

И. И. Шилова, А. И. Лукьянец

Интродукция многолетних трав в условиях промплощадок и санитарно-защитных зон медеплавильных предприятий Урала

Своеобразный раздел интродукции растений представляет выращивание видов инорайонной или местной флоры в специфических условиях техногенных экотопов.

В статье рассматриваются некоторые особенности интродукции многолетних трав в условиях газогенных пустошей, возникших вокруг медеплавильных предприятий Урала, с целью биологической рекультивации этого типа нарушенных земель, в частности озеленения промышленных площадок и создания санитарно-защитных зон.

Промплощадки и санитарно-защитные зоны предприятий цветной металлургии представляют собой своеобразные техногенные экотопы с экстремальными условиями существования. Они расположены в зоне максимального загрязнения воздуха и почвы (Махнев, Мамаев, 1979) и, согласно ландшафтно-экологическому зонированию территорий, подверженных воздействию дымогазовых эмиссий промышленных предприятий этого типа (Лукьянец, Шилова, 1979), попадают в зону I — зону значительного изменения ПГК (природных геокомплексов), распространяющуюся до 1,5—2 км от источника загрязнения. Большая часть этих экотопов находится в подзоне 1а — подзоне коренного изменения ландшафтов, представленной собственно техногенными геокомплексами и названной нами «газогенной пустошью».

Территории промплощадок и санитарно-защитных зон неоднородны в экологическом, особенно эдафическом отношении. Наиболее трудны для биологической рекультивации участки, где почвенный покров разрушен, а субстрат представлен нижележащими генетическими горизонтами, измененными под дальнейшим воздействием техногенных факторов. На одном из таких участков и был проведен эксперимент по созданию многолетних устойчивых культурфитоценозов санитаривного и одновременно декоративно-озеленительного типа, предусматривающий подбор ассортимента газостойчивых растений, разработку системы под-

готовки почвы и приемов ухода за растениями, а также испытание различных типов устойчивых защитных многолетних посадок.

В опыте испытывались многолетние травянистые и древесные растения. Лучшие результаты показали многолетние травы, поэтому в статье изложен материал по этой группе растений. Многолетние травы, как известно, являются одной из наиболее перспективных групп растений для биологической рекультивации нарушенных земель разных типов. Многие из них, особенно злаки, выступают в качестве пионеров при естественном зарастании отвалов промышленных предприятий, техногенных песчаных арен, промплощадок. Литературные данные (Бабкина, 1968; Махнев, Мамаев, 1979 и др.) и результаты наших наблюдений свидетельствуют о том, что травянистые растения в целом более газоустойчивы, чем древесные. Из покрытосеменных особенно газоустойчивы виды семейства злаковых (Bossavy, 1971 и др.). Ряд видов многолетних травянистых растений, большинство из семейства злаковых, входит в ассортимент газоустойчивых растений. К тому же известно, что злаки могут произрастать на почвах, сильно загрязненных тяжелыми металлами (Tazaki, Ushijuma, 1977).

Территория предприятия, на котором проводились наши экспериментальные исследования, согласно схеме физико-географического районирования Свердловской области (Прокаев, 1976), входит в Выйско-Ревдинский южнотаежный низкогорно-кряжевой макрорайон (округ) края низкогорной полосы Среднего Урала Уральской равнинно-горной страны.

Экспериментальный участок был заложен на территории санитарно-защитной зоны с подветренной стороны от источника загрязнений на расстоянии 500 м от эпицентра воздействия.

Почва участка сильно эродирована, горизонты A_0 и A_1 отсутствуют, обнажен горизонт В, бесструктурный, покрытый с поверхности пылевидной потрескавшейся коркой и обломочным мелкощебнистым материалом, «запириченный», с трещинами и эрозионными промоинами. Естественная растительность отсутствует. По механическому составу этот грунт на глубину до 1 м относится к тяжелым суглинкам. В табл. 1 дана агрохимическая характеристика грунта опытного участка. Для этого грунта свойственна повышенная кислотность. Реакция среды (рН солевой вытяжки 3,4—3,8) характеризует его как очень сильнокислый субстрат. В нем много подвижного алюминия, низка сумма поглощенных оснований, очень низка степень насыщенности основаниями. Особенно резко указанные свойства проявляются в поверхностном слое 0—15 см, в котором расположена, как правило, основная масса корней многолетних трав. Это слабозасоленный грунт (плотный остаток 0,3 %, засоление сульфатное по анионам), бедный элементами питания растений. Он содержит лишь 0,07—0,19 % валового N, слабо обеспечен под-

