

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 2, 2003 год

УДК 631.46:631.51:631.872:632.954

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ СИСТЕМ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ, УДОБРЕНИЯ СОЛОМОЙ И ГЕРБИЦИДОВ

Б. А. СМИРНОВ, Е. В. ЧЕБЫКИНА

(Кафедра земледелия Ярославской ГСХА)

Приводятся результаты 6-летних исследований, целью которых было изучение изменения биологических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы с кратковременным избыточным увлажнением и фитосанитарного состояния посевов под влиянием разных по интенсивности систем обработки почвы, удобрения соломой и гербицидов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России.

Проведение ежегодной отвальной обработки почвы, распространенной в Нечерноземной зоне, сопровождается снижением в ней количества органического вещества. Это приводит к уменьшению противэрозионной устойчивости почвы, ее водоудерживающей способности, ухудшению агрофизических свойств и других показателей.

При воспроизводстве плодородия почв Нечерноземной

зоны особое значение имеют освоение систем минимальной обработки и применению органических удобрений. Для дерново-подзолистых почв была разработана система ресурсосберегающей обработки, условно названная поверхностно-отвальной, включающая отвальную обработку на глубину 20-22 см один раз в 4 года и поверхностную дисковую одну-двукратную на глубину до 10-

12 см в остальные 3 года [5, 6]. Однако экологичность и эффективность этой системы обработки была изучена только на почвах с нормальным увлажнением. В то время как более 20% пахотных угодий в данном регионе — это земли с избыточным увлажнением.

Объемы внесения органических удобрений постепенно уменьшаются. Причиной недостаточного использования соломы на удобрение является слабая изученность вопроса. Большинство рекомендаций по применению соломы было разработано в сочетании с системой отвальной обработки для почв нормального увлажнения. Практически отсутствуют сведения о влиянии соломы на показатели плодородия почвы и фитосанитарное состояние посевов при системах минимальной обработки на землях с избыточным увлажнением, где солома может оказать влияние на режим питания растений не только непосредственно, но и опосредованно, через изменение агрофизических свойств почвы.

В связи с этим представляет интерес изучить влияние систем минимальной обработки, удобрения соломой и гербицидов на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, имеющей кратковременное

избыточное увлажнение, и фитосанитарное состояние посевов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России.

Методика

Исследования проводились в 1996-2001 гг. в полевом стационарном 3-факторном опыте, заложенном на опытном поле ЯГСХА методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта 4-кратная. Почва опытного участка дерново-среднепиданлистая слабogleеватая средне-суглинистая кратковременно- избыточного увлажнения на карбонатной морене. Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса — 3,29%, легкодоступного фосфора — 356,5 мг, обменного калия — 71,5 мг на 1 кг почвы, сумма обменных оснований составляла 22,15 мг-экв, гидролитическая кислотность — 1,38 мг-экв на 100 г почвы, $pH_{\text{сол}}$ - 6,13.

Севооборот (общий фон): многолетние травы (1995) — озимая пшеница (1996) — однолетние травы (1997) — ячмень (1998) — овес (1999) — однолетние травы (2000) — озимая рожь (2001). Сорты: Мироновская 808 (оз. пшеница), Ярославская 136 (вика полевая) + Скакун (овес) — однолетние травы; Москов-

ский 121 (ячмень), Волхова (оз. рожь)

Все элементы технологий выращиваемых культур (кроме изучаемых) использовались в опыте рекомендательные для региона.

Схема 3-факторного (4 x 3 x 2) опыта следующая.

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»: 1 — отвальная вспашка на 20~22 см с предварительным дискованием пласта на 10-12 см или лущением стерни на 8-10 см ежегодно, «О₁»; 2 — сочетание 1: вспашка на 20-22 см с предварительным дискованием пласта 10-12 см или лущением стерни на 8-10 см один раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на глубину 8~10 см во 2-й и 4-й год после вспашки + безотвальное рыхление на 20-22 см в 3-й год после вспашки, «О₂»; 3 — сочетание 2: вспашка на 20-22 см с предварительным дискованием пласта на 10-12 см или лущением стерни на 8-10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 8-10 см в остальные 3 года, «О₃»; 4 — поверхностная обработка: однократное дисковое лущение на 8—10 см ежегодно; без вспашки (вспашка с предварительным дискованием пласта была проведена на при закладке опыта — в 1995 г.), «О₄».

