



УДК 581.5

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К НАПРАВЛЕННОМУ ПОДБОРУ ВИДОВ ПРИ СОЗДАНИИ УСТОЙЧИВЫХ КУЛЬТУР ФИТОЦЕНОЗОВ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОТОПАХ

Н.А. Мартынова
В.К. Тохтарь

*Белгородский государственный
национальный исследовательский университет, 308007,
г. Белгород, ул. Победы 85*

*e-mail: martynova @bsu.edu.ru
tokhtar@bsu.edu.ru*

Обосновывается подход к направленному подбору перспективных видов растений на основе индикационных экологических шкал Г. Элленберга и Э. Ландольта для фиторекультивации антропогенных экотопов с известными микроклиматическими параметрами. Проведен подбор деревьев и кустарников различного географического происхождения, которые способны произрастать в условиях вскрышных пород отвалов и в пределах карьеров ГОКов Белгородской области.

Ключевые слова: интродуценты, фиторекультивация, устойчивые культурфитоценозы.

Введение

Важными минеральными ресурсами Белгородской области являются вскрышные породы Лебединского и Стойленского карьеров. Породы вскрыши отгружаются за пределы области, однако до сих пор они используются недостаточно, что приводит к их складированию в форме отвалов. Это неизбежно влечет за собой изменение ландшафтов, ускорение процессов эрозии, нарушение почвенного покрова, загрязнение воздушного бассейна, поверхностных и грунтовых вод и обеднение биологического разнообразия.

Продолжающееся ухудшение экологического состояния природной среды вызывает необходимость поиска путей и методов преодоления отрицательных последствий вмешательства человека в функционирование природных систем, включая эколого-геологические системы. Рекультивация нарушенных земель является реальным способом восстановления разрушенных экосистем, сохранения биологического разнообразия и увеличения экологической емкости территорий. В связи с этим весьма важной представляется разработка и реализация новых подходов и методов биологической рекультивации антропогенно трансформированных ландшафтов.

Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель – проблема комплексная. При ее проведении осуществляется моделирование культурфитоценозов разного направления использования, создание устойчивых, продуктивных и хозяйственно ценных защитных насаждений. Такие меры являются эффективным способом борьбы с эрозией для предотвращения ее негативного влияния.

При этом чрезвычайно актуальным становятся вопросы фитомелиоративной значимости древесных пород, используемых при лесном направлении биологической рекультивации, выявление состава и особенностей их роста и развития. Не менее важным является разработка подходов к направленному подбору ассортимента перспективных для фиторекультивации растений в зависимости от ранее установленных свойств субстрата отвалов и известных эколого-биологических характеристик видов.

Материалы и методы

Объекты исследований – деревья и кустарники, различного географического происхождения, прошедшие интродукционные испытания на территории Ботанического сада Белгородского государственного университета. В качестве эдафотопы выступали вскрышные породные отвалы ГОКа разного гранулометрического состава и про-



исхождения. В зависимости от состава почвенного грунта на территории КМА Белгородской области выделены следующие типы отвалов, с различными эрозионными процессами на них: мело-мергельные, отвалы на песчаных и песчано-меловых смесях, на черноземных и суглинистых почвогрунтах.

Ассортимент видов подбирался в зависимости от эколого-биологических свойств высаживаемых пород, лесопригодности грунта и особенностей рельефа участка.

За основу оценки экологических свойств видов были приняты индикационные экологические шкалы Г. Элленберга (Ellenberg, 1974,) и Э. Ландольта (Landolt, 1977). Оценивали характеристики: отношение растений к влажности и кислотности почвы, освещенности-затенения, к богатству почвы элементами минерального питания, к содержанию гумуса и различному механическому составу почвы.

Результаты и обсуждение

К деревьям и кустарникам, выращиваемым на отвалах, предъявляются более высокие требования, чем к растениям, используемым в зеленом строительстве. Растения должны быть не только устойчивыми к погодным условиям, но и к специфическим условиям отвалов, чтобы успешно противостоять неблагоприятным свойствам горных пород, которые формируют техногенный элювий. Они должны обладать способностью к симбиозу с микроорганизмами, развивать широкозахватную корневую систему, предотвращающую дефляцию грунтов и при этом быть высокодекоративными растениями с широким комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Фитомелиоративным эффектом на породных отвалах обладают растения с различным ареалом и экологией. Непременным условием успешности выращивания видов являются мощное развитие их поверхностной корневой системы (физический эффект закрепления подвижных масс) и способность к азотфиксации (агрохимический эффект).