вижными формами азота, калия и фосфора. Результаты спектрального анализа этого грунта (табл. 2) свидетельствуют о высоком содержании в нем, особенно в поверхностном слое, меди, цинка и свинца, во много раз превышающем соответствующие показатели для незагрязненных почв.

Преодолеть олиготрофность и фитотоксичность почвенной среды и одновременно повысить газоустойчивость растений предполагалось путем агротехнических приемов — нанесением на грунт покрытия из привозной почвы и торфа, внесением минеральных удобрений и извести, созданием экрана из глины; предусматривалось сочетание этих приемов. Соответственно схема опыта включала следующие варианты: I — грунт + почва (30 см); II — грунт + почва (30 см) + $N_{60}P_{40}K_{20}$; III — грунт + почва (30 см) + $N_{60}P_{40}K_{20}$ + известь (6 т/га); IV — грунт + почва (30 см) + $N_{60}P_{40}K_{20}$ + известь (6 т/га) + полив; V — грунт + торф (5 см) + известь (6 т/га) + $N_{60}P_{40}K_{20}$; VI — грунт + глина (50 см) + почва (3—5 см); VII — грунт (контроль); VIII — грунт + известь (6 т/га); IX — грунт + известь (6 т/га) + $N_{60}P_{40}K_{20}$; X — грунт + $N_{60}P_{40}K_{20}$. Повторность опыта трехкратная; размер делянки 5 м².

В опыте испытывались следующие виды многолетних трав: овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), люцерна синегибридная (*Medicago media* Pers.) и клевер красный (*Trifolium pratense* L.).

Помимо основного опыта, был заложен коллекционный участок с посевом трав в двух вариантах: I — грунт (контроль) и II — грунт + почва (30 см.) На этом участке испытывалось 20 видов и сортов травянистых растений, различных по газоустойчивости. Среди них наиболее устойчивы к кислым газам, по данным ряда авторов (Антипов, 1959; Казанцева, 1966, 1967; Николаевский и др., 1969; Николаевский, 1979), овсяницы луговая и красная. Эти виды оказались лучшими и в нашем опыте. Поэтому в таблицах, иллюстрирующих состояние посевов и особенности роста и развития растений, их продуктивность и урожайность, приведены данные только для этих видов.

Норма высева повышенная, применяемая обычно при рекультивации нарушенных земель. Посев проведен 13 июня разбросным способом с заделкой семян граблями.

Наблюдения за ростом и развитием в опытных посевах проводились с момента появления всходов (в последующие годы — начиная с весеннего отрастания) до конца вегетационного периода. Программа и методика изучения формирования культурфитоценозов и биологии растений включала фенологические наблюдения, определение общего состояния посевов, при котором учитывалось проективное покрытие грунта, густота травостоя, степень повреждения растений газами, предусматривала изучение динамики нарастания размеров, количества и массы побе-

Таблица 1

Агрохимическая характеристика грунта опытного участка

| Слой грунта, см | pH _{KCl} | Обменная кислот- ность, м-экв. /100г | Гидролитиче- ская кислот- ность, м-экв./100г | Подвиж- ный Al, м-экв. /100г | Сумма поглощенных оснований, м-экв./100г | Степень насыщенно- сти основа- ниями, % |
|--------------------|-------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 0—15 | 3,4 | 6,2540 | 22,05 | 4,4844 | 3,4 | 13,4 |
| 15—40 | 3,6 | 0,4229 | 9,62 | 0,3966 | 8,2 | 46,0 |
| 40—100 | 3,8 | 0,3980 | 8,40 | 7,6782 | 16,2 | 65,8 |

гов и корней, определение продуктивности вегетативных органов. Общее состояние посевов выражали следующей 5-балльной шкалой: 1 — очень плохое состояние: единичные растения, общее проективное покрытие очень слабое (меньше 5%), листья и побеги имеют очень сильные ожоги и усыхают, растения погибают в вегетативном состоянии; 2 — плохое состояние: травостой очень разреженный, общее проективное покрытие слабое (5—25, в среднем 15%), на листьях и побегах сильные ожоги, большинство растений остается в вегетативном состоянии; 3 — удовлетворительное состояние: травостой разреженный, общее проективное покрытие умеренное (50—25, в среднем 37,5%), ожоги листьев и побегов незначительные, рост замедлен, развитие без заметных отклонений от нормы; 4 — хорошее состояние: травостой умеренно разреженный, общее проективное покрытие большое (75—50, в среднем 62,5%), ожоги незначительные, растения проходят полный цикл развития, цветут и плодоносят; 5 — отличное состояние: травостой густой, общее проективное покрытие сильное или почти сплошное (100—75, в среднем 87,5%), ожоги почти отсутствуют, рост и развитие без отклонений от нормы.

В состоянии посевов многолетних трав проявилась резкая разница по вариантам опыта уже в первый год жизни. Одним из показателей развития растений является, как известно, прохождение фенологических фаз. Характер прохождения фенологических фаз относится к числу критериев жизнеспособности вида, являющейся, в свою очередь, хорошим показателем его приспособленности к существованию в определенных условиях (Рысин, 1959).

В нашем опыте массовое появление всходов многолетних злаков отмечалось на 14—17-й, бобовых — на 10—12-й день после посева. В обычных условиях (почвенный субстрат, отсутствие загазованности воздуха) в условиях Свердловской области всходы злаковых трав появляются на 10—12-й день, бобовых — на 5—8-й день после посева (Лебедев, Углов, 1961). Отставание в появлении всходов проявилось в большей степени в вариантах без нанесения плодородного материала (почвы,

| Плотный остаток, % | Гумус по Тюри-ну, % | Валовый N, % | Легкогидролизу-емый N, по Корнфилду, мг/100 г | Нитратный N, по Корнфилду, мг/кг | Подвижные | |
|--------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | | | | | (по Кирсанову) мг/100 г | |
| 0,297 | 4,47 | 0,196 | 14,8 | 17,87 | 8,2 | 7,0 |
| — | 1,65 | 0,127 | 6,2 | 13,75 | 4,8 | 8,0 |
| — | 0,58 | 0,074 | 5,0 | 9,25 | 2,2 | 10,8 |

торфа). Для этих вариантов характерно затянувшееся появление всходов, продолжавшееся до конца вегетационного периода.

В вариантах с внесением почвы и торфа злаки и бобовые росли и развивались удовлетворительно, образовали довольно высокий и густой травостой, сформировали значительную фитомассу. Злаки в этих вариантах ушли в зиму хорошо раскустившимися, бобовые вступили в генеративную фазу развития (отмечалось начало цветения люцерны и клевера). В вариантах без нанесения почвы и торфа кущения злаков или не наблюдалось совсем, или оно было очень слабым; бобовые ушли в зиму в вегетативном состоянии. На протяжении вегетационного периода во всех вариантах наблюдалась гибель растений вследствие поражения их газом и воздействия других неблагоприятных факторов, что привело к изреживанию травостоя к концу лета. Особенно сильная гибель растений происходила в вариантах без почвы и торфа (VI—X). В этих вариантах к концу вегетационного периода большинство растений погибло.

Наиболее важным показателем при оценке состояния растения в новых местообитаниях является, как известно, его продуктивность и урожайность. Вес растения наиболее ярко отражает зависимость его общей мощности от условий произрастания (Лебедев, 1960). Анализ показателей, представленных в табл. 3 и 4, свидетельствует о том, что лучшими вариантами, по данным первого года наблюдений, были для всех видов растений следующие: грунт+почва+НРК+известь; грунт+почва+НРК+известь+полив; грунт+торф+НРК+известь. Полив сыграл положительную роль в начале вегетации, способствовал появлению большего количества всходов растений и сохранению большей густоты травостоя.

