

**A.D. OYUN, Senior Researcher,
L.T. MONGUSH, Senior Researcher**

Tuvinian Research Institute of Agriculture

4, Bukhtuyeva St, Kyzyl, Republic of Tuva, 667005, Russia

e-mail: tuv_niish@mail.ru

GREEN MASS YIELDS IN ANNUAL LEGUME-GRASS MIXTURES IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF TUVA

Investigations were carried out into the comparative assessment of yielding capacity in annual grass-and-legume crops, millet and oats, in pure sowings as well as in mixture with pea, field pea and vetch. The experiment was performed in 2011–2014 on dark-chestnut soils of the Republic of Tuva (Durgun). Under arid conditions of the steppe zone of Tuva, such grass mixtures as millet + peas and millet + field peas sown at the first date (III ten-day period of May) were remarkable among annual grass-and-legume crops for their average green mass yields during years of investigations; these were 17.7 and 16.6 tonnes per ha, respectively. At the second sowing date (II ten-day period of June), the maximum yield was observed in millet + peas mixture (19.7 tonnes per ha), and in oats + field peas mixture (19.7 tonnes per ha). There was determined the biological efficiency coefficient of annual grass-and-legumes mixtures when grown for green mass, depending on components and sowing dates. The biological efficiency of grass-and-legumes mixtures was found to be higher than that of the pure grass sowings. The maximum indices were obtained in the variants oats + field peas (1.25) and peas + oats (1.23) sown at the second date. There were determined the optimum sowing dates for annual grass-and-legume crops in the forest-steppe zone of Tuva: III ten-day period of May for fodder millet + leguminous crops (peas, field peas) mixtures, and II ten-day period of June for oats + peas and field peas mixtures.

Keywords: millet, oats, peas, field peas, vetch, yield, mixed sowings, biological efficiency, sowing dates.

УДК 631.517

**А.С. МОТОРИН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
А.В. ИГЛОВИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник**

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья

625501, Тюменская область, Тюменский район, пос. Московский, ул. им. В.В. Бурлаки, 2

e-mail: a.s.motorin@mail.ru

РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННО СОЗДАННОГО НА БИОЛОГИЧЕСКОМ ЭТАПЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ФИТОЦЕНОЗА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Приведены результаты многолетних (2007–2013) исследований по развитию искусственно созданного на биологическом этапе рекультивации фитоценоза в условиях Крайнего Севера. Объектами исследования служили нарушенные грунты и многолетние травы. Экспериментальная работа выполнена в зоне тундры полуострова Ямал на дне карьера намывного грунта трехгодичной выработки Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения. Для выполнения поставленной цели заложен полевой опыт в III декаде августа 2007 г. в трехкратной повторности. Выращивали многокомпонентную травосмесь из овсяницы красной, костреца безостого, овсяницы луговой, тимopheевки луговой, пырея ползучего, мятлика лугового, бекмании обыкновенной. Выявлено, что на третий год после прекращения добычи песка восстанавливающийся растительный покров представлен ромашкой

обыкновенной и бессмертником песчаным с проективным покрытием 3–5 %. Без внесения минеральных удобрений многолетние травы обеспечивают слабый укрепительный эффект: причиной является низкое проективное покрытие (от 5 до 45 %) и слабое развитие корневой системы. Минеральные удобрения ускоряют развитие многолетних трав, увеличивают проективное покрытие до 90–100 % и обеспечивают высокий укрепительный эффект нарушенных грунтов. В составе фитоценоза через 6 лет после его создания сохранились высеянные виды трав: овсяница красная (28 %), кострец безостый (13 %), тимopheевка луговая (21 %). Единично представлены овсяница луговая, пырей ползучий и бекмания обыкновенная. За этот период произошло внедрение аборигенной флоры – пушицы влагалищной, осок, мха политрихума можжевельного – на всех вариантах опыта, особенно с внесением минеральных удобрений.

Ключевые слова: биологическая рекультивация, нарушенные земли, эрозия почв, минеральные удобрения, многолетние травы, грунт.