Основу растительного покрова должны создавать растения с эдификаторными свойствами, способные изменять среду обитания в лучшую сторону. Исходя из экологических условий отвалов, это должны быть засухоустойчивые, олиготрофные, то есть виды малотребовательные к плодородию почвы (например, сосна обыкновенная, береза бородавчатая и др.), способные расти на почвах с небольшим гумусовым горизонтом и с высоким содержанием кислотности (рН 6.3 – 4.3) – бузина черная, бересклет бородавчатый, барбарис обыкновенный и др. (Тохтарь, 2005).

В естественных условиях отвалы и карьеры способны к естественному зарастанию травянистой растительностью. При разработке минерального сырья открытым способом лучше других зарастают лессовидные суглинки, пески и глины, - плохо зарастают меловые и известняковые отвалы. Поэтому, одновременно с посадкой древесных растений следует проводить посев многолетних трав, которые способны в короткий срок сформировать высокопродуктивное растительное сообщество и предотвратить пыление отвалов и карьеров. Чтобы получить на отвалах травяной покров санитарногигиенического назначения, следует использовать виды многолетних растений, способные быстро формировать дернину и прекращать дефлекцию субстратов. К таким видам из злаков относятся: овсяница красная, мятлик луговой, кострец безостый, полевица белая. Из бобовых целесообразно вводить донники белый и желтый – двулетние растения, обладающие хорошим семенным возобновлением. При создании травяного покрова хозяйственного значения включаются высокопродуктивные кормовые культуры: кострец безостый, овсяница луговая, житняк гребенчатый, регнерия омская, люцерна синегрибридная, эспарцет песчаный. Культурфитоценозы, формируемые на отвалах путем посева многолетних трав уже на третий год жизни дают прочную дернину, сомкнутый травостой и пригодны для сенокосения.

Посадку древесных и кустарниковых видов на отвалах, как правило, проводят в ямки или траншеи с внесением плодородной почвы. Лесная рекультивация заключается в разработке технологии выращивания леса на специфических субстратах промышленных отвалов. Предлагаемый ассортимент видов на различных типах отвалов приведен в таблице.



