

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ФРАКЦИОННО-ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Olga Pavlova¹, Andrey Litvinovich¹, Anton Lavrishchev², Elmira Saljnikov^{3*}

¹Agrophysical Research Institute Grazhdanskii 14, 195220 St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State Agrarian University Peterburgsoye 2, 196601 St. Petersburg, Russia

³Soil Science Institute Teodora Dražera 7, 11000 Belgrade, Serbia

*Corresponding author: soils.saljnikov@gmail.com

АБСТРАКТ

В работе прослежены изменения кислотно-основных свойств и трансформация фракционно-группового состава гумуса целинной дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы при интенсивном окультуривании и ослаблении активного антропогенного воздействия. Установлено, что интенсивное окультуривание способствует оптимизации кислотно-основных свойств и гумусового состояния почвы. Снижаются все виды почвенной кислотности, устраняется вредоносное воздействие подвижного алюминия, положительные изменения фракционно-группового состава гумуса сводятся к формированию более оптически «плотных» гуминовых кислот и появлению в его составе гуминовых кислот, связанных с кальцием. При ослаблении хозяйственного воздействия, положительные изменения кислотно-основных свойств и состава гумуса, достигнутые в результате окультуривания, утрачиваются. Сделан вывод, что уровень плодородия дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы – следствие того уровня агротехники, результатом которого он явился.

Ключевые слова: почва, окультуривание, ослабление антропогенного воздействия, кислотно-основные свойства, гумус.

ВВЕДЕНИЕ

Содержание и качественный состав гумуса являются одним из важнейших факторов почвенного плодородия, так как гумус участвует во всех звеньях почвообразования: формировании профиля почвы, создании водопропускной структуры, улучшении аэрации,

повышении обменной и водоудерживающей способности, регулировании питательного режима и физических свойств почвы.

В практике почвенных исследований широкое применение находят методы анализа гумуса в основе которых положен принцип его разделения на группы и фракции, главным образом, гуминовых и фульвокислот. В России в основе химического, экстракционного изучения качественного состава гумуса лежит методика И.В. Тюрина, основанная на выделении в раствор гумусовых веществ в зависимости от их природы и связи с минеральными компонентами почвы (Тюрин, 1951). При разработке методики И.В.Тюриным были учтены как свойства отдельных групп и фракций органического вещества, так и их поведение в разных типах почв. Для каждой из выделенных групп и фракций гумуса была выявлена своя почвообразующая функция, и каждая из фракций рассматривалась и изучалась автором как компоненты определённых органо-минеральных соединений в почвах.

В дальнейшем классическая схема фракционирования гумуса была модифицирована и усовершенствована. Результатом явилась методика определения фракционно-группового состава гумуса Пономарёвой-Плотниковой (Пономарёва, 1957; Пономарёва, Плотникова, 1967). Эта схема представляет собой наиболее рациональное и содержательное подразделение гумусовых веществ на группы и фракции, которое проводится на основании их предполагаемой связи с минеральными компонентами почвы. Согласно этой схеме выделяются 3 группы гуминовых кислот и 4 группы фульвокислот.

Гуминовые кислоты подразделяются:

Фракция 1 (ГК-1) – растворимая непосредственно в 0,1 н. NaOH; «свободная» и связанная с несиликатными (подвижными) полуторными оксидами;

Фракция 2 (ГК-2) – растворимая в 0,1 н. NaOH после декальцирования почвы; связанная с кальцием;

Фракция 3 (ГК-3) – растворимая в 0,02 н. NaOH при 6-часовом нагревании на водяной бане; связанная с устойчивыми формами полуторных оксидов и глинистыми минералами.

Фракции фульвокислот ФК-1, ФК-2 и ФК-3 связаны сложноэфирной связью с ГК и подразделяются также как и ГК. Дополнительно выделяют фракцию ФК-1а –

растворимую в 0,1N H₂SO₄, «свободную» и связанную с подвижными полуторными окислами, так называемую «агрессивную» фракцию.

Негидролизуемый остаток (НО) – гумин представляет собой прочно связанные с минеральными компонентами почвы ГК и ФК, а также частично разложившиеся растительные остатки (Тюрин, 1951).

Опорная концепция разделения органических компонентов почвы по качественному составу и прочности связи с минеральными компонентами, предложенная И.В.Тюриным, и до сегодняшнего дня остаётся принципиально конструктивной. Несмотря на трудоемкость этого анализа, он активно используется при изучении изменений в гумусе почв при различных антропогенных (агрогенных и техногенных) воздействиях (Иларионов, 2004, 2006; Литвинович с соавт., 2007; Овчинникова, 2010а, 2010б; Помазкина и др., 2005; Помазкина, 2010; Завьялова, 2010; Мерзлая и др., 2010).

Цель настоящих исследований – изучить кислотно-основные свойства и фракционно-групповой состав гумуса целинной дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы и их изменения при интенсивном окультуривании и последующем ослаблении антропогенного воздействия.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований служила дерново-подзолистая глееватая песчаная почва различного сельскохозяйственного использования, расположенная на территории Ленинградской области и приуроченная к Балтийско-Ладожскому почвенному округу. Исследуемая почва сформировалась на озёрно-ледниковых песках.

Изменение кислотно-основных свойств и фракционно-группового состава гумуса дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы при разном уровне антропогенного воздействия изучали в ряду: лес – пашня хорошо окультуренная – пашня экстенсивно используемая.

Объект № 1. Дерново-подзолистая глееватая песчаная целинная почва расположена под сосновым лесом с примесью ели, рябины. В наземном покрове кислично-майниково-черничная ассоциация.