Ямало-Ненецкий автономный округ занимает первое место по нарушенным землям среди субъектов Российской Федерации [1]. Активное промышленное освоение нефтегазовых месторождений региона, строительство здесь новых автомобильных и железных дорог увеличивает количество техногенно нарушенных земель, подлежащих рекультивации. Опасные эрозионные процессы быстро захватывают оголенные мелкодисперсные грунты, в результате происходят разрушения различных инженерных конструкций и зданий, возведенных для функционирования нефтегазового комплекса [2]. Заращение нарушенных участков тундры, где был полностью уничтожен почвенно-растительный покров, протекает чрезвычайно медленно: к концу второго десятилетия только 20–50 % площади покрывается растительностью [3]. При этом происходит сокращение флористического и фитоценотического разнообразия [4, 5]. В настоящее время восстановительные процессы не успевают за развивающимися разрушениями, вызванными антропогенными процессами. Причины замедленности восстановительных процессов в зоне тундры следующие: малочисленность популяций апофитных, рудеральных и антропохонных видов; слабое распространение зачатков возобновления; слабое репродуктивное усилие климаксовых видов; очень малое число видов, участвующих в демулационном процессе [6].

Растительность тундры характеризуется чрезвычайно низкой продуктивностью: ежегодно опадает небольшое количество органических веществ. Низкая зольность опада, малое содержание в нем оснований, особенно кальция, неблагоприятный температурный режим, бедность бактериальной флоры определяют замедленность разложения опада и синтез гумусовых веществ [7–10]. Самовосстановление нарушенных ландшафтов возможно только на плоских поверхностях, сложенных торфяниками или грунтами, имеющими в своем составе глинистую фракцию, но не на чистых песках. Восстановление растительности даже за 2–3 года неприемлемо и достаточно долго для суровых почвенно-климатических условий Севера, не говоря о двадцатилетнем сроке [11].

Зоны сильных нарушений практически самостоятельно не восстанавливаются и нуждаются в незамедлительной биорекультивации. В первую очередь это относится к рекультивации карьерных выемок, где почвенно-растительный покров нарушен полностью [12].

Цель исследования – создание устойчивых культурных фитоценозов на карьерных выемках намывного грунта.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа выполнена в зоне тундры полуострова Ямал на дне карьера намывного грунта трехгодичной выработки Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения (БНГКМ).

Климатические особенности Крайнего Севера обусловлены географическим положением. Среднегодовая температура воздуха в зоне тундры -7°C . Сумма эффективных температур $-700-900^{\circ}\text{C}$. Вегетационный период длится до 70 сут. Осадков выпадает 220–400 мм в год, из них 60 % – в весенне-летний период. С глубины 30–200 см почва подстилается вечной мерзлотой.

Для выполнения поставленной цели нами заложен полевой опыт в III декаде августа 2007 г. в трехкратной повторности. Выращивали многокомпонентную травосмесь из овсяницы красной (*Festuca rubra*) – 40 %, костреца безостого (*Bromopsis inermis*) – 35, овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) – 10, тимopheевки луговой (*Phleum pratense*) – 5, пырея ползучего (*Elytrigia repens*) – 5, мятлика лугового (*Poa pratensis*) – 3, бекмании обыкновенной (*Beckmannia emciformis*) – 2 %.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием многолетних трав вели по методике Госсортсети на каждом варианте опыта на протяжении всего вегетационного периода. Учет густоты стояния растений проводили в фазу полных всходов на трех постоянных площадках двух несмежных повторностей (50×50 см). Фитомассу растений определяли методом сплошного учета. Размер площадок 1 м^2 , повторность шестикратная.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При визуальном осмотре дна карьера намывного грунта перед закладкой опыта через 3 года по завершении его разработки обнаружены единичные кусты ромашки обыкновенной и бессмертника песчаного. Проективное покрытие не превышало 3–5 %.

Многолетние травы в карьере намывного грунта на территории БНГКМ были посеяны в августе 2007 г. Перед уходом в зиму на контрольных (неудобренных) делянках они находились в фазе всходов, причем очень неравномерных. Проективное покрытие на отдельных участках изменялось от 15 до 45 %. На вариантах с минеральными удобрениями все виды многокомпонентной травосмеси находились в фазе кушения. Зима 2007/08 г. выдалась снежной и значительно теплее обычной. Температура воздуха была выше средней многолетней на $10,3^{\circ}\text{C}$, количество выпавших осадков превышало норму на 58 %, поэтому весной 2008 г. явных признаков гибели всех видов трав не отмечено.

На контрольных делянках к концу вегетационного периода 2008 г. растения не превышали высоты 10–15 см. Число растений составляло в среднем 450 шт./ м^2 , проективное покрытие было около 40 % (рис. 1). На неудобренных делянках в основном преобладали такие виды трав, как овсяница красная, овсяница луговая, мятлик луговой, тимopheевка луговая, лисохвост луговой.

При внесении $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ в начале I декады августа 2008 г. наблюдалась фаза кушения у костреца безостого и бекмании обыкновенной. В это время у овсяницы красной, овсяницы луговой, мятлика лугового, тимopheевки

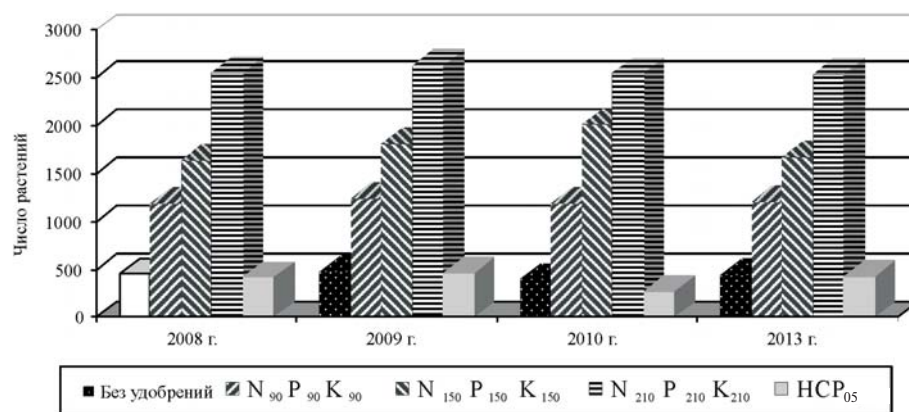


Рис. 1. Число растений на 1 м² грунта в карьере БНГКМ

луговой, лисохвоста лугового отмечена фаза выхода в трубку. Высота растений составляла 20–25 см.

К концу вегетации (I декада сентября) наблюдалась фаза колошения у костреца безостого и бекмании обыкновенной. Все остальные травы находились в фазе цветения. Высота растений достигала 30 см, их число составляло 1119 шт./м², проективное покрытие на этом варианте около 90 %.

На фоне внесения высокой нормы минеральных удобрений (N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀) в конце I декады августа наступила фаза выхода в трубку у костреца безостого и бекмании обыкновенной. Высота этих видов трав достигала 25–30 см. У овсяницы красной, овсяницы луговой, мятлика лугового, тимopheевки луговой и лисохвоста лугового зафиксировано начало фазы цветения. При этом высота растений достигала 30–35 см. К концу I декады сентября кострец безостый и бекмания обыкновенная полностью сформировали генеративные органы. Остальные виды трав находились в фазе уборочной спелости. Высота растений достигала 40 см, число 1640 шт./м², проективное покрытие на этом варианте более 90 %.

При внесении минеральных удобрений в дозе N₂₁₀P₂₁₀K₂₁₀ в I декаде августа 2008 г. наблюдалась фаза выхода в трубку у костреца безостого и бекмании обыкновенной. Высота растений – до 40 см. Овсяница красная, овсяница луговая, мятлик луговой, тимopheевка луговая, лисохвост луговой находились в начале фазы цветения. В I декаде сентября кострец безостый и бекмания обыкновенная находились в фазе цветения. Все остальные травы были в фазе созревания семян, высота их – 45–50 см, число 2560 шт./м². На этом варианте отмечено появление пырея ползучего в количестве 1–2 растения на 1 м². Его развитие в 2008 г. остановилось в фазе формирования колоса. Проективное покрытие на этом варианте около 100 %.

Фенологические наблюдения в 2009 г. начались со II декады августа. На контроле к этому времени у многолетних трав наступила фаза выхода в трубку, на всех удобренных вариантах – фаза колошения. На контрольном варианте зафиксированы такие виды трав, как овсяница красная, овсяница луговая, мятлик луговой. На удобренных делянках видовой состав трав был представлен овсяницей красной, овсяницей луговой, мятликом луго-

вым, тимopheевкой луговой, лисохвостом луговым и незначительным присутствием бекмании обыкновенной и костреца безостого. В этот период травы по сравнению с 2008 г. имели светло-зеленую окраску, их высота не превышала 35–40 см.

В дальнейшем благоприятные погодные условия способствовали активному развитию многолетних трав. Август и I декада сентября прошли со стабильным и значительным (выше климатической нормы на 2,6 °C) превышением среднемноголетних показателей температуры и с относительно равномерным увлажнением. К концу I декады сентября 2009 г. на всех вариантах опыта с внесением удобрений наступила фаза уборочной спелости у овсяницы красной, овсяницы луговой, мятлика лугового, тимopheевки луговой, лисохвоста лугового. Высота растений – около 50 см. На контрольном варианте эти же виды многолетних трав находились в фазе цветения. Высота растений не превышала 40 см. На удобренных делянках также отмечены кострец безостый и бекмания обыкновенная (1–2 шт./м²), которые находились в фазе колошения. Проектное покрытие на контрольном варианте составляло 60 %, на всех удобренных делянках оно достигало 100 %.