Таблица

Ассортимент видов на различных типах отвалов

Типы отвалов	Название растений
Мело-мергельные	<i>Berberis vulgaris</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> , <i>Caragana frutex</i> , <i>Kerria japonica</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Rosa cinnamomea</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Pinus silvestris</i>
На черноземных и суглинистых почвогрунтах	<i>Armeniaca mandshurica</i> , <i>Armeniaca vulgaris</i> , <i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Aralia elata</i> , <i>Aronia melanocarpa</i> , <i>Berberis coreana</i> , <i>B. vulgaris</i> , <i>B. thunbergii</i> , <i>Phellodendron amurense</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Euonymus verrucosa</i> , <i>E. bungeanus</i> , <i>E. europaea</i> , <i>E. alatus</i> , <i>E. atropurpurea</i> , <i>Euonymus latifolia</i> , <i>Biota orientalis</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Crataegus submollis</i> , <i>C. holmesiana</i> , <i>C. ellwangeriana</i> , <i>Sambucus canadensis</i> , <i>S. racemosa</i> , <i>Sambucus sibirica</i> , <i>S. nigra</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Gymnocladus dioicus</i> , <i>Vitis labrusca</i> , <i>Cerasus mahaleb</i> , <i>C. fruticosa</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> , <i>Gleditsia triacanthos</i> , <i>Carpinus orientalis</i> , <i>C. betulus</i> , <i>Pyrus elaeagrifolia</i> , <i>Pyrus communis</i> , <i>P. ussuriensis</i> , <i>Partenocissus quinquifolia</i> , <i>Cornus alba</i> , <i>C. sanguinea</i> , <i>C. stolonifera</i> , <i>C. siricea</i> , <i>Quercus rubra</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Picea pungens</i> , <i>Lonicera alpigena</i> , <i>L. flava</i> , <i>L. canadensis</i> , <i>L. xylosteum</i> , <i>L. olgae</i> , <i>Iberis sempervirens</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>S. fragilis</i> , <i>S. acutifolia</i> , <i>S. cinerea</i> , <i>Salix pentandra</i> , <i>S. rossica</i> , <i>S. dasyclados</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>V. trilobum</i> , <i>Caragana arborescens</i> , <i>C. frutex</i> , <i>C. pigmaea</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> , <i>Aeskulus hippocastanum</i> , <i>Kerria japonica</i> , <i>Cotoneaster lucidus</i> , <i>Cotoneaster melanocarpus</i> , <i>Acer ginnala</i> , <i>A. platanoides</i> , <i>A. campestre</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>A. tataricum</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Juniperus scopulorum</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Alnus incana</i> , <i>A. glutinosa</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>J. manshurica</i> , <i>J. cinerea</i> , <i>J. nigra</i> , <i>Artemisia abrotanum</i> , <i>Robinia viscosa</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rosa woodsii</i> , <i>Rosa acicularis</i> , <i>R. cinnamomea</i> , <i>R. multiflora</i> , <i>R. rugosa</i> , <i>R. nutkana</i> , <i>R. pendulina</i> , <i>R. glauca</i> , <i>R. canina</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Sorbus sibirica</i> , <i>Sorbaria sorbifolia</i> , <i>Securinega suffruticosa</i> , <i>Syringa joseikaea</i> , <i>S. vulgaris</i> , <i>Cotinus coggigria</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Prunus divaricata</i> , <i>Ribes alpinum</i> , <i>Ribes aureum</i> , <i>Ribes rubrum</i> , <i>R. lucidum</i> , <i>R. nigrum</i> , <i>Pinus pallasiana</i> , <i>Pinus silvestris</i> , <i>Spiraea chamaedryfolia</i> , <i>S. trilobata</i> , <i>Rhus typhina</i> , <i>Tamarix ramosissima</i> , <i>Populus alba</i> , <i>P. berolinensis</i> , <i>P. tremula</i> , <i>P. maximowiczii</i> , <i>P. simonii</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Thuja occidentalis</i> , <i>Forsythia europaea</i> , <i>Padus avium</i> , <i>P. sirotina</i> , <i>Philadelphus coranaris</i> , <i>Morus alba</i> , <i>Shepherdia argentea</i> , <i>Malus silvestris</i> , <i>Fraxinus lanceolata</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Fraxinus ornus</i>
Песчаномереловые смеси	<i>Berberis vulgaris</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> , <i>Caragana frutex</i> , <i>C. pigmaea</i> , <i>Kerria japonica</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Rosa acicularis</i> , <i>R. cinnamomea</i> , <i>R. canina</i> , <i>Cotinus coggigria</i> , <i>Pinus silvestris</i> , <i>Rhus typhina</i>
Песчаные	<i>Armeniaca mandshurica</i> , <i>Armeniaca vulgaris</i> , <i>Aralia elata</i> , <i>Aronia melanocarpa</i> , <i>Berberis vulgaris</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Biota orientalis</i> , <i>Sambucus canadensis</i> , <i>S. nigra</i> , <i>Cerasus mahaleb</i> , <i>C. fruticosa</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> , <i>Gleditsia triacanthos</i> , <i>Picea pungens</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>S. acutifolia</i> , <i>Caragana arborescens</i> , <i>C. frutex</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> , <i>Aeskulus hippocastanum</i> , <i>Acer saccharinum</i> , <i>A. tataricum</i> , <i>A. negundo</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Alnus incana</i> , <i>A. glutinosa</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>J. manshurica</i> , <i>J. cinerea</i> , <i>J. nigra</i> , <i>Physocarpus opulifolius</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rosa acicularis</i> , <i>R. cinnamomea</i> , <i>R. rugosa</i> , <i>R. canina</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Sorbus sibirica</i> , <i>Sorbaria sorbifolia</i> , <i>Cotinus coggigria</i> , <i>Prunus divaricata</i> , <i>Ribes aureum</i> , <i>Pinus pallasiana</i> , <i>Pinus silvestris</i> , <i>Rhus typhina</i> , <i>Tamarix ramosissima</i> , <i>Populus alba</i> , <i>P. maximowiczii</i> , <i>P. simonii</i> , <i>Populus x sibirica</i> cv. <i>Pyramidalis</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Thuja occidentalis</i> , <i>Forsythia europaea</i> , <i>Padus avium</i> , <i>Morus alba</i>
Откосы хвостохранилищ	<i>Salix pentandra</i> , <i>Caragana frutex</i> , <i>Kerria japonica</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Juniperus virginiana</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Juniperus scopulorum</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Physocarpus opulifolius</i> , <i>Pinus silvestris</i> .

На нанесенных черноземных и суглинистых почвогрунтах, а также песчано-меловых грунтосмесях, отнесенных к I классу эрозионной опасности, биологическую рекультивацию необходимо проводить сразу после завершения горнотехнического этапа рекультивации или формирования отвала созданием культур перечисленных в таблице с размещением деревьев 2.5 x 0,8 м., кустарников 1.5 x 0.5 м., а также проводить залужение. Это позволит через 3-5 лет полностью прекратить смыв почв.

На отвалах сухой отсыпки мело-мергельных грунтосмесей, отнесенных ко II классу эрозионной опасности, следует проводить биологическую рекультивацию в те-



чение 5 лет после формирования отвала созданием защитных насаждений из древеснокустарниковых растений, перечисленных в таблице с размещением деревьев 2.5 x 0,8 м., кустарников 1.5 x 0.5 м. и посевом многолетних трав.