Объект № 2. Пахотная хорошо окультуренная почва. Освоена в 50-х годах прошлого века. В 1968 году проложен гончарный дренаж с расстоянием между

дренами 20-25 метров. Необходимость закладки дренажа объяснялась неблагоприятным водно-воздушным режимом почвы, который обусловлен близким подстиланием более тяжёлых пород. В периоды интенсивного выпадения осадков и таяния снегов, подтопление испытывает и корнеобитаемая зона, что отрицательно сказывается на росте и развитии растений. Дренаж вышел из строя в 1984 г. В 1980 году были отобраны первые почвенные пробы. В тот период времени почву использовали в семипольном севообороте с тремя полями многолетних трав. В среднем в год на 1 гектар пашни вносили 20-25 т органических и N 250, P₂O₅ 150, K₂O 200 кг д.в. минеральных удобрений. В год отбора образцов участок использовали под многолетними травами.

Объект № 3. Экстенсивно используемая пахотная почва, ранее бывшая хорошо окультуренной. Для этого спустя 20 лет повторно отбирали почвенные пробы. За исследуемый период времени дозы применяемых органических и минеральных удобрений на массиве неуклонно сокращались (рис.1 и 2). Урожайность ячменя в 1998 году составила всего 0,6 т/га.

Фракционно-групповой состав гумуса определяли согласно методике В.В. Пономаревой - Т.А. Плотниковой в модификации Т.А. Плотниковой - Н.Е. Орловой (1984).

Оптическую плотность гуминовых кислот при исследовании группового состава гумуса устанавливали в каждой фракции. Длина волны - 430 нм. Индекс оптической плотности вычисляли делением коэффициента экстинкции (E) на содержание в растворе органического углерода (C); pH солевой суспензии определяли потенциометрическим методом; сумму обменных оснований и гидролитическую кислотность по Каппену. Аналитическая повторность – 4-кратная. Полученные результаты обрабатывали статистически.

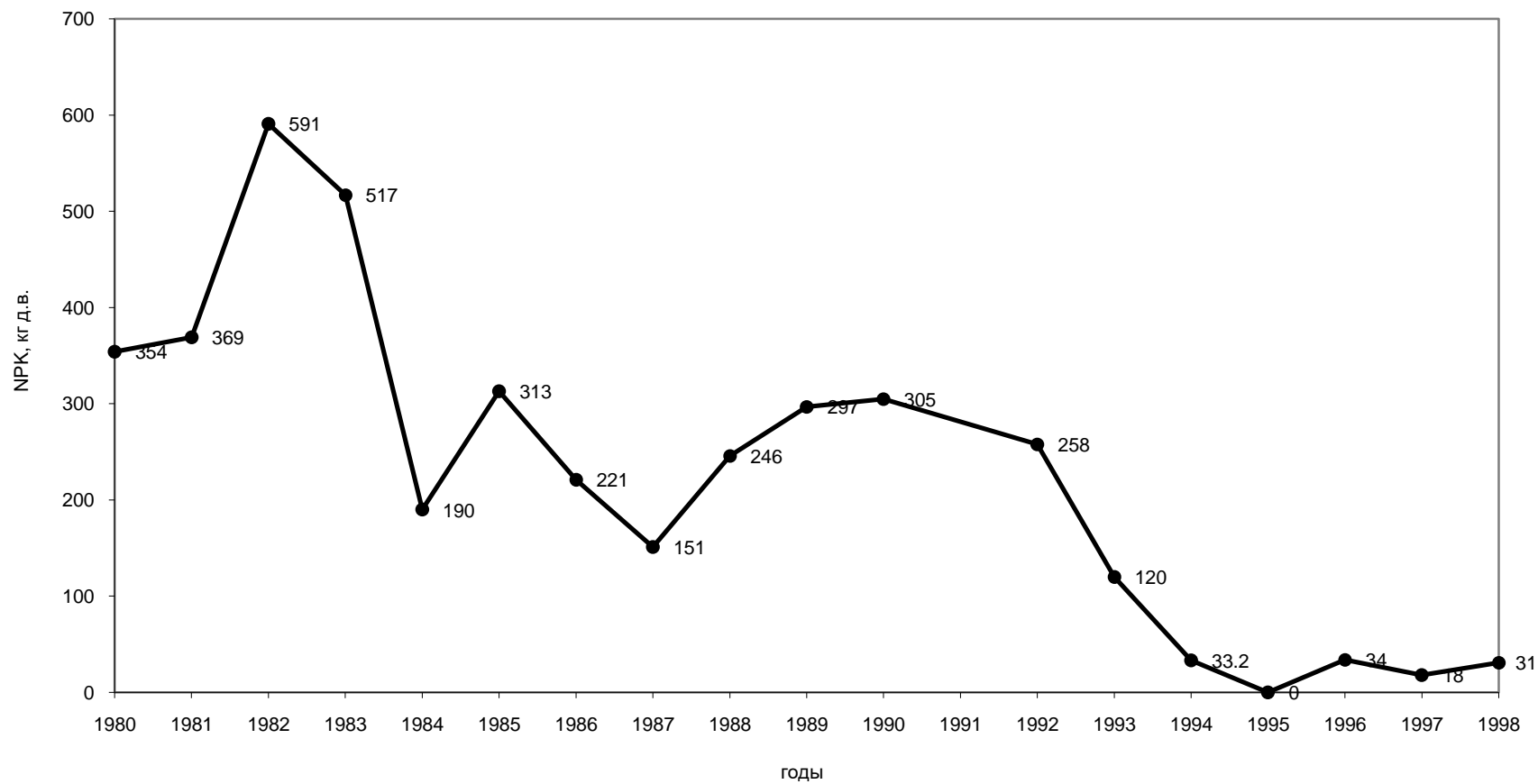


Рис.1. Дозы применения минеральных удобрений
Fig.1 Doses of used mineral fertilizer

