274,1	253,8	264,0	98,9	83,7	91,3
НСР ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
<i>В. Удобрение, «У»</i>						
Без удобрений, «У ₁ »	244,0	235,9	240,0	79,7	74,2	77,0
N ₃₀ , «У ₂ »	269,3	265,4	267,4	81,5	74,7	78,1
Солома 3 т/га, «У ₃ »	248,8	240,1	244,5	86,8	77,3	82,1
Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	259,3	255,0	257,2	78,8	76,2	77,5
Солома 3 т/га + NPK, «У ₅ »	307,6	300,8	304,2	116,0	108,7	112,4
NPK, «У ₆ »	288,9	280,7	284,8	117,1	97,1	107,1
НСР ₀₅	22,1	22,4	21,4	10,6	10,5	9,2

Применение систем ресурсосберегающей обработки сопровождалось тенденцией к увеличению коэффициента структурности и водопрочности структуры почвы, особенно по фону внесения соломы совместно с NPK (табл. 3).

Использование удобрений в сред-

нем за 2001-2002 гг. способствовало увеличению на 0,12-0,90 коэффициента структурности и на 3,0-4,8% массы водопрочных агрегатов в почве пахотного слоя. При этом лучшие показатели были отмечены у систем, где удобрения вносили на планируемую прибавку урожая («У₅» и «У₆»),

Т а б л и ц а 3

Структурное состояние почвы (в среднем за период 2001-2002 гг.)

Вариант	Коэффициент структурности			% водопрочных агрегатов		
	слой почвы, см					
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>						
Отвальная, «О ₁ »	4,18	4,10	4,14	60,4	60,8	60,6
Разноглубинная, «О ₃ »	4,54	4,41	4,48	63,6	63,2	63,4
Поверхностная, «О ₄ »	4,33	4,35	4,34	60,3	63,0	61,7
НСР ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
<i>В. Удобрение, «У»</i>						
Без удобрений, «У ₁ »	4,18	3,63	3,91	58,0	59,3	58,7
N ₃₀ , «У ₂ »	4,05	4,00	4,03	60,5	62,8	61,7
Солома 3 т/га, «У ₃ »	4,13	4,28	4,21	62,0	63,0	62,5
Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	4,44	4,53	4,49	61,5	62,6	62,1
Солома 3 т/га + NPK, «У ₅ »	4,93	4,69	4,81	62,8	61,9	62,4
NPK, «У ₆ »	4,50	4,59	4,55	63,6	63,4	63,5
НСР ₀₅	0,53	0,55	0,47	4,1	4,8	3,4

Плотность почвы в течение трех лет и в среднем за 3 года исследований (2001-2003 гг.) под посевами культур всех изучаемых систем обработки и удобрений («У!» и «У₄») находилась в пределах оптимальных значений (1,15-1,35 г/см³), табл. 4.

Примечательным остается тот факт, что в 2003 г. при проведении поверхностной обработки в трехлетней системе разноглубинной отмечалось более рыхлое сложение по всем слоям и вариантам удобрений по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. При этом по всем системам обработки и удобрений уплотнение шло в основном за счет верхнего слоя. Это обусловлено тем, что проведенная в условиях резкой засухи 2002 г. основная обработка почвы способствовала распылению структуры, особенно верхнего слоя. Обильные осадки в 2003 г. способствовали более интенсивному увлажнению верхнего слоя, что привело к еще большему его уплотнению.

Твердость почвы за время исследований (2002-2003 гг.) значительно варьировала в зависимости от количества выпавших осадков в течение вегетационного периода.

Увеличение твердости почвы в среднем за вегетацию на 15,2% в 2002 г. и на 28,6% в 2003 г. по системам с ресурсосберегающими обработками обусловлено отсутствием механического воздействия на глубину более 6-8 см. При этом твердость на глубине 5 см оставалась одинаковой по всем системам обработки. Следует также отметить, что в 2002 г. твердость почвы на глубине 25 см по разноглубинной обработке оставалась на уровне варианта с ежегодной отвальной (рис. 1).

Применение удобрений привело к увеличению влажности почвы пахотного слоя на 0,4-2,5%. Данное обстоятельство в условиях засушливого 2002 г. способствовало незначительному снижению (6,4%) твердости при внесении соломы с полным минеральным удобрением («У₅»). Во влажное лето 2003 г. твердость почвы при внесении удобрений имела тенденцию к увеличению, что объясняется более быстрым ее уплотнением.

Наибольшее обилие сорных растений в среднем за 4-летнюю ротацию обработок почвы (2000-2003 гг.) наблюдалось при проведении еже-

Т а б л и ц а 4
Плотность почвы в среднем за вегетацию культур (г/см³)

Вариант		Слой почвы, см	Озимая рожь, 2001 г.	Однолетние травы, 2002 г.	Озимая рожь, 2003 г.
обработка почвы	удобрение				
Отвальная, «О ₁ »	Без удобрений, «У ₁ »	0-10	1,25	1,19	1,30
		10-20	1,27	1,23	1,22
		0-20	1,26	1,21	1,26
	Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	0-10	1,24	1,20	1,26
		10-20	1,26	1,23	1,25
		0-20	1,25	2,22	1,26
Поверхностно-отвальная, «О ₃ »	Без удобрений, «У ₁ »	0-10	1,26	1,22	1,29
		10-20	1,33	1,28	1,18
		0-20	1,30	1,25	1,24
		Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	0-10	1,23	1,22
		10-20	1,33	1,26	1,19
		0-20	1,28	1,24	1,24

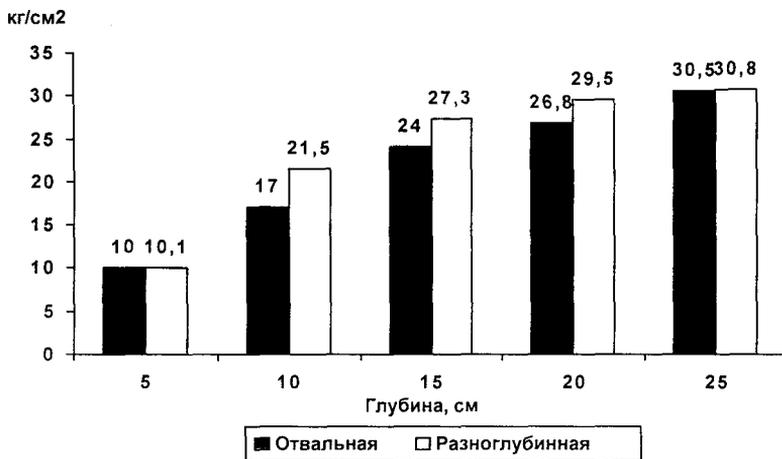


Рис. 1. Твердость почвы в зависимости от системы обработки (в среднем по системам удобрений), 2002 г.

годной поверхностной обработки. Чередование вспашки 1 раз в 4 года и поверхностных обработок в остальные 3 года способствовало некоторому уменьшению количества побегов малолетних сорных растений и формированию ими сухой массы по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Это и обуславливало уменьшение количества и массы сорняков по данной системе обработки. Численность и биомасса многолетних сорных растений на системах с ресурсосберегающими обработками была практически одинаковой и достоверно превосходила показатели ежегодной отвальной на 6,0-6,6 шт/м² и на 7,8-7,9 г/м² соответственно (табл. 5). При этом различия в накоплении общей сухой массы сорных растений по отвальной и разноглубинной системам обработки были недостоверны.

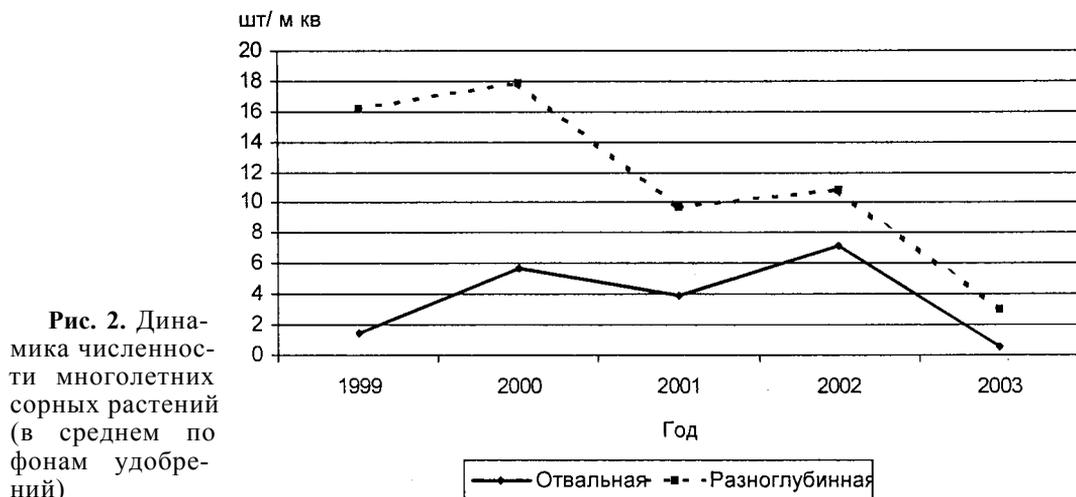
Снижение засоренности посевов наиболее злостными многолетними сорняками в годы исследований по системе разноглубинной обработки в сравнении с исходной было незначительным по сравнению с классической отвальной (рис. 2). Вместе с тем уровень засоренности многолетними сорняками по разноглубинной

обработке в течение периода исследований постепенно приближался к уровню засоренности по ежегодной отвальной обработке.