Фактор Б. Система удобрений, «У», (первый этап опыта — 1995-1998 гг.): 1 — без удобрений, «У₁»; 2 — компенсирующая доза — 15N10P10K. На отвальной обработке удобрения не вносились, «У₂»; 3 — расчетные дозы (на урожайность 50 ц/га сена трав, 35 ц/га зерна), «У₃».

На втором этапе исследований (1999-2001 гг.) было проведено расщепление деленок второго порядка (по системам удобрений).

1. $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ — без удобрений, «У}_1\text{»;} \\ 2 \text{ — } 30N, \text{ «У}_2\text{»} \end{array} \right.$
2. $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ — солома } 3 \text{ т/га, «У}_3\text{»;} \\ 4 \text{ — солома } 3 \text{ т/га} + 30N \\ \text{(10 кг д. в. на 1 т соломы),} \\ \text{«У}_4\text{»} \end{array} \right.$
3. $\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ — солома } 3 \text{ т/га} + \text{NPK} \\ \text{(доза минеральных удоб-} \\ \text{рений, рассчитанная на} \\ \text{прибавку урожая), «У}_5\text{»;} \\ 6 \text{ — NPK (доза минераль-} \\ \text{ных удобрений, рассчи-} \\ \text{танная на прибавку уро-} \\ \text{жая), «У}_6\text{»} \end{array} \right.$

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»: 1 — биотехнологическая (без гербицидов), «Г!»; 2 — интегрированная (с гербицидами), «Г».

Гербициды применялись: 2,4-ДА в норме 2,0 кг/га весной в фазу кущения озимой пшеницы (1996); раундап — 5 кг/га (1997) за две недели до посева викоовсяной сме-

си по всходам пырея ползучего (10-15 см); гранстар — 15 г/га в фазу кущения ячменя (1998). В 1999-2000 гг. изучалось их последствие. После расщепления делянок первого этапа количество вариантов в опыте составило 48, а площадь делянок первого порядка (обработка почвы) — 756 м² (54 x 14м), второго (удобрения) — 126 м² (14 x 9 м) и третьего (гербициды) — 63 м² (9 x 7 м).

Численность сорных растений и потенциальную засоренность почвы вегетативными органами размножения многолетних сорных растений учитывали по методике Б.А.Смирнова и др. [4]. Запас вегетативных зачатков многолетних сорных растений в почве по длине и сухой массе каждого вида определяли во всех повторениях. На делянке выделяли 4 учетные площадки размером 50 см x 50 см (0,25 м²) методом рендомизации. Раскопки вели до 20 см по слоям 0-10 и 10-20 см. Засоренность почвы семенами сорных растений определяли методом малых проб по [2]. Содержание гумуса определяли по методу И.В.Тюрина (вариант ЦИНАО). Анализ биологической активности почвы проводили методом аппликации. Токсичность почвы определяли методом растительного

теста. Пораженность зерновых культур корневыми гнилями учитывали по [3]. Численность дождевых червей учитывали методом отмучивания [1], хищных жу-желиц — с помощью ловушек Барбера. Урожайность полевых культур определяли сплошным поделяночным методом с пересчетом на абсолютно чистую продукцию и стандартную влажность зерна 14% и сена однолетних трав — 16%.

В период исследований отмечались годы как резко засушливые, так и близкие по метеорологическим условиям к средним многолетним данным.

Результаты

Известно, что интегральным показателем плодородия почвы является содержание в ней **гумуса**. В год закладки опыта (1995) в пахотном слое почвы содержание его в среднем составляло 3,29%. Участок, на котором был заложен наш опыт, 12 лет не обрабатывался из-за избыточного увлажнения и недостатка техники и использовался под сенокос. При проведении обработки почвы содержание гумуса в ней резко снижалось. Скорость минерализации гумуса определялась системой обработки почвы и видом вносимых удобрений (табл. 1).

Содержание гумуса в почве
(%, в среднем по факторам, за период 1999-2001 гг.)