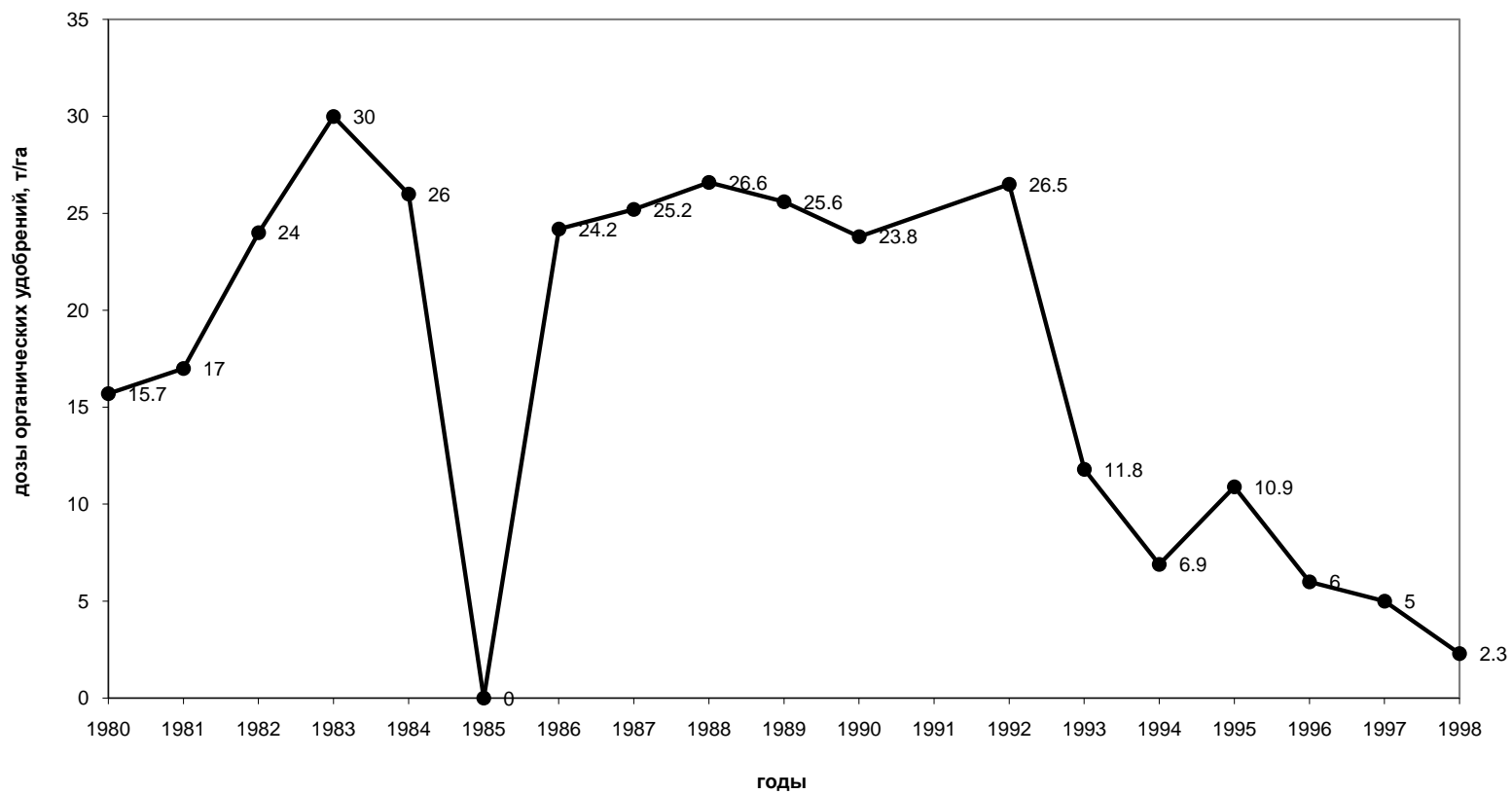


Рис. 2. Дозы применения органических удобрений.
Fig. 2. Doses of used organic fertilizers

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходная целинная лесная почва обладает целым рядом неблагоприятных свойств: сильнокислой реакцией, высоким содержанием подвижного алюминия, крайне низким содержанием обменных катионов кальция и магния (табл.1). По своим физико-химическим свойствам целинная почва не пригодна для выращивания культурных растений. Мелиоративное освоение и длительное окультуривание привело к оптимизации физико-химических показателей глееватой песчаной почвы. Показатель pH_{KCl} вырос до 5,3 ед.

