РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Томский отдел
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ СИБИРИ

Выпуск 25

Томск
2003

В.П. Середина, Т.А. Андреева

ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЛИЙНОГО РЕЖИМА ПОЧВ В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ НЕФТЬЮ

В условиях возрастающего антропогенного воздействия на природу увеличиваются техиогенные потоки различных загрязняющих веществ, усиливается их давяение на все компоненты биосферы и слагающие её наземные и водные экосистемы. Почва, являясь продуктом взаимодействия комплекса природных факторов, в наибольшей степени участвует в образовании и функционировании ландшафтных связей, пропуская через себя или задерживая основные потоки вещества, в том числе и загрязняющие химические элементы

Нефть в настоящее время – один из самых распространенных загрязнителей природной среды. Она содержит, помимо собственно нефтяиого вещества, попутную пластовую воду, находящуюся с нефтью в различных соотношениях Вследствие этого образуется комплексный загрязнитель, воздействие которого на почвы и другие компоненты ландшафта определяется количеством, составом и свойствами как органических, так и неорганических соединений. Сами нефти в своём составе несут признаки, указывающие на связь с гидротермальными минералообразующими растворами [2]. К их числу относится, напрнмер, наличие в нефтях многих металлов и других элементов· S, O, P, V, Na, Ni, Si, Ca, Fe, Mg, Al, Mn, Pb, Ag, Au, Cu, Ti, U, Su, As, в том числе и калия.

Миогограиные функции калия (физиолого-биохимические, агрохимические, геохимические н экологические) в последнее время довольно успешно реализуются в различных технологических решениях. Несмотря на многочисленные научные даниые по характеристике калийного режима почв, объективиая оценка его в конкретных экосистемах, а тем более установление калийного статуса почв, подверженных нефтяному загрязиению, требует проведения более детальных углубленных исследований в отношснии данного элемента

В естественных природных условиях в почвах складывается определённое, оптимальное для данной ситуации, устойчивое соотиошение между формаыи калия При изменении этого соотношения (интенсивное потребление калия растениями, виесение удобрений, а, тем более, загрязнение нефтью) динамика н трансформация форм калия может протекать совершенно в ином направлении

Объектом исследования послужили почвы нефтегазоносных районов Томской области (дерново-подзолистая и аллювиальная), наиболее распространённые на данной территории. Исследования, проведенные по изучению влияния нефтяиого загрязнения на основные параметры калийиого режима почв как в естественных условиях [1], так и в условиях лабораторного моделирования, позволяют судить о том, что содержание основных форм калия (обменной, необменной и водораство-

римой) изменяется как в зависимости от продолжительности взаимодействия нефти с почвой, так и от вариантов опыта (контроль; 5 г нефти на 100 г почвы; 25 г нефти на 100 г почвы; 25 г нефти на 100 г почвы + NPK; NPK). С помощью однофакторного дисперсионного анализа было установлено влияние фактора «варианты опыта» на некоторые характеристики калийного режима почв (табл. 1).

По результатам дисперсионного анализа (множественных сравнений по Краскелу-Уоллису) непосредственного влияния нефти на изменение водорастворимой формы калия не обнаружено, хотя и прослеживается тенденция уменьшения его количества пропорционально увеличению степени загрязнения. Это связано, вероятно, с тем, что в процессе загрязнения почв нефтью возможно блокирование наиболее легкодоступных обменных позиций на поверхности глинистых кристаллитов, в результате чего происходит своеобразная «консервация» калия нефтяными углеводородами Ю.И. Пиковский [2] указывает, что нефть сама содержит многие металлы в виде металлорганических соединений. Можно предположить, что какая-то часть первоначально «законсервированного» калия затем входит в более сложные комплексы с углеводородами нефти.

Таблица 1

Результаты однофакторного дисперсионного анализа форм калия аллювиальной дерново-глеевой почвы

Статистический критерий Краскела-Уоллиса и уровень значимости	Калий обменный	Калий необменный	Калий водорастворимый
	мг/100 г почвы		
I срок (10 дней)			
H	16,40	13,37	13,94
P	0,002	0,010	0,007
II срок (30 дней)			
H	17,37	9,39	17,65
P	0,002	0,052	0,001
III срок (45 дней)			
H	16,74	4,13	12,73
P	0,002	0,388	0,013
IV срок (90 дней)			
H	16,61	15,57	8,08
P	0,002	0,004	0,089

Использование в опыте минеральных удобрений существенно повышает количество водорастворимого калия, что подтверждается статистически. Это и естественно, так как из всех видов калийных удобрений наиболее подвижным является калий хлористых солей, который и был внесен в почву в составе NPK.

Учитывая, что нефтяное загрязнение в дозе 25 г на 100 г почвы приводит к уменьшению водорастворимого калия до минимального значения (0,88 мг/100 г), а удобрения существенно повышают его количество в незагрязненной почве (3,16 мг/100 г),

то максимальные различия следовало ожидать между этими двумя вариантами опыта. Данная закономерность подтверждается в процессе статистической обработки при использовании метода множественных сравнений.

Несколько по-иному протекает динамика обменного калия под влиянием нефтяного загрязнения. С усилением нефтяной нагрузки его количество постепенно уменьшается с 3,14 до 2,32 мг/100 г почвы. Многие авторы указывают на существование динамического равновесия между различными соединениями калия При техногенном загрязнении почв происходит нарушение естественного равновесия между формами калия, наблюдаемое во все сроки, кроме второго (30 дней) В этом сроке можно проследить противоположную направленность динамики обменных и необменных форм, отражающую характер их взаимодействия Так, величина обменного калия в первом сроке опыта в варианте с сильной степенью загрязнения составляет 2,32 мг/100 г почвы, а во втором сроке его содержание увеличивается в 2,5 раза. Одновременно с этим, приблизительно во столько же раз уменьшается и количество необменного калия

Как указывают некоторые авторы [4], высвобождение калия зависит от сопутствующих ионов почвы. Аммоний, например, подавляет высвобождение калия из необменных форм, а ионы H^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} более энергично, чем NH_4^+, замещают необменный калий. В работе [2] указывается на возможность дополнительного поступления в почву кальция из нефтяной эмульсии В связи с этим, в первом сроке с увеличением дозы загрязнителя до 25 г/100 г почвы наблюдается возрастание количества обменного кальция при одновременном уменьшении содержания обменных и необменных форм калия

В начальный период загрязнения нефтью почва находится в неустойчивом состоянии, поэтому перестройка ее почвенного поглощающего комплекса происходит, очевидно, не сразу, а с течением времени. Так, в третьем сроке опыта (45 дней) под воздействием нефти увеличивается необменная адсорбционная способность аллювиальной дерново-глеевой почвы и, как следствие этого, статистически значимо уменьшается количество обменных форм калия. Это может объясняться еще и тем, что в данном сроке во всех вариантах опыта величина pH водной вытяжки достигает своего максимального значения Повышение pH может приводить к растворению прослоек гидроксида алюминия в минералах почвенных хлоритов [3], присутствующих во многих почвенных горизонтах В результате этого в межпакетных промежутках трехслойных силикатов освобождаются дополнительные обменные позиции, что приводит к необменному поглощению калия Об этом свидетельствует довольно высокая корреляция между pH водной вытяжки и необменным калием (r_s = 0,63, p = 0,008), наблюдающаяся при длительной экспозиции опыта (45 дней).

Как следует из результатов модельного опыта, влияние минеральных удобрений на фоне сильной степени загрязнения (25%) проявляется не сразу. Очевидно, нефть замедляет действие азотно-фосфорно-калийных удобрений. Возможно, что уже во втором сроке (30 дней), наряду с пополнением почвенного раствора доступными

формами элементов питания, внесение удобрений (NPK) одновременно стимулирует деятельность микроорганизмов и частично снимает эффект негативного воздействия нефти В четвертом сроке опыта наблюдается довольно резкое повышение количества водорастворимого калия, что, по-видимому, связано с деструкцией нефтяных углеводородов и переходом калия обменных позиций в почвенный раствор. Следует отметить, что обменная и водорастворимая формы калия одинаково реагируют на внесение минеральных удобрений, об этом свидетельствует и высокая положительная корреляция между этими величинами (r_s = 0,83, p = 0,000).

Для того чтобы выявить реакцию различных в генетико-классификационном отношении почв на загрязнение нефтью, по аналогичной схеме был проведен модельный опыт на дерново-подзолистой почве. Полученные результаты подтверждают основные закономерности изменения форм калия, выявленные для аллювиальной дерново-глеевой почвы. Однако в дерново-подзолистой почве ярче проявляется влияние нефти (высоких доз) на поведение водорастворимых и обменных форм калия (табл. 2).

Таблица 2

Результаты однофакторного дисперсионного анализа форм калия дерново-подзолистой почвы

Статистический критерий Краскела -Уоллиса и уровень значимости	Калий обменный	Калий необменный	Калий водорастворимый
	мг/100 г		
I срок (10 дней)			
H	18 30	14,14	18,22
P	0,001	0,007	0,001
II срок (30 дней)			
H	17,64	15,53	18,39
P	0,001	0,004	0,001
III срок (90 дней)			
H	16,36	16,96	18,28
P	0,003	0,002	0,001

Отмеченные изменения основных параметров калийного режима дерново-подзолистой почвы в связи с загрязнением нефтью, также как и аллювиальной дерново-глеевой почвы, растянуты во времени и происходят постепенно.

Таким образом, загрязнение почв нефтью, особенно в высоких дозах, статистически значимо влияет на уровень наиболее доступных для питания растений форм калия – обменного и водорастворимого, уменьшая исходную степень обеспеченности почв данным элементом. Внесение минеральных удобрений способствует улучшению калийного режима техногенно загрязненных почв, статистически значимо увеличивая содержание подвижных соединений калия.

Результаты исследований калийного режима почв могут быть полезными для решения проблем рекультивации территорий, подверженных влиянию нефтегазового комплекса, и разработки программ комплексного экологического мониторинга природной среды

Литература

1 Огородников А В , Середина В П Влияние нефтяного загрязнения на водно-физические свойства и калийное состояние почв нефтегазоносных районов Томского Севера // Вопросы географии Сибири. Вып 23 Томск, 1999 С 170–178

2 Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде М Изд-во МГУ 1993 208 с

3 Соколова Т А Калийное состояние почв, методы его оценки и пути оптимизации М Изд-во МГУ, 1987 49 с

4 Williams D E , Jenny H The replacement of nonexchangeable potassium by various asids and salts Soil Sci Soc. Amer. Proc , Vol 16. 1952