

УДК 631.618:581.524.34

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Тихановский А.Н.

*Всероссийский НИИ ветеринарной энтомологии и арахнологии, Ямальский отдел,
Тюмень, e-mail: cehanovski@yandex.ru*

На Крайнем Севере в результате освоения нефтегазовых месторождений увеличивается количество техногенно нарушенных земель. Основными проблемами при биологической рекультивации здесь земель является неадаптированность применяемых технологий к условиям Крайнего Севера. Комплекс методов биологической рекультивации техногенно-нарушенных земель разработанных нами включает в себя определение в результате исследований адаптированных к условиям Севера многолетних трав. К ним относятся такие виды, как мятлик луговой, овсяница красная, бекмания обыкновенная, лисохвост луговой, овсяница овечья, волоснец сибирский, пырей ползучий. Норма высева семян многолетних трав должна составлять 120–200 кг на 1 га всхожих семян. Важным элементом технологии рекультивации является внесение минеральных удобрений в дозах 90-135:90-135:90-135 действующего вещества N:P:K на 1 га. Учитывая повышенную кислотность северных почв необходимо проведение известкования в зависимости от pH из расчета 2–6 т на 1 га. Основная масса корневой системы многолетних трав – 81,7–86,2% распределяется в слое почвы 0–20 см по отношению ко всей корневой массе в слое почвы 0–30 см. При рекультивации земель необходимо внесение торфа в нарушенную почву в норме не менее 1,0–1,5 тыс.м³/га. С внесением удобрений довольно значительно улучшился почвенно-поглощающий комплекс: по кальцию – с 6,37 на контроле до 8,1 мг – экв./100 г на варианте N135P135K135, по магнию соответственно – с 0,7 до 1,65 мг – экв./100 г почвы. Внесение на песчаной почве торфа с нормой 0,5 тыс.м³/га позволило увеличить сбор сухого вещества до 0,94 т/га, почти в три раза. При дальнейшем увеличении нормы до 1,0 тыс.м³/га урожайность сухой массы трав существенно увеличилась до 1,12 т/га. Внесение доломитовой муки в норме 2 т/га торфа (0,5–1,5 тыс м³/га) позволило существенно увеличить урожайность сухой массы многолетних трав в среднем за 5 лет на 38,0–47,9%.

Ключевые слова: Крайний Север, техногенно-нарушенные земли, биологическая рекультивация, многолетние травы, удобрения, известкование

PROBLEMS AND METHODS OF BIOLOGICAL RECULTIVATION OF TECHNOGENIC-DISTURBED LAND IN THE FAR NORTH

Tikhanovskiy A.N.

*Federal state budgetary scientific institution All-Russian research Institute of veterinary entomology
and arachnology, Yamal Department, Tyumen, e-mail: cehanovski@yandex.ru*

In the far North in result of development of oil fields, an increasing number of anthropogenic-disturbed lands. The main problems in biological recultivation of land here is not the adaptation of the technologies to the conditions of the far North. The complex of methods of biological recultivation of technogenic-disturbed land, which developed by us, includes the definition of perennial grasses adapted to the conditions of the North. These include the types such as Kentucky bluegrass, red fescue, common beakmania, meadow foxtail, sheep's fescue, a. Siberian, Wheatgrass. The seeding rate of perennial grasses should be 120–200 kg per 1 hectare of germinating seeds. An important element of the technology of biological recultivation is the application of mineral fertilizers in doses of 90-135:90-135:90-135 active substance N:P:K per 1 hectare. Because of the increased acidity of Northern soils there is a need for liming, depending on the pH calculation from 2–6 tons on 1 hectare. The bulk of the root system of perennial grasses – 81,7–86,2% is distributed in the soil layer of 0–20 cm in relation to the entire root mass in soil layer 0–30 cm. In biological recultivation of soils it is necessary to use peat in disturbed soil in the norm of not less than 1,0 to 1,5 m³/ha. Fertilizer is pretty much improved soil-absorbing complex: by calcium – from 6,37 in the control to 8,1 mEq./100 g in the variant N135P135K135, magnesium respectively from 0,7 to 1,65 mEq./100 g of soil. Using on sandy soil peat in a rate of 0.5 thousand m³/ha helped to increase the collection of dry matter up to 0,94 t/ha, almost three times. With a further increase in the rate of up to 1.0 thousand m³/ha yield of dry mass of grasses significantly increased to 1,12 t/ha. Using of dolomite at the rate of 2 t/ha of peat (0,5–1,5 thousand m³/ha) would significantly increase the yield of dry mass of perennial grasses on average for 5 years by 38,0–47,9 percent.

Keywords: far north, technogenic-disturbed lands, biological recultivation, perennial grasses, fertilizers, liming

Освоение нефтегазовых месторождений, строительство дорог в арктической зоне приводит к увеличению техногенно нарушенных территорий, что крайне опасно, поскольку природные системы Крайнего Севера отличаются повышенной ранимостью и хрупкостью, обусловленной нестабильностью многолетнемерзлых пород, резкими колеба-

ниями абиотических условий. На Крайнем Севере важнейшее ландшафтное значение имеет вечная мерзлота. Стабильность функционирования экосистем обуславливает сохранение динамического равновесия между глубиной вечномерзлой толщи и мощностью слоя сезонного промерзания-оттаивания. Нарушение теплообмена в минеральной толще,

под поврежденной растительностью сопровождается опусканием уровня вечной мерзлоты, увеличением мощности сезонного оттаивания, способствует развитию солифлюкционных процессов, термоэрозии, термокарста. Развитие этих процессов не ограничивается локальным проявлением, а через систему пространственного взаимодействия между биогеоценозами дестабилизирует состояние соседних ландшафтов, обуславливая неизбежные нарушения их устойчивости. Антропогенные нагрузки приводят к возникновению катастрофических изменений природной среды: уничтожению почвенного и растительного покрова на больших площадях, появлению оползней, просадочных озер, пучению почвы и т.д. [5].

Каково же состояние с нарушенными землями в основном газодобывающем регионе – Ямало-Ненецком автономном округе? Здесь нет единого мнения, поскольку нет инвентаризации нарушенных земель на территории округа, независимо от их категорий и принадлежности.

В округе полностью нарушенных земель 377 557 га, частично нарушенных – 36 977 га, что составляет 0,5% территории, по другим данным потери земель в ЯНАО оцениваются в 6 млн га или 8% территории. По данным Федеральной государственной службы регистрации, кадастра и картографии таких земель – 121 тыс. га и по их количеству округ занимает первое место в РФ [3].

При сооружении магистрального трубопровода на каждые 100 км нарушается в среднем 500 га земельных угодий, а при прокладке дорог – не менее 250 га [2].

Восстановление нарушенных земель имеет большое социальное, экономическое и экологическое значение, является составной частью мероприятий по охране природы, в том числе по нейтрализации разрушительных воздействий промышленности на окружающий ландшафт.

Кроме этого, основными проблемами при рекультивации земель, по нашему мнению, является, с одной стороны, несовершенство, а порой и отсутствие нормативно-правовой базы и слабая и неквалифицированная организация рекультивационного процесса, с другой – неадаптированность применяемых технологий и сложившегося порядка выполнения рекультивационных работ применительно к региональным биотипическим особенностям.

Восстановление нарушенных земель включает в себя комплекс работ, направленных на восстановление продуктивно-

сти и народнохозяйственной ценности этих земель, а также на улучшение состояния окружающей среды. Оно проводится с учетом местных природно-климатических условий, степени повреждений, ландшафтной характеристики участка.

Основным принципом принятых решений по восстановлению является восстановление баланса взаимодействия компонентов экосистемы данной территории. Восстановление экосистемы требует содействия созданию всех ее компонентов. Это достигается применением агротехнических приемов: внесением удобрений, посевом местных видов многолетних трав, в результате чего создается травяной покров, образуется дерновой слой, характеризующийся аккумуляцией питательных веществ [4].

Цель исследования

Разработать комплекс биологических приемов, способных преобразовать техногенный субстрат Крайнего Севера, обеспечивший его залужение.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований использовался метод полевого опыта по Б.А. Доспехову [1]. Полевые опыты были заложены на песчаном карьере в лесотундровой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа. В полевых опытах высевалась смесь многолетних трав (костер безостый + овсяница красная + мятлик луговой). В качестве удобрений применялась нитроаммофоска.

Результаты исследования и их обсуждение

Растения исходного ассортимента для восстановления нарушенных экосистем должны быть устойчивы к низким температурам, переувлажнению почв, подтоплению полыми водами в весенний период, обладать засухоустойчивостью, так как в тундре нередко начало летнего сезона бывает бездождливым и сопровождается иссушающими ветрами. Все виды растений должны быть адаптированы к короткому вегетационному периоду и к длинному световому дню, формировать дернину, способную закреплять почву, и в данных климатических условиях размножаться вегетативно, семенным путем или тем и другим способом одновременно.

Нами испытано более трех десятков видов злаков, их смесей, а также и бобовых культур. В первую очередь следует отметить, что в тундровой и арктундровой зонах все виды бобовых (клевер белый, красный, розовый, люпиновидный; люцерна; донник и другие виды) вымерзали в первую же перезимовку.

Из злаковых трав такие виды, как овсяница луговая, тимopheевка луговая, ежа сборная, также вымерзали в первую перезимовку. Костер безостый выпадал из травостоя в лесотундровой и тундровой зонах на 2–3 год после посева постепенно.

По нашим данным, использование таких видов многолетних трав, как мятлики луговой, овсяница красная, бекмания обыкновенная, лисохвост луговой, полевица побегообразующая, волоснец сибирский, полевица белая, овсяница овечья, пырей ползучий, а в северотаежной и лесотундровой зонах и костреца безостого позволяет получить задернение нарушенных земель хорошего качества. При этом преимущество имеют виды трав местного происхождения.

Поэтому второй фактор, определяющий успех восстановления – это наличие органического вещества. Регион отличается маломощным органометным горизонтом (2–7 см), который полностью разрушается при антропогенных воздействиях на него. Самовосстановительный потенциал в этих условиях очень низкий, поскольку обнажившийся горизонт малоблагоприятен для произрастания растений. В связи с этим работа должна быть направлена на восстановление плодородного слоя, а соответственно природной экосистемы, которая представляет собой единство растительного сообщества, биологически насыщенного органическим веществом плодородного слоя и находящегося в нем микробного комплекса, трансформирующего растительные остатки.

В этих условиях очевидна необходимость поиска оптимальных способов рекультивации. При этом целесообразно рассматривать агротехнические приемы не только как способ восстановления растительного покрова, а скорее как толчок, стимулятор для ускорения естественного самозарастания, вызванного улучшением физических и агрохимических свойств почвы. Для условий Ямала с присущими ему тундровыми почвами в большинстве случаев исключается возможность селективной обработки плодородного слоя почвы. В связи с этим возникает задача поиска пригодных органических материалов для создания корнеобитаемой части рекультивационного слоя.

Основным органическим материалом для рекультивации здесь является торф. Учитывая то, что почвы Ямала имеют повышенную кислотность, возникает необходимость проведения известкования (известь, доломитовая мука) в зависимости от величины pH.

При проведении биологической рекультивации карьера использовался торф переходного типа с неблагоприятными агрохимическими свойствами, такими как низкое содержание общего азота и довольно высокая кислотность.

Применение известковых удобрений весьма значительно изменило обеспеченность торфяной почвы подвижными элементами питания в лучшую сторону, в частности увеличилось содержание в почве фосфатов, калия, кальция, обменного алюминия, нитратной и аммиачной форм азота (табл. 1).

Таблица 1
Влияние норм торфа и доломитовой муки на агрохимические показатели лесотундровой почвы

Варианты опыта		Гумус, %	pH	Н _p , мг- экв./100 г	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Al	N	N-NO ₃	N-NH ₄
Норма торфа тыс. м ³ /га	Норма до- ломитовой муки, т/га				мг/кг		мг- экв./100 г		обмен- ный, мг/кг	об- щий, %	мг/кг возд. сухой почвы	
0 (контроль)		0,22	4,15	0,83	102,9	32,5	0,97	0,56	0,5	0,005	1,17	6,25
0,5	0	2,99	4,15	3,79	114,5	43,8	1,68	0,44	14,1	0,074	1,55	10,83
	2	3,18	4,35	4,42	101,3	52,5	2,25	0,38	19,6	0,105	1,16	9,38
	6	3,2	6,30	—	84,8	35,0	3,25	0,26	—	0,071	1,5	9,27
1,0	0	17,06	—	12,5	95,5	57,5	2,50	1,70	51,7	0,251	1,23	16,45
	2	16,25	4,15	29,9	183,0	125,0	5,50	1,44	56,2	0,584	1,44	39,58
	6	16,28	4,65	22,4	170,5	137,5	17,37	1,51	—	0,591	1,67	64,60
1,5	0	27,83	3,70	33,9	182,8	150,0	6,25	2,00	261,0	0,922	11,7	58,33
	2	22,04	4,10	40,2	155,1	125,0	9,98	3,14	153,0	0,711	15,0	60,40
	6	28,25	4,45	39,5	179,0	125,0	15,30	2,82	18,0	0,922	11,6	68,80

Дополнительное внесение к минеральным удобрениям доломитовой муки уменьшило кислотность торфяной почвы, особенно на вариантах с повышенной нормой торфа. Заметно увеличилось при этом содержание в торфе доступных фосфатов, калия, общего азота, в том числе и подвижных форм азота.

Вместе с этим существенно улучшился и почвенно-поглощающий комплекс торфяника. Так, например, в варианте торфа 1,0 тыс. м³/га без внесения доломитовой муки содержание доступных фосфатов было 95,5 мг/кг, калия – 57 мг/кг и общего азота 0,251%, то в почве с внесением доломитовой муки даже в минимальном количестве – 2 т/га, содержание фосфатов увеличилось до 183, калия до 125 мг/кг, кальция до 5,5 мг/экв/100 г и общего азота до 0,584%.

Внесение минеральных удобрений весьма существенно повлияло на химические свойства почвы в опыте. В первую очередь заметно изменение кислотности почвенного раствора в сторону некоторого ухудшения: с 6,1 до 5,3 pH, что связано с подкисляющим действием удобрений. Вместе с тем улучшалась обеспеченность почвы доступными фосфатами, обменным калием и подвижными формами азота.

С внесением удобрений довольно значительно улучшился также и почвенно-поглощающий комплекс: по кальцию – с 6,37 на контроле до 8,1 мг – экв./100 г на варианте $N_{135}P_{135}K_{135}$, по магнию соответственно – с 0,7 до 1,65 мг – экв./100 г почвы.

По данным агрохимического анализа почвы видно, что лучше всего были обеспече-

ны растения элементами питания в доступной форме в варианте опыта – $N_{135}P_{135}K_{135}$.

При рекультивации нарушенных земель важнейшим показателем является накопление корневой массы, которая определяет устойчивость ландшафта, его сопротивляемость эрозионным процессам.

В наших исследованиях корневая масса, основная часть ее (около 50%) распределялась в слое почвы 0–10 см. В слое почвы 0–20 см ее было 81,7 – 86,2% по отношению ко всей корневой массе в слое почвы 0–30 см (табл. 2).

На контроле в слое почвы 0–10 см было 58% корневой массы, а в слое 0–20 см – 80,6%. При внесении как различных доз торфа (0,5–1,0 тыс. м³/га), так и извести (2–8 т/га) увеличивалось содержание корней как в исследуемом слое почвы (0–30 см), так и в отдельности в каждом слое почвы.

В зависимости от норм торфа в опыте находилась и его продуктивность. Так на песчаной почве, т.е. в варианте без внесения торфа растения были самыми редкими и низкорослыми, соответственно и урожайность трав здесь наблюдалась в среднем за 5 лет самая низкая – 0,35 т/га сухого вещества.

Внесение на песчаной почве торфа с нормой 0,5 тыс. м³/га, позволило увеличить сбор сухого вещества до 0,94 т/га, почти в три раза. При дальнейшем увеличении нормы до 1,0 тыс. м³/га урожайность сухой массы трав существенно увеличилась до 1,12 т/га.

Повышение дозы торфа до 1,5 тыс. м³/га не давало существенной прибавки сухой массы многолетних трав.

Таблица 2

Распределение и накопление корневой массы многолетних трав в зависимости от норм торфа и извести

Варианты опыта	Накопление сухой массы корней по слоям почвы, т/га					Всего в слое 0–20 см	
Норма торфа, тыс. м ³ /га	Норма доломитовой муки, т/га	0–10	10–20	20–30	Всего в слое 0–30 см	т/га	%
0	0	0,29	0,14	0,07	0,50	0,43	80,6
0,5	0	0,41	0,28	0,11	0,80	0,69	86,2
	2	0,54	0,31	0,19	1,04	0,85	81,7
	6	0,81	0,56	0,28	1,65	1,37	83,0
	8	1,07	0,69	0,34	2,10	1,76	83,8
1,0	0	0,59	0,31	0,16	1,06	0,90	84,9
	2	0,67	0,39	0,21	1,27	1,06	83,5
	6	0,99	0,61	0,32	1,92	1,60	83,3
	8	1,25	0,74	0,43	2,42	1,99	82,2

Внесение доломитовой муки в норме 2 т/га торфа (0,5–1,5 тыс. м³/га) позволило существенно увеличить урожайность сухой массы многолетних трав в среднем за 5 лет на 38,0–47,9%.

В то же время в 2010 году норма известковых удобрений (доломитовая мука) 2 т/га на 5 год после внесения на фоне торфа 0,5 тыс. м³/га не давала существенной прибавки сухой массы. Прибавка была получена при внесении 4 т/га. По всей видимости, действие извести в 2 т/га было исчерпано, в результате произошло подкисление почвы на этом варианте, что привело к снижению урожайности трав.

При норме торфа 1,0 тыс. м³/га существенная прибавка сухой массы получена от внесения 6 т/га доломитовой муки. Такая же картина отмечена и при внесении торфа 1,5 тыс. м³/га, следовательно, внесение торфа на песчаные нарушенные земли в норме более 1,0 тыс. м³/га не окупается прибавкой урожая.

Таким образом, интенсивность восстановления почвенно-растительного покрова зависит от наличия органогенного слоя, а при его отсутствии – создания данного слоя с использованием торфа или других органических компонентов, внесения минеральных и известковых удобрений, посева трав местных видов.

Выводы

В результате проведенных исследований по разработке технологии биологиче-

ской рекультивации нарушенных земель лесотундровой зоны установлено:

1. При рекультивации земель необходимо внесение торфа в нарушенную почву в норме не менее 1,0–1,5 тыс. м³/га.

2. Для снижения кислотности лесотундровых почв при рекультивации на фоне внесения торфа (0,5–1,0 тыс. м³/га) необходимо вносить известковые удобрения из расчета 2–6 т/га.

3. Внесение минеральных удобрений в нормах N_{90-135} , P_{90-135} , K_{90-135} дает существенную прибавку сухой массы многолетних трав – 2,17–3,06 т/га.

4. Основная масса корневой системы многолетних трав – 81,7–86,2% распределяется в слое почвы 0–20 см по отношению ко всей корневой массе в слое почвы 0–30 см.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.
2. Зеленский В.М., Сариев А.Х. Биологическая рекультивация нарушенных земель на Енисейском Севере // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 6. – С. 16–19.
3. Игловиков А.В. Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера: Автореф. канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2012. – 18 с.
4. Патент № 2599836 Российская Федерация, «Способ биологической рекультивации нарушенных вечномёрзлых почв» / А.Н. Тихановский., заявитель и патентообладатель ООО НПП «Ямальская аграрная наука». – № 2015123192, заявл. 17.06.2015, опубл. 21.09.2016. – 2016.
5. Тихановский А.Н. Состояние и технологии восстановления нарушенных земель Крайнего Севера // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием. – Екатеринбург, 2012. – С. 247–253.