Вариант	Слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>			
Отвальная, «О ₁ »	2,41	2,43	2,42
Сочетание 1, «О ₂ »	2,44	2,49	2,47
Сочетание 2, «О ₃ »	2,51	2,51	2,51
Поверхностная, «О ₄ »	2,45	2,34	2,40
<i>В. Удобрение, «У»</i>			
Без удобрений, «У ₁ »	2,31	2,25	2,28
30N, «У ₂ »	2,27	2,35	2,31
Солома, «У ₃ »	2,40	2,38	2,39
Солома + 30N, «У ₄ »	2,42	2,45**	2,44**
Солома + NPK, «У ₅ »	2,68**	2,62**	2,65**
NPK, «У ₆ »	2,61**	2,61**	2,61**
Примечание. Здесь и в таблицах 1-5: * различия существенны на 5% уровне значимости по системам обработки почвы; **то же — по фонам питания; ***то же — по гербицидам.			

Слабее всех систем на дегумификацию почвы влияла поверхностно-отвальная обработка (сочетание 2). Использование в качестве органического удобрения соломы также способствовало торможению процесса минерализации гумуса. К увеличению содержания гумуса приводило внесение совместно с соломой азота и полного минерального удобрения. При этом применение соломы совместно с полным минеральным удобрением было наиболее эффективно по всем системам ресурсосберегающих обработок. Здесь

наблюдалась тенденция к увеличению гумуса в обоих слоях пахотного горизонта. Внесение одних минеральных удобрений приводило к наибольшему увеличению содержания гумуса по системе поверхностно-отвальной обработки, но только в слое 0-10 см. Дифференциация пахотного горизонта на слои по содержанию гумуса наиболее четко прослеживалась только при ежегодной поверхностной обработке. Органического вещества здесь накапливалось несколько больше в верхнем (0-10 см) слое почвы.

биологическая активность почвы изменялась в основном под влиянием удобрений. В 1999 г. наибольшее действие оказала заделка соломы, которая в чистом виде снижала активность микроорганизмов на 19,7% при отвальной обработке и на 39,8% при поверхностной обработке. Внесение соломы совместно с азотными удобрениями значительно повышало микробиологическую активность почвы по обеим системам обработки. После повторного внесения соломы осенью 1999 г. под посев однолетних трав наибольшей биологической активностью отличалась почва на вариантах, где солому вносили без азотных удобрений. Различия по системам обработки при этом были несущественными, с некоторым увеличением активности микроорганизмов в слое 10-20 см. Менее интенсивно происходило разложение целлюлозы при внесении соломы с азотными удобрениями при отвальной и поверхностной обработках почвы с небольшим усилением активности микрофлоры по поверхностной обработке в обоих слоях почвы. В 2001 г., когда изучали последствие внесенной соломы, несколько выше была активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов при заделке одной соломы

под поверхностную обработку. Применение соломы совместно с азотными удобрениями способствовало увеличению этого показателя. Наибольшей микробиологической активностью отличался слой 0~10 см как по отвальной, так и по поверхностной обработке. Последствие гербицидов проявилось в тенденции к снижению биологической активности почвы по всем фонам удобрений.

Для определения **токсичности почвы** в 2001 г. в качестве тест-объекта использовали озимую рожь. Почвенные образцы отбирали осенью после уборки однолетних трав (2000). Результаты лабораторных исследований свидетельствовали о положительном влиянии условий, складывающихся при проведении поверхностно-отвальной и даже ежегодной поверхностной обработок почвы на прорастание и развитие тест-культуры по всем изучаемым показателям. Токсическое действие соломы не прослеживалось через год после ее заделки в среднем по системам обработки. Наблюдалось существенное увеличение всхожести (на 13,3%), числа и длины корней по фи ну внесения соломы совместно с минеральными удобрениями. В остальных вариантах прослеживалась тенденция к повышению этих показателей.

Численность дождевых червей практически не зависела от изучаемых систем обработки почвы. Применение органических удобрений в виде одной соломы и совместно с минеральными удобрениями особенно с одними азотными способствовало увеличению популяции дождевых червей по всем изучаемым системам обработки. Внесение полного минерального удобрения также способствовало увеличению их количества в период вегетации озимой ржи (2001). Гербициды оказывали незначительное отрицательное действие на численность дождевых червей спустя 2 года после их применения. Следует отметить зависимость количества дождевых червей от выращиваемой культуры и условий года.

Численность хищных жуужелиц в течение всей вегетации однолетних трав была в 1,5 раза выше по фону поверхностной обработки (12,6 шт/ловушку) по сравнению с их количеством по отвальной (9,6 шт/ловушку). В период выращивания озимой ржи не наблюдалось различий между вариантами обработки почвы. Изучаемые системы удобрений и последствие гербицидов не оказывали влияния на численность жуужелиц.

Негативное действие ежегодной поверхностной обработки почвы проявилось на 6-й культуре после вспаш-

ки — озимой ржи в тенденции к усилению **пораженности растений корневыми гнилями** (16,7% больных растений). Из фонов удобрений в среднем по всем системам обработки почвы и гербицидов наиболее оптимальным оказался вариант с внесением соломы совместно с минеральными удобрениями, рассчитанными на планируемую прибавку урожая (8,89% больных растений) по сравнению с фоном без удобрений (13,93%). Внесение соломы с азотными удобрениями несколько усиливало пораженность растений корневыми гнилями (10,54%).

Потенциальная засоренность почвы семенами сорных растений в период закладки опыта (1995) в слое почвы 0–20 см составляла в среднем: всего — 217,8 млн шт/га, из них многолетних — 18 млн шт, малолетних — 199,8 млн шт/га. На 5-й год проведения опыта (2000) произошло увеличение уровня потенциальной засоренности почвы (табл. 2).

Наибольшей потенциальной засоренностью в среднем по всем системам удобрений и гербицидов отличалась система 5-летней поверхностной обработки почвы. Здесь семена сорных растений накапливались преимущественно в верхнем слое (0–10 см) почвы. Наименьшая общая засоренность почвы семена-

Роль изучаемых факторов в изменении засоренности почвы семенами сорных растений (млн шт./га, второй этап опыта, 2000)

Вариант	Слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>			
Отвальная, «О ₁ »	212,2	246,3	458,5
Сочетание 1, «О ₂ »	196,3	260,3	456,9
Сочетание 2, «О ₃ »	199,7	232,5	432,2
Поверхностная, «О ₄ »	291,9*	187,8*	479,7
<i>В. Удобрение, «У»</i>			
Без удобрений, «У ₁ »	216,1	200,2	416,3
Солома, «У ₂ »	225,5	251,7	477,2
Солома + НРК, «У ₃ »	238,6	293,4**	532,0**
<i>С. Гербицид, «Г»</i>			
Без гербицидов, «Г ₁ »	233,1	232,7	465,8
С гербицидами, «Г ₂ »	216,9	230,9	447,8

ми сорных растений в 2000 г. в слое 0—20 см была на поверхностно-отвальной (сочетание 2) обработке.

Применение соломы совместно с полным минеральным удобрением в среднем по всем системам обработки и гербицидов способствовало существенному увеличению потенциальной засоренности семенами сорных растений в сравнении с количеством семян по фону без удобрений. Последствие гербицидов в среднем по всем системам обработки и удобрений проявилось несущественно.

Потенциальная засоренность почвы вегетативными органами размножения в среднем в год закладки опы-

та (1995) в слое 0—20 см составила 2927 см²/м², в том числе в слое 0-10 см длина органов размножения достигала 2389 см²/м², а в слое 10~20 см — 537 см²/м²; сухая масса органов размножения — соответственно 71,7 и 21,5 г/м² при общей биомассе в слое 0—20 см 93,18 г/м². После проведения обработки почвы в течение 6 лет длина корней размножения заметно уменьшилась (табл. 3).

Наименьшее снижение длины органов вегетативного размножения по сравнению с исходными величинами отмечалось при ежегодной поверхностной обработке. Существенных различий по этому показателю между опы-

Таблица 3

Роль факторов в изменении длины органов вегетативного размножения многолетних сорных растений (см/м², второй этап опыта, 2001)

Вариант	Слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
А. Обработка почвы, «О»			
Отвальная, «О ₁ »	277,7	132,5	410,2
Сочетание 1, «О ₂ »	309,0	129,3	438,3
Сочетание 2, «О ₃ »	222,2	208,9	431,1
Поверхностная, «О ₄ »	521,2*	173,9	695,1*
В. Удобрение, «У»			
Без удобрений, «У ₁ »	413,0	175,2	588,2
Солома, «У ₂ »	411,2	162,3	573,5
Солома + NPK, «У ₃ »	309,5	131,0	440,5
С. Гербицид, «Г»			
Без гербицидов, «Г ₁ »	350,9	191,6	542,5
С гербицидами, «Г ₂ »	314,0	130,9	444,9

вальной и системами с сочетанием обработок не наблюдалось. Однако наименьший уровень засоренности почвы вегетативными зачатками в слое 0-10 см был по системе поверхностно-отвальной обработки (сочетание 2). Это можно объяснить применением вспашки через 4 года (1999) и своевременными поверхностными обработками.

В среднем по фонам удобрений и гербицидов основная масса корней размножения по всем системам обработки почвы формировалась в верхней части пахотного горизонта. Наметилась тенденция к снижению длины органов вегетативного размножения при внесении одной соломы и особенно соломы с мине-

ральными удобрениями в расчете на планируемую прибавку урожая. Это можно частично объяснить более высоким уровнем конкурентной способности культурных растений.

Действие применявшихся в 1996-1998 гг. гербицидов проявилось в 2001г. незначительно. В изменении сухой массы корней размножения проявились те же тенденции, что и по их длине. Следует отметить, что если в период закладки опыта органы вегетативного размножения были представлены в основном корневищами пырея ползучего (*Agropirum repens L.*), то в 2001 г. их доля уменьшилась на 66,4%. При этом увеличилась доля орга-

нив вегетативного размножения бодяка полевого (*Cirsium arvense* L.) до 36,8%, осота полевого (*Sonchus arvense* L.) — 22,2% и хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) — до 5,6%. Отвальная обработка почвы способствовала увеличению доли органов размножения осота полевого. Системы с сочетанием обработок приводили к росту доли корневищ хвоща полевого и сдерживанию процесса искоренения пырея ползучего. Система поверхностной обработки способствовала уменьшению длины корневищ хвоща полевого, но сдерживала очищение почвы от корней пырея ползучего и способствовала размножению органов бодяка полевого по сравнению с системой отвальной обработки.

Солома способствовала увеличению длины органов вегетативного размножения бодяка полевого, хвоща полевого и чистеца болотного (*Stachys palustris* L.), а совместное ее внесение с минеральными удобрениями, наоборот, приводило к ее уменьшению.

Численность сорных растений и накопление ими сухой массы в большой степени определялись системой обработки почвы, удобрений и гербицидов.

На первом этапе исследований (1996-1998 гг.) еще не прослеживалось зависимости

обилия сорного компонента от изучаемых систем обработки почвы. Применение удобрений под программируемую урожайность способствовало достоверному увеличению численности малолетних сорных растений и общей сухой массы в среднем по всем системам обработки почвы и гербицидов. Последние достоверно снижали численность побегов многолетних сорных растений и накопление общей сухой массы в среднем по всем системам обработки почвы и удобрений. На втором этапе исследований проявилась зависимость сорного компонента от всех изучаемых факторов (табл. 4).

В среднем за вегетацию 1999-2001 гг. наибольшая численность сорных растений отмечалась по ежегодной 5-летней поверхностной обработке на всех фонах питания и в среднем по факторам. Системы с сочетанием отвальных и поверхностных обработок не отличались существенно от системы отвальной обработки по общей численности сорных растений как в среднем по всем системам удобрений и гербицидов, так и по фону без удобрений и гербицидов. Однако по этим системам обработки почвы по фону без удобрений и гербицидов наблюдалась более слабо выраженная тенденция к уменьшению численности побегов многолетних

Влияние разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на обилие сорных растений (в среднем за вегетацию и по факторам, 1999-2001 гг.)

Вариант	Численность, шт/м ²			Сухая масса, г/м ² (всего)
	всего	в т. ч.		
		многолетние	малолетние	
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>				
Отвальная, «О ₁ »	152	3,7	148	14,5
Сочетание 1, «О ₂ »	144	10,0*	134	18,6
Сочетание 2, «О ₃ »	144	14,6*	129	25,1*
Поверхностная, «О ₄ »	193	13,8*	179	24,8
<i>В. Удобрение, «У»</i>				
Без удобрений, «У ₁ »	127	10,4	117	15,9
30N, «У ₂ »	141	10,3	131**	17,1
Солома, «У ₃ »	168**	11,3	157**	18,8
Солома + 30N, «У ₄ »	153**	10,3	143**	18,4
Солома + NPK, «У ₅ »	176**	9,7	167**	27,0**
NPK, «У ₆ »	180**	10,9	169**	27,5**
<i>С. Гербицид, «Г»</i>				
Без гербицидов, «Г ₁ »	161	13,4	148	23,0
С гербицидами, «Г ₂ »	154	7,7***	146	18,5

и более заметное уменьшение числа малолетних сорных растений по сравнению с вариантом ежегодной отвальной обработки по соответствующим фонам удобрений и гербицидам. Внесение удобрений приводило к увеличению численности сорных растений как по всем системам обработки, так и в среднем по обработкам и гербицидам. К значительному увеличению количества сорных растений приводило внесение соломы с минеральными удобрениями в вариантах с ежегодной отвальной обработкой и «соче-

тание 1», а также одних минеральных удобрений при ежегодной поверхностной обработке и «сочетание 2». Это увеличение происходило в большей степени за счет малолетних сорных растений. Следует отметить высокий уровень засоренности посевов сорными растениями по всем изучаемым системам обработки почвы при внесении одной соломы. Накопление сухой массы сорными растениями соответствовало тенденциям, проявившимся по их численности, за некоторым исключением. Последствием герби-

цидов, применявшихся на первом этапе исследований в 1999-2001 гг., прослеживалось только в снижении численности побегов многолетних сорных растений.

Таким образом, в среднем по всем фонам питания как в вариантах с гербицидами, так и без гербицидов в общей численности сорных растений и накоплении ими сухой массы, кроме «сочетания 2», между системами обработки почвы «отвальная», «сочетание 1» и «сочетание 2» не наблюдалось существенных различий. За период проведения опыта под действием изучаемых факторов несколько изменился видовой состав сорного компонента.

Основным показателем, отражающим хозяйственную эффективность технологий и отдельных приемов выращивания полевых культур, является **урожайность**.

На первом этапе исследований (1996-1998) существенных различий во влиянии разных систем обработки почвы на урожайность полевых культур еще не прослеживалось. Урожайность варьировала в большей степени от применяемых удобрений и гербицидов. Урожайность озимой пшеницы (1996) была очень низкой в связи с сильной засоренностью пыреем ползучим и вымоканием культурных растений. Росту

урожайности однолетних трав (1997) и ячменя (1998) способствовали проведение систем минимальной обработки почвы и внесение **минеральных** удобрений в расчете на планируемую урожайность.

Применение гербицидов значительно повышало урожайность сена однолетних трав и ячменя.

На втором этапе исследований (1999-2001) прослеживалось значительное влияние на урожайность полевых культур всех изучаемых факторов (табл. 5).

Общий уровень урожайности овса (1999) в условиях резкой атмосферной засухи при поздних сроках сева из-за переувлажнения (1999) был также очень низкий. Различия между системами обработки почвы по урожайности овса по фону без удобрений были незначительными, хотя это был 4-й год после проведения отвальной обработки на вариантах с сочетанием обработок.

Внесение удобрений способствовало росту урожайности овса, но наиболее значительное увеличение отмечалось при внесении соломы совместно с минеральными удобрениями, рассчитанными на планируемую прибавку урожая по всем системам обработки почвы. Следует отметить, что не наблюдалось депрессии в урожайности

Роль изучаемых факторов в изменении урожайности полевых культур (ц/га, основная продукция, второй этап опыта)

Вариант	Овес, 1999	Однолетние травы (сено), 2000	Оз. рожь, 2001
<i>А. Обработка почвы, «О»</i>			
Отвальная, «О ₁ »	6,1	51,4	27,0
Сочетание 1, «О ₂ »	5,8	51,5	25,5
Сочетание 2, «О ₃ »	5,8	50,4	27,6
Поверхностная, «О ₄ »	6,1	42,7*	26,1
<i>В. Удобрение, «У»</i>			
Без удобрений, «У ₁ »	4,9	41,6	16,9
30N, «У ₂ »	5,4	47,4**	22,7**
Солома, «У ₃ »	5,4	45,2**	23,1**
Солома + 30N, «У ₄ »	6,0**	50,7**	24,5**
Солома + NPK, «У ₅ »	7,4**	56,0**	40,4**
NPK, «У ₆ »	6,6**	53,1**	34,8**
<i>С. Гербицид, «Г»</i>			
Без гербицидов, «Г ₁ »	5,1	47,0	27,2
С гербицидами, «Г ₂ »	6,8***	51,1***	27,0

сти овса (1999) при заделке одной соломы. Последствие гербицидов, применявшихся на первом этапе исследований, проявилось в существенном повышении урожайности овса. Урожайность однолетних трав (2000) зависела от системы обработки почвы. Системы обработки «сочетание 1» и «сочетание 2» обеспечили урожайность сена викоовсяной смеси на уровне варианта с ежегодной отвальной обработкой. Проведение поверхностной обработки в течение 5 лет привело к существенному снижению урожайности по всем системам удобрений по фону без гербицидов. Повторная

заделка соломы как одной, так и совместно с минеральными удобрениями способствовала значительному росту урожайности по всем системам обработки почвы. Благодаря применению гербицидов в предыдущие годы проявилось тенденция к повышению урожайности сена викоовсяной смеси. Урожайность зерна озимой ржи (2001) по всем системам существенно не различалась в пределах фонов питания и гербицидов, за исключением варианта поверхностной обработки по фону NPK без гербицидов, где урожайность была достоверно ниже, чем при соответствующем фоне

**Затраты совокупной энергии на 1 га при разных
по интенсивности системах основной обработки почвы**
(сумма за 1998-2001 гг.)

Система обработки почвы	Всего		В т. ч. ГСМ	
	МДж	% к контролю	МДж	% к контролю
Отвальная (контроль)	1274372	100	524172	100
Сочетание 1	731886	57,4	288558	55,1
Сочетание 2	460663	36,1	170751	32,6

по всем другим системам обработки. Последствие соломы и внесение минеральных удобрений, особенно при совместном их применении, способствовало значительному повышению урожайности озимой ржи по всем системам обработки почвы. Последствие гербицидов на урожайность зерна озимой ржи было незначительным.

Объем энергетических затрат на основную обработку в значительной мере обусловил наиболее высокую экономическую эффективность применяемых систем минимальной обработки почвы, особенно поверхностно-отвальной «сочетание 2» (табл. 6).

Периодическое проведение отвальной обработки почвы сокращает затраты совокупной энергии в 1,7 раза при использовании системы «сочетание 1» и в 2,8 раза при применении системы «сочетание 2» в сравнении с ежегодной отвальной.

Заключение

На дерново-подзолистой среднесуглинистой с временным избыточным увлажнением почве Центрального района Нечерноземной зоны РФ рекомендуется выращивать в чередовании однолетние травы (викоовсяная смесь) и озимую рожь.

В качестве основной обработки почвы предлагается поверхностно-отвальная, базирующаяся на сочетании вспашки на глубину 20-22 см с предварительным дискованием пласта на 10-12см или лушением стерни на 8-10 см один раз в 4 года и поверхностной обработки дисковым лушильником на 8-10 см в последующие 3 года. Поверхностную обработку в годы отсутствия вспашки необходимо проводить сразу после уборки культуры.

Для улучшения водно-воздушного режима и предотвращения деградации

почвы в качестве органического удобрения рекомендуется использовать солому. Заделывать ее можно как под зяблевую вспашку, так и под осеннюю поверхностную дисковую обработку, так как способ заделки не оказывает существенного влияния на урожайность полевых культур. Для увеличения урожая вместе с соломой рекомендуется вносить минеральные удобрения в расчете на планируемую прибавку.

Система поверхностно-отвальной обработки и внесение соломы сдерживают дегумификацию почвы, не оказывают токсического влияния на полевые культуры, не приводят к усилению вредоносности сорного компонента и снижению урожайности полевых культур, повышают экономическую и энергетическую эффективность технологий производства продукции как по фону без гербицидов, так и с гербицидами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ветуль Т., Фрайер Б.* Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. М.: Агрпромиздат, 1987. — 2. *Доспехов Б.А., Чекрыжов А.Д.* Учет засоренности почвы семенами сорных растений методом малых проб. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 2, с. 212—215. — 3. *Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Шекочихина Р.И.* Защита пшеницы от корневых гнилей. JL: Колос, 1966. — 4. *Смирнов Б.А., Смирнова В.И.* Методика учета засоренности посевов в полевом стационарном опыте. — Докл. ТСХА, 1976, вып. 224. — 5. *Смирнов Б.А.* Научные и практические основы борьбы с сорняками в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. — Докт. дис., М., 1988. — 6. *Смирнов Б.А.* Ресурсосберегающая поверхностно-отвальная система обработки почвы. Рекомендация. Ярославль, 1998.

*Статья поступила
18 марта 2003 г.*

SUMMARY

Results of investigations conducted for 6 years are presented, Biological indicators of soil fertility and phytosanitary condition of seedings with using soil tillage of different intensiveness, fertilization with straw and herbicides in Central region of Non-chernozem zone of Russia were studied.