Таблица 1. Кислотно-основные свойства дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы
Table 1. Acid-base properties of soddy-podzolic gley sandy soil

глубина, см	pH_{KCl}	Н обм.		Нг		Ca^{2+}		Mg^{2+}		V, %		
		H^+	Al^{3+}	ммоль(экв)/100г почвы								
		Дерново-подзолистая глееватая песчаная целинная почва										
A ₁ 5-15	3,9	1,30	0,14	1,00	0,03	7,00	0,55	0,50	0,12	0,12	0,02	21,5
		Дерново-подзолистая глееватая песчаная хорошо окультуренная почва										
A пах. 0-25	5,3	0,12	0,02	0,11	0,01	5,82	0,62	8,22	0,25	3,65	0,28	77,2
		Дерново-подзолистая глееватая песчаная экстенсивно используемая почва										
A пах. 0-25	5,0	0,12	0,01	0,07	0,01	7,32	0,88	5,00	0,44	2,35	0,20	32,0

Уменьшилась обменная кислотность, содержание Al снизилось до безвредного для культурных растений уровня (0,11 ммоль(экв)/100г почвы). Положительное влияние окультуривания сказалось на содержании в почве обменных катионов кальция и магния. Степень насыщенности оснований возрастает до 77,8%. Основываясь на данных работы А.Н. Небольсина с соавт. (2010) установленные уровни содержания Ca и Mg способных полностью удовлетворить потребности самых требовательных культур к наличию этих элементов.

Проведённые исследования позволяют заключить: окультуривание дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы благоприятно сказалось на изменении кислотно-основных свойств. Снижаются все виды почвенной кислотности. Устраняется вредоносное влияние алюминия. Возрастает содержание обменных катионов кальция и магния.

Снижение уровня антропогенной нагрузки вызывает ухудшение кислотно-основных свойств окультуренной почвы, что проявляется в уменьшении величины pH_{KCl} , росте гидролитической кислотности, снижении количества обменных оснований Ca и Mg. Таким образом, положительные изменения физико-химических показателей,

достигнутые в результате окультуривания, при ослаблении хозяйственного воздействия утрачиваются (Литвинович с соав, 2009).

Данные фракционно-группового состава гумуса сведены в табл. 2.

Исходная дерново-подзолистая глееватая песчаная почва характеризуется высоким содержанием гумуса, который сосредоточен в незначительном по мощности слое почвы. При вовлечении почвы в культуру содержание гумуса снижается, но он сосредотачивается в большем по мощности горизонте, что следует рассматривать как положительный факт. При ослаблении антропогенного воздействия содержание гумуса, по сравнению с окультуренной почвой, снижается (табл.2).

Таблица 2. Фракционно-групповой состав гумуса дерново-подзолистых глееватых песчаных почв

Table 2. Humus fractional and group composition of the soddy-podzolic gley sandy soils

Угодье	глубина, см	Содержание Собщ., %	Фракции гуминовых кислот				Фракции фульвокислот				ГК + ФК	НО	СГК/СФК
			1	2	3	Сумма	1+1а	2	3	сумма			
Лес	A ₁ 5-15	4.15	<u>0.77</u> [†] 18.6	0	<u>0.19</u> 4.6	<u>0.96</u> 23.2	<u>0.56</u> 13.5	<u>0.17</u> 4.1	<u>0.05</u> 1.2	<u>0.78</u> 18.8	<u>1.74</u> 42.0	<u>2.41</u> 58.0	1.23
Пашня хорошо окультурен- ная	A _{пах} 0-25	2.20	<u>0.37</u> 16.8	<u>0.10</u> 4.5	<u>0.19</u> 8.7	<u>0.66</u> 30.0	<u>0.31</u> 14.1	<u>0.10</u> 4.5	<u>0.11</u> 5.0	<u>0.50</u> 23.6	<u>1.18</u> 53.6	<u>1.02</u> 46.4	1.27
Пашня экстенсивно используемая	A _{пах} 0-25	1.71	<u>0.34</u> 19.9	<u>0.12</u> 7.0	<u>0.17</u> 9.9	<u>0.63</u> 36.8	<u>0.35</u> 20.5	<u>0.06</u> 3.5	<u>0.02</u> 1.2	<u>0.43</u> 25.2	<u>1.06</u> 62.0	<u>0.65</u> 38.0	1.46
НСР _{0.5}		0.32	0.06	0.01	0.03	0.04	0.03	0.03	0.01	0.04	-	0.08	-

[†]над чертой - С, % к почве, под чертой -С, % к общему С почвы

[†] above the bar – С, % to soil; under the bar – С, % to total soil С

Важнейшим генетическим признаком дерново-подзолистых почв является доминирование в составе ГК первой фракции (ГК-1) “бурых” гуминовых кислот (БГК). В гумусово-аккумулятивном горизонте лесной целинной почвы содержание этой фракции составляет 18,6 % от общего С почвы. Это объясняется слабой растворимостью БГК и их низкой миграционной способностью в профиле дерново-подзолистых почв (табл. 2). На долю ГК-3, извлекаемую при 6 часовом кипячении почвы в растворе 0,02 н NaOH, приходится всего 4,6 % от общего содержания С почвы. Наиболее ценная в агрономическом отношении фракция ГК-2 отсутствует.

Суммарное содержание фульвокислот (ФК) в изучаемой почве оказалось ниже, чем содержание ГК. Отношение С_{ГК}:С_{ФК} = 1,2. Это следствие хорошей «отмытости» данного горизонта песчаной почвы от наиболее подвижных соединений гумусовых веществ – фульвокислот. В результате, в нем начинают доминировать наиболее

водонерастворимые вещества, каковыми в дерново-подзолистых почвах являются БГК (Пономарёва, Плотникова, 1980).

В составе фульвокислот доминируют «агрессивные» фракции ФК-1а + ФК-1. Это свидетельствует об активном протекании процесса подзолообразования.

Следует отметить высокое содержание в лесной почве негидролизуемого остатка (НО) – 58,3%. Вероятно, временное избыточное увлажнение, характерное для глееватых почв, препятствует быстрой минерализации гумуса в песчаной почве, способствуя его консервации.

