

ГУМУС ФОНОВЫХ ПОЧВ ВАХСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(СРЕДНЯЯ ТАЙГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

V.P. Seredina, A.I. Nepotrebny

BACKGROUND SOILS HUMUS OF VAKHSKY OIL DEPOSIT
(AVERAGE TAIGA OF WESTERN SIBERIA)

Середина В.П. – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и экологии почв Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск. E-mail: seredina_v@mail.ru

Непотребный А.И. – науч. сотр. департамента экологии, отдел экологического мониторинга ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск. E-mail: NepotrebnyiAI@nipineft.tomsk.ru

Seredina V.P. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Ecology of Soils, National Research Tomsk State University, Tomsk. E-mail: seredina_v@mail.ru

Nepotrebny A.I. – Staff Scientist, Department of Ecology, Department of Environmental Monitoring, JSC “Tomsk Research and Design Institute of Oil and Gas”, Tomsk. E-mail: NepotrebnyiAI@nipineft.tomsk.ru

В работе представлены результаты экспериментальных исследований качественного состава гумуса фоновых (незагрязненных) почв Вахского нефтяного месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ). В геоморфологическом отношении исследуемая территория расположена в центральной пониженной части Западно-Сибирской (преимущественно эрозионно-аккумулятивной) равнины, согласно геоботаническому районированию – к зоне бореально-таежных лесов, подзоне средней тайги. Почвенный покров лицензионного участка представлен почвами постлитогенного ствола (типы подзоловальфегумусовых, подзолистых, торфяно-подзолисто-глеевых, торфянисто-подзолисто-глеевых почв), синлитогенного (типы аллювиальных светло-гумусовых и перегнойно-глеевых почв) и ствола органо-генных почв (тип торфяных олиготрофных почв). Суровые климатические условия, повышенная влажность, слабая дренированность территории, бедность в видовом отношении растительности приводят к накоплению на поверхности почв органического вещества в виде подстилок и торфянистых горизонтов, что в совокупности с бедностью почв основаниями определяет их низкую гумусированность. Особенностью качественного состава

гумуса исследованных почв является преобладание в групповом составе фульвокислот. Образование гуминовых кислот выражено слабо. Аккумулятивным питающим горизонтом подзолистых почв служит в основном лесная подстилка, в которой сосредоточены корни, микроорганизмы и мезофауна. В составе гумуса значительна доля негидролизующего остатка. Почвы постлитогенного ствола имеют характерный для таежных почв гуматно-фульватный тип гумуса, синлитогенного-фульватно-гуматный. Преобладают гуминовые кислоты и фульвокислоты, связанные с подвижными полуторными оксидами. Наиболее ценная фракция гумусовых кислот, связанная с кальцием, составляет незначительную часть органического углерода. Интегральные характеристики состава гумуса (низкое его содержание, преимущественно гуматно-фульватный тип, преобладание агрессивных и связанных с подвижными полуторными оксидами фракций фульвокислот) в комплексе с суровыми биоклиматическими условиями свидетельствуют о низкой буферности фоновых почв, а, следовательно, и слабой их устойчивости к техногенным нагрузкам, в том числе и нефтяному загрязнению.

Ключевые слова: Западная Сибирь, средняя тайга, Вахское нефтяное месторождение

ние, почвы, гумус, групповой и фракционный состав.

In the study results of pilot studies of qualitative structure of a humus of background (uncontaminated) soils of the Vakhsky oil deposit are presented (Khanty-Mansi Autonomous Area). In geomorphological relation the studied territory is located in central lowered part of the West Siberian (mainly erosive and accumulative) plain, according to geobotanical division into districts – to the zone of boreal and taiga woods, a subband of an average taiga. The soil cover of a license site is presented by soils of a postlithogenic trunk (types of podzols of alfahumus, podzolic, peat-podzolic-gley, peaty-podzolic-gley soils), and the trunk of organogenic soils (the type of peat oligotrophic soils). Severe climatic conditions, the increased humidity, weak fitness of the territory, poverty in the specific relation of vegetation lead to accumulation on the surface of soils of organic substance in the form of laying and the peaty horizons that in total with poverty of soils the bases define their low humus formation. The feature of qualitative structure of the humus of studied soils is prevalence in group structure of fulvic acids. The formation of humus acids is expressed poorly. As accumulative feeding horizon of podzolic soils the forest laying in which roots, microorganisms and mesofauna are concentrated serves in the basic. As a part of humus the share of not hydrolyzed rest is considerable. The soils of a postlithogenic trunk have characteristic for taiga, have a humate-fulvate humus type which is character for taiga soils, synlithogenic trunk ones have a fulvate-humate humus type. Humus acids and fulvic acids connected with mobile one-and-a-half oxides prevail. The most valuable fraction of humus acids connected with calcium makes insignificant part of organic carbon. Integrated characteristics of structure of humus (its low composition, a mostly humate-fulvate type, predominance of aggressive and connected with mobile sesquioxides fractions of fulvic acids) coupled with severe bioclimatic conditions show low buffering of background soils and therefore their weak resistance to man-caused loads including oil pollution.

Keywords: *Western Siberia, middle taiga, Vakhskoe oil deposit, soil, humus, group and fractional structure.*

Введение. Север Западной Сибири на сегодняшний день является крупнейшим в нашей стране источником нефтеуглеводородного топлива. Актуальность проведения углубленных почвенно-экологических исследований с целью изучения почвенного покрова нефтяных месторождений и оценки устойчивости почв обуславливается высокой чувствительностью таежных ландшафтов к техногенному воздействию и длительным сроком их восстановления [1, 2]. В связи с этим оценка фоновых характеристик почвенных экосистем в пределах границ определенных месторождений углеводородного сырья является первостепенным условием для успешной реализации природоохранных мероприятий.

Регулятором всех главнейших свойств почвы, формирующих и поддерживающих основные режимы и функции почв и придающих ей уникальные свойства эмерджентной системы, выступает почвенное органическое вещество и его стабильная часть – гумус [3]. Особая роль гумусовых кислот в почвообразовании определяется их термодинамической устойчивостью. Гумусовые компоненты стабилизируют многие почвенные процессы, обуславливая их характер и направленность, обеспечивают буферность почвенной системы, определенный биохимический фон [4, 5].

Цель работы. Изучение группового и фракционного состава гумуса фоновых почвенных экосистем в пределах Вахского нефтяного месторождения. Полученные результаты позволят расширить представление о процессах гумусообразования данного региона, основных параметрах состава гумуса, необходимых для оценки их устойчивости к внешним техногенным воздействиям, в частности загрязнению органическими поллютантами.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования качественного гумуса являются фоновые (незагрязненные органическими поллютантами) почвы Вахского нефтяного месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ). В геоморфологическом отношении исследуемая территория расположена в центральной пониженной части Западно-Сибирской равнины, преимущественно эрозионно-аккумулятивной. Согласно геоботаническому районированию, территория Вахского лицензи-

онного участка относится к зоне бореально-таежных лесов, подзоне средней тайги. Почвообразующими породами служат четвертичные отложения ледникового и озерно-аллювиального происхождения. Эти отложения довольно разнообразны по происхождению, особенно по гранулометрическому составу [6].

Почвенно-экологическое обследование территории осуществлялось методом маршрутов и ключевых участков. При изучении почв использовались общепринятые методики [7]. Общий органический углерод определяли по методу Тюрина, групповой и фракционный состав гумуса – по Пономаревой–Плотниковой [8].

Результаты исследования. Проведенные исследования показали, что почвы исследуемой территории Вахского месторождения представлены отделами альфегумусовых и текстурно-дифференцированных почв постлитогенного ствола, отделом аллювиальных почв синлитогенного ствола и отделом торфяных почв органогенного ствола [9]. Подзолистые почвы, как зональный почвенный тип средней тайги, формируются под темнохвойными лесами с зеленомошным наземным покровом на хорошо дренированных территориях в условиях преобладания осадков над испарением, обеспечивающих промывной тип водного режима. Характерной особенностью подзолистых почв является четкая дифференциация почвенного профиля по элювиально-иллювиальному типу с закономерным увеличением илистой фракции с глубиной и максимальным накоплением ее в иллювиальных горизонтах. Общими особенностями подзоловальфегумусовых, и собственно подзо-

листых почв являются глубинная глееватость, кислая реакция среды ($pH_{\text{кол}} = 3-4$), ненасыщенность основаниями, преобладание в ППК ионов водорода и алюминия, высокая гидролитическая кислотность, достигающая 17–21 мг-экв/100 г почвы, и очень низкое содержание гумуса (менее 1%).

Совокупность биоклиматических и литологических условий почвообразования обуславливает типичные признаки гумусного состояния почв гумидных ландшафтов. В составе гумуса подзолистых почв по всему профилю фульвокислоты значительно преобладают над гуминовыми кислотами. Образование гуминовых кислот выражено слабо. Аккумулятивным питающим горизонтом подзолистых почв служит в основном лесная подстилка, являющаяся неотъемлемой частью гумусового профиля, в элювиальном горизонте данных почв отношение Сгк:Сфк равно 0,6–0,7, что соответствует гуматно-фульватному типу гумуса (табл. 1). Степень гумификации органического вещества верхних горизонтов оценивается как средняя, с глубиной профиля сменяется на слабую, отношение Сгк:Сфк сужается до 0,2–0,5, свидетельствуя о фульватном типе гумуса. В целом для фракционного состава гумуса характерно преобладание гуминовых и фульвокислот, связанных с подвижными полуторными оксидами, гуматы кальция составляют меньшую долю органического углерода. Величина негидролизованного остатка минимальна в элювиальном горизонте; по мере движения к материнской породе наблюдается тенденция к его возрастанию.

Таблица 1

Фракционный состав гумуса почв постлитогенного ствола

Гор-т, глубина	С, %	Сгк, % от С общ.				Сфк, % от С общ.					НО*	Сгк: Сфк
		1	2	3	Сумма	1а	1	2	3	Сумма		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Подзолистая ненасыщенная малогумусированная тяжелосуглинистая почва, р.1.06												
Е 17-13	0,56	13,76	6,13	9,50	29,39	10,92	13,9	9,93	10,78	45,53	25,08	0,64
ЕІВ 15-25	0,42	10,04	4,38	6,56	20,98	12,21	14,25	8,67	12,51	47,64	31,38	0,44
В 50-60	0,32	9,16	3,65	5,63	18,44	11,15	13,81	8,80	10,06	43,82	37,74	0,42
Г 87-96	0,36	4,25	3,18	4,48	11,91	11,54	15,19	7,04	9,53	43,30	44,79	0,27
ВС _g 120-130	0,18	3,51	2,1	3,34	9,03	11,46	14,87	7,56	8,89	42,78	48,19	0,21

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Подзол иллювиально-железистый ненасыщенный малогумусированный тяжелосуглинистый, р.2.06												
Е 2-12	1,61	16,14	6,26	11,08	33,48	11,25	13,3	11,34	12,27	48,16	18,36	0,69
ЕВ 14-21	0,58	13,53	5,91	8,74	28,18	10,69	12,96	10,89	11,46	46,00	25,89	0,61
ВВ 40-50	0,38	8,15	3,16	6,23	17,54	9,4	11,91	8,50	10,51	40,32	42,14	0,43
В 70-80	0,29	8,43	4,64	7,12	20,19	10,18	11,96	10,61	11,03	43,78	36,03	0,46
ВС _F 14-21	0,25	7,12	3,74	10,00	20,86	11,03	12,5	10,86	11,25	45,64	33,50	0,46
Торфяно-подзолисто-глеевая ненасыщенная мелкоторфянистая среднесуглинистая почва, р.3.06												
АЕI _g 14-17	0,61	14,7	7,90	11,15	33,75	11,54	12,52	10,38	11,85	46,29	19,96	0,73
ВТ _g 22-32	0,50	6,87	5,62	7,17	19,66	12,91	13,65	10,12	11,23	47,91	32,43	0,41
ВG 45-55	0,16	6,78	4,14	5,36	16,28	10,54	13,07	9,96	11,39	44,96	38,76	0,36
G 85-95	0,14	5,36	3,44	5,0	13,8	10,2	13,1	9,64	11,6	44,54	41,66	0,31
Торфяно-подзолисто-глеевая ненасыщенная мелкоторфянистая среднесуглинистая почва, р.4.06												
У 2-8	1,04	18,04	6,8	12,1	36,94	12,34	11,04	10,11	11,79	45,28	17,78	0,79
АеI _g 10-20	0,13	5,2	4,28	4,04	13,52	11,67	12,53	9,84	11,04	45,08	41,4	0,30
ВТ _g 30-40	0,11	5,6	3,87	7,7	17,17	10,3	11,72	9,62	11,25	42,92	39,91	0,40

* Здесь и далее. НО – негидролизуемый остаток, % от С общ.

Наиболее влажные местообитания нефтяного месторождения представлены торфянисто-подзолистыми глеевыми почвами, отличающимися от подзолистых почв большей мощностью органогенного горизонта и более выраженным процессом оглеения минеральной массы. Они относятся к почвам с низким содержанием гумуса (1,04–1,79 %). В верхних органогенных горизонтах торфяно-подзолисто-глеевых почв отношение углерода ГК к углероду ФК составляет 0,7–0,8 (тип гумуса гуматно-фульватный), в нижних – Сгк:Сфк снижается до 0,3–0,4 (тип гу-

муса фульватный). Аналогично зональным подзолистым почвам большая часть гуминовых кислот представлена фракцией ГК-1, среди фульвокислот доминируют фракции ФК-1а и ФК-1. Содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием, низкое.

Для исследованных почв синлитогенного ствола характерны: кислая реакция среды ($pH_{\text{сол.}} = 3,4-3,6$), преобладание в составе почвенного поглощающего комплекса ионов водорода и алюминия, низкая гумусированность (табл. 2).

Таблица 2

Фракционный состав гумуса почв синлитогенного ствола

Гор-т, глубина	С, %	Сгк, % от С общ.				Сфк, % от С общ.					НО	Сгк:Сфк
		1	2	3	Сумма	1а	1	2	3	Сумма		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Аллювиальная светлогумусовая ненасыщенная малогумусированная супесчаная почва, р.6.06												
АФ 5-15	0,87	12,90	10,46	11,58	34,94	6,70	10,03	9,15	9,19	35,07	29,99	1,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BF 30-40	0,49	11,47	12,67	9,55	33,69	8,89	11,07	12,34	5,13	37,43	28,88	0,89
BFg 63-73	0,38	11,94	10,13	6,83	28,90	8,71	11,30	10,51	5,6	36,12	34,98	0,80
BCf,g 120-130	0,27	11,31	10,26	7,26	28,83	8,52	10,62	8,15	8,75	36,04	35,13	0,80
Cf,g 170-180	0,14	10,38	9,89	5,03	25,30	8,64	9,18	7,56	10,81	36,19	38,51	0,70
Аллювиальная перегнойно-глеевая ненасыщенная малогумусированная среднесуглинистая почва, р.7.06												
A 10-20	0,57	15,95	10,86	11,05	37,86	7,18	9,75	7,86	10,50	35,29	26,85	1,07
B1f,g 30-40	1,05	14,54	13,62	11,32	39,48	8,74	11,31	10,44	9,05	39,54	20,98	1,00
B2f,g 50-60	0,36	12,76	11,08	7,2	31,04	8,63	11,46	9,71	9,0	38,80	30,16	0,80
B3fg 80-90	0,24	10,48	9,36	9,05	28,89	8,12	10,78	9,13	8,08	36,11	35,00	0,80

Групповой состав гумуса аллювиальных почв характеризуется близкими долями гуминовых и фульвокислот в верхнем 40-сантиметровом слое, в связи с чем отношение углерода ГК к углероду ФК близко к 1. В верхних горизонтах преобладают фракции, связанные с полуторными оксидами и глинистыми минералами. Содержание наиболее ценной фракции гумусовых кислот, связанных с кальцием, низкое. Накопление в гумусе аллювиальных почв фульвокислот в пределах средней тайги Западной Сибири по сравнению с их южными аналогами можно объяснить изменением условий формирования указанных почв в сторону большего увлажнения и обеднения видового состава луговой растительности.

Выводы. Единство и самобытность холодных гумидных условий средней тайги, заключающиеся в экстремальном сочетании тепла и влаги, господстве олиготрофных растительных сообществ с малой емкостью биологического круговорота, преимущественно напочвенном поступлении растительного опада, пониженной биохимической активности микрофлоры в сочетании с избыточным увлажнением, приводят к замедленной минерализации и гумификации органического вещества. В соответствии с этим специфика среднетаежного педогенеза обязана особой форме проявления основного фактора – лесной растительности и связанного с ней биологического круговорота веществ.

Интегральные характеристики состава гумуса (низкая гумусированность, преимущественно фульватный тип гумуса, преобладание агрессивных и подвижных фракций фульвокислот) свидетельствуют о низкой буферности исследуемых почв, а следовательно, и слабой их устойчивости к нефтяному загрязнению. Механизм противодействия техногенному потоку в определенной степени обусловлен химическими особенностями гумусовых кислот, которые содержат большое количество функциональных групп, способных к образованию электровалентных, ковалентных связей и внутрикомплексных соединений. Это обеспечивает широкую возможность связывать в малоподвижные и труднодиссоциирующие соединения токсичные элементы, в том числе и тяжелые металлы, содержащиеся в нефтяных продуктах, ослабляя «возмущающее» влияние техногенных нагрузок на почвенные экосистемы.

Литература

1. Середина В.П., Непотребный А.И., Садыков М.Е. Характер изменения свойств почв нефтезагрязненных экосистем в условиях гумидного почвообразования // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 10. – С. 49–54.
2. Seredina V.P., Sadikov M.E. The soils of West Siberia middle taiga oil deposits and a predictive estimate of contamination hazard with or-

- ganic pollutants // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – V.4. – № 5. – P. 457–461.
3. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
 4. Von Lutzow M., Kogel-Knabner I., Ekschmitt K. [et al.]. Stabilization of organic matter in temperate soils: Mechanisms and their relevance under different soil condition – a review // Europ. J. Soil Sci. – 2006. – V. 57. – № 4. – P. 426–445.
 5. Schmidt M.W.I., Torn M.S., Abiven S. [et al.]. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property // Nature. – 2011. – V. 478. – P. 49–56.
 6. Гаджиев И.М., Овчинников С.М. Почвы средней тайги Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – 150 с.
 7. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
 8. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 221 с.
 9. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Титов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедев [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
- Literatura**
1. Seredina V.P., Nepotrebnyj A.I., Sadykov M.E. Charakter izmenenija svojstv pochv neftezagrjaznennyh jekosistem v uslovijah gumidnogo pochvoobrazovanija // Vestnik KrasGAU. – 2010. – № 10. – S. 49–54.
 2. Seredina V.R., Sadikov M.E. The soils of West Siberia middle taiga oil deposits and a predictive estimate of contamination hazard with organic pollutants // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – V.4. – № 5. – P. 457–461.
 3. Semenov V.M., Kogut B.M. Pochvennoe organicheskoe veshhestvo. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
 4. Von Lutzow M., Kogel-Knabner I., Ekschmitt K. [et al.]. Stabilization of organic matter in temperate soils: Mechanisms and their relevance under different soil condition – a review // Europ. J. Soil Sci. – 2006. – V. 57. – № 4. – P. 426–445.
 5. Schmidt M.W.I., Torn M.S., Abiven S. [et al.]. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property // Nature. – 2011. – V. 478. – P. 49–56.
 6. Gadzhiev I.M., Ovchinnikov S.M. Pochvy srednej tajgi Zapadnoj Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1977. – 150 s.
 7. Teorija i praktika himicheskogo analiza pochv / pod red. L.A. Vorob'evoj. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
 8. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Gumus i pochvoobrazovanie. – L.: Nauka, 1980. – 221 s.
 9. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii / L.L. Titov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedev [i dr.]. – Smolensk: Ojkumena, 2004. – 342 s.