УДК 631.459

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТОК ПОЧВ И ГЕРБИЦИДОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГУМУСОВОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЗЕМОВ

© 2010 Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

Поступила в редакцию 17.03.2010

Исследовано влияние различных приемов обработки почв с одновременным применением гербицидов на гумусово-энергетические и оптические показатели агрогенных почв. Установлены различия в показателях гумусного состояния агрогенных почв и определены наиболее благоприятные приемы агротехнической обработки.

Ключевые слова: *гумус, процессы гумификации, интегральное отражение, гербициды, энергозапасы почв*

Применения различных технологий в земледелии с использованием гербицидов и воздействие их на почву довольно широко освещены в работах отечественных и зарубежных авторов [5, 8, 12-14]. Проведенными исследованиями по изучению влияния гербицидов на протекание процессов гумусообразования в агрогенных почвах (агроземах) в посевах зерновых культур установлено, что использование гербицидов в значительной мере влияет на трансформацию органического вещества и протекание гумусообразовательного процесса [12]. В то же время изучение влияния гербицидов с одновременной различной системой обработки почв (дискование, вспашка) на процессы гумусообразования не проводились.

Цель работы: изучить изменения в показателях гумусного и энергетического состояния агрогенных почв, интенсивности процессов гумификации при применении различных приемов агротехнической обработки (дискование, вспашка) с использованием гербицидов.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований явились агротемногумусовые подбелы согласно современной классификации [4], которые составляют основу пахотного фонда Приморского края. Гербицидами обрабатывали посевы зерновых (пшеница) на опытных полях ПримНИИСХ (пос. Тимирязевский) в специально заложенном полевом опыте по схеме: контроль; на вариантах со вспашкой использовали гербициды трефлан+фабиан в дозе (4+0,10 кг.д.в/га), фабиан (по всходам), фабиан в двойной дозе (0,2 кг/га д.в.); на опыте с дискованием применяли те же сочетания гербицидов.

Пуртова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории почвоведения и экологии почв. E-mail: Purtova@ibss.dvo.ru
Костенков Николай Максимович, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом почвоведения. E-mail: Kostenkov @ibss.dvo.ru

Содержание и фракционно-групповой состав гумуса определяли общепринятыми методами [1], оценка показателей гумусного состояния почв проведена по Д.С. Орлову с соавторами [11]. Запасы энергии в слое 20 см рассчитывали по методике предложенной Орловым Д.С., Гришиной Л.А [10], затраты энергии на почвообразование по В.Р. Волобуеву [3]. Для характеристики интенсивности протекания разных стадий процесса гумификации использованы показатели, предложенные М.Ф. Овчинниковой: для оценки интенсивности процесса новообразования гуминовых кислот и формирования их подвижных форм – соотношение гуминовых кислот 1-й фракции с соответствующими фракциями фульвокислот ($C_{гк-1}/C_{фк-1}$); для оценки интенсивности процесса полимеризации гумусовых структур и формирования гуматов – $C_{гк-2}/C_{фк-2}$ [9]. Интегральное отражение (R) почв исследовано на спектрофотометре СФ-18 [6]. Оптическая плотность гуминовых кислот определена на фотоэлектроколориметре КФК -2МП.

Результаты и обсуждение. Как показали результаты проведенных исследований резких различий в вариантах опыта с применением различных сочетаний гербицидов не установлено (табл. 1). Количество гумуса оставалось на уровне низких значений. Наибольшие изменения в содержании гумуса зафиксировано на варианте опыта с дискованием почв при применении фабиана в двойной дозе. На этом варианте из-за усиления процессов минерализации гумуса более резко уменьшались энергозапасы, что свидетельствует о снижении потенциального плодородия почв.

Во всех исследуемых вариантах опыта показатели энергозапасов почв находились на уровне низких значений. Однако при вспашке почв их содержание было более высоким по сравнению с вариантами с дискованием. Исключение составил вариант опыта с применением фабиана по всходам

зерновых культур, в котором независимо от способов агротехнической обработки наблюдалось равное содержание гумуса и его энергозапасов. Различная обработка оказывает влияние на показатели гумусового состояния почв. В основном это сказывается на содержании «свободных» фракций гуминовых кислот (ГК1) в вариантах – 3, 4 и 5 (табл. 2).

Таблица 1. Гумусово-энергетическое состояние агроземов при различных системах обработки почв и применении гербицидов

Варианты опыта	Гумус, %	Энергозапасы почв, млн.ккал/га в слое 0-20 см
вспашка		
контроль	4,40	501
трефлан + фабиан	3,64	380
фабиан (по всходам)	3,26	368
фабиан (двойная доза)	3,41	384
дискование		
трефлан + фабиан	3,10	350
фабиан (по всходам)	3,26	368
фабиан (двойная доза)	2,99	337

При вспашке с применением сочетания гербицидов трефлан + фабиан количество гуминовых кислот фракции 1 в пахотном горизонте соответствовало уровню низких, а ГК2 – высоких значений. Дискование почв с подобным сочетанием гербицидов вызвало несколько иные изменения в системе гумусовых веществ. Количество гуминовых кислот фракции 1 снизилось до крайне низких показателей, при этом резких изменений в показателях ГК2 не установлено. Количество гуминовых кислот, связанных с кальцием соответствовало уровню крайне высоких значений. Тип гумуса фульватный. Гуматно-фульватный тип гумуса характерен для вариантов 3 и 6 с применением фабиана по всходам пшеницы. Общие запасы гумуса низкие по всем вариантам опыта. На вариантах со вспашкой и обработкой посевов фабианом в двойной дозе в составе гумуса явно доминировали гуминовые кислоты. Тип гумуса изменялся на фульватно-гуматный, тогда как при дисковании почв при подобном применении гербицида в составе гумуса возросло количество фульвокислот, а процесс гумусообразования протекал по фульватному типу, что отрицательно сказывалось на качественном составе гумуса. Судя по соотношению показателей $C_{гк-1}/C_{фк-1}$, характеризующих интенсивность протекания процесса новообразования гуминовых кислот и формирования их подвижных форм, а также $C_{гк-2}/C_{фк-2}$, свидетельствующих об интенсивности процесса полимеризации гумусовых структур и формирования гуматов, на исследуемых вариантах в основном преобладали процессы полимеризации и конденсации гумусовых структур, т.е была наиболее четко выражена вторая стадия гумификации.

На вариантах со вспашкой с применением гербицидов показатели $C_{гк-2}/C_{фк-2}$ были гораздо выше (за исключением варианта 3) и соответственно составили: на варианте 1 – 7,24; 2 – 5,98; 3 – 1,98; 4 – 2,34. Тогда как на вариантах с дискованием почв прослеживалось снижение показателей $C_{гк-2}/C_{фк-2}$, что обусловлено, на наш взгляд, более интенсивным процессом трансформации органического вещества. Соотношение $C_{гк-2}/C_{фк-2}$ уменьшалось и соответственно составило на варианте 5 – 1,57; 6 – 1,62; 7 – 1,60. Наиболее интенсивно стадия новообразования гуминовых кислот происходит на вариантах опыта 1 и 3, показатели $C_{гк-1}/C_{фк-1}$ соответственно составили 0,45 и 0,32.

На вариантах 2 (трефлан+ фабиан) и 3 (фабиан по всходам) отмечалось их снижение до 0,22-0,24. При дисковании почв с применением гербицидов некоторое возрастание процесса новообразования гуминовых кислот установлено для варианта 7: $C_{гк-1}/C_{фк-1}$ равно 0,27, тогда как на вариантах опыта 5 и 6 эти показатели соответственно составили 0,11 и 0,23.

Таблица 2. Показатели гумусного состояния агроземов при применении различных обработок почв гербицидов

Варианты опыта	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га	ГК1	ГК2	$C_{гк}/C_{фк}$
			% от суммы ГК		
вспашка					
1. контроль	4,40	95,9	39,60	60,40	1,04
2. трефлан + фабиан	3,64	79,3	29,45	70,52	0,70
3. фабиан (по всходам)	3,26	71,1	14,11	85,80	0,98
4. фабиан (двойная доза)	3,41	74,3	15,20	84,76	1,20
дискование					
5. трефлан + фабиан	3,10	67,6	9,87	90,12	0,63
6. фабиан (по всходам)	3,64	79,4	16,20	83,78	0,82
7. фабиан (двойная доза)	2,99	65,2	23,67	76,32	0,74

Помимо изучения изменений в гумусово-энергетических параметрах почв и стадийности протекания процессов гумификации изучены оптические свойства почв (интегральное отражение R) и их компонентов (гуминовых кислот) – коэффициент цветности ($Q_{4/6}$). Как показали результаты исследований, резких различий в коэффициентах отражения в пахотных горизонтах исследуемых почв не наблюдалось. Значения коэффициентов отражения плавно увеличивались с возрастанием длины волны от сине-фиолетовой к красной области спектра. Максимальное расхождение наблюдалось в длинноволновой части. Для вариантов опыта со вспашкой почв (2, 3, 4) установлены большие расхождения в параметрах интегрального отражения почв. В контрольном варианте показатель R составил 28,5%, на вариантах 2, 3, 4 с применением гербицидов – 28,0; 35,3; 31,6%. Наибольшее возрастание интегрального отражения отмечалось на вариантах с применением фабиана (по всходам) (табл. 3). Для этого варианта зафиксировано снижение содержания гумуса с 4,40 до 3,26%. Коэффициент корреляции для пары R – гумус составил – 0,99, что свойственно большинству агроземов Приморья [7]. Степень выраженности связи с типом гумуса (Сгк/Сфк) была менее четкой (r=0,55). На вариантах с дискованием почв резких различий в показателях интегрального отражения не установлено (табл. 3). По сравнению с вариантами со вспашкой почв (2, 3, 4) с применением гербицидов и вариантами с дискованием почв (5, 6, 7) были характерны более высокие показатели интегрального отражения, обусловленные двумя причинами: 1) более низким содержанием гумуса; 2) преобладанием в составе гумуса фракций фульвокислот.

Таблица 3. Изменение оптических показателей почв и их компонентов при различных системах обработки почв и применении гербицидов

Варианты опыта	Интегральное отражение почв (R), %	Коэффициент цветности гуминовых кислот ($Q_{4/6}$)
вспашка		
1. контроль	28,5	3,3
2. трефлан + фабиан	28,0	9,9
3. фабиан (по всходам)	35,3	3,6
4. фабиан (двойная доза)	31,6	6,7
дискование		
5. трефлан + фабиан	35,3	9,2
6. фабиан (по всходам)	35,8	7,9
7. фабиан (двойная доза)	35,8	8,0

Наряду с изучением интегрального отражения почв, исследованы оптические параметры гуминовых кислот – коэффициент цветности. Интенсивность светопоглощения органическим веществом обусловлена молекулярным строением гуминовых и фульвокислот. Органические кислоты относятся к группе высокомолекулярных соединений, состоящих из ароматического ядра и разнообразных периферических группировок. Боковые цепи представлены различными функциональными группами. Соотношения боковых радикалов и углеродистого скелета молекул определяют оптическую плотность гумусовых веществ. Гумусовым кислотам, имеющим более широкое отношение ароматического углерода к углероду боковых радикалов, соответствует большая оптическая плотность и, следовательно, высокая абсорбционная способность [10]. Ароматическая часть молекул фульвокислот выражена слабее по сравнению с гуминовыми кислотами, поэтому поглощение света фульвокислотами происходит с меньшей интенсивностью.

Отношение оптических плотностей при длинах волн 465 и 650 нм характеризуется коэффициентом оптической плотности гуминовых кислот ($Q_{4/6}$). В почве содержится смесь не менее двух типов гуматов: темно-коричневые «зрелые» ($Q_{4/6}$=2,6-2,8) и более молодые соединения с более высокими коэффициентами цветности по сравнению со зрелыми гуминовыми соединениями. Связано это с высокой конденсированностью ароматической сетки углеродных атомов в «зрелых» и преобладанием боковых цепей в «молодых» гуматах [2]. Более высокие коэффициенты цветности гуминовых кислот характерны для вариантов с применением гербицидов при дисковании агроземов: трефлан+ фабиан, фабиан по всходам и фабиан с применением двойной дозы. Это указывало на преобладание в строении гуминовых кислот более развитых периферических группировок. При вспашке почв наибольшие различия в строении гуминовых кислот по сравнению с контролем характерны для вариантов с использованием сочетания гербицидов трефлан+ фабиан и фабиана в двойной дозе. Коэффициенты цветности гуминовых кислот в которых составили 9,9 и 6,7, что явно отличало их от гуминовых кислот на варианте опыта с применением фабиана по всходам ($Q_{4/6}$=3,6). Более низкие параметры цветности гуминовых кислот свидетельствовали о более конденсированном ароматическом ядре в строении гуминовых кислот, что, на наш взгляд, обусловлено различием в процессах трансформации органического вещества почв.

Выводы: исходя из изменений гумусово-энергетических и оптических показателей в агроземах следует, что при вспашке интенсивность процессов минерализации ниже по сравнению с дискованием почв. На вариантах со вспашкой почв установлены более высокие показатели содержания гумуса и энергозапасов и меньшие параметры величины интегрального отражения и цветности гуминовых кислот. Для исследуемых вариантов свойственно более интенсивное протекание второй стадии гумификации, связанной с полимеризацией и конденсацией гумусовых соединений.

В агроземах при различных приемах агротехнической обработки почв с применением гербицидов установлены различия в показателях гумусного состояния. При вспашке и обработке почв фабианом в двойной дозе в составе гумуса доминировали гуминовые кислоты, и тип гумуса изменялся на фульватно-гуматный, что позволяет отнести данный агротехнический прием обработки с применение гербицидов к наиболее благоприятному. При дисковании почв при применении фабиана в двойной дозе в составе гумуса возросло количество фульвокислот, а процесс гумусообразования протекал по фульватному типу, т.е изменилось качество гумуса.

Использование фабиана по всходам зерновых культур перспективно как при дисковании, так и вспашке почв, тогда как при обработке фабианом в двойной дозе более позитивные изменения в показателях гумусного состояния почв наблюдаются при вспашке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 645 с.
2. *Болдырев, А.А.* Рисовым полям – высокое плодородие. – Симферополь, 1969. – 207 с.
3. *Волобуев, В.Р.* Введение в энергетику почвообразования. – М.: Наука, 1974. – 128 с.
4. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
5. *Лебедева, Г.Ф.* Гербициды и почва / *Г.Ф. Лебедева, В.И. Агапов, Ю.Н. Благовещенский, В.П. Самсонов.* – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 208 с.
6. *Михайлова, Н.А.* Спектрофотометрический анализ почв по светоотражению. – Владивосток: ДВНЦ АН ССР, 1981. – 61 с.
7. *Михайлова, Н.А.* Оптико-энергетические методы а экологии почв / *Н.А. Михайлова, Л.Н. Пуртова.* – Владивосток.: Дальнаука, 2005. – 80 с.
8. *Овчинникова, М.Ф.* Химия гербицидов в почве. – М.: МГУ, 1987. – 109 с.
9. *Овчинникова, М.Ф.* Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях // Вестник МГУ. – 2009. Сер. почвоведение, № 1. – С. 12-18.
10. *Орлов, Д.С.* Практикум по химии гумуса / *Д.С. Орлов, Л.А. Гришина*. – М.: МГУ, 1981. – 287 с.
11. *Орлов, Д.С.* Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / *Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанов* // Почвоведение. – 2004. - № 8. – С. 918-926.
12. *Пуртова, Л.Н.* Влияние гербицидов на процессы гумусообразования и микробиологическую активность в почвах Приморья / Л.Н. Пуртова, Л.Н. Щапова, Н.М. Костенков и др. // Вестник ДВО РАН. – 2007. - № 2. – С. 140-145.
13. *Захаренко, В.А.* Пестициды в аграрном секторе России конца XX - начале XXI века // Агрохимия. – 2008. - № 11. – С. 86-96.
14. *Stott, D.E.* Biodegradation, stabililization in humus and incorporation into soil biomass of 2,4-D and chlorocatechol carbons / *D.E. Stott, J.P. Martin, D.D. Focht, K. Haider* // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1983. – Vol. 47. – P. 66-70.

INFLUENCE OF APPLICATION THE VARIOUS PROCESSINGS OF SOILS AND HERBICIDES ON PARAMETERS OF GUMIC AND ENERGY CONDITION OF AGROGENIC SOILS

© 2010 L.N. Purtova, N.M. Kostenkov

Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok

Influence of various methods of soils cultivation with simultaneous application of herbicides on humic-energy and optical parameters of agrogenic soils is researched. Distinctions in parameters of a humus condition of agrogenic soils are established and optimum methods of cultivation are certain.

Key words: *humus, processes of humification, integral reflection, herbicides, energy reserves of soils*

Lyudmila Purtova, Doctor of Biology, Leading Research Fellow at the Laboratory of Agrology and Ecology of Soils. E-mail: Purtova@ibss.dvo.ru
Nikolay Kostenkov, Doctor of Biology, Professor, Head of the Agrology Department. E-mail: Kostenkov @ibss.dvo.ru