

УДК 631.45.67

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов¹**СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ ТЕРРИТОРИИ АМБАРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРААРНА**

Ключевые слова: техногрунты, амбары, засоление, элементы питания, азот, фосфор, калий

Изложены результаты исследований по элементам питания на рекультивированных техногрунтах территории амбаров месторождения Караарна. Содержание подвижного фосфора и гидролиземого азота уменьшается за счет связывания некоторой части растворимых соединений азота и фосфора компонентами нефти, богатыми функциональными группами. Содержание валового и обменного калия возрастает в зависимости от степени загрязнения.

Технология рекультивации земель загрязненных нефтью и нефтепродуктами относится к биологическим методам очистки нефтезагрязненных почв. Она основана на стимулировании активности аборигенной углеводород-окисляющей микрофлоры, путем внесения мелиорантов-алюмосиликатов. В частности, цеолитов Чанканайского месторождения, обладающих сорбирующими и каталитическими свойствами и биопреперата «Бакойл-KZ», в сочетании с дозированной внесением минеральных удобрений, которые адаптированы к природно-климатическим условиям Западного Казахстана и к средам с высокой соленостью (более 4 %) и разной кислотностью (рН 5...9). Они безопасны для почвенного микробиоценоза, так как выделены из нефтезагрязненных почв исследуемого региона.

Важная функция почв заключается в регулировании всех потоков вещества в биосфере. Все биологические циклы элементов, включая циклы таких важнейших биогенов, как углерод, азот, кислород, фосфор, а также циклы воды осуществляются именно через почвы, при ее регулирующем участии в качестве аккумулятора биогенных элементов. Почва –

¹ КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

это связующее звено и регулирующий механизм в системах биологической и геологической циркуляции элементов. Загрязнение нефтью приводит к значительным изменениям физико-химических свойств почв. Разрушение слабых почвенных структур и диспергирование почвенных частиц сопровождается снижением водопроницаемости почв, влияющих в дальнейшем на пищевой режим [1].

Задача биологической рекультивации состоит в том, чтобы на месте безжизненной пустыни получить любое сообщество растений, обладающее оптимальной способностью к быстрейшему оздоровлению после промышленного ландшафта, и наиболее полезной биологической продуктивностью. Субстраты территории амбаров лишены растительности, т.к. техногрунты токсичны для растительности. Факторами фитотоксичности выступают хлориды и сульфаты, которые создают неблагоприятные условия. Для восстановления нарушенных и загрязненных техногрунтов были проведены рекультивационные мероприятия, которые способствовали улучшению физических, химических и физико-химических свойств. В задачи исследований входило, изучение сохранения питательных элементов в грунтах в пострекультивационный период.

Опыты проводились на солончаке соровом, который трудно поддается рекультивации и при загрязнении нефтепродуктами обладает очень слабой способностью к самовосстановлению. Эти почвы отмечаются полным отсутствием биогенности, связанной с очень высоким содержанием легкорастворимых солей и длительным пребыванием их в переувлажненном состоянии. Их формирование происходит при непосредственном участии сильно минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине 1,0 м при загрязнении нефтью экосистем соров. Не исключена возможность попадания ее в грунтовые воды, после чего полная очистка экосистем от нефтепродуктов практически окажется невозможной.

Во время проведения полевых научных исследований на опытных участках было заложено 8 почвенных разрезов: Р-1 и Р-2 на участке рекультивированном в 2012 г. и Р-5 – в 2011 г. Кроме того отобраны образцы почв из рекультивированного участка 2014 г в разрезах Р-6 и Р-7.

Для сравнения заложили разрез Р-8 на бурой солончаковатой почве, а также были взяты пробы почвенно-грунтовой воды. Визуальный анализ почвы показал, что идет начальный этап реставрации техногрунта. В последствии произойдет трансформация в характерный тип почвы –

корково-пухлый солончак с выпотом солей и наличием рыхлой вспученной коркой на поверхности.