На песчаных гидроотвалах, отнесенных к III классу эрозионной опасности, для быстрого предотвращения дефляции уже на горнотехническом этапе следует наносить плодородный слой почвы и сразу же создавать смешанные культуры древеснокустарниковых растений перечисленных в таблице с размещением деревьев 2.5 x 0,8 м., кустарников 1.5 x 0.5 м. и посевов многолетних трав.

На откосах хвостохранилища необходимо создавать культуры, перечисленные в таблице, которые к 5-летнему возрасту достигают 90 % противозерозионной эффективности и практически полностью прекращают смыв нанесенного суглинистого грунта.

Согласно проведенного нами анализа микроклиматических условий, складывающихся в условиях отвалов и карьеров и характеристик видов по биоиндикационным шкалам установлено, что для облесения отвалов наиболее перспективными являются следующие виды растений: лох узколистный, робиния лжеакация, карагана древовидная, облепиха крушиновая, смородина золотая, ива каспийская, а на слабозасоленных почвах также сосна обыкновенная и крымская, береза повислая, тополь белый.

Откосы отвалов из неустойчивых грунтов (пески) обсаживают корнеотпрысковыми кустарниками, предотвращающими сползание грунтов: ива каспийская, бузина чёрная и красная, барбарис обыкновенный, карагана кустарниковая.

Донные части сухих "висячих" оврагов озеленяют только засухоустойчивыми породами: ива каспийская, сумах оленерогий, скумпия кожевенная, клён татарский. Ручную обработку почвы и посадку семян проводят по отдельным местам в микрозападинах с более благоприятными лесорастительными условиями. Здесь также возможен посев семян робинии, лжеакации и клена ясенелистного по тающему снегу.

Площадки отвалов, отсыпанные потенциально плодородными породами, суглинками и их смесями с нетоксичными породами в отношении не менее 1:1, можно обсаживать плодовыми и ягодными культурами: сливой растопыренной, вишней кустарниковой, сливой колючей, розой майской и собачьей, смородиной золотой. На самых благоприятных в экологическом отношении участках могут закладываться фруктовые сады.

Используя на отвалах декоративные растения, различного географического происхождения: рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.), караганы древовидной (*Caragana arborescens* L.), боярышника Эльвангера (*Crataegus ellwangeriana* Sarg.), скумпии обыкновенной (*Cotinus coggigria* Scop.), лоха серебристого (*Elaeagnus argentes* Pursh.), бузины сибирской (*Sambucus sibirica* L.), свидины белой (*Swida alba*, *Thelycrania alba* L.), аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa* Elliot.), пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolia* Maxim.), сирени венгерской (*Syringa josikae* Yacg.), спиреи дубровколистной (*Spiraea chamaedryfolia* L.) клена татарского (*Acer tataricum* Z.), розы морщинистой (*Rosa rugosa* Thunb.) и т. д. позволяют создавать в условиях отвалов продуктивные, устойчивые, высокодекоративные культурфитоценозы. Направленный подбор перспективных интродуцентов для фиторекультивации антропогенных экотопов с заданными свойствами может быть упрощен путем использования фитоиндикационных шкал Г. Элленберга и Э. Ландольта.

Заключение

Проведенные нами исследования позволили предложить 155 видов древесных растений, различного географического происхождения, которые могут быть использованы для создания устойчивых культурфитоценозов на отвалах и карьерах ГОКов Белгородской области. Подбор видов древесных пород зависит от состава грунтосмесей, типов отвалов и крутизны склонов. В состав лесных культур необходимо вводить до 50 % кустарниковых видов. На элементах рельефа с напряженным режимом увлажнения доля участия кустарников может понизиться до 25-30%. Не рекомендуется создание однообразных насаждений на больших территориях. Предпочтительнее высадка рас-



тений небольшими массивами, группами, куртинами, с засевом расстояний между ними смесями многолетних трав.

Предварительная биоэкологическая оценка древесных и кустарниковых видов растений, проведенная на основе данных фитоиндикационных шкал Г. Элленберга и Э. Ландольта позволяет проводить эффективный направленный подбор видов, способных формировать устойчивый культурфитоценоз. Расширение ассортимента пород используемых при восстановлении территорий, применение различных составляющих и схем смешения откроют новые перспективы для защитного и рекреационного озеленения техногенных территорий.

Список литературы

1. Петин А.Н. Рациональное недропользование в железорудной провинции Курской магнитной аномалии (проблемы и пути их решения). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук – Астