

С.Л. Блохина, В.П. Середина

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ФОНОВЫХ ПОЧВ КОНДАКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. *Представлены результаты полевых и экспериментальных исследований почв Кондаковского нефтяного месторождения. Изучены фоновые почвы, качественный состав гумуса и особенности их гумусного состояния.*

Ключевые слова: *почва, гумусное состояние, нефтяное месторождение, буферность.*

В последние десятилетия в связи с открытием крупных нефтяных и газовых месторождений на севере Томской области появилась необходимость изучения почвенного покрова с целью более рационального его использования и своевременного контроля экологического состояния почв. На данный момент этот регион рассматривается как основная топливно-энергетическая и сырьевая база страны, при разработке которой будут использоваться малоосвоенные территории, более суровые по природным условиям, отличающиеся слабой устойчивостью и весьма малым потенциалом для самоочищения и самовосстановления [1]. Необходимость изучения фоновых (незагрязненных) почв осваиваемых нефтегазовых комплексов состоит в том, что существует потребность в уточнении всех свойств и процессов, протекающих в почвах. Кроме того, результаты данных исследований в дальнейшем могут быть использованы в целях почвенно-экологического мониторинга и разработки конкретных мер по рекультивации нарушенных и загрязненных территорий с учетом их специфических особенностей.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются фоновые почвы Кондаковского лицензионного блока, который в будущем будет разрабатываться при нефте- и газодобыче. В соответствии с почвенно-географическим районированием [2] данный блок относится к среднетаежной подзоне Западной Сибири и в административном отношении располагается в Александровском районе Томской области, на правом берегу реки Оби. С целью детального изучения почвенного покрова данной территории проводились инженерно-экологические изыскания методом маршрутов. Для изучения гумусного состояния почв были отобраны образцы основных представителей автоморфного (подзолистые), полугидроморфного (болотно-подзолистые) и гидроморфного (болотные верховые и низинные) рядов.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в почвоведении методов [3]: гигроскопическая влага, зольность, общий органический углерод (гумус) методом И.В. Тюрина, pH водной и солевой вытяжек потенциометрическим методом, гидролитическая ки-

слотность по Каппену, обменные Ca^{2+} , Mg^{2+} , их сумма комплексометрическим методом, обменные H^+ и Al^{3+} по И.А. Соколову. Определение группового и фракционного состава гумуса выполнено по схеме В.И. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [4], оценка гумусного состояния почв проведена в соответствии с показателями, предложенными Л.А. Гришиной и Д.С. Орловым [5].

Систематический список почв

Кондаковский лицензионный блок по агроклиматическому районированию [6] входит в прохладный, значительно увлажненный район. Эволюция почв гумидных областей равнинных слаборасчлененных территорий Западной Сибири способствует сильной заболоченности и слабому проявлению автоморфного почвообразования. Эта особенность во многом определяет условия формирования и свойства почв Кондаковского нефтяного месторождения [7]. Своеобразные природные условия изучаемой территории: пространственная и внутрипрофильная изменчивость литологического и гранулометрического состава почвообразующих пород, различная степень дренированности территории, продолжительное сезонное промерзание, сочетание различных типов растительности – обусловили проявление процессов оподзоливания, поверхностного и глубинного оглеения. Согласно классификации и диагностике [8], современный почвенный покров исследуемой территории в связи со своеобразным сочетанием природных условий сложен, разнообразен и представлен следующими типами почв (табл. 1): подзолистыми, болотно-подзолистыми и болотными. В соответствии с классификацией почв России [9] их можно отнести к двум основным стволам: постлитогенному и органо-генному. В постлитогенном стволе выделен отдел текстурно-дифференцированных почв (типы подзолистых и болотно-подзолистых), а в органо-генном – отдел торфяных почв (типы олиготрофных и эутрофных).

Автоморфные почвы данной территории, представленные типом подзолистых почв, развиваются преимущественно на легких породах под хвойными или смешанными лесами с бедным, но развитым мохово-лишайниковым напочвенным покровом. Это приводит к незначительному накоплению опада с кислой реакцией среды, что тормозит развитие гумусового горизонта. Общими свойствами этих почв являются: обогащенность верхних горизонтов кремнеземом при значительном выносе полутвердых оксидов, глубинная глееватость, кислая реакция среды ($\text{pH}_{\text{сол}}$ варьирует от 3,71 до 4,60) и ненасыщенность основаниями (65–67%). В гранулометрическом составе преобладают фракции связанного песка и отмечается невысокое процентное содержание физической глины. Распределение илистой фракции свидетельствует о проявлении элювиально-иллювиального процесса, который также подтверждается дифференциацией почвенного профиля по морфологическим признакам.

Полугидроморфные болотно-подзолистые почвы формируются на пологих гривах и в понижениях водоразделов и террас под заболоченными темнохвойными и лиственными лесами. Специфической особенностью болотно-подзолистых почв является их тяжелый гранулометрический состав.

В распределении физической глины и илистой фракции наблюдается заметное увеличение к породе, что ухудшает дренажные свойства, приводит к образованию торфяного горизонта и проявлению глеевых процессов в верхней толще. Реакция среды этих почв кислая ($\text{pH}_{\text{сол}}$ изменяется в пределах от 3,40 до 5,00). Валовой химический анализ обнаруживает меньшую обогащенность болотно-подзолистых почв кремнеземом и более высокое содержание полуторных оксидов железа и алюминия, которые являются главными компонентами минеральной части почв.

Гумусное состояние почв

В составе гумуса подзолистых почв Кондаковского месторождения по всему профилю фульвокислоты значительно преобладают над гуминовыми кислотами. В этих почвах отношение $\text{C}_{\text{т.к.}}/\text{C}_{\text{ф.к.}}$ равно 0,3–0,4, что указывает на фульватный тип гумуса. Этот интервал сужается в нижних горизонтах до 0,2. В группе гуминовых кислот преобладает фракция, связанная с подвижными полуторными оксидами (8,14–9,15%), а наиболее ценная, связанная с кальцием, имеет низкие значения (3,63–4,64%). Фульвокислоты представлены агрессивными фракциями. Величина негидролизующего остатка колеблется от 37 до 42% от общего углерода, что свидетельствует о высоком содержании трудноминерализуемых веществ. Агрессивность и мобильность гумуса такого типа способствуют развитию процессов элювиирования и подзолообразования.

В составе гумуса торфянисто-мелкоподзолистой грунтово-глеевой среднесуглинистой почвы прослеживаются аналогичные закономерности, что и в составе гумуса подзолистых почв. Показатель величины негидролизующего остатка постепенно увеличивается с глубиной профиля. Необходимо отметить, что для аналогичных почв характерно постепенное уменьшение содержания органического вещества с глубиной профиля. Подобное явление встречается во многих таежных подзолистых почвах Европы и Западной Сибири [6]. Однако такое распределение не свидетельствует о том, что в этих почвах нет иллювиирования.

Единство и самобытность холодных гумидных областей заключаются в экстремальном сочетании тепла и влаги, господстве олиготрофных растительных сообществ с малой емкостью биологического круговорота, преимущественно напочвенном поступлении растительного опада, бедности, однообразии и пониженной биохимической активности микрофлоры. Эти особенности влияют на основные характеристики гумусного состояния исследуемых почв, которые в совокупности отражают уровни накопления гумуса, его профильное распределение и качественный состав (табл. 2).

В соответствии с критериями, предложенными в [5], подзолистые почвы Кондаковского нефтяного месторождения характеризуются мощной подстилкой, состоящей из опада, отмершей растительности и переплетающих их корней. Однако содержание гумуса в верхних гумусовых горизонтах и его запасы оцениваются как очень низкие. Количество гумуса с глубиной постепенно убывает. Для исследуемых почв характерна средняя и слабая степень гумификации органического вещества, отмечается среднее содержание свободных ГК и высокое содержание прочно связанных ГК.

Т а б л и ц а 2

**Показатели гумусного состояния фоновых почв
Кондаковского нефтяного месторождения**

Показатель, единицы измерения	Величина	Уровень, характер проявления
Мелкоподзолистая псевдофибровая легкосуглинистая почва		
Мощность подстилки, см	5	Мощная
Содержание гумуса в гумусных горизонтах, %	1,43	Очень низкое
Запас гумуса в слое 0–20 см, т/га	20	Очень низкий
Профильное распределение гумуса в метровой толще	–	Постепенно убывающее
Степень гумификации органического вещества, %	19	Слабая
Тип гумуса, $C_{г.к}/C_{ф.к}$	0,5	Фульватно-гуматный
Содержание «свободных» ГК, % к сумме ГК	50	Среднее
Содержание ГК, связанных с Ca^{2+} , % к сумме ГК	20	Низкое
Содержание прочно связанных ГК, % к сумме ГК	30	Высокое
Мелкоподзолистая иллювиально-железистая легкосуглинистая почва		
Мощность подстилки, см	8	Мощная
Содержание гумуса в гумусных горизонтах, %	1,01	Очень низкое
Запас гумуса в слое 0–20 см, т/га	14	Очень низкий
Профильное распределение гумуса в метровой толще	–	Постепенно убывающее
Степень гумификации органического вещества, %	21	Средняя
Тип гумуса, $C_{г.к}/C_{ф.к}$	0,4	Фульватный
Содержание «свободных» ГК, % к сумме ГК	46	Среднее
Содержание ГК, связанных с Ca^{2+} , % к сумме ГК	18	Очень низкое
Содержание прочно связанных ГК, % к сумме ГК	36	Высокое
Торфянисто-мелкоподзолистая грунтово-глеевая среднесуглинистая почва		
Содержание гумуса в гумусных горизонтах, %	1,09	Очень низкое
Запас гумуса в слое 0–20 см, т/га	22	Очень низкий
Профильное распределение гумуса в метровой толще	–	Резко убывающее
Степень гумификации органического вещества, %	29	Средняя
Тип гумуса, $C_{г.к}/C_{ф.к}$	0,4	Фульватный
Содержание «свободных» ГК, % к сумме ГК	35	Низкое
Содержание ГК, связанных с Ca^{2+} , % к сумме ГК	28	Низкое
Содержание прочно связанных ГК, % к сумме ГК	36	Высокое

Близкими свойствами обладает гумус наиболее распространенных на территории месторождения торфянисто-мелкоподзолистых грунтово-глеевых почв. Данные почвы характеризуются очень низкими содержанием гумуса в верхних гумусных горизонтах и его запасами. Распределение гумуса по профилю почв резко убывающее. Характерна средняя степень гумификации органического вещества, что связано с биоклиматическими условиями и характером растительности. Залегающие непосредственно под торфом или очесом минеральные горизонты имеют фульватный тип гумуса с низким содержанием ГК фракций 1, 2 и относительно высоким содержанием ГК фракции 3. Как для подзолистых, так и торфянисто-мелкоподзолистых грунтово-глеевых почв характерны слабое образование аккумулятивной формы гумуса (гуминовых кислот), относительно высокое содержание ГК свободных и прочно связанных с глинистыми минералами. Содержание гуматов кальция и связанных с ними фульвокислот составляет незначительную часть органического углерода.

Разработка нефтяных месторождений создает мощное техногенное воздействие на окружающую среду. Нефть, являясь комплексным загрязнителем, несет признаки, указывающие на связь с гидротермальными минералообразующими растворами. К их числу относится наличие в нефти тяжелых металлов. Связывание тяжелых металлов-загрязнителей в почве регулируется, главным образом, емкостью катионного обмена, которая в почвах определяется в значительной мере их гумусным состоянием. Гумусовые вещества служат геохимическим барьером и активно регулируют геохимические потоки металлов в экосистемах. Способность гумуса связывать тяжелые металлы в труднодоступные формы, уменьшая подвижность, значительно снижает уровень их поступления в растения [10]. Можно полагать, что в исследуемых почвах, характеризующихся невысоким содержанием в составе гумуса гуминовых кислот, негативное влияние на растения проявится при более низкой концентрации загрязнителей.

Гумусное состояние, кислотно-щелочные условия и гранулометрический состав определяют возможность и интенсивность закрепления продуктов техногенеза в почвах и служат базовыми параметрами для оценки воздействия промышленных выбросов на экосистемы в целом. Известно [11], что основными факторами, определяющими буферность почв, являются содержание и состав гумуса. Наибольшей буферной емкостью и способностью снижать негативное влияние загрязняющих веществ на растительные и животные организмы обладают почвы с высоким содержанием гумуса, тяжелым гранулометрическим составом и высокой емкостью катионного обмена. Механизм противодействия техногенному потоку обусловлен химическими особенностями функциональных групп гумусовых кислот [12], способных к образованию электровалентных, ковалентных связей и внутрикомплексных соединений. Однако невысокое относительное содержание гуминовых кислот в почвах Кондаковского месторождения снижает возможность связывания токсичных элементов в малоподвижные и труднодиссоциирующие соединения, усиливая влияние техногенных нагрузок на природную среду.

Своеобразные природные условия изучаемой территории, сочетание различных типов растительности, особенности литологического и гранулометрического состава почвообразующих пород, а также различная степень дренированности территории обусловили проявление процессов оподзоливания, поверхностного и глубинного оглеения и господство в почвенном покрове подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв. Для всех изученных почв характерно очень низкое содержание гумуса и его запасов, а также низкое содержание наиболее ценной фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием. Наличие в подзолистых почвах мощной подстилки, представленной грубым полуразложившимся органическим веществом, а в болотно-подзолистых почвах – торфяного горизонта не способствует усилению их буферных свойств. Интегральные характеристики гумусного состояния фоновых подзолистых и торфяно-подзолистых почв (преимущественно фульватный тип гумуса, преобладание во фракционном составе агрессивных фракций фульвокислот) свидетельствуют о низкой буферности исследуемых почв. В комплексе с суровыми биоклиматическими условиями изученные показатели гумусного состояния подтверждают низкую устойчивость почв исследуемого Кондаковского месторождения к техногенным нагрузкам, в том числе и нефтяным.

Литература

1. Середина В.П., Андреева Т.А., Бурмистрова Т.И., Терещенко Н.Н. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 270 с.
2. Почвенно-географическое районирование СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 73–75.
3. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
4. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И.В. Тюрина, в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 47–55.
5. Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. С. 275.
6. Гаджиев И.М., Овчинников С.М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 150 с.
7. Блохина С.Л. Свойства почв Кондаковского лицензионного блока // Материалы LVII научной конференции Биологического института «Старт в науку». Томск: ТГУ, 2008. С. 39.
8. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 225 с.
9. Классификация почв России. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2004. С. 136.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
11. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель, 1999. 768 с.
12. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 25 с.