

**Библиографический список**

1. Ильин В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов (Mn, Cu, Mo, B) в южной части Западной Сибири. – Новосибирск: Наука СО, 1973. – 390 с.  
 2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири // Почвоведение. – 1987. – № 11. – С. 87-94.  
 3. Плохинский Н.А. Биометрия. – Изд. 2-е. – М.: МГУ, 1970. – 370 с.  
 4. Важенин И.Г. Применение метода вариационной статистики в почвенно-агрохимических исследованиях // Почвоведение. – 1963. – № 2. – С. 43-57.  
 5. Пуховский А.В. Об особенностях статистической обработки результатов агрохимических исследований // Агрохимия. – 2001. – № 9. – С. 66-74.

6. Баринаева К.Е., Пуховский А.В. Структурно-динамический подход при статистической обработке данных // Агрохимический вестник. – 2002. – № 2. – С. 13-15.

7. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / науч. ред. Ю.Н. Благовещенский. – Изд. 4-е, доп. – М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 336 с.

8. Королев Ю.А., Анохин В.С., Калинина Т.А. Проверка эмпирического распределения агрохимических показателей на нормальность // Агрохимический вестник. – 2003. – № 5. – С. 19-22.

9. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие для студентов вузов. – Изд. 6-е, доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 405 с.



УДК 631.51:631.8:632.954:631.427

**У.А. Исаичева,  
 А.М. Труфанов,  
 Б.А. Смирнов,  
 М.П. Шаталов,  
 А.Н. Дугин**

**РОЛЬ ОБРАБОТКИ, УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ  
 В УПРАВЛЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПОЧВЫ**

***Ключевые слова:** обработка почвы, удобрения, гербициды, органическое вещество, биологическая активность почвы, продуктивность.*

**Введение**

Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия требует разработки отдельных их элементов, адаптированных к конкретным агроландшафтам [2]. Применение биологизированных систем удобрений, минимизация и энергосбережение обработки почвы в севообороте являются основными агротехническими приёмами по оптимизации функционирования системы «почва-растение» в агроценозах [3]. Основной задачей такой оптимизации чаще всего является устойчивое повышение плодородия почв при экологической безопасности и эффективности.

Актуальность изучения влияния данных агроприёмов особенно проявляется в отношении содержания органического вещества в дерново-подзолистых почвах Нечернозёмной зоны и деятельности почвенной микрофлоры и, в конечном итоге, продуктивности полевых культур [1].

В связи с этим целью исследований было изучить и определить наиболее эффективное сочетание систем обработки почвы, удобрений и защиты растений в управлении основными биологическими свойствами дерново-подзолистой супесчаной почвы. При этом решались следующие задачи: определение динамики органического вещества, целлюлозоразлагающей активности почвы и продуктивности полевых культур под влиянием различных по интенсивности систем основной обработки почвы при разных уровнях биологизации и химизации систем удобрений и защиты растений.

**Объекты и методы исследований**

Экспериментальная работа проводилась в 2009-2010 гг. в полевом многолетнем стационарном трехфакторном опыте, заложенном в 2003 г. на опытном поле в условиях производства ОАО СПК «Михайловское» Ярославского района Ярославской области методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта – четырехкратная.

Схема опыта

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

1. Отвальная: вспашка на 20-22+7 см плугом ПБС-2 с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно – «О<sub>1</sub>».

2. Поверхностно-отвальная: вспашка плугом ПБС-2 на 20-22+7 см с предварительным лущением на 8-10 см один раз в четыре года + одно-, двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в течение трех лет – «О<sub>2</sub>».

3. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см один раз в четыре года + одно-, двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в течение трех лет – «О<sub>3</sub>».

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

Вспашка была проведена осенью 2008 г. на вариантах О<sub>1</sub>, О<sub>2</sub>, О<sub>4</sub> на глубину 20-22+7 см, а на О<sub>3</sub> – рыхление на глубину 20-22 см.

Фактор В. Система удобрений, «У».

1. Экстенсивная биологизированная: солома предшественника (яровой пшеницы) по фактической урожайности с внесением N<sub>90</sub> (2009); без удобрений (2010) – «У<sub>1</sub>».

2. Интенсивная биологизированная-1 (среднеинтенсивная): солома предшественника (яровой пшеницы) по фактической урожайности с внесением N<sub>90</sub>K<sub>100</sub> (в запас на 4 года) (2009); N<sub>85</sub> (подкормка) (2010) – «У<sub>2</sub>».

3. Интенсивная биологизированная-2 (высокоинтенсивная): солома предшественника (яровой пшеницы) по фактической урожайности с внесением N<sub>90</sub>K<sub>400</sub> (в запас на 4 года) (2009); N<sub>135</sub> (подкормка) (2010) – «У<sub>3</sub>».

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

1. Биотехнологическая (без гербицидов), «Г<sub>1</sub>».

2. Интегрированная (с гербицидами: в 2010 г. – Линтур 0,15 кг/га), «Г<sub>2</sub>».

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная нормального увлажнения на делювиальных отложениях с исходным средним содержанием органического вещества 2,32%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 354,8 и K<sub>2</sub>O – 154,4 мг/кг почвы, гидrolитической кислотностью 1,08, рН<sub>KCl</sub> 6,12. В опыте использовались рекомендованные для региона элементы технологий выращиваемых культур (кроме изучаемых). Опыт заложен в севообороте во времени: яровой рапс (2004) – озимая пшеница (2005) – картофель (2006) – яровая пшеница (2007, 2008). В период данных исследований в опыте выращивалась вико-овсяная смесь в 2009 г. (сорт вики Ярославская 136, овса Скакун) и озимая тритикале в 2010 г. (сорт Антей). В

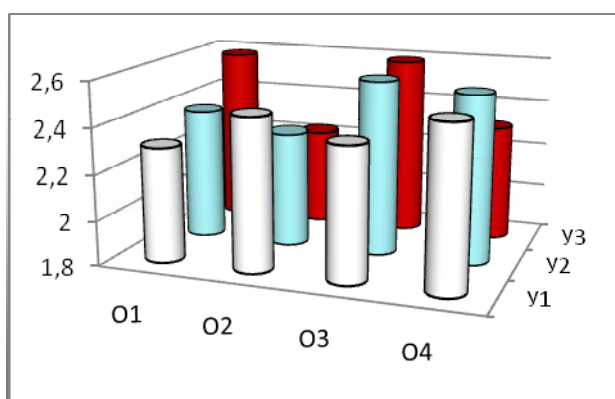
опыте в 2009 г. выращивалась вико-овсяная смесь (сорт вики Ярославская 136, овса Скакун), в 2010 г. – озимая тритикале (сорт Антей). Из форм минеральных удобрений использовалась аммиачная селитра и хлористый калий. Содержание органического вещества в почве определялось по методу И.В. Тюрина, целлюлозоразлагающая активность почвы – методом аппликации, урожайность – сплошным поделяночным методом.

**Результаты и их обсуждение**

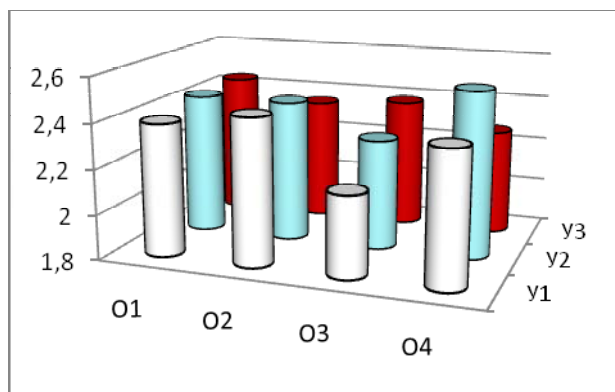
Роль органического вещества почвы в определении её основных свойств и плодородия в целом сложно переоценить.

Изменения содержания органического вещества в слое почвы 0-20 см в среднем за 2009-2010 гг. носили незначительный характер, при этом следует отметить динамику повышения показателя при использовании энергосберегающих почвозащитных систем основной обработки (О<sub>2</sub>, О<sub>3</sub> и О<sub>4</sub>) на 0,1-0,2% в сравнении с классической отальной (О<sub>1</sub>) на экстенсивном биологизированном фоне удобрений (У<sub>1</sub>) и биотехнологической системе защиты растений (рис. 1а). Это свидетельствует о положительном влиянии отказа от ежегодной вспашки на баланс органического вещества почвы в части снижения его минерализации. Повышение интенсивности системы удобрений привело к повышению содержания органического вещества на отальной (О<sub>1</sub>) и, особенно, поверхностной с рыхлением (О<sub>3</sub>) обработке, тогда как на поверхностно-отальной (О<sub>2</sub>) осталось на уровне отальной. На вариантах ежегодной поверхностной обработки (О<sub>4</sub>) значение показателя увеличилось на фоне среднеинтенсивной системы удобрений (У<sub>2</sub>) и снизилось на фоне с повышенными дозами (У<sub>3</sub>) по сравнению с экстенсивной биологизированной (У<sub>1</sub>).

По фону интегрированной системы защиты растений разница по уровню содержания органического вещества между вариантами обработки почвы и удобрений нивелировалась (рис. 1б). При этом стоит отметить динамику некоторого увеличения содержания органического вещества на поверхностно-отальной обработке (О<sub>2</sub>) по фону экстенсивной биологизированной системы удобрений (У<sub>1</sub>) и на поверхностной обработке (О<sub>4</sub>) по фону среднеинтенсивной (У<sub>2</sub>) в сравнении с отальной (О<sub>1</sub>) на одноимённых фонах удобрений. Это связано со стимуляцией активной деятельности микрофлоры, участвующей в процессах разложения первичного органического вещества, поступающего в почву и являющегося исходным материалом для образования гумусовых соединений.



а



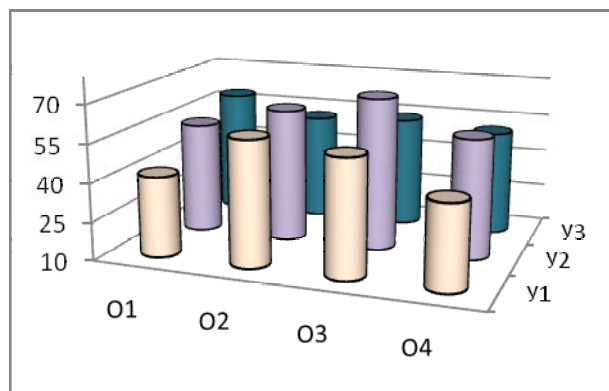
б

Рис. 1. Содержание органического вещества в слое почвы 0-20 см, %:  
а – биотехнологическая система защиты растений; б – интегрированная

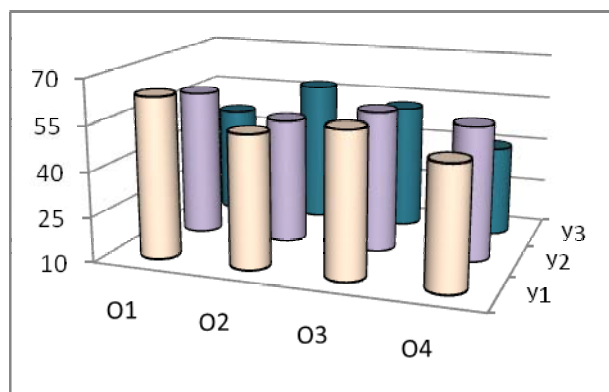
Так, в среднем за 2009-2010 гг. активность микроорганизмов, разлагающих целлюлозу, была выше на вариантах обработки почвы с различной степенью энергосбережения по сравнению с отвальной ( $O_1$ ) при биотехнологической системе защиты растений, особенно это стоит отметить на поверхностно-отвальной ( $O_2$ ) и поверхностной с рыхлением ( $O_3$ ) системах обработки по фоновым удобрениям  $Y_1$  и  $Y_2$  (рис. 2а) в связи с благоприятными водно-воздушным и питательным режимами. Применение высокоинтенсивной системы с применением полных удобрений в запас ( $Y_3$ ) несколько снижало этот показатель на всех обработках почвы, кроме отвальной ( $O_1$ ), так как на поверхностно-отвальной обработке удобрения вносились под вспашку без предварительного перемешивания с почвой, а на вариантах поверхностной с рыхлением и поверхностной обработки – в верхний слой, тогда как в варианте с отвальной обработкой в 2009 г. при очередной вспашке заделанные в 2008 г. удобрения были перемешаны с почвой всего пахотного слоя.

Применение интегрированной системы защиты растений повышало активность целлюлозоразлагающей микрофлоры на всех системах обработки почвы, особенно на

экстенсивном биологизированном и среднеинтенсивном фонах удобрений, что связано с поступлением в почву дополнительного субстрата для питания микроорганизмов в виде отмерших сорных растений (рис. 2б).



а



б

Рис. 2. Целлюлозоразлагающая активность в слое почвы 0-20 см, % разложения льняного полотна:  
а – биотехнологическая система защиты растений; б – интегрированная

Положительная роль почвозащитных обработок подтвердилась и в изменении продуктивности сельскохозяйственных культур (табл.).

Так, применение экстенсивной биологизированной системы удобрений ( $Y_1$ ) по фону биотехнологической системы защиты растений ( $\Gamma_1$ ) способствовало получению наибольшей продуктивности на вариантах энергосберегающих обработок, по сравнению с ежегодной отвальной обработкой ( $O_1$ ) на 0,44; 0,43 и 0,02 т к.ед. (соответственно, для  $O_2$ ,  $O_3$  и  $O_4$ ).

Внесение гербицидов в интегрированной системе защиты ( $\Gamma_2$ ) по данному фону питания приводило к недостоверному снижению продуктивности культур на поверхностно-отвальной ( $O_2$ ) и поверхностной обработках ( $O_4$ ), по сравнению с отвальной ( $O_1$ ), и увеличению продуктивности на вариантах поверхностной с рыхлением ( $O_3$ ) обработки.

Продуктивность полевых культур, т к.ед/га (в среднем за 2009-2010 гг.)

Вариант			
система обработки почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	
		биотехнологическая, «Г <sub>1</sub> »	интегрированная, «Г <sub>2</sub> »
Отвальная, «О <sub>1</sub> »	экстенсивная биологизированная, «У <sub>1</sub> »	3,81	4,27
	интенсивная биологизированная-1, «У <sub>2</sub> »	4,30	4,18
	интенсивная биологизированная-2, «У <sub>3</sub> »	4,09	3,91
Поверхностно-отвальная «О <sub>2</sub> »	экстенсивная биологизированная, «У <sub>1</sub> »	4,25	3,88
	интенсивная биологизированная-1, «У <sub>2</sub> »	4,38	4,58
	интенсивная биологизированная-2, «У <sub>3</sub> »	4,40	4,97**
Поверхностная с рыхлением, «О <sub>3</sub> »	экстенсивная биологизированная, «У <sub>1</sub> »	4,24	4,35
	интенсивная биологизированная-1, «У <sub>2</sub> »	4,20	4,06
	интенсивная биологизированная-2, «У <sub>3</sub> »	4,67	4,24
Поверхностная, «О <sub>4</sub> »	экстенсивная биологизированная, «У <sub>1</sub> »	3,83	3,81
	интенсивная биологизированная-1, «У <sub>2</sub> »	4,44	4,21
	интенсивная биологизированная-2, «У <sub>3</sub> »	3,83	3,06

Однако на фоне среднеинтенсивной (У<sub>2</sub>) системы удобрений по фону без гербицидов (Г<sub>1</sub>) продуктивность культур повышалась на вариантах обработки О<sub>2</sub> и О<sub>4</sub> на 0,08 и 0,14 т к.ед., а на фоне высокоинтенсивной системы удобрений – на 0,31 и 0,58 т к.ед. соответственно.

Использование интегрированной системы защиты растений по фону удобрений У<sub>3</sub> приводило к достоверному увеличению продуктивности культур на варианте поверхностно-отвальной обработки в сравнении с отвальной на 1,06 т к.ед.

**Заключение**

В условиях Нечернозёмной зоны на дерново-подзолистых супесчаных почвах для создания благоприятных условий гумусоаккумуляции, усиления биологической активности почвы и повышения продуктивности полевых культур, а также энергосбережения целесообразно использовать сочетания обработок – поверхностно-отвальную и поверхностную с рыхлением по фону удобрений как экстенсивной биологизированной, так и среднеинтенсивной. При этом использование интегрированной системы защиты

растений (с применением гербицидов) не целесообразно, так как не обеспечивает достоверного увеличения продуктивности культурных растений и улучшения свойств почвы при больших экологических рисках и экономических затратах, чем биотехнологическая система защиты, основанная на биологических и механических методах.

**Библиографический список**

1. Котьяк П.А., Чебыкина Е.В., Комаревцева Л.Г. Влияние различных по интенсивности систем обработки и удобрений на изменение биологических показателей плодородия почвы // Вестник АПК Верхневолжья. – 2008. – № 3. – С. 3.
2. Смирнов Б.А., Смирнов Б.А., Труфанов А.М., Воронин А.Н., Кочевых М.Ю. Система поверхностно-отвальной обработки на дерново-подзолистых глееватых почвах. – Ярославль: Изд-во Ярославской ГСХА, 2008. – 349 с.
3. Шарков И.Н., Данилова А.А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // Агрехимия. – 2010. – № 12. – С. 72-78.



УДК 631.45.41/44

**И.Б. Сорокин,  
Э.В. Титова**

**ЗЕЛЕНое УДОБРЕНИЕ В БАЛАНСЕ  
ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ**

**Ключевые слова:** зеленое удобрение (сидерат), плодородие, серая лесная почва, солома, возобновляемые биоресурсы,

агрэкосистема, органическое вещество, подтаежная зона, биологизация земледелия, севооборот.