Таким образом, целинная лесная почва характеризуется высоким содержанием гумуса, который сосредоточен в незначительном по мощности слое. В составе гуминовых кислот доминирует фракция ГК-1. Доля негидролизуемого остатка высокая. Содержание фульвокислот выше, чем гуминовых кислот.

Вовлечение дерново-подзолистой песчаной почвы в культуру на фоне общего снижения содержания гумуса в почве сопровождается минерализацией части ГК-1. По сравнению с целинной почвой, их количество в окультуренной почве, уменьшается в 1,8 раза. Прокладка дренажа, улучшая аэрацию, приводит к активизации процессов минерализации гумуса в почве, в результате чего количество НО уменьшается.

В составе гуминовых кислот появляется 2-я фракция, что является характерной особенностью хорошо окультуренных, богатых основаниями почв. Основным процессом, приводящим к появлению в составе гумуса ГК-2 при окультуривании, является перегруппировка в составе ГК, т.е. не биохимический процесс углубления гумификации в сторону образования 2-й фракции по черноземному типу, а физико-химический процесс связывания кальцием наиболее оптически плотных ГК из фракции 1 и переход их во фракцию 2 (Орлова с соавт., 1992). Поэтому гуминовые кислоты второй фракции окультуренной почвы обладают более высоким значением E - величин: $E_{с}^{мг/мл} = 10$. Вместе с тем, степень конденсированности (“зрелости”) ГК-2 свидетельствует о более простом их строении, чем ГК черноземов, для которых оптическая плотность колеблется в интервале 20-22 ед. (Плотникова, 1972).

Однако содержание ГК-2 в исследуемой нами почве в 3,7 раза меньше, чем ГК-1, а по своим оптическим свойствам ГК-2, как будет показано ниже, мало отличается от БГК. Это согласуется с мнением Н.Е. Орловой с соав. (1992), что уровень предельного накопления ГК-2, связанных с кальцием, в дерново-подзолистых почвах не высок и никогда не достигает такого в черноземах, где эта фракция является господствующей. На долю ФК “агрессивных” фракций приходится 14,1 % общего

углерода. Их количество при окультуривании не уменьшается, что свидетельствует об активном протекании подзолообразовательного процесса и на стадии высокой окультуренности. Отношение $C_{ГК}:C_{ФК} = 1,27$.

Для характеристики природы гумусовых кислот и их изменении при известковании почвы были изучены оптические свойства гумусовых кислот – индекс оптической плотности $E_c^{мг/мл}$. Оптическая плотность ГК является важным диагностическим признаком гумусного состояния почв, позволяющим оценить их химическое строение, гидрофильность, способность к образованию комплексных соединений (Плотникова, 1972). Этот показатель был впервые предложен Т.А. Плотниковой и В.В. Пономарёвой (1967) для характеристики глубины гумификации ГК при почвенно-генетических исследованиях и с успехом используется в почвоведении при изучении гумусовых веществ разных типов почв.

По мнению Л.Г. Бакиной (2012), не менее важен он и при изучении процессов качественных изменений органического вещества при разных антропогенных нагрузках на почвы: при окультуривании и интенсивном сельскохозяйственном использовании почв, для диагностики деградационных явлений и т.д. Химический смысл показателя $E_c^{мг/мл}$ можно определить как интенсивность окраски щелочного раствора ГК на единицу содержания углерода. Чем более тёмным при равной концентрации C является раствор ГК, тем более гумифицированным, более химически «зрелым», более ароматизированным является гуминовое вещество. Значение индекса $E_c^{мг/мл}$ напрямую связано с долей ароматических структур в молекулах ГК, причём эта связь настолько тесная, что можно говорить о практически функциональной зависимости.

Данные табл. 3 показывают, что величина оптической плотности ГК-1, выделенной из гумусово-аккумулятивного горизонта целинной лесной почвы, невелика: $E_c^{мг/мл} = 4$. Это свидетельствует об упрощенном строении и небольшом размере молекул “бурых” гуминовых кислот. По мнению В.В. Пономаревой (1964), биоклиматические условия Нечерноземной зоны способствуют формированию в подзолистых почвах гумусовых веществ типа ФК, а гуминовые кислоты этих почв отличаются низкой оптической плотностью, что указывает на их слабую конденсированность и близость к фульвокислотам. Л.А. Гришина (1986) полагает, что кислая реакция дерново-подзолистых лесных почв неблагоприятна для процессов конденсации продуктов распада органических веществ, поступающих в почвы, в результате чего гумусовые вещества обладают низкой оптической плотностью.

Таблица 3. Оптическая плотность гуминовых кислот дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы при различном хозяйственном использовании, $E_c^{mg/ml}$ **Table 3.** Optical density of humic acids of soddy-podzolic gley sandy soil at various land uses, $E_c^{mg/ml}$

Почва	Фракции гуминовых кислот	
	ГК-1	ГК-2
Целина	4	отсутствует
Пашня хорошо окультуренная	6	10
Пашня экстенсивно используемая	4	8
НСР ₀₅	0,8	1,2

Окультуривание дерново-подзолистой почвы лишь не значительно повлияло на величину оптической плотности: $E_c^{mg/ml} = 6$. Это говорит о слабом влиянии окультуривания на качество гуминовых кислот песчаной почвы и позволяет утверждать, что даже при высоком уровне агротехники ведущим фактором формирования гуминовых кислот является биоклиматический (Орлова с соав, 2000; Литвинович с соав, 2001, 2002; Бакина, 2012).

