ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА

Н.В. Полякова, к .с.-х.н., Ю.Н. Платонычева, к.б.н.. Е.Н. Володина, к.б.н., Нижегородская ГСХА

Установлено, что сведение леса и распашка территории сопровождается изменениями в интенсивности почвенных процессов, снижением миграции соединений. Изменения биологического круговорота углерода приводят к снижению содержания гумуса в почвах с низкой степенью окультуренности с последующим его увеличением в сильноокультуренных вариантах. Установлена зависимость некоторых показателей гумусового состояния с окультуренностью серых лесных почв.

Ключевые слова: серые лесные почвы, почвообразование, миграция, полуторные оксиды, дифференциация, гумус, взаимосвязь.

Антропогенное воздействие на почвы заключается в использовании их под сельскохозяйственные угодья. Сведение лесов в таежной и лесостепной зонах с последующей распашкой почв сопровождалось изменением условий почвообразования и, соответственно, почвенных свойств и режимов [4, 5, 8]. Биогеоценозы при трансформации в агроэкосистемы приобретают совершенно другие характеристики и особенности функционирования ландшафтов. При этом под воздействием деятельности человека изменяется главный компонент ландшафта – растительность, а соответственно микроклимат, почвенная биота, микро-, а в некоторых случаях и мезорельеф, что приводит к изменению обмена веществом и энергией между ними.

Методика. Объект изучения – серые лесные почвы, сформировавшиеся в условиях лесостепного Правобережья Нижегородской области. В качестве основного метода применяли сравнительно-генетический, позволяющий установить количественные и качественные изменения почв за период земледельческого использования. Степень окультуренности определяли по характеру использования участков за последние 40-50 лет с учетом физико-химических показателей и гумусового состояния почв. Сильноокультуренные почвы ежегодно получали минеральные (140-200 кг д.в/га) и органические (20-30 т/га) удобрения. На слабоокультуренных почвах, расположенных обычно вблизи лесных массивов, удобрения практически не вносили. Среднеокультуренные варианты получали один раз за ротацию органические удобрения (5-10 т/га) и минеральные (90-120 кг д.в/га). В целом же территория начала осваиваться под пашню около 400 лет назад. Объекты исследования расположены на территории следующих административных районов: Кстовского и Вадского (светло-серые лесные почвы), Арзамасского и Дальне-Константиновского (серые типичные), Гагинского и Б-Болдинского (темно-серые).

Для характеристики интенсивности почвенных процессов использовали данные валового химического и гранулометрического (содержание ила) состава по профилю почв. Гумусообразование оценивали по содержанию и составу гумуса. Пахотные почвы сравнивали с аналогичными целинными (лес), залегающими в одинаковых геоморфологических условиях. Содержание гумуса определяли методом Тюрина в модификации Б.А. Никитина, фракционно-групповой состав – по полной схеме Пономаревой-Плотниковой [7], валовой химический состав – общепринятыми методами. В работе представлены результаты исследований, проводимых с 1986 по 2009 гг.

Результаты и их обсуждение. Почвообразовательный процесс в серых лесных почвах включает, наряду с гумусообразованием, миграцию элементов в нижние горизонты. Интенсивность процессов выноса соединений и их накопление в средней части профиля может характеризоваться коэффициентом дифференциации профиля, использованным Б.П. Ахтырцевым [1] при характеристике серых лесных почв Центральной лесостепи. Величина этого коэффициента ($К_{диф}$) представляет собой отношение содержания ила (или оксидов) в иллювиальном горизонте к их содержанию в элювиальном с учетом плотности почвы. Анализ полученных данных показал, что $К_{диф}$ по илу для светло-серых лесных почв Нижегородской области возрастает от целинных к пахотным с 2,1 до 3,8, что свидетельствует в большей степени о значительной потере ила и входящих в его состав гумусовых веществ по сравнению с аналогичными почвами леса. В серых и темно-серых почвах $К_{диф}$ снижается по сравнению с лесом с 4,1 до 2,9 и с 2,3 до 2,0, соответственно. Аналогичные изменения установлены и другими авторами, так в почвах Чувашии $К_{диф}$ снизился с 3,6 до 1,9 [6]; в серых лесных почвах Владимирской области – с 3,6 до 2,9 [9]. Об интенсивности элювиального процесса свидетельствует также более растянутый элювиальный горизонт и более медленное нарастание с глубиной содержания полуторных оксидов [1].

Наши исследования показали, что наибольшей глубиной элювиирования характеризуются светло-серые лесные почвы естественных фитоценозов, где происходит очень медленное постепенное увеличение R_2O_3 до глубины 85-100 см, в серых и темно-серых лесных глубина элювиирования снижается. Пахотные почвы всех подтипов серых лесных почв отличаются меньшей глубиной толщи, охватываемой элювиальными процессами, особенно если сравнивать парные разрезы, примерно на 30-50 см. Верхняя граница максимального накопления полуторных оксидов при этом повышается до 40-50 см. О снижении интенсивности элювиально-иллювиальных процессов в почвах пашни по сравнению с целинными свидетельствует меньшая разница в содержании R_2O_3 между горизонтами В и $А_{пах}$. Так, в серых лесных (типичных) почвах содержание Al_2O_3 (табл. 1) составляет в горизонте $А_1$ 7,6%, в В – 13,5 (различаются на 5,9%), на пашне эта разница меньше – 2-3%. На снижение процессов выноса-аккумуляции указывают также более низкие значения элювиально-аккумулятивных коэффициентов (ЕА) для верхних горизонтов. Так, в целинной серой лесной (типичной) почве они составляют по алюминию: -43 в $А_1$ и -30 в $А_1А_2$; на пашне от -21 до -14 в пахотном слое. По оксиду железа разница в ЕА выражена в меньшей степени. Аналогичные данные приведены в работах других авторов [6, 10].

1. Валовой химический состав серой лесной почвы, %

Угодье (лес-пашня)	Горизонт	Глубина, см	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	K_2O	Молекулярные соотношения	
								SiO_2: Al_2O_3	SiO_2: Fe_2O_3
Лес, р. 4	A_1	3-16	84,3	7,6	2,59	1,15	1,47	19,0	86,7
	A_1A_2	16-26	82,9	9,1	2,69	1,56	1,46	15,4	82,2
	A_2B	26-45	75,9	13,3	4,68	1,29	1,84	9,7	40,6
	B	45-97	75,7	13,5	5,16	1,18	1,50	9,5	39,0
	C	97-180	74,7	11,7	5,26	2,18	1,38	10,8	37,8
Слабоокультуренная, р.5	$A_П$	0-24	79,0	10,4	5,04	0,89	1,42	12,9	41,8
	A_2B	24-43	75,6	13,0	5,50	1,06	1,84	9,9	36,6
	B	43-80	76,5	12,3	4,87	0,89	1,44	10,6	41,7
	C	112-180	76,2	12,7	4,67	0,89	1,89	10,2	43,5
Сильно-окультуренная, р.1	$A_П$	0-26	79,1	10,2	2,84	1,21	2,83	13,2	74,4
	A_1A_2	26-30	76,9	13,1	4,40	1,35	1,83	10,0	46,6
	A_2B	30-55	76,2	13,0	5,17	1,22	1,34	9,9	39,2
	B	55-80	74,2	12,8	5,64	1,74	2,00	9,8	35,0
	C	80-144	75,7	11,3	6,18	1,97	1,86	11,3	32,6

Элювиально-иллювиальный характер почвообразовательного процесса в серых лесных почвах подтверждают молекулярные соотношения химических элементов. В пахотных почвах по сравнению с целинными выявлено ослабление элювиального процесса, о чем свидетельствуют более узкие соотношения SiO_2: Al_2O_3 и SiO_2:Fe_2O_3 при одновременном снижении коэффициентов ЕА в верхней части профиля пахотных почв. В то же время значения этих показателей в иллювиальных горизонтах остаются практически неизменными.

Распашка и освоение лесных территорий под сельскохозяйственные угодья сопровождаются изъятием биомассы леса и сокращением поступления растительных остатков в почву, усилением их минерализации вследствие резкой смены условий аэрации в пахотных почвах по сравнению с целинными. По мнению А.Д. Фокина [11], в природных экосистемах исключительно важную роль играют лиственный опад и лесная подстилка, выполняющие роль «биологического барьера», снижающего поступление кислорода в почву и замедляющего окисление органического вещества, в том числе собственно гумусовых веществ. Почвы в агроценозах лишены этого природного «барьера», замедляющего минерализацию растительных остатков и гумуса. По литературным данным [2, 3], в таежной зоне скорость разложения опада составляет 6-20 лет, в условиях лесостепи с более благоприятными климатическими характеристиками он разлагается быстрее. Так, за 1-2 года теряется 70-80% массы подстилок. Скорость разложения пожнивно-корневых остатков (ПКО) полевых культур примерно такая же, т.е. в лесостепной зоне различия в скорости минерализации растительных остатков естественных биогеоценозов и агроценозов стираются, но при этом большее значение приобретают количество, химический и видовой состав растений. В пахотных почвах за счет постоянного рыхления и перемешивания почвенной массы разложение ПКО осуществляется полностью без локального накопления в пахотном слое. Кроме того, процессы синтеза и деструкции органического вещества в агроценозах «сжаты» по времени и, по мнению Н.И. Базилевич и Н.В. Семенюк [2], интенсивность процессов минерализации растительного материала в пахотных почвах возрастает в несколько раз ввиду большей степени открытости агроэкосистемы (по органическому веществу в 25 раз, азоту – в 400).

Вовлечение серых лесных почв в сельскохозяйственное производство привело к значительным потерям гумуса и изменению его качественного состава [1, 4-6]. Результаты исследований показывают, что содержание гумуса в пахотных горизонтах всех подтипов серых лесных почв в 1,3-1,5 раза меньше, чем в горизонте A_1 аналогичных целинных почв; при этом минимальные значения на пашне присущи слабоокультуренным почвам, максимальные – сильноокультуренным (табл. 2). Наибольшими различиями характеризуются темно-серые лесные почвы, потерявшие гумуса в результате распашки больше по сравнению с другими подтипами серых лесных почв. Максимальное накопление гумуса в почвах леса в 1,5-2,1 раза выше по сравнению с минимальным, в пахотных почвах – в 1,8-2,9 раза. Это свидетельствует о более высокой вариабельности данного показателя в пахотных почвах и низкой стабильности эгроэкосистемы в целом.

2.Содержание (%) и запасы гумуса (т/га) в почвах леса и пашни

Угодье	Число разрезов	Содержание гумуса			Запасы гумуса**		
		min	max	M*	0-20 см	0-50 см	0-100 см
Светло-серые лесные							
Лес	13	1,7	3,6	2,9	61	94	123
Пашня	23	1,4	4,0	2,1	55	98	127
Серые лесные (типичные)							
Лес	15	2,9	4,4	3,6	69	124	133
Пашня	19	2,2	4,2	3,0	83	130	154
Темно-серые лесные							
Лес	14	4,1	6,3	5,2	123	269	324
Пашня	21	3,1	5,6	4,1	103	205	263

*М – среднее арифметическое значение. **В среднем по пахотным угодьям.

Важнейший показатель гумусового состояния почв – распределение гумуса в метровой толще, что в общих чертах характеризует гумусовый профиль почвы. По нашим данным, содержание гумуса в горизонтах В – ВС – С колеблется от 0,3 до 1%. В почвах естественных биоценозов в верхнем 20 см слое сосредоточена половина и более всех запасов гумуса (50, 52 и 59%), колебания обусловлены подтиповыми различиями почв. Большинство пахотных почв, за исключением слабоокультуренных, по запасам гумуса превосходят целинные аналоги не только в верхнем, но и в подпахотном горизонте; в слое 0-50 см запасы гумуса составляют 72-84% от общих. В слое 20-50 см светло-серых и серых лесных почв сосредоточено в целинных 26-27%, а в пахотных окультуренных 29-36% общих запасов гумуса. Это свидетельствует о том, что сельскохозяйственное использование и окультуривание данных почв затрагивает не только пахотный слой, но и нижележащие горизонты. В темно-серых лесных почвах запасы гумуса в слое 20-50 см всех пахотных почв составляют 38-39% от общих, что ниже по сравнению с целинными. В слое 50-100 см запасы гумуса в большинстве почв составляют 17-22% независимо от подтипа и вида угодий.

Качественный состав гумуса, как и его содержание, во многом определяется зональными особенностями гумусообразования в серых лесных почвах. При значительном увлажнении и кислой реакции в почвах северной лесостепи образуется больше фульвокислот, чем гуминовых. Это характерно прежде всего для светло-серых и серых лесных почв, где соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ в горизонте A_1 часто < 1. Гумус темно-серых лесных почв богаче гуминовыми кислотами, вследствие чего соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ здесь около 1,5.

3. Взаимосвязь содержания и состава гумуса с окультуренностью серых лесных почв

Показатель	Уравнение	r	R^2
Светло-серые лесные почвы			
Гумус, %	y = -0,2226x2 + 2,3633x + 0,1853	0,90	0,80
ГК-1*	y = -26,305x2 + 21,292x + 1,7559	0,97	0,95
ГК-2*	y = 98,977x2 – 26,073x + 5,8604	0,50	0,25
ГК-3*	y = -30,6x2 + 23,55x + 1,6439	0,94	0,88
НО*	y = -1,1284x2 + 4,2968x + 1,9469	0,93	0,86
Серые лесные почвы			
Гумус, %	y = -0,2528x2 + 3,001x – 2,8042	0,85	0,73
ГК-1*	y = 27,893x2 – 7,7679x + 4,7281	0,19	0,04
ГК-2*	y = -56,252x2 + 49,102x – 5,6781	0,62	0,38
ГК-3*	y = 122,45x2 – 29,395x + 5,4796	0,70	0,49
НО*	y = -2,0461x2 + 6,5387x + 0,8619	0,91	0,83
Темно-серые лесные почвы			
Гумус, %	y = -0,0849x2 + 1,6651x – 1,8755	0,96	0,92
ГК-1*	y = -4,6192x2 + 8,5683x + 2,2528	0,73	0,53
ГК-2*	y = 2,7215x2 + 5,1929x + 0,0666	0,86	0,75
ГК-3*	y = -1,7853x2 + 4,6008x + 3,1061	0,74	0,55
НО*	y = -1,0855x2 + 5,0648x + 0,4577	0,83	0,70

*В % к массе почвы.

При анализе фракционного состава гумуса установлено, что наибольшим изменениям при вовлечении серых лесных почв в сельскохозяйственное производство подвержены подвижные гумусовые кислоты первой фракции. Как менее устойчивые, они быстрее минерализуются в условиях интенсивной обработки почвы, поэтому содержание этих фракций в слабоокультуренных почвах ниже по сравнению с целинными. В составе гуминовых кислот сильноокультуренных почв преобладает фракция 2, связанная с кальцием, где их содержание более чем в 2 раза выше по сравнению с горизонтом A_1 целинной почвы. Это обусловлено как сменой видового состава растений, так и агротехническими приемами (внесением органических удобрений, известкованием полей).

На основании полученных данных был проведен регрессионный анализ содержания и состава гумуса со степенью окультуренности серых лесных почв, в результате чего установлена тесная корреляционная зависимость гумуса и его негидролизуемой части с окультуренностью во всех подтипах серых лесных почв (табл. 3). В светло-серых лесных почвах окультуривание в большей степени связано с увеличением фракции ГК-1, а также ГК-3, что согласуется с восполнением илистых частиц при окультуривании; в темно-серых лесных почвах наиболее сильная взаимосвязь с гуматами кальция.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что изменения серых лесных почв вследствие антропогенной эволюции отражаются не только на содержании и составе гумуса, но и его минеральной части, затрагивая практически весь профиль. В целом можно отметить, что пахотные почвы отличаются меньшей интенсивностью элювиальных процессов и выноса соединений вниз по профилю. Окультуривание почв способствовало усилению темпов гумусообразования, что обусловило повышение содержания гумуса и его качественного состава.

Литература

1.Ахтырцев Б.П. Серые лесные почвы Центральной России.- Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. – 234 с. *2.Базилевич Н.И., Семенюк Н.В.* Опыт выделения антропогенной составляющей круговорота веществ в лугово-степных экосистемах при различном их использовании // Почвоведение.- 1984. – №5.- С.6-18. 3. *Гришина Л.А.* Гумусообразование и гумусное состояние почв.- М.: Изд-во МГУ, 1986.- 243 с. 4.*Муха В.Д.* Трансформация гумуса при сельскохозяйственном использовании почв // Вестник с.-х. науки. – 1979. – № 1. – С. 40-46. 5. *Муха В.Д.* Естественно-антропогенная эволюция почв. – М.: Колос С, 2004. – 271 с. 6. *Никитин Б.А.* Окультуривание пахотных почв Нечерноземья и регулирование его плодородия. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 266 с. 7. *Орлов Д.С., Гришина Л.А.* Практикум по химии гумуса. – М: МГУ, 1981. – 272 с. 8. *Пестряков В.К.* Окультуривание почв северо-запада. – Л: Колос, 1977.- 404 с. 9. *Рубилин Е.В., Долотов В.А.* Генезис и география лесных почв Европейской лесостепи СССР. – Л. Изд-во ЛГУ, 1970. – 70 с. 10. *Фатьянов А.С.* Почвы Горьковской области.- Горький, 1949.- 336 с. 11. *Фокин А.Д.* О роли органического вещества почв в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С.40-45.

PEDOGENESIS FEATURES IN GRAY FOREST SOILS UNDER THE EFFECT OF ANTHROPOGENIC FACTOR

N.V. Polyakova, Yu.N. Platonycheva, E.N. Bolodina, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
pr. Gagarina 97, Nizhny Novgorod, 603107 Russia, E-mail: root@agri.sci-nnov.ru

It was found that deforestation and plowing of a territory were accompanied by changes in the intensity of soil processes and a decrease in the migration of compounds. Changes in the biological turnover of carbon resulted in a decrease in the content of humus in soils followed by its subsequent increase in highly improved soils. Relationship between some parameters of humus status and the degree of cultivation of gray forest soils was established.

Keywords: gray forest soils, pedogenesis, migration, sesquioxides, differentiation, humus, interrelation.