В 2009 г. к началу сентября на всех удобренных делянках отмечено появление ромашки обыкновенной. Количество растений в течение вегетационного периода 2009 г. увеличилось незначительно по сравнению с предыдущим на всех вариантах опыта (на 5–7 %).

Вегетационный период 2010 г. был неблагоприятным для роста и развития многолетних трав из-за низких температур воздуха и дефицита осадков. В связи с этим во II декаде августа на контроле отмечена фаза кушения трав, на удобренных делянках – фаза выхода в трубку. Проектное покрытие на контрольном варианте не превышало 50 %, на удобренных – 95 %. Травы имели светло-зеленую окраску и были ниже на 10–20 см по сравнению с этим периодом в 2009 г.

К концу вегетационного периода 2010 г. на контроле наступила фаза колошения у овсяницы красной, мятлика лугового, тимopheевки луговой, лисохвоста лугового. На вариантах с внесением минеральных удобрений эти же виды трав находились в фазе цветения. В 2010 г. отсутствовали такие виды трав, как бекмания обыкновенная и кострец безостый, также не было ромашки обыкновенной.

Наблюдения за развитием растительного покрова в конце вегетации многолетних трав в 2013 г. показали снижение количества растений, сокращение одних видов многолетних трав и появление других. Это может быть связано со снижением содержания питательных веществ в почве в связи с их потреблением многолетними травами. Медленное разложение фитомассы многолетних трав также не способствует существенному улучшению питательного режима почвогрунта и растений. После закладки опыта в 2007 г. дополнительных подкормок минеральными удобрениями в течение вегетации многолетних трав не проводили.

Без внесения удобрений сохранились овсяница красная и мятлик луговой. Отмечено появление местного вида – пушицы влагалищной. Весь верхний слой грунта был покрыт мхом политрихумом можжевельниковым, который способствует поверхностному накоплению влаги и заболачиванию местообитаний.

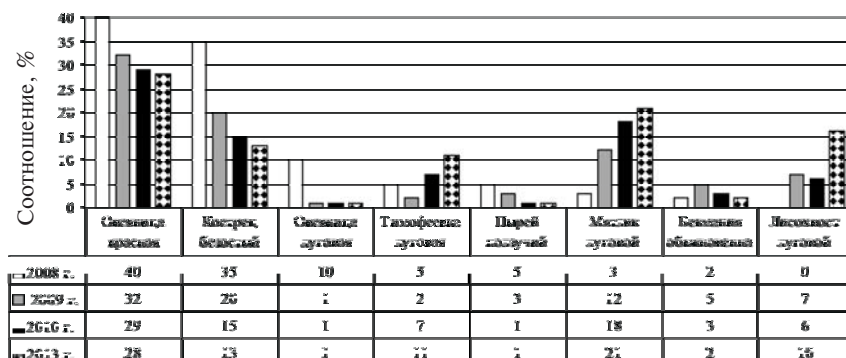


Рис. 2. Изменение процентного соотношения высеванных видов многолетних трав на фоне $N_{150}P_{150}K_{150}$, %:

2008 г. – процентное соотношение высеванных многолетних трав в травосмеси; 2009, 2010 и 2013 гг. – процентное содержание при визуальном анализе проективного покрытия

На вариантах с внесением минеральных удобрений особых различий между фонами питания не отмечено. Из посеянных в 2007 г. многолетних трав сохранились овсяница красная, коострец безостый, тимopheевка луговая и мятлик луговой, единично присутствовали овсяница луговая, пырей ползучий и бекмания обыкновенная.

В карьере наблюдалось весьма продолжительное периодическое изобилие влаги от выпадения атмосферных осадков. В результате появилась болотная растительность: мох политрихум можжевельниковый, пушица влагалищная и осоки. Это указывает на начало восстановления аборигенной флоры.

ВЫВОДЫ

1. На третий год после прекращения добычи песка восстанавливающийся растительный покров представлен ромашкой обыкновенной и бесмертником песчаным с проективным покрытием 3–5 %.

