

УДК 631.452:631.51:631.8

## ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ, УДОБРЕНИИ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ

Б.А. СМИРНОВ, П.А. КОТЯК, Е.В. ЧЕБЫКИНА, А.М. ТРУФАНОВ

(Ярославская ГСХА)

*На дерново-подзолистой глееватой почве Центрального района Нечерноземной зоны РФ изучалось влияние разных по интенсивности систем обработки, удобрений с использованием соломы и защиты растений на основные биологические показатели плодородия. Авторами установлена прямая корреляционная зависимость между содержанием органического вещества с токсичностью почвы, активностью целлюлозоразрушающих микроорганизмов, продуктивностью полевых культур на данном агроландшафте.*

*Ключевые слова: дерново-подзолистая глееватая почва, система поверхностно-отвальной обработки, органическое вещество, биологическая активность, токсичность почвы.*

Современное научное земледелие требует комплексного решения проблем, связанных с рациональным использованием почвенного плодородия при расширенном его воспроизводстве в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия, обеспечивающих экологическую чистоту агробиогеоценоза.

При разработке научно обоснованных систем земледелия, адаптированных к различным агроландшафтам, следует уделять особое внимание биологическим показателям плодородия почвы как важнейшим его факторам и чувствительным экологическим и агрономическим индикаторам антропогенного воздействия на почву [5].

Одним из самых сложных компонентов агроландшафта, вместе с тем имеющим большое страховое значение, особенно в засушливые годы, занимающим большую долю от площади пашни в Нечерноземной зоне, является почва с временным избыточным увлажнением (глееватая). Только в Ярославской обл. площадь пашни под такими почвами составляет 16,3% от общей площади пахотных угодий.

До сих пор недостаточно изучены возможные варианты минимализации обработки в целом и особенно адаптация энергосберегающей системы поверхностно-отвальной обработки [7, 9] на дерново-подзолистых глееватых почвах по разным фазам удобрений, что придает актуальность данной работе.

Целью исследований было изучение многолетнего влияния разных по интенсивности систем обработки на основе минимализации, удобрений с использованием соломы и химических средств защиты полевых культур от сорных растений в управлении биологическими показателями плодородия дерново-среднеподзолистой глееватой средне суглинистой почвы.

В задачи исследований входило определение содержания органического вещества в почве, показателей биологической активности, фитотоксичности почвы, численности полезной энтомофауны, потенциальной засоренности почвы генеративными и вегетативными органами размножения сорных растений, адаптации полевых культур к условиям выращивания, хозяйственной и экономической эффективности технологий производства продукции, энергетической оценки разных по интенсивности систем обработки.

### Условия и методика исследований

Экспериментальную работу проводили в 2005-2008 гг. в полевом стационарном многолетнем трехфакторном опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВПО ЯГСХА в 1995 г. методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта четырехкратная.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая глееватая среднесуглинистая на карбонатной морене. В годы исследований почва пахотного горизонта в среднем содержала органического вещества — 2,57%, легкодоступного фосфора — 228,5 мг/кг, обменного калия — 74,6 мг/кг, сумма обменных оснований составляла 19,66 мг-экв./100 г, гидролитическая кислотность — 1,52 мг-экв./100 г, pH солевой вытяжки — 5,86.

В опыте выращивали следующие полевые культуры в чередовании во времени: ячмень (2005) — озимая тритикале (2006) — однолетние травы (2007) — озимая рожь (2008). Сорты: Московский-3 (ячмень), Ярославская-136 (вика полевая) + Скакун (овес) — однолетние травы, Валдай (озимая рожь), Антей (озимая тритикале).

В опыте использовали рекомендованные для региона технологические приемы выращиваемых культур (кроме изучаемых).

### Схема полевого стационарного трехфакторного (4x6x2) опыта

#### *Фактор А. Система основного обработки почвы, «О»*

1. Отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно, «О<sub>1</sub>».

2. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4-5 лет + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3-4 года, «О<sub>2</sub>».

3. Поверхностно-отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4-5 лет + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3-4 года, «О<sub>3</sub>».

4. Поверхностная: однократная поверхностная обработка на 6-8 см, ежегодно, «О<sub>4</sub>».

В год закладки опыта (1995) проводилась вспашка плугом ПЛН-3-35 на глубину 20-22 см с предварительным дискованием пласта многолетних трав БДТ-3 на 8-10 см на всех вариантах опыта.

#### *Фактор В. Система удобрений, «У»*

1. Без удобрений, «У<sub>1</sub>».

2. N30^ «У<sub>2</sub>».

3. Солома 3 т/га, «У<sub>3</sub>».

4. Солома 3 т/га + N30 (азотное удобрение в расчете 10 кг д.в. на 1 т соломы), «У<sub>4</sub>».
5. Солома 3 т/га + NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожая), «У<sub>5</sub>».
6. NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожая), «У<sub>6</sub>».

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

1. Биотехнологическая (без гербицидов), «Г<sub>1</sub>».
2. Интегрированная (с гербицидами), «Г<sub>2</sub>».

Технологические приемы осуществляли: дискование пласта многолетних трав на 8-10 см под озимую пшеницу — тяжелой дисковой бороной БДТ-3 в агрегате с трактором ДТ-75М; все остальные приемы выполняли в агрегате с трактором МТЗ-82: вспашка на глубину 20-22 см — плугом ПЛН-3-35, вспашка на глубину 20-22 см с оборотом пласта на 180° с щелеванием подпахотного горизонта на 7 см — плугом ПБС-2 (только в 2004 г. в варианте «0<sub>3</sub>»); лушение и поверхностная обработка — дисковым луцильником ЛДГ-5А, культивация — культиватором КБМ-4,2НУ, боронование — зубовой бороной БЗТС-1,0, рыхление на 20-22 см — сменными рабочими органами к плугу ПБС-2 — рыхлителями.

В опыте применяли гербициды: агритокс в норме 1,25 л/га в фазу кущения озимой тритикале (2006). В остальные годы изучали последствие ранее применявшихся гербицидов.

Определение биологических показателей осуществляли по общепринятым в опытной сети методикам [2, 3, 4, 8, 11].

Основной характерной особенностью метеорологических условий за годы исследований (2005-2008) было меньшее суммарное количество атмосферных осадков за год в сравнении со средними многолетними данными. Так, при среднемноголетней сумме осадков 596 мм суммарное годовое их количество было: в 2005 г. — 514 мм, 2006 г. — 554, 2007 г. — 521, 2008 г. — 526 мм. Снижение происходило в основном за счет уменьшения количества осадков в вегетационные периоды при некотором повышении среднесуточных температур.

### **Результаты и их обсуждение**

*Содержание органического вещества* в значительной мере определяет биологические свойства почвы и урожайность полевых культур.

За 4-летний период на 10-13-й год применения изучаемых систем энергосберегающей обработки в среднем по факторам способствовало существенному увеличению содержания органического вещества по обоим слоям пахотного горизонта в сравнении с отвальной обработкой (табл. 1). Следует отметить, что наибольшее накопление органического вещества как в слое 0-10 см, так и в 10-20 см и в целом по пахотному горизонту отмечалось при поверхностно-отвальной обработке. Эти изменения обусловлены преобладанием процессов гумификации над минерализацией в связи с разным по интенсивности механическим воздействием на почву.

Изучаемые системы обработки вели к некоторой дифференциации пахотного горизонта за счет накопления органического вещества в слое 0-10 см. При этом бо-

**Содержание органического вещества в почве, %, в среднем по факторам за 2005-2008 гг.**

Вариант	Слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
<i>Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»</i>			
Отвальная	2,49	2,45	2,47
Поверхностная с рыхлением	2,65	2,54	2,60
Поверхностно-отвальная	2,67	2,63	2,65
Поверхностная	2,58	2,55	2,57
НСР <sub>05</sub>	0,08	0,09	0,07
<i>Фактор В. Система удобрений, «У»</i>			
Без удобрений	2,42	2,42	2,42
N30	2,53	2,50	2,52
Солома 3 т/га	2,55	2,48	2,52
Солома 3 т/га + N30	2,55	2,51	2,53
Солома 3 т/га + NPK	2,80	2,67	2,74
NPK	2,73	2,66	2,70
НСР <sub>05</sub>	0,05	0,07	0,04
<i>Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»</i>			
Без гербицидов	2,59	2,55	2,57
С гербицидами	2,61	2,52	2,57
НСР <sub>05</sub>	$F < F_{05}$	$F < F_{05}$	$\Delta \phi < \Delta \phi_{05}$

лее заметное разделение на слои по содержанию органического вещества было характерно для системы поверхностной обработки с рыхлением.

Также можно отметить более эффективное воздействие на процесс гумусообразования совместного внесения соломы и полного минерального удобрения.

Последствие химических средств защиты растений (гербицидов) при периодическом их применении (2 раза за 5 лет) в среднем по факторам не оказало влияния на изменение содержания органического вещества в почве. В целом по пахотному

горизонту и по слоям значения этого показателя в вариантах как с использованием гербицидов, так и без их применения были практически одинаковыми.

Важным показателем, отражающим интенсивность биологических процессов в почве, является ее *биологическая активность*. Она характеризуется такими показателями, как активность почвенных ферментов, интенсивность выделения из почвы углекислого газа, целлюлозоразрушающая способность, численность и видовой состав микроорганизмов и др. [1, 6, 10].

*Ферментативная активность* служит одним из диагностических критериев биологической активности. Среди ферментов наибольшее внимание привлекает *каталаза*, роль которой заключается в разрушении перекиси водорода до воды и кислорода, образующейся в процессе дыхания и в результате биохимических реакций.

Наивысшая каталазная активность отмечалась в период весеннего отрастания озимой ржи (2008), что во многом связано с влажностью почвы.

В условиях биотехнологической защиты растений от сорняков при применении системы поверхностной обработки активность фермента была меньше, чем при ежегодной отвальной и поверхностно-отвальной обработках в среднем по фонам удобрений в обоих слоях пахотного горизонта. Следует отметить, что в верхнем слое почвы при поверхностно-отвальной обработке наблюдалось повышение каталазной активности в сравнении с отвальной, а в нижнем и в среднем по пахотному горизонту значения этого показателя находились на уровне отвальной. На изучаемых фонах удобрений в среднем по системам обработки происходила активизация данного фермента по обоим слоям в сравнении с фоном без удобрений, при наибольших значениях в варианте солома + NPK. Использование удобрений приводит к повышению содержания органического вещества в почве, что влечет за собой усиление микробиологических процессов, а следовательно, и активности фермента каталазы.

*Целлюлозоразрушающая способность* почвы является индикатором биоклиматических и экологических условий почвообразования, интенсивности биохимических процессов, биологического круговорота элементов питания и обеспечения ими культурных растений, а следовательно, и биологической активности почвы и уровня ее плодородия.

В среднем за 4 года (2005-2008) системы энергосберегающей обработки на базе минимализации в среднем по факторам в целом по пахотному горизонту обеспечили усиление активности микрофлоры, разрушающей целлюлозу, при наибольших значениях в варианте с системой поверхностно-отвальной обработки почвы (37,52%). Усиление активности данной группы микроорганизмов в среднем по пахотному горизонту происходит за счет верхнего (0-10 см) слоя почвы, где уровень интенсивности разложения льняного полотна существенно выше на 3,39-6,82% в сравнении со значениями, полученными в других вариантах обработки в данном слое. Степень разложения целлюлозы в нижней части пахотного горизонта при всех системах обработки была практически одинаковой (32,17-34,37%). Причиной усиления целлюлозоразрушающей способности почвы при поверхностно-отвальной обработке можно считать накопление и своевременное прерывание минерализации органических веществ как в верхнем, так и в нижнем слоях пахотного горизонта путем проведения периодической вспашки со сменой соответствующих условий для микроорганизмов: аэробных на анаэробные и наоборот.

Применение удобрений в среднем по факторам способствовало существенному повышению активности целлюлозоразрушающей микрофлоры во всех слоях

в сравнении с фоном без удобрений при наибольших значениях в вариантах солома + NPK — 36,48, NPK — 39,98%.

Использование гербицидов в среднем по факторам способствовало некоторой динамике повышения целлюлозоразрушающей способности почвы при наибольших различиях в 2005 и в 2006 гг.

Уровень активности целлюлозоразрушающей микрофлоры находится в прямой корреляционной зависимости от содержания в почве органического вещества ( $r = 0,66$ ;  $y = 0,0216x + 1,827$ ). Статистическая обработка позволила также установить между урожайностью полевых культур и целлюлозоразрушающей способностью пахотного слоя почвы (0-20 см) наличие средней корреляционной связи ( $r = 0,61$ ;  $y = 0,0038x + 26,099$ ).

*Видовой состав и численность почвенной микрофлоры* изменялись под действием изучаемых факторов.

Проведение энергосберегающих систем обработки приводило к увеличению общей численности сапрофитных микроорганизмов за счет внесения соломы в целом по пахотному горизонту на 58,9-79,4 млн клеток в 1 г абс. сухой почвы при преобладании *poц. Mycobacterium* (63,4-92,4%).

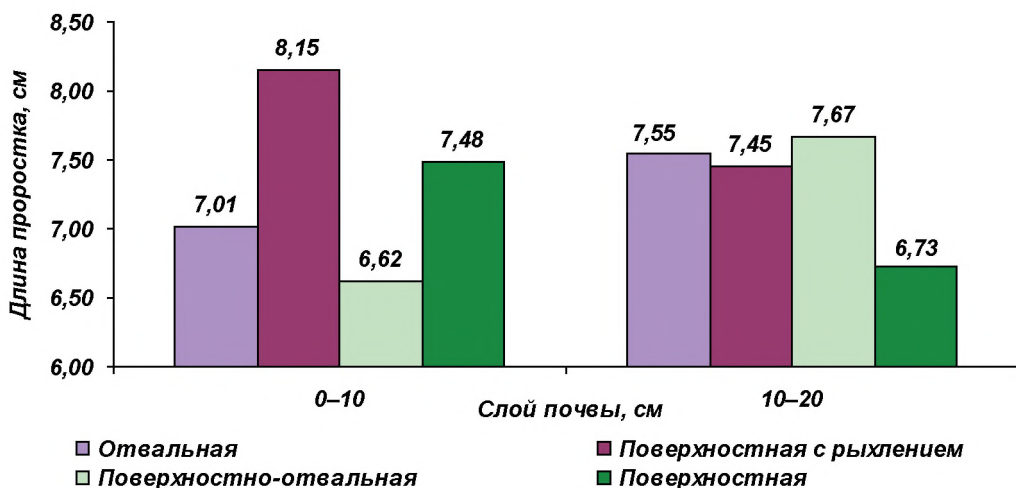
При анализе численности микроорганизмов, учитываемой на смешанном агаре, можно отметить, что заметных различий в количестве спорообразующих микроорганизмов, находящихся в состоянии спор, между вариантами Солома + NPK и NPK по системе поверхностно-отвальной обработки почвы не установлено. Внесение одних минеральных удобрений при поверхностной обработке привело к увеличению спорообразующих микроорганизмов до 30,3 тыс. клеток в 1 г абс. сухой почвы, что произошло за счет рода *Bacillus cereus*.

При обеих системах энергосберегающей обработки с внесением удобрений не наблюдалось развития актиномицетов.

При применении как одних полных минеральных удобрений, так и совместно с соломой по системе поверхностной обработки наблюдалось превышение общей численности грибов в сравнении с поверхностно-отвальной по тем же фонам в целом по пахотному горизонту, что свидетельствует об ухудшении биологического состояния почвы (на 5,2 и 1,5 тыс. клеток в 1 г абс. сухой почвы соответственно). Качественный состав грибов представлен родами *Mucog* и *Penicillium*, при большем содержании представителей последнего рода при поверхностной обработке.

От биологической активности в прямой зависимости находится *токсичность почвы*, которая является одним из факторов, отрицательно влияющих на почвенное плодородие и урожай возделываемых культур. Токсичность почвы проявляется в торможении роста корней, хлорозе растений, нарушении обмена веществ, задержке поступления питательных веществ, подавлении дыхательного процесса и т.п. Среди причин, вызывающих токсичность, выделяют образование вредных продуктов жизнедеятельности растений и микроорганизмов, межорганизменные взаимодействия, неблагоприятные физико-химические условия среды, загрязнение агрохимикатами в результате хозяйственной деятельности человека. Вещества, негативно влияющие на рост и развитие растений, могут образовываться в процессе почвообразования. На глееватых почвах причинами токсичности, кроме того, могут являться закисные соединения алюминия, железа и марганца, образующиеся при анаэробных условиях в результате кратковременного избыточного увлажнения.

Применение системы поверхностно-отвальной обработки способствует поддержанию общей токсичности почвы и микробного токсикоза как по слоям, так



Токсичность почвы на 14-й год действия факторов после основной обработки (длина проростка, см, 2008)

и в целом по пахотному горизонту на уровне системы ежегодной отвальной обработки или ниже ее. А ежегодная поверхностная обработка способствует усилению токсичности при существенных различиях по показателям в сравнении с отвальной.

Представляет интерес определение уровня токсичности почвы, формирующегося под действием разных систем обработки, на 14-й год действия факторов, т.е. в начале 4-й ротации сразу после основной обработки (см. рисунок).

Авторами было установлено, что в нижнем слое наибольшая токсичность формировалась на почве варианта с ежегодной поверхностной обработкой, а наименьшая — при поверхностно-отвальной. Это объясняется тем, что при длительной поверхностной обработке содержание гумусовых соединений, которые способствуют детоксикации, в нижнем слое уменьшается. В варианте с системой поверхностно-отвальной обработки за счет оборачивания почвы на место нижнего слоя был помещен верхний с накопленными в больших количествах гумусовыми соединениями за период предыдущей 5-летней ротации системы. При системах поверхностной обработки и поверхностной с рыхлением, т.е. без оборачивания пахотного горизонта, наблюдается увеличение токсичности почвы в нижнем слое по сравнению с верхним. Повышение токсичности почвы в слое 10-20 см в сравнении со слоем 0-10 см при системах без оборачивания пахотного горизонта, т.е. поверхностной с рыхлением и ежегодной поверхностной, и снижение ее при системах отвальной и особенно поверхностно-отвальной обработках свидетельствует о необходимости периодической смены слоев пахотного горизонта под действием плужной обработки с целью детоксикации извлеченной на поверхность почвы нижнего слоя.

Для установления конкретных связей по зависимости токсичности почвы от содержания органического вещества на 13-й год действия изучаемых факторов был использован корреляционно-регрессионный анализ, в результате которого установлено, что средняя прямая корреляционная зависимость между содержанием органического вещества наблюдалась с длиной проростка тест-культуры как показателя



токсичности в верхнем слое ( $r = 0,42$ ;  $y = 3,0699x - 0,2396$ ) и в среднем по пахотному горизонту ( $r = 0,48$ ;  $y = 3,0422x - 0,1395$ ). Это подтверждает сделанные ранее выводы о том, что большее содержание органического вещества способствует меньшему ингибированию проростка.

Наличие полезной почвенной энтомофауны является важным показателем экологической направленности земледелия. В качестве объектов для изучения использовались хищные жужелицы и дождевые черви.

Проведение поверхностно-отвальной обработки приводило к статистически достоверному увеличению численности хищных жужелиц по сравнению с отвальной обработкой, так как при данной системе формируются лучшие условия обитания этих насекомых. Внесение удобрений в среднем по факторам сказывалось положительно на количество жужелиц при существенном увеличении в вариантах солома + NPK и NPK. Применение гербицидов приводило к незначительному сокращению численности энтомофагов. Следует отметить, что наибольшее уменьшение хищных жужелиц в вариантах с гербицидами наблюдалось в посевах озимой тритикале, так как осуществлялось непосредственное внесение препарата агритокс.

По всем изучаемым системам энергосберегающей обработки почвы в среднем по факторам и слоям количество дождевых червей было на уровне ежегодной отвальной. Применяемые фоны удобрений в среднем по факторам также не приводили к существенным изменениям численности дождевых червей в целом по пахотному горизонту. Однако наибольшее накопление червей происходило в варианте солома + NPK. Действие гербицидов в среднем по факторам проявилось в некотором снижении количества беспозвоночных животных в сравнении с вариантом без гербицидов по всем слоям.

Потенциальная засоренность почвы семенами сорных растений на 10-й год опыта существенно не изменялась в среднем по факторам под действием систем энергосберегающей обработки ( $0_3$  — 282,3;  $0_4$  — 288,8 млн шт./га в слое 0-20 см) в сравнении с отвальной (251,3 млн шт./га в слое 0-20 см), а также при внесении удобрений ( $У_1$  — 248,2; 285,5 млн шт./га в слое 0-20 см). При применении гербицидов отмечалось существенное снижение общего запаса семян сорных растений, в т.ч. малолетних видов, в слое 0-10 см ( $\Gamma_1$  — 150,5;  $\Gamma_2$  — 124,0 млн шт./га) и в целом по пахотному горизонту ( $\Pi$  — 283,1;  $\Gamma_2$  — 249,0 млн шт./га).

Уровень формирования потенциальной засоренности почвы вегетативными органами размножения, определяемый по их длине и сухой массе, на 12-й год действия изучаемых факторов при системе поверхностно-отвальной обработки в сочетании с применением соломы и полного минерального удобрения как по фону без гербицидов, так и с периодическим их применением был меньше в целом по пахотному горизонту в сравнении с системами ежегодных отвальной и поверхностной обработок (длина вегетативных органов сорных растений была меньше на 34,0 и 27,0% соответственно; сухая масса вегетативных сорных растений снижалась в 2,32-3,25 раза).

Продуктивность полевых культур в годы исследований различалась в зависимости от уровня их адаптации к агроландшафту и условиям, формирующимся под действием технологий выращивания. В зависимости от уровня питания и уровня накопления питательных веществ растениями за летне-осенний период (для озимых культур), от технологии выращивания (обработка почвы, применение удобрений и гербицидов) культуры целесообразно объединить в группы: 1-я — адаптированные к условиям выращивания (ячмень, озимая рожь), 2-я — слабо адаптированные к условиям выращивания (озимая тритикале, однолетние травы).



Продуктивность полевых культур 1-й группы как отдельно, так и в среднем за 2 года формировалась по всем фонам удобрений и защиты растений с наибольшими значениями при системе поверхностно-отвальной обработке и с наименьшими — при ежегодной поверхностной обработке при существенных различиях по фону NPK (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Продуктивность полевых культур, т/га к.ед., в среднем по факторам**

Вариант		Система защиты растений «Г»					
система обработки «О»	система удобрений «У»	без гербицидов			с гербицидами		
		1-я группа	2-я группа	в среднем	1-я группа	2-я группа	в среднем
Отвальная	Без удобрений	1,47	2,25	1,86	1,53	2,35	1,94
	N30	1,69	2,48	2,09	2,01	1,98	2,00
	Солома 3 т/га	1,83	2,24	2,04	1,92	2,21	2,07
	Солома 3 т/га + N30	2,06	3,00	2,53	2,21	3,20	2,71
	Солома 3 т/га + NPK	3,70	3,09	3,39	3,97	2,88	3,35
	NPK	3,44	2,77	3,11	3,52	2,67	3,09
Поверхностная с рыхлением	Без удобрений	1,26	1,34	1,30	1,55	1,50	1,55
	N30	1,73	1,79	1,76	1,90	1,97	1,93
	Солома 3 т/га	1,47	1,19	1,33	1,64	1,36	1,50
	Солома 3 т/га + N30	2,02	1,77	1,90	2,10	1,74	1,93
	Солома 3 т/га + NPK	3,58	2,69	3,13	3,88	2,70	3,29
	NPK	3,13	2,79	2,96	3,49	2,55	3,00
Поверхностно-отвальная	Без удобрений	1,45	1,31	1,41	1,75	1,73	1,74
	N30	1,81	1,67	1,74	1,93	1,84	1,89
	Солома 3 т/га	1,72	1,43	1,57	2,12	1,83	1,98
	Солома 3 т/га + N30	1,98	1,85	1,92	2,27	2,56	2,41
	Солома 3 т/га + NPK	4,03	2,84	3,43	4,22	3,64	3,93
	NPK	3,40	3,14	3,27	3,63	3,24	3,44

Вариант		Система защиты растений «Г»					
система обработки «О»	система удобрений «У»	без гербицидов			с гербицидами		
		1-я группа	2-я группа	в среднем	1-я группа	2-я группа	в среднем
Поверхностная	Без удобрений	1,25	1,27	1,26	1,49	1,40	1,45
	N30	1,65	1,74	1,69	1,97	1,86	1,92
	Солома 3 т/га	1,63	1,15	1,39	1,88	1,71	1,79
	Солома 3 т/га + N30	1,91	1,83	1,87	2,08	2,03	2,06
	Солома 3 т/га + NPK	3,47	2,35	2,91	3,81	2,72	3,27
	NPK	2,91	2,27	2,59	3,46	2,17	2,82
HCP <sup>o</sup> <sub>05</sub>		0,44	0,68	0,76	0,44	0,68	0,76
HCP <sup>y</sup> <sub>05</sub>		0,40	0,57	0,68	0,40	0,57	0,68
HCP <sup>Г</sup> <sub>05</sub>		0,41	0,53	0,30	0,41	0,53	0,30

Полевые культуры 2-й группы в среднем за 2 года сформировали урожай на уровне программируемого только по фонам солома + NPK и NPK при системах поверхностно-отвальной и отвальной обработки без применения гербицидов, а с их использованием продуктивность культур была наибольшей по данным фонам удобрений при системе поверхностно-отвальной обработки.

На низких фонах питания ( $У_1-У_2$ ) по всем системам энергосберегающей обработки наблюдалось значительное снижение продуктивности полевых культур 2-й группы в сравнении с отвальной обработкой при наибольших значениях при системе поверхностно-отвальной в обоих вариантах защиты растений.

Система поверхностно-отвальной обработки по группе адаптированных полевых культур обеспечила наибольшую их продуктивность (2,53 т/га к. ед.) в среднем по факторам, а ежегодная поверхностная — наименьшую с существенным снижением (2,30 т/га к. ед.). Во 2-й группе культур при системах поверхностная с рыхлением и поверхностная обработки существенно уменьшалась их продуктивность (на 0,65 и 0,72 т/га к. ед.), а при поверхностно-отвальной отмечалась недостоверная динамика снижения (на 0,34 т/га к. ед.) по сравнению с отвальной.

Применение удобрений в среднем по факторам способствовало существенному повышению продуктивности культур обеих групп при наибольших значениях, особенно в 1-й группе (3,83 т/га к. ед.), на варианте солома + NPK в сравнении с фоном без удобрений (в 1-й группе — 1,47 т/га к. ед., во 2-й — 1,64 т/га к. ед.).

Периодическое использование гербицидов в среднем по факторам проявилось в достоверном повышении продуктивности культур как 1-й, так и 2-й группы: на 0,24 и 0,15 т/га к. ед. соответственно.

*Экономическая оценка* технологий производства зерна ячменя и озимой ржи свидетельствует о преимуществе технологий, базирующихся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы по сравнению с технологиями отвальной при выращивании этих культур по обеим системам защиты растений при совместном внесении соломы с полным минеральным удобрением. Это обусловлено, во-первых, более высоким выходом продукции и, во-вторых, более низкими затратами на основную обработку, что в конечном итоге определяло увеличение чистого дохода по ячменю на 4243,73 руб./га, по озимой ржи — на 399,09 руб./га без применения гербицидов, а с их использованием — на 4309,52 и 1187,44 руб./га и уровня рентабельности по ячменю — на 31,56 и 32,11%, а по озимой ржи — на 2,86 и 5,51% соответственно.

*Энергетическая эффективность* системы основной поверхностно-отвальной обработки, при сочетании отвальной 1 раз в 5 лет с поверхностной в остальные 4 года была обусловлена экономией затрат совокупной энергии по сравнению с системой ежегодной отвальной обработки в 3,23 раза, в т.ч. по движителям и с.-х. машинам — в 3,21, по ГСМ — 3,52, по затратам труда — в 3,50 раза.

### Заключение

На дерново-среднеподзолистой глееватой средне суглинистой почве Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации в качестве основной рекомендуется применение системы поверхностно-отвальной обработки, базирующейся на сочетании отвальной на глубину 20-22 см с предварительным лушением на 8-10 см один раз в 4-5 лет и одно-, двукратной поверхностной обработки на 6-8 см в последующие 3-4 года.

Технологии выращивания полевых культур, в основе которых применяется данная система обработки как с гербицидами, так и без их использования особенно по фону совместного внесения соломы, в качестве органического удобрения, и полного минерального удобрения обеспечивают существенное увеличение содержания органического вещества, улучшение других биологических показателей, способствуют получению максимальной продуктивности полевых культур. При этом достигаются наивысшие чистый доход и уровень рентабельности, наименьшие производственные затраты в связи с уменьшением затрат совокупной энергии на основную обработку по сравнению с технологиями на базе системы ежегодной отвальной обработки.

В среднем за 4-летнюю ротацию при чередовании полевых культур (ячмень — озимая тритикале — однолетние травы — озимая рожь) достигается планируемый уровень продуктивности в производстве основной продукции как без применения гербицидов, так и с их использованием с превышением уровня рентабельности по ячменю и озимой ржи в среднем на 18,01% и уменьшением затрат совокупной энергии на основную обработку в 3,23 раза по сравнению с технологиями, базирующимися на системе ежегодной отвальной обработки в классическом варианте.

### Библиографический список

1. *Балаян Т.В.* Биологическая активность дерново-подзолистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур//Почвоведение. 1993. № 12. С. 65-71.
2. *Ветуель Т., Фрайер Б.* Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. М.: Агропромиздат, 1987. 200 с.
3. *Доспехов Б.А., Чекрыжов А.Д.* Учет засоренности почвы семенами сорных растений методом малых проб // Известия ТСХА. 1972. Вып. 2. С. 212-215.

4. Звягинцев Д.Г., Асеева П.В., Бабьева П.П., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: изд-во МГУ, 1980. 225 с.

5. Матюк Н.С., Полин В.Д., Абражкина Е.Д., Шевченко В.А., Осам Зода. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от ее обработки и удобрения // Плодородие. 2008. № 1. С. 38-40.

6. Свирскене А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы // Почвоведение. 2003. № 2. С. 202-210.

7. Смирнов Б.А. Система «поверхностно-отвальной» обработки почвы // Почвозащитная ресурсосберегающая агротехническая система. Ярославль, 2002. 386 с.

8. Смирнов Б.А., Смирнова В.П. Методика учета засоренности посевов в полевом стационарном опыте // Доклады ТСХА. 1976. Вып. 2. Ч. 1. С. 91-95.

9. Смирнов Б.А., Шукин С.В., Чебыкина Е.В., Смирнова В.П. Система «поверхностно-отвальной» обработки на почвах с избыточным увлажнением // Почвозащитный ресурсосберегающий агротехнический комплекс. Ярославль, 2005. 233 с.

10. Стахурлова Л.Д., Свистова П.Д., Щеглов Д.П. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах // Почвоведение. 2007. № 6. С. 769-774.

11. Ягодин Б.А., Дорогин П.П., Жуков Ю.П. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.

## THE INFLUENCE OF SYSTEMS OF MINIMAL TILLAGE, FERTILIZERS AND PLANTS PROTECTION ON BIOLOGICAL PARAMETERS CHARACTERIZING FERTILITY OF SOD-PODZOLIC GLEYIC SOIL

B.A. SMIRNOV, P.A. KOTYAK, E.V. CHEBYKINA, A.M. TRUFANOV

(Yaroslavl State Agricultural Academy)

*The long-term influence of tilling systems varying in intensity, fertilizers including straw usage and plant protection on the basic biological parameters of soil fertility was investigated on sod-podzolic gleyic soil of the Central area in the Nonchernozem zone of the Russian Federation. Thus the study reveals direct correlation between organic matter content and soil toxicity level, activity of cellulose decomposing microorganisms and crop productivity in a certain agrolandscape.*

*Key words: sod-podzolic gleyic soil, the system of shallow-moulded tillage, organic matter, biological activity, toxicity of soil.*

| **Смирнов Борис Александрович** | — д. с.-х. н., проф., заслуженный деятель науки РФ.

**Котяк Полина Алексеевна** — к. с.-х. н., старший преподаватель кафедры экологии ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА» (150044, г. Ярославль, ул. Е. Колесовой, 70; тел.: (4852) 57-89-58).

**Чебыкина Елена Владимировна** — к. с.-х. н., доцент кафедры земледелия ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». Тел.: (4852) 57-89-58.

**Труфанов Александр Михайлович** — к. с.-х. н., доцент кафедры земледелия ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». Тел.: (4852) 57-89-58; e-mail: a.trufanov@yanex.ru.