Замедленный темп развития растений в опыте сохранился и в последующие годы их жизни. Запаздывание в наступлении сроков выхода в трубку злаков, бутонизации бобовых, цветения и созревания по сравнению с «нормальными» местообитаниями составляло 14—30 дней. Таким образом, при ухудшении условий произрастания, т. е. помещении трав в условия загрязненных дымогазовыми выбросами территорий, их развитие замедлилось,

растения дольше находились в вегетативном состоянии, не переходя к репродукции. На замедление развития травянистых многолетников, размножающихся вегетативным путем, при ухудшении условий произрастания указывают И. Д. Богдановская-Гиненэф (1926) и Т. А. Работнов (1947, 1950, 1954). С. П. Смелов (1966) отмечает, что из-за недостатка необходимых жизненных условий у луговых злаков удлиняется ювенильный период, задерживается их переход в генеративную фазу. На замедление развития многолетних трав при выращивании их на малопродуктивных почвах указывает А. Ф. Сулов (1955).

Таблица 2

Содержание некоторых микроэлементов в грунте опытного участка, п. 10^{-3} , %

| Слой грунта, см | Cu | Zn | Pb |
|-------------------------------------|-----|----|----|
| 0—2 | 150 | 30 | 10 |
| 0—15 | 50 | 30 | 5 |
| 15—40 | 8 | 6 | 3 |
| Среднее в почвах (Виноградов, 1957) | 2 | 5 | 1 |

Сравнение состояния посевов в течение 2-го и 3-го года жизни по вариантам опыта (табл. 3, 4) подтвердило и уточнило результаты 1-го года. Лучшими вариантами по всем показателям остались грунт + почва + NPK + известь + полив, грунт + торф + NPK + известь, грунт + почва + NPK, грунт + почва + NPK + известь. В вариантах с применением

почвы и торфа растения прошли полный цикл развития и дали вызревшие семена. А как известно, наличие и регулярность плодоношения представляется наилучшим показателем успешности интродукции, ибо завершает все фазы развития и обеспечивает появление нового поколения (Аврорин, 1973). В этих вариантах наблюдалось повышение интенсивности роста растений в высоту, значительное увеличение высоты растений, резкое повышение побегообразовательной способности и интенсивности кущения по сравнению с другими вариантами. Следствием более интенсивного роста в высоту и усиления побегообразовательной деятельности растений в этих вариантах явилось сильное увеличение мощности, продуктивности и урожайности.

Сравнение урожайности растений в этих вариантах с соответствующими показателями растений обычных местообитаний (культивируемые фитоценозы, не подверженные воздействию дымгазовых выделений) свидетельствует о небольшом их различии для злаков. Следовательно, при соблюдении указанных агротехнических приемов и соответствующего ухода на территории санитарно-защитной зоны завода возможно создание не менее продуктивных, чем на сельскохозяйственных угодьях, посевов многолетних злаковых трав. Бобовые, выращенные под воздействием дымгазовых выделений завода, намного менее продуктивны и урожайны, чем в «нормальных» условиях.

Таблица 3

Состояние посевов многолетних травянистых растений на конец вегетации за три года жизни по вариантам опыта

| Вариант | 1-й год | | | | 2-й год | | | | 3-й год | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------------|---------------------|----------------------------------|
| | состояние посева в багалах | густота травостоя (шт. на 1 м ²) | фаза развития | высота растения, см | фитомасса с 1 м ² , т | состояние посева в багалах | густота травостоя (шт. на 1 м ²) | фаза развития | высота растения, см | фитомасса с 1 м ² , т | состояние посева в багалах | густота травостоя (шт. на 1 м ²) | фаза развития | высота растения, см | фитомасса с 1 м ² , т |
| <i>Овсяница луговая</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | 2 | 324 | K | 10,1 | 22,5 | 3 | — | — | — | — | 2 | 168 | C | 36,2 | 264,6 |
| II | 2 | 288 | K | 12,5 | 47,6 | 4 | 32 | C | 36,0 | 172,3 | 2 | 320 | C | 44,0 | 389,1 |
| III | 3 | 718 | K | 13,4 | 70,3 | 5 | 96 | C | 38,8 | 219,4 | 3 | 816 | C | 31,2 | 849,3 |
| IV | 3 | 788 | K | 14,6 | 93,9 | 5 | 248 | C | 26,5 | 489,8 | 4 | 384 | C | 39,3 | 808,9 |
| V | 3 | 532 | K | 19,9 | 90,0 | 5 | 24 | C | 40,6 | 183,8 | 4 | 373 | C | 34,6 | 880,6 |
| VI | 3 | 208 | K | 13,0 | 33,1 | 4 | 32 | C | 30,8 | 277,1 | 3 | 981 | C | 40,3 | — |
| VII | 1 | 336 | HK | 6,8 | 15,1 | 1 | 12 | EC | 38,4 | — | 3 | 104 | HC | 31,7 | 221,7 |
| VIII | 2 | 536 | HK | 9,4 | 23,6 | 1 | 12 | EC | 20,8 | 195,7 | 3 | 384 | C | 11,6 | 238,2 |
| IX | 2 | 450 | HK | 10,9 | 31,1 | 2 | 36 | EC | 26,1 | — | 3 | 136 | C | 28,0 | — |
| X | 1 | 88 | HK | 9,0 | 1,0 | | выпала | | | | | | | | |
| <i>Овсяница красная</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | 2 | 900 | K | 18,7 | 70,7 | 4 | 108 | C | 28,7 | 283,8 | 4 | 954 | C | 23,9 | 731,2 |
| II | 2 | 1028 | K | 15,5 | 83,6 | 5 | 112 | C | 57,1 | 241,6 | 4 | 1248 | C | 36,7 | 4627,6 |
| III | 2 | 1306 | K | 16,8 | 127,1 | 5 | 46 | C | 65,7 | 350,0 | 4 | 482 | C | 44,9 | 1212,0 |
| IV | 3 | 1748 | K | 16,3 | 86,4 | 5 | 64 | C | 30,9 | 358,0 | 4 | 384 | C | 38,0 | 1295,4 |
| V | 3 | 532 | K | 26,1 | 112,8 | 5 | 64 | C | 31,3 | 234,4 | 4 | 128 | C | 39,7 | — |
| VI | 3 | 708 | K | 12,0 | 48,5 | 4 | 60 | C | 34,1 | 293,3 | 4 | 77 | C | 29,1 | 861,4 |
| VII | 1 | 104 | B | 4,9 | 0,7 | 1 | 40 | EC | 28,4 | 270,2 | | выпала | | | |
| VIII | 2 | 952 | HK | 11,0 | 29,7 | 3 | 28 | HC | 45,4 | 236,7 | 2 | 256 | HC | 21,8 | — |
| IX | 2 | 564 | K | 12,2 | 47,1 | 3 | 96 | C | 45,3 | 202,9 | 2 | 426 | EC | 24,5 | 663,8 |
| X | 1 | 152 | HK | 9,0 | 4,8 | 1 | 20 | EC | 75,4 | 142,9 | | выпала | | | |

Примечание. Фазы развития на конец вегетации: К — кущение, С — созревание, НК — начало кущения, ЕС — единичное созревание, HC — начало созревания, B — вегетативное состояние.

Мелиорация субстрата путем применения минеральных удобрений и извести отдельно или в сочетании без нанесения почвы и торфа практического эффекта не дает.

На фоне почвенного покрытия минеральные удобрения и известь проявляют, как правило, свое положительное действие. Экранирование субстрата глиной с нанесением небольшого почвенного покрытия имеет положительный эффект, но меньший, чем применение почвы или торфа совместно с минеральными удобрениями и известкованием.

Таблица 4

Урожай сена и корневой массы (в слое грунта 0—25 см) многолетних травянистых растений по годам жизни в разных вариантах опыта, ц/га

| Вариант опыта | Сено | | | Корневая масса | | | Сено | | | Корневая масса | | |
|------------------------------------------------|-------------------------|------|-------|----------------|------|------|-------------------------|------|-------|----------------|-------|-------|
| | год | | | год | | | год | | | год | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | <i>Овсяница луговая</i> | | | | | | <i>Овсяница красная</i> | | | | | |
| I | 1,5 | — | 18,3 | 0,7 | — | 8,2 | 4,7 | 14,6 | 41,3 | 2,4 | 13,7 | 31,8 |
| II | 2,8 | 6,2 | 20,2 | 1,9 | 11,0 | 18,6 | 5,9 | 9,9 | 138,5 | 2,4 | 14,2 | 324,3 |
| III | 3,9 | 8,7 | 42,1 | 3,2 | 13,2 | 42,8 | 7,8 | 14,3 | 76,0 | 4,9 | 20,7 | 45,2 |
| IV | 4,7 | 4,9 | 32,2 | 4,7 | 44,1 | 48,7 | 6,1 | 13,2 | 52,6 | 2,5 | 22,6 | 76,9 |
| V | 6,7 | 6,5 | 54,0 | 2,3 | 11,9 | 35,0 | 8,2 | 11,4 | — | 3,0 | 12,0 | — |
| VI | 2,3 | 13,2 | 113,2 | 1,0 | 14,4 | 32,6 | 3,4 | 7,8 | 44,0 | 14,6 | 21,5 | 42,1 |
| VII | 0,7 | — | 17,6 | 0,8 | — | 4,5 | 0,04 | 10,0 | 0 | 0,03 | 17,1 | 0 |
| VIII | 0,7 | 2,7 | 11,8 | 1,6 | 16,8 | 12,0 | 1,7 | 9,5 | 36,2 | 1,3 | 14,2 | 93,6 |
| IX | 1,3 | 3,8 | 38,6 | 1,8 | 28,6 | 52,5 | 2,2 | 7,3 | 24,5 | 2,5 | 13,0 | 41,9 |
| X | 0,08 | — | — | 0,02 | — | — | 0,3 | 12,6 | 0 | 0,2 | 130,2 | 0 |
| Нормальные местообитания (литературные данные) | 20,7 | 49,3 | 24,1 | 37,9 | 95,8 | 58,1 | — | — | — | — | — | — |

Испытание ряда видов растений на коллекционном участке, высевавшихся, как указывалось ранее, в двух вариантах («чистый» грунт, грунт+почва), подтверждает вывод о невозможности произрастания растений на «чистом» грунте. В этом случае семена растений большинства видов вообще не взошли, а единичные всходы некоторых растений погибли вскоре после появления. Лучшие результаты в течение трех лет из испытывавшихся в опыте и на коллекционном участке видов наблюдались

у злаков: овсяницы красной, овсяницы луговой, ежи сборной, райграса пастбищного, мятлика лугового, полевицы белой. Бобовые (люцерна синегибридная, клевер красный, донник белый, эспарцет песчаный, люцерна синегибридная) оказались малоустойчивыми в условиях загазованного воздуха и кислых почвогрунтов. Наиболее устойчива из них люцерна синегибридная.

Выводы

1. Территории промплощадок и санитарно-защитных зон предприятий цветной металлургии — своеобразные техногенные экотопы с экстремальными условиями существования.

2. Перспективной группой растений для биологической рекультивации газогенных пустошей являются многолетние травы.

3. Успешность интродукции многолетних трав в условиях промплощадок и санитарно-защитных зон зависит от правильного подбора их ассортимента и агротехники выращивания.

4. Посев многолетних травянистых растений непосредственно в «чистый» грунт, без нанесения покрытия из плодородного материала (почва, торф) непригоден при проведении рекультивационных мероприятий. В этом случае злаки и особенно бобовые ко 2-му — 3-му годам жизни выпадают почти полностью. Внесение в фитотоксичный субстрат минеральных удобрений и извести отдельно или совместно дает очень незначительный кратковременный эффект и рекомендовать в качестве способов мелиорации не может. Отдельное или совместное внесение в грунт минеральных удобрений и извести эффективно только на фоне землевания или торфования.

5. Лучшим агротехническим приемом при выращивании многолетних трав на территории промплощадок и санитарно-защитных зон следует считать применение почвы или торфа с внесением полного минерального удобрения и извести.

6. Улучшение роста и развития растений и повышение их продуктивности, особенно в 1-й год жизни, вызывает применение полива.

7. Экранирование из глины совместно с нанесением небольшого почвенного покрытия дает положительный эффект, но меньший, чем применение почвы или торфа совместно с минеральными удобрениями и известью.