2. Без внесения минеральных удобрений многолетние травы обеспечивают слабый укрепительный эффект. Причиной является низкое проективное покрытие (от 5 до 45 %) и слабое развитие корневой системы. Минеральные удобрения ускоряют развитие многолетних трав, увеличивают проективное покрытие до 90–100 % и обеспечивают высокий укрепительный эффект нарушенных грунтов.

3. В составе фитоценоза через 6 лет после его создания сохранились высеванные виды трав: овсяница красная (28 %), коострец безостый (13), тимopheевка луговая (11) и мятлик луговой (21 %). Единично представлены овсяница луговая, пырей ползучий и бекмания обыкновенная. За этот период произошло внедрение аборигенной флоры – пушицы влагалищной, осок, мха политрихума можжевельникового – на всех вариантах опыта, но особенно с внесением минеральных удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игловиков А.В. Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2012. – 16 с.

2. Тихановский А.Н. Проблемы рекультивации нарушенных земель на Ямале // Рациональное природопользование: материалы междунар. форум. – М.: Максима, 2005. – С. 156–157.
3. Андреяшкина Н.И. Состав растительных сообществ естественных и техногенно нарушенных экотопов на водоразделах Ямала: флористическое разнообразие // Экология. – 2012. – № 1. – С. 22–26.
4. Зеленский В.М., Сариев А.Х. Многолетние травы для рекультивации земель в субарктической тундре Таймыра // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 2. – С. 40–46.
5. Зарубин С.И., Логинов Л.Ф., Сергеева О.Б. Экологические основы регламента приема – сдачи рекультивированных и самовосстанавливающихся земель Арктики // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири: сб. науч. тр. – Тюмень, 1998. – С. 199–207.
6. Масалкин С.Д., Храмцов И.Ф. Теория и практика сохранения и восстановления нарушенных ландшафтов Крайнего Севера. – Омск, 1991. – 133 с.
7. Тихановский А.Н. Технология рекультивации техногенно-нарушенных земель в условиях ЯНАО. – Новосибирск, 1996. – 24 с.
8. Арчегова И.Б. Условия и эффективность кормопроизводства в тундре. – Сыктывкар, 1988. – 104 с.
9. Медко В.В., Чеверев В.Г. Концепция обеспечения стабильности насыпных сооружений на севере Западной Сибири // Криосфера нефтегазоносных провинций: материалы междунар. конф. – Тюмень, 2004. – С. 143–147.
10. Тыриков А.П. Динамика растительного покрова и развитие вечной мерзлоты в Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 198 с.
11. Сергеева О.Б. Закономерности восстановления продуцентов нарушенных систем Северо-Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2002. – 22 с.
12. Моторин А.С. Плодородие торфяных почв Западной Сибири. – Новосибирск, 1999. – 284 с.

Поступила в редакцию 25.11.2015

A.S. MOTORIN, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
A.V. IGLOVIKOV, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural

2, Burlaki St, Moskovskiy, Tyumen District, Tyumen Region, 625501, Russia

e-mail: a.s.motorin@mail.ru

DEVELOPMENT OF PHYTOCENOSIS ARTIFICIALLY CREATED AT THE BIOLOGICAL STAGE OF RECULTIVATION UNDER CONDITIONS OF THE FAR NORTH

Results are given from long-term (2007–2013) investigations on developing a phytocenosis artificially created at the biological stage of reclamation under conditions of the Far North. The objects of study were disturbed soils and perennial grasses. The experimental work was done at the bottom of an alluvial soil pit after three-year mine working in the Bovanenkovskoe oil and gas condensate field in the tundra zone of the Yamal Peninsula. To accomplish a given task, we established a field experiment in the third ten-day period of August 2007 in three replications. The multi-component grass mixture was grown consisting of red fescue, awnless brome grass, meadow fescue, timothy grass, creeping wheatgrass, meadow grass, slough grass. It was found that the plant cover restored in third year after sand production to be stopped was represented by field camomile and sandy immortelle with projective cover of 3–5%. Without applying mineral fertilizers, perennial grasses provide a weak strengthening effect because of the low projective cover of 5 to 45% and pure root system development. Mineral fertilizers accelerate the development of perennial grasses, increase the projective cover up to 90–100% and provide higher strengthening effect of disturbed soils. Six years after establishing the phytocenosis, it still contains sown grass species: red fescue (28%), awnless brome grass (13%), and timothy grass (21%). Meadow fescue, creeping wheatgrass and slough grass are represented separately. For this period, the introduction of the native flora happened in all variants of the experiment, in particular, with applying mineral fertilizers.

Keywords: biological reclamation, disturbed lands, soil erosion, mineral fertilizers, perennial grasses, soil.