Содержание валового и подвижного фосфора в техногрунтах территории амбаров. Среднее содержание фосфора в земной коре составляет 0,093 %. По происхождению они бывают органические и минеральные. Запасы фосфора в почвах месторождения Караарна связаны с ее литологией. Почвообразующие породы возникли из различных морских, озерных и речных отложений, поэтому они имеют разные гранулометрические составы. Песок состоит из силикатов: SiO_2 – 96,66 % и 0,02...0,06 % P_2O_5 . Содержание фосфора зависит от степени дисперсности алевритов, мергелей и глин. Различные формы фосфатов связаны с гранулометрическим составом горизонта почвы. В горизонтах почвы с одинаковым механическим составом они зависят от степени выветривания алюмосиликатов, а также от степени кварцевания крупных частиц. Однако надо отметить, что запасы фосфора зависят от коэффициента выветривания легких и тяжелых фракций аутогенных, классических и эпигенетических минералов, а содержание илстых частиц связано с ее гранулометрическим составом. Рассматривая содержание валового фосфора в техногрунтах территории амбаров, обнаруживаем, что количество валового фосфора возрастает с увеличением содержания органического углерода. Однако, прямой зависимости между содержанием органического углерода и валового фосфора в почве нет, как между азотом и гумусом. Разница в содержании валовой формы фосфора в почвах месторождения наблюдается при различии в их гранулометрическом составе и степени загрязнения нефтью.

Рассмотрим особенности в распределении валового фосфора в профиле техногрунта и целинной бурой солончаковой почвы. Если валовое содержание P_2O_5 в верхнем слое техногрунта принять за 100 %, то содержание его в нижележащих слоях снижается, но зависит от гранулометрического состава.

Сравнение данных гранулометрического состава техногрунтов и содержание в них фосфора показало, что на распределение фосфора по генетическим горизонтам профиля оказывает большое влияние их гранулометрический состав. На техногрунтах легкого механического состава содержание валового фосфора, вплоть до материнской породы, остается мало измененным (P-1). В более тяжелых техногрунтах отмечается большая его аккумуляция в гумусовом горизонте.

В почвах с перемеживающимся механическим составом наблюдается изменение содержания валового фосфора по профилю почв в зависимости от механического состава горизонта (Р-5), так как глубина проникновения нефти определяется механическим составом. В почвах легкого механического состава нефть просачивается на большую глубину.

Содержание валовой формы фосфора показывает лишь общие запасы в техногрунте этого элемента и не служит показателем обеспеченности доступными для растений фосфатами. Рассмотрение тенденции изменения валовой формы фосфора в техногрунтах территории амбаров показало, что его запасы выше по сравнению с целинной бурой солончаковатой почвой.

При обогащении техногрунта нефтью и продуктами ее распада, запасы валовых форм азота и фосфора увеличиваются за счет связывания отдельными компонентами нефти минеральных соединений этих веществ. На техногрунтах территории амбаров изменение содержания подвижного фосфора происходит в зависимости от степени засоления, нефтезагрязнения и литологии. Некоторая корреляционная связь в горизонтах техногрунта между литологией и содержанием подвижного фосфора отмечается в разрезе Р-3. Содержание подвижного фосфора изменяется по профилю техногрунта (табл.). Происходит снижение концентрации подвижного фосфора в нижних горизонтах, по сравнению с почвами естественного состояния (целина).

Особенно сильно это отмечается в нефтезагрязненных техногрунтах. Уменьшение содержания подвижного фосфора можно объяснить высоким соотношением $C:N$ в результате загрязнения техногрунта нефтью. Это интерпретируется тем, что микроорганизмы, разлагающие углеводороды будут иммобилизовать неорганический фосфор в почве, приводя к уменьшению количества экстрагируемого фосфора в техногрунтах. Кроме того, содержание подвижного фосфора при нефтезагрязнении уменьшается за счет связывания некоторой части растворимых соединений фосфора компонентами нефти, богатыми реактивными функциональными группами.

Немаловажную роль также играет засоление техногрунта. В засоленных техногрунтах в афитогенных условиях происходит переход подвижных форм фосфора в неподвижные. В карбонатных техногрунтах территории амбаров подвижные формы фосфора в щелочной среде обволакиваются тонкой пленкой карбонатов и переходят в валовую форму. При возрастании содержания валового фосфора, содержание подвижных форм снижается. Этот процесс осуществляется при режиме испарения. Содержание подвижного фосфора не зависит от сроков проведения рекультивационных работ.

Таблица

Содержание элементов питания на рекультивированных участках территории амбаров месторождения Караарна

Разрез, год рекультивации	Глубина взятия пробы, см	Элементы питания						Общий гумус, %	Сумма солей, %	Литология
		валовые, %			подвижные, мг/кг					
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Общий N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гидр. N			
P-1, 2013 г.	0...17	0,040	0,62	0,014	10	240	25,2	0,41	4,019	Псв
	17...30	0,040	0,62	0,014	12	320	22,4	0,34	4,650	Псв
	30...50	0,048	0,62	0,014	25	330	28,0	1,02	4,349	Псв
P-3, 2012 г.	0...22	0,048	0,75	0,028	46	440	30,8	0,95	6,472	Л/с
	22...40	0,035	0,75	0,014	12	300	25,2	0,48	4,597	СП
	40...80	0,044	1,12	0,014	12	320	19,6	0,48	4,292	Л/с
P-5, 2011 г.	0...0,2	0,048	0,94	0,028	12	500	16,8	0,34	4,268	СП
	0,2...35	0,040	0,87	0,014	12	330	11,2	0,03	2,007	СП
	35...65	0,036	0,75	0,028	10	260	16,8	0,82	1,763	СП
P-6, 2014 г.	0...35	0,048	0,94	0,042	23	530	39,2	1,70	6,460	Л/с
	35...55	-	-	0,042	12	720	47,6	0,92	8,082	Т/с
	55...100	0,112	0,75	-	-	-	50,4	1,29	11,519	Л/с
P-8, целина	0...10	0,048	0,87	0,042	10	430	36,4	0,34	0,620	СП
	10...23	0,024	0,69	0,014	19	140	33,6	0,10	0,439	СП
	23...50	0,048	0,87	0,028	19	540	36,4	0,24	3,959	Т/с
	50...58	0,024	0,62	0,028	23	160	28,0	-	2,030	С/с

Примечание: СП – супесь, Л/с – легкий суглинок, С/с – средний суглинок, Т/с – тяжелый суглинок, Псв – песок связанный.

Содержание валового и легкогидролизуемого азота. Поскольку основная часть азота находится в почве в виде сложных органических соединений, то валовое содержание этого элемента напрямую связано с содержанием и качеством гумуса. Общее содержание азота в техногрунтах опытного участка колеблется от 0,014 до 0,042 %. Превращение органических форм почвенного азота в минеральные, осуществляется различными группами микроорганизмов, активность которых зависит от комплекса физико-химических условий, складывающихся в почве. Структура и состав имеющихся в ней азотосодержащих органических веществ, водно-физических и других режимов, определяющих экологические условия функционирования микробиоценозов. Изменения, происходящие при нефтезагрязнении, в первую очередь, связаны с нарушением водно-воздушного режима в результате заполнения порового пространства нефтью, склеивания структурных отдельностей и образованием битумной коры. В результате первичные окислительные условия в почвах меняются на окислительно-восстановительные и восстановительные. Возникновение анаэробно-биогенных процессов приводит к подавлению нитрификации и усилению аммонификации.

По исследованиям автора, изменения в содержании общего азота при загрязнении техногрунта нефтью были различными. Они зависели от срока проведения рекультивационных работ. В течение последующих лет после проведения рекультивационных работ содержание общего азота снижается. При уменьшении количества органического углерода и при незначительных изменениях в содержании общего азота в техногрунтах происходило нарушение соотношения между азотом и углеродом. Такое нарушение, по-видимому, является одной из причин токсичности нефти и нефтепродуктов [4]. Однако, восстановление нарушенного соотношения $C : N$ только внесением азотных удобрений, по-видимому, невозможно. В то же время, внесение умеренных доз азота может оказаться полезным, в связи с заметным снижением нитрификационной способности загрязненного техногрунта. Для нормального роста бактерий требуется около 10 частей C на одну часть N . Если это соотношение больше, то рост бактерий и утилизация углеводов происходит медленно. В загрязненном техногрунте отношение $C : N$ может достигать 400...420 по сравнению с 17 для не загрязненной почвы [2].

Недостаток биогенных элементов необходимо пополнить путем внесения в почву минеральных удобрений, которые стимулируют разложение углеводов в техногрунтах [3]. Валовое содержание азота характеризует техногрунт со стороны общего запаса этого элемента, но не гово-

рит об обеспеченности его доступными для питания растений соединениями азота. Поскольку валовое содержание азота не характеризует его доступность для питания растений, мы не рассматриваем его как агрономический показатель. Валовой азот используется для вычисления запасов азота в техногрунтах, в расчетных слоях для характеристики гумуса и вычисления соотношения $C : N$.

По нашим исследованиям самое высокое содержание гидролизуемого азота отмечено в профиле участка рекультивированного в 2014 г. (Р-6), где оно варьировало от 3,92 до 50,4 мг/кг почвы. При сильном засолении техногрунтов нефтепромысловыми сточными водами на фоне загрязнения нефтепродуктами происходит накопление как аммиачного, так и нитратного азота. Этот показатель выше, чем в целинной почве, где содержание гидролизуемого азота составляет 36,4 мг/кг почвы, но оно плавно снижается вглубь толщи почв. Самый низкий показатель отмечен на участке, рекультивированном в 2011 г. (Р-5), где в корковом слое содержится 16,8 мг/кг азота. В подкорковом слое идет снижение до 11,2 мг/кг, далее вглубь толщи техногрунта вновь возрастает до 16,8 мг/кг. На это повлиял легкий механический состав грунта, а также весенне-осенние осадки, которые частично промывают легкогидролизующий азот вглубь толщи техногрунта. В данном случае содержание легкогидролизующего азота по сравнению с целинной почвой ниже (табл.). На техногрунте рекультивированном в 2012 г. (Р-3) содержание легкогидролизующего азота в верхнем 0...22 см горизонте составляет 30,8 мг/кг почвы, но оно снижается вглубь толщи почв плавно до 19,6 мг/кг за счет подавления активности нитрифицирующих бактерий. На этом участке относительно длительное загрязнение при сильном засолении повлияло на содержание подвижных форм азота.