В целом, положительные изменения в составе гумуса при окультуривании сводятся к следующему: возрастанию в составе гумуса доли гуминовых кислот, появлению в составе ГК второй фракции (ГК-2), формированию более конденсированных молекул гуминовых кислот. Вместе с тем, даже на стадии высокой окультуренности ведущая роль в формировании гумуса принадлежит природно-климатическим факторам. В составе гумуса продолжают доминировать БГК, степень гумификации которых не велика. Не прекращается подзолообразование, о чем свидетельствует наличие в составе гумуса “агрессивных” фракций ФК.

Фракционно-групповой состав гумуса относится к промежуточным по своей консервативности свойствам почв, который долго формируется, но и долго сохраняется.

За 20-летний промежуток времени, в течение которого дозы вносимых удобрений постепенно снижались, выявлены лишь незначительные изменения, которые можно диагностировать как начальный этап деградации состава гумуса. В условиях ослабления активного антропогенного воздействия в составе фульвокислот возрастает количество “агрессивных” фракций (ФК-1a + ФК-1), доля которых с 14,1% увеличивается до 20,5%. Это свидетельствует об активизации процесса подзолообразования. Необходимо констатировать также возрастание выхода растворимой части гумусовых кислот в экстенсивно используемой почве по сравнению с высоко окультуренной, когда содержание НО снизилось на 10 % и составило 38,0 % от общего С почвы. На увеличение гидролизруемости гумуса при ослаблении

антропогенного воздействия есть также указания в работах Н.Е. Орловой с соав. (2000, 2002 гг.). Результатом уменьшения содержания НО при ослаблении антропогенного воздействия вполне может стать пополнение запасов ГК.

По-видимому, в рассматриваемом нами случае процесс минерализации ГК, характерный для дерново-подзолистых почв при снижении уровня антропогенной нагрузки, сопровождается пополнением их запаса из негидролизуемого остатка. При противоположной направленности этим процессам, по-видимому, свойственна приблизительно равная интенсивность. Поэтому суммарное количество ГК в экстенсивно используемой почве, по сравнению в хорошо окультуренной, практически не меняется (0,66 и 0,63 % С от массы почвы). Поскольку скорость минерализации и вымывания ГК отстает от скорости разложения ФК, становится объяснимым и некоторое расширение отношения $C_{ГК}:C_{ФК}$ при повторном отборе почвенных проб.

Измерения оптической плотности показали, что снижение уровня агротехники приводит к ухудшению качественного состава гумуса. $E_c^{мг/мл}$ - величины ГК-1 и ГК-2 снижаются соответственно с 6 до 4 и с 10 до 8 ед. При этом $E_c^{мг/мл}$ - величина ГК-1 экстенсивно используемой почвы начинает соответствовать $E_c^{мг/мл}$ - величине ГК-1 целинной почвы. Следовательно, при ослаблении антропогенного воздействия степень “зрелости” (конденсированности) ГК уменьшается и начинает соответствовать их естественным величинам, характерным целинным почвам.

В целом, проведённые исследования позволяют заключить, что положительные изменения кислотно-основных свойств и гумусного состояния почв – следствие того уровня агротехники результатом которого они явились. При ослаблении антропогенного воздействия положительные изменения, достигнутые в результате окультуривания, постепенно утрачиваются. Почва стремится к своему исходному состоянию (Литвинович с соав, 2002, 2003; Литвинович, 2009).

ВЫВОДЫ

1. Дерново-подзолистая глееватая песчаная целинная лесная почва обладает сильно-кислой реакцией, высоким содержанием обменного алюминия, крайне низким содержанием обменных катионов кальция и магния. Мелиоративное освоение и длительное окультуривание привело к оптимизации физико-химических показателей глееватой песчаной почвы. Положительные изменения физико-химических показателей, достигнутые в результате окультуривания, при ослаблении антропогенного воздействия постепенно утрачиваются.

2. Исходная дерново-подзолистая глееватая песчаная почва характеризуется высоким содержанием гумуса, который сосредоточен в незначительном по мощности слое почвы. При вовлечении почвы в культуру содержание гумуса снижается, но он сосредотачивается в большем по мощности горизонте. При ослаблении антропогенного воздействия содержание гумуса, по сравнению с окультуренной почвой снижается.

3. Положительные изменения фракционно-группового состава гумуса при окультуривании сводятся к возрастанию в составе гумуса доли гуминовых кислот, появлению в составе ГК второй фракции (ГК-2), формированию более конденсированных молекул гуминовых кислот

4. Ослабление антропогенного воздействия приводит к негативным изменениям состава гумуса дерново-подзолистой песчаной глееватой почвы. Снижается количество негидролизуемого остатка, ухудшается качество гуминовых кислот, фиксируемое по показателю оптической плотности, возрастает содержание фульвокислот «агрессивных» фракций.

ЛИТЕРАТУРА

Бакина Л.Г. Роль фракций гуминовых веществ в почвенно-экологических процессах.

Диссертация на доктора биол. наук. – СПб., 2012. Архив АФИ. – 399 с.

Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М. 1986. 242 с

Завьялова Н.Е. Органическое вещество дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв при разных системах землепользования / Влияние длительного применения удобрений на органическое вещество почв. М.: ВНИИА. 2010. С.190-230.

Иларионов С.А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 194 с.

Иларионов С.А. Трансформация углеводов нефти в почвах гумидной зоны. Автореф. Дис.на соиск.уч.ст.доктбиол.наук. Сыктывкар. 2006. 30 с.