Применение удобрений в среднем за 4 года (2000~2003 гг.) способствовало увеличению общей численности (33,9%) и массы (45,3%) сорных растений. Причем увеличение шло за счет малолетних видов. Численность и биомасса многолетних сорных растений при внесении удобрений снижались. Наиболее контрастно это проявилось по системе удобрений «солома + NPK», при которой отмечен максимум малолетних и минимум — многолетних видов сорняков. Это обусловлено высокой обсеменяемостью малолетних сорных растений и стимулирующим действием удобрений на прорастание семян. Уменьшение числа и массы многолетних сорняков объясняется повышением напряженности конкурентных взаимоотношений корневых систем культурных и сорных растений за лимитирующие факторы жизни. В этом случае корневые системы культурных растений занимали доминирующее положение, а многолетники уступали им в конкуренции.

Влияние систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на обилие сорных растений (в среднем за вегетацию и по факторам, 2000-2003 гг.)

Вариант	Численность, шт/м ²			Сухая масса, г/м ²
	всего	многолетние	малолетние	всего
А. Обработка почвы, «О»				
Отвальная, «О ₁ »	147,3	4,3	143,0	25,5
Разноглубинная, «О ₃ »	134,2	10,3	124,2	32,6
Поверхностная, «О ₄ »	180,6	10,9	169,7	38,7
НСР ₀₅	Fф<F ₀₅	3,6	Fф<F ₀₅	7,7
В. Удобрение, «У»				
Без удобрений, «У ₁ »	123,6	10,3	113,3	27,1
N ₃₀ , «У ₂ »	133,8	8,6	125,2	26,4
Солома 3 т/га, «У ₃ »	153,0	9,5	143,5	28,7
Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	147,3	8,5	138,8	31,5
Солома 3 т/га + NPK, «У ₅ »	171,6	6,9	164,7	42,5
NPK, «У ₆ »	165,5	8,4	157,1	39,3
НСР ₀₅	10,7	1,6	11,0	7,5
С. Гербицид, «Г»				
Без гербицидов, «Г ₁ »	150,8	10,3	140,5	34,8
С гербицидом, «Г ₂ »	147,8	7,2	140,5	30,1
НСР ₀₅	Fф<F ₀₅	1,3	Fф<F ₀₅	4,1



Изучение последствий гербицидов в среднем по системам обработки и удобрений свидетельствует о постепенном ослаблении их влияния на численность сорных растений. Одна-

ко в среднем за 4 года (2000-2003 гг.) сохранялась частично положительное влияние ранее применявшихся гербицидов на снижение обилия наиболее злостных многолетних видов

сорных растений, а также общей биомассы сорняков.

Применение в течение 4 лет подряд поверхностной обработки привело в 2000 г. к достоверному снижению урожайности (16,9%) сена однолетних трав по сравнению с урожайностью по системе ежегодной отвальной обработки (табл. 6). Проведенная в 1999 г. вспашка через 3 года поверхностной обработки на делянках с разноглубинной обработкой обуславливала формирование урожая однолетних трав на уровне варианта с ежегодной отвальной обработкой по всем фонам удобрений и гербицидов.

Ежегодные поверхностные («0₄») обработки (2001-2003 гг.) способствовали уменьшению урожайности в сравнении с ежегодной отвальной, однако изменения были незначительными. Это связано с прогрессирующим снижением вредоносности сорного компонента по всем изу-

чаемым системам обработки с момента закладки опыта, что и определило меньшее варьирование урожайности в период второй ротации систем обработки.

Использование удобрений в течение всего периода исследований способствовало существенному увеличению урожайности культурных растений. При этом внесение соломы с минеральными удобрениями в расчете на планируемую прибавку урожая («У₅») обеспечивало увеличение урожайности сена однолетних трав на 36,6-68,2%, а зерна озимой ржи — в 2,2-2,4 раза. Причем урожайность озимой ржи в 2001 г. была наибольшей (40,9 ц/га) при применении этих удобрений по системе разноглубинной обработки.

Положительное влияние гербицидов, применявшихся в 1996-1998 гг., продолжалось до 2000 г. Однако начиная с 2001 г. их влияние на урожайность культур не отмечалось.

Т а б л и ц а 6

Влияние изучаемых факторов на урожайность полевых культур (основная продукция, ц/га)

Вариант	Однолетние травы, 2000 г.	Озимая рожь, 2001 г.	Однолетние травы, 2002 г.	Озимая рожь, 2003 г.
<i>А. Обработка почвы «О»</i>				
Отвальная, «О ₁ »	51,4	27,0	17,6	21,3
Разноглубинная, «О ₃ »	50,4	27,6	17,3	21,0
Поверхностная, «О ₄ »	42,7	26,1	16,3	19,7
НСР ₀₅	2,8	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
<i>В. Удобрение «У»</i>				
Без удобрений, «У ₁ »	41,6	16,9	14,4	13,6
N ₃₀ , «У ₂ »	47,4	22,7	16,0	14,6
Солома 3 т/га, «У ₃ »	45,2	23,1	16,3	16,3
Солома 3 т/га + N ₃₀ , «У ₄ »	50,7	24,5	16,8	20,2
Солома 3 т/га + NPK, «У ₅ »	56,0	40,4	21,1	30,0
NPK, «У ₆ »	53,1	34,8	20,6	28,3
НСР ₀₅	2,6	1,5	1,3	2,9
<i>С. Гербицид «Г»</i>				
Без гербицидов, «Г ₁ »	47,0	27,2	17,6	20,5
С гербицидами, «Г ₂ »	51,1	27,0	17,7	20,6
НСР ₀₅	1,4	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅

Решение продовольственной проблемы тесно связано с ростом затрат энергии. В настоящее время на 1 ккал в продуктах питания расходуется от 3,5 до 5 ккал и более ископаемой энергии (нефть, газ и др.). Следовательно, энергия является одним из главных факторов, обуславливающих темпы экономического роста.

Отказ от ежегодной вспашки в системе основной обработки и проведение ее 1 раз в 4 года способствовали сокращению затрат совокупной энергии в 2,5 раза, что при существующих приоритетах делает более перспективным внедрение почвозащитной энергосберегающей разноглубинной обработки.

Выводы

1. Система разноглубинной («0₃») обработки способствовала предотвращению снижения запасов гумуса в почве пахотного слоя в сравнении с отвальной обработкой, что наиболее четко проявлялось по фону совместного применения соломы и полных минеральных удобрений («У₅»).

2. Ежегодная поверхностная обработка («0₄») приводила к незначительному накоплению гумуса и элементов питания в верхнем (0-10 см) слое пахотного горизонта.

Применение соломы совместно с NPK увеличивало в почве запасы подвижного фосфора на 21,9-31,1%, а обменного калия — на 32,5-53,4%.

3. Коэффициент структурности и водопрочность почвенных агрегатов зависели главным образом от возделываемой культуры и метеорологических условий.

Динамика плотности и твердости за период исследований по всем изучаемым системам обработки находилась в пределах допустимых значений.

4. Система разноглубинной обработки с момента закладки опыта способствовала снижению обилия многолетних сорных растений, численность и биомасса сорняков данной биогруппы в этом варианте было такой же, как по системе с ежегодной отвальной обработкой.

5. Урожайность полевых культур по системе разноглубинной обработки была на уровне урожайности по системе с ежегодной отвальной обработкой. При этом наблюдалось снижение затрат совокупной энергии за 4 года в 2,5 раза в сравнении с энергоемкостью системы отвальной обработки.

Внесение соломы с минеральными удобрениями в расчете на планируемую прибавку урожая («У₅») обеспечивало увеличение урожайности сена однолетних трав на 36,6-68,2%, а зерна озимой ржи — в 2,2-2,4 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. — 2. Посыпанов Г.С., Долгоборов В.Е. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур. М.: Изд-во МСХА, 1995. — 3. Смирнов Б.А. Научные и практические основы борьбы с сорняками в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. — Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. М., 1988. — 4. Смирнов Б.А. Система «поверхностно-отвальной» обработки почвы (почвозащитная ресурсосберегающая агротехническая система). Ярославль, 2002.

*Статья поступила
18 октября 2004 г.*

SUMMARY

During long-term, permanent, three-factor fieldplot tests in turf-podzol middle loamy soil of short-term excessive moisture with a lot of perennial weed infestation, high efficiency of different depth soil cultivation system has been established in soil fertility management, prevention of its degradation, 2,5 times cutting of production costs.