Наиболее стабильное содержание гидролизуемого азота на рекультивационном участке 2013 г. (Р-1), где оно варьирует от 22,4 до 28,0 мг/кг почвы, благодаря легкому механическому составу.

Изменение содержания калия в техногрунтах опытных участков. Содержание валового калия в почвах находится в составе труднорастворимых алюмосиликатных минералов. В процессе нарушения почвенного покрова в техногрунтах территорий амбаров изменяется структура и состав почвенно-поглощающего комплекса, что отражается на калийном режиме и связано с низким содержанием глинистых минералов (табл.).

Анализ валового калия показывает, что в ходе трансформации его содержание по сравнению с целинной бурой солончаковой почвой уве-

личивается и зависит от степени загрязнения. В связи с засоленностью морских отложений и воздействием высокоминерализованных пластовых вод с их реагентами, происходит поступление в техногрунты агрессивных растворов. Действие сводится к растворению почвенных карбонатов валовых форм азота, фосфора и калия, что приводит к сильному засолению, изменению реакции среды. В результате чего изменяется активность и подвижность некоторых элементов, увеличивается токсичность техногрунтов. В связи с возрастанием засоленности техногрунта на рекультивированных участках также возрастает содержание обменного калия. Подвижных форм калия в нефтезагрязненных рекультивационных участках больше, чем на целинной почве. При возрастании содержания валового калия, также возрастает и содержание подвижных форм.

В заключении отметим, что содержание подвижного фосфора и гидролизуемого азота на рекультивированных участках уменьшается за счет связывания некоторой части растворимых соединений азота и фосфора компонентами нефти, богатыми функциональными группами. При обогащении почвы нефтью и продуктами ее распада в техногрунтах территории амбаров возрастают запасы валовых форм азота и фосфора. Содержание валового и подвижного калия возрастает в зависимости от степени загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габбасов И.М. Оценка состояния почв с данными сроками загрязнения // Почвоведение. – 2002. – № 10. – С. 1265-1273.
2. Гиязов М.Ю. Изменение некоторых агрохимических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его нефтью // Агрохимия. – 1980. – №12. – С. 73-75.
3. Файени Е. Удо. Влияние загрязнения почвы производными нефти на рост кукурузы // Охрана природы – 1976. – 340.– С. 26-29.
4. Хазиев Ф.Х., Фахтиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активации разложения нефти // Агрохимия. – 1981. – №10. – С. 102-111.

Поступила 25.11.2015

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

**ҚАРААРНА МҰНАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ АМБАРЛАР
АУМАҒЫНДАҒЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН УЧАСКЕЛЕРІНІҢ
ҚОРЕКТІК ҚУРАМЫ**

Түйін сөздер: технотопырақ, қамбалар, тұздану, қорек элементтері, азот, фосфор, калий

Мақалада Қараарна мұнай кен орнының амбарлар аумағындағы рекультивацияланған учаскелерінің қоректік элементтерінің нәтижелері келтірілген. Жылжымалы фосфор мен гидролизденуші азоттың мөлшері мұнай компоненттерінің функционалдық топтарымен байланысқа түсуіне байланысты азаяды. Калий мөлшері техногрунттың тұздану дәрежесіне байланысты арта түседі.

Биол. ғылымд. канд. S.N. Dosbergenov

THE CONTENT OF NUTRITION ELEMENTS ON THE RECULTIVATION AREA OF THE KARAARNA OIL DEPOSITS TERRITORY

Keywords: tehnoground, barns, salinization, nutrition elements, nitrogen, phosphorus, potassium

This article shows the research results of nutrition elements on reclaimed tehnoground areas of Karaarna barns. Contents of hydrolyzable labile phosphorus and nitrogen is reduced by binding a portion of soluble compounds of nitrogen and phosphorus components of the oil-rich functional groups. The content of total and exchangeable potassium increased, depending on the degree of contamination.