8. Многолетние злаки более продуктивны, чем бобовые, что связано с их большей газоустойчивостью и меньшей чувствительностью к кислым субстратам и тяжелым металлам. Наиболее продуктивна из видов, участвовавших в испытании, овсяница луговая, за ней по мере уменьшения продуктивности следуют овсяница красная, ежа сборная, люцерна синегибридная, клевер красный. На коллекционном участке высокую продуктивность имел райграсс пастбищный.

ЛИТЕРАТУРА

- Аврорин Н. А.**, 1973. Эколого-статистические методы в интродукции (по опыту Полярно-Альпийского ботанического сада).— В сб.: Успехи интродукции растений. М., с. 102—113.
- Антипов В. Г.**, 1959. Газоустойчивость газонных трав.— Ботан. журн., т. 44, № 7.
- Бабкина В. М.**, 1968. Травянистые декоративные растения для озеленения территорий коксохимических заводов в степной зоне Украины.— Автореф. канд. дис. Днепропетровск.
- Богдановская-Гиенэф И. Д.**, 1926. К вопросу о семенном возобновлении в луговых сообществах.— Зап. Ленингр. с.-х. ин-та, т. 3.
- Казанцева Е. Н.**, 1966. Устойчивость некоторых злаков к фтору.— В сб.: Растительность и промышленные загрязнения. Свердловск.
- Казанцева Е. Н.**, 1967. Ассортименты газоустойчивых газонных трав.— Тр. Ин-та экологии растений и животных, вып. 54.
- Лебедев П. В.**, 1960. Влияние размещения компонентов травосмеси на ее урожай.— Бот. журн., т. 45, № 6.
- Лебедев П. В., Углов Н. П.**, 1961. Биология и агротехника лугопастбищных трав. Свердловск.
- Лукьянец А. И., Шилова И. И.**, 1979. Ландшафтно-экологическое зонирование территорий, подверженных воздействию дымогазовых выделений медеплавильных предприятий Урала.— В сб.: Человек и ландшафты. Свердловск, с. 28—31.
- Махнев А. К., Мамаев С. А.**, 1979. Итоги исследований по проблемам создания защитных и декоративных зеленых насаждений в условиях медеплавильных заводов на Урале.— В сб.: Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов. Свердловск, с. 3—48.
- Николаевский В. С.**, 1979. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск.
- Николаевский В. С., Фигер В. В., Васева Г. А.**, 1969. Метаболизм соединений углерода-14 у газонных трав и влияние на него сернистого газа.— В сб.: Газоустойчивость растений. Пермь, вып. 1, с. 57—67.
- Прокаев В. И.**, 1976. Физико-географическое районирование Свердловской области. Свердловск, ч. 1.
- Работнов Т. А.**, 1947. Определение возраста и деятельности жизни у многолетних травянистых растений.— Успехи соврем. биологии, т. 24, вып. 1(4).
- Работнов Т. А.**, 1950. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии.— В сб.: Проблемы ботаники. М.—Л., вып. 1.
- Работнов Т. А.**, 1954. Работы в области изучения жизненного цикла многолетних травянистых растений в естественных ценозах.— В сб.: Вопросы ботаники. М.—Л., вып. 2.
- Рысин Л. П.**, 1959. Об изучении жизненности у травянистых растений и кустарничков.— Бот. журн., т. 44, № 10.
- Смелов С. П.**, 1966. Теоретические основы луговодства. М.
- Сулов А. Ф.**, 1955. Возделывание луговых трав на семена.— В сб.: Повышение урожайности сенокосов и пастбищ. М.
- Bossavy I.**, 1971. Les polluants atmosphériques, leurs effets sur la végétation.— Ann. Gembloux, vol. 77, N 2, 163—173.
- Tazaki T., Ushijima T.**, 1977. The vegetation in the neighbourhood of smelting factories and the amount of heavy metals absorbed and accumulated by various species.— Veg. Sci. and Environ. Prot. Proc. Int. Symp. Prot. Environ. and Excurs. Veg. Sci. Jap. Tokio, p. 217—222.