Литвинович А.В, Павлова О.Ю. Изменение гумусного состояния дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы на залежи // Почвоведение. 2007, № 11. С. 1323-1329

Литвинович А.В. Постагрогенная эволюция хорошо окультуренных дерновоподзолистых почв Северо-Запада Нечерноземной зоны // Агрехимия. 2009. № 7. – С 85–93.

Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Дричко В.Ф., Чернов Д.В., Шабанов М.В.

- Изменение кислотно-основных свойств окультуренных дерново-подзолистых почв лёгкого гранулометрического состава в процессе постагрогенной трансформации. // Почвоведение. 2009. № 6. – С. 680–686.
- Литвинович А.В., Павлова О.Ю. Изменение оптической плотности гуминовых кислот дерново-подзолистой песчаной почвы при разных уровнях антропогенного воздействия. В сб.: Гумус и почвообразование. 2001 с. 73-77.
- Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Чернов Д.В. Изменение кислотно-основных свойств дерново-подзолистых песчаных почв при прекращении антропогенного воздействия. Гумус и почвообразование. СПб. 2003 с. 60-64.
- Литвинович А.В., Чернов Д.В., Павлова О.Ю., Фомина А.С. Изменение кислотно-основных свойств дерново-подзолистых песчаных почв при прекращении антропогенного воздействия В сб.: Гумус и почвообразование. СПб-Пушкин. 2002 с. 60-64.
- Мерзлая Г.Е., Ефремов В.Ф., Лукин С.М., Русакова И.В. и др. Результаты исследования состояния органического вещества почв при длительном применении различных видов органических удобрений / Влияние длительного применения удобрений на органическое вещество почв. М.:ВНИИА. 2010. С.231-308.
- Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв (результаты 50 летних полевых опытов). – СПб.: ГНУ ЛНИИСХ Россельхозакадемии, 2010. – 254 с.
- Овчинникова М.Ф. Специфика агрогенной трансформации гумусовых веществ / Влияние длительного применения удобрений на органическое вещество почв. М. 2010а. С.51-79.
- Овчинникова М.Ф. Состав и свойства гумусовых веществ различных гранулометрических фракций эродированной дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2010б. № 5. С.13-21.
- Орлова Н.Е., Бакина Л.Г. Современные процессы гумусообразования в окультуренных дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России. Агрохимия. № 11. 2002. с.5-12.
- Орлова Н.Е., Бакина Л.Г., Плотникова Т.А. Взаимодействие гуминовых кислот с кальцием и известкование почв. // Почвоведение. 1992. № 1 с. 120-123.
- Орлова Н.Е., Бакина Л.Г., Дмитричева Л.Г. Трансформация органического вещества дерново-подзолистой почвы в условиях снижения уровня агротехники. В сб.: Гумус и почвообразование. Санкт-Петербург. 2000. с. 72-76.

- Плотникова Т.А., Пономарева В.В. Упрощенный вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ с одним светофильтром // Почвоведение. 1967. № 7. С.73-85.
- Плотникова Т.А., Орлова Н.Е. Определение содержания кислотных функциональных групп в препаратах гуминовых кислот / Современные методы физ.-хим. исследований и хим.-аналит. контроля в сельском хозяйстве. Тез докл.всесоюзн.конф. Тюмень. 1984. С.124.
- Плотникова Т.А. Характеристика особенностей образования и природы гумусовых веществ почв с помощью данных оптической плотности. В сб.: География, генезис и плодородие почв. Л.: Колос. 1972. Вып. № 4 с. 196-200.
- Помазкина Л.В. Трансформация азота в составе гуминовых веществ серой лесной почвы лесостепи Байкальского региона // Агрохимия. 2010. № 2. С.5-13.
- Помазкина Л.В., Зорина С.Ю., Засухина Т.В., Петрова И.Г. Качественный состав гумуса серых лесных пахотных загрязненных фторидами почв Прибайкалья//Почвоведение. 2005. № 5. С.550-555.
- Пономарева В.В.К методике изучения состава гумуса по схеме И.В.Тюрина. //Почвоведение.1957,№8.
- Пономарева В.В. Теория подзолообразовательного процесса. – М.; Л.: Наука, 1964. – 380 с.
- Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: “Наука”. 1980. 223с
- Тюрин И.В. К методике анализа для сравнительного изучения состава почвенного гумуса.-Тр.Почв.ин-та им.В.В. Докучаева. АН СССР,1951,т.38.

REFERENCES

- Bakina L.G. The role of fractions of humic substances in soil-ecological processes. Thesis for the doctor biol. sciences. - SPb., 2012. Archive of the API. - 399 s.
- Grishina L.A. Humus formation and humus condition of soils. M. 1986. 242 P.
- Zavyalova N.E. Organic matter of soddy-podzolic heavy loamy soils under different systems of land use. Effect of prolonged application of fertilizers on the organic matter of soils. Moscow: VNIIA. 2010. P.190-230.
- Ilarionov S.A. Ecological aspects of the restoration of oil contaminated soils. Ekaterinburg: UrO RAN, 2004. 194 p.
- Ilarionov S.A. Transformation of oil hydrocarbons in soils of the humid zone. Thesis, Syktyvkar, 2006. 30 pp.
- Litvinovich A.V., Pavlova O.Yu. Change in the humus state of sod-podzolic gleyey sandy soil on the deposits. Pochvovedenie. 2007, No. 11. pp. 1323-1329
- Litvinovich A.V. The postagrogenic evolution of well-cultivated sod podzolic soils of the Northwest of the Non-chernozem zone./ Agrochemistry. 2009, 7: 85-93.
- Litvinovich AV, Pavlova O.Yu., Dryichko VF, Chernov DV, Shabanov MV. Changes in the acid-base properties of cultivated sod-podzolic soils of light granulometric composition in the process of a post-aggressive transformation. Pochvovedenie. 2009, 6: 680-686.
- Litvinovich AV, Pavlova O.Yu. Change in the optical density of humic acids of sod-podzolic sandy soil at different levels of anthropogenic impact. In the collection: Humus and soil formation. 2001 p. 73-77.
- Litvinovich AV, Pavlova O.Yu., Chernov DV The change in the acid-base properties of sod-podzolic sandy soils upon the cessation of anthropogenic impact. Humus and soil formation. St. Petersburg. 2003 p. 60-64.
- Litvinovich AV, Chernov DV, Pavlova O.Yu., Fomina A.S. Changes in the acid-base properties of sod-podzolic sandy soils during the cessation of anthropogenic impact. In: Humus and Soil Formation. SPb-Pushkin. 2002 p. 60-64.
- Merzlaya GE, Efremov VF, Lukin SM, Rusakova IV et al. Results of the study of the state of the organic matter of soils under long-term use of various types of organic fertilizers / The effect of prolonged use of extensions on the organic matter of soils. M.: VNIIA. 2010, pp. 231-308.
- Nebolsin AN, Nebolsina Z.P. Liming of soils (results of 50 year field experiments). SPb.: GNU LNIISH Rosselkhozakademii, 2010, 254 p.

- Ovchinnikova MF Specificity of agrogenic transformation of humic substances / Effect of prolonged application of fertilizers on the organic matter of soils. M. 2010a. pp. 51-79.
- Ovchinnikova MF Composition and properties of humic substances of various granulometric fractions of eroded sod-podzolic soil. *Agrochemistry*, 2010b, 5: 13-21.
- Orlova NE, Bakina L.G. Modern processes of humus formation in cultivated sod-podzolic soils of the North-West of Russia. *Agrochemistry*, 2002, 11: 5-12.
- Orlova NE, Bakina LG, Plotnikova TA Interaction of humic acids with calcium and liming of soils. *Pochvovedenie*, 1992, 1: 120-123.
- Orlova NE, Bakina LG, Dmitritscheva LG Transformation of organic matter in sod-podzolic soils under conditions of a decline in the level of agricultural technology. In the collection: *Humus and soil formation*. St. Petersburg, 2000, pp. 72-76.
- Plotnikova TA, Ponomareva VV Simplified version of the method for determining the optical density of humic substances with a single filter. *Pochvovedenie*, 1967, 7: 73-85.
- Plotnikova TA, Orlova N.E. Determination of the content of acidic functional groups in preparations of humic acids. *Proceedings of the "Modern methods of physical chemistry, Tyumen*. 1984, 124 p.
- Plotnikova T.A. Characteristic features of the formation and nature of humic substances of soils with the help of optical density data. In: *Geography, Genesis and Soil Fertility*. L: Kolos. 1972. Vol. 4: 196-200.
- Pomazkina L.V. Transformation of nitrogen in the composition of humic substances in gray forest soils of the forest-steppe of the Baikal region. *Agrochemistry*, 2010, 2: 5-13.
- Pomazkina LV, Zorina S.Yu., Zasukhina TV, Petrova I.G. Qualitative composition of humus of gray forest arable contaminated with fluoride soils of the Baikal region. *Pochvovedenie*, 2005, 5: 550-555.
- Ponomareva VV To the technique of studying the composition of humus according to the scheme of IV Tyurin. *Pochvovedenie*, 1957, No.8.
- Ponomareva V.V. The theory of podzol formation. M .; L .: Nauka, 1964, 380 p.
- Ponomareva VV, Plotnikova TA *Humus and soil formation*. L .: Nauka, 1980. 223 p.
- Tyurin I.V. To the method of analysis for a comparative study of the composition of soil humus. *Materials of V.V. Dokuchaev Institute, AN SSSR*, 1951, vol. 38.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT ANTHROPOGENIC IMPACTS ON pH AND HUMUS COMPOSITION OF SODDY-PODZOLIC SOIL

Olga Pavlova¹, Andrey Litvinovich¹, Anton Lavrishchev², Elmira Saljnikov³

¹Agrophysical Research Institute Grazhdanskii 14, 195220 St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State Agrarian University Peterburgsoye 2, 196601 St. Petersburg, Russia

³Soil Science Institute Teodora Drajzera 7, 11000 Belgrade, Serbia E-mail:
soils.saljnikov@gmail.com

Changes in the acid-base properties and transformation of the fractional group composition of humus in virgin soddy-podzolic gleyed sandy soil under intensive acculturation and weakening of the active anthropogenic impact are traced in the work. It is established that intensive cultivation promotes optimization of acid-base properties and humus condition of the soil. All kinds of soil acidity are reduced, the harmful effect of mobile aluminium is eliminated, positive changes in the fractionation group composition of humus are reduced to the formation of more optically "dense" humic acids and the appearance of humic acids associated with calcium in its composition. With the weakening of economic influence, positive changes in the acid-base properties and composition of humus, achieved as a result of acculturation, are lost. It is concluded that the level of fertility of sod-podzolic gleyey sandy soil is a consequence of the level of agronomic practices used.

Key words: soil, cultivation, weakening of anthropogenic impact, acid-base properties, humus.

Primljeno 28. marta 2018.

Primljeno sa ispravkama 30. aprila 2018.

Odobreno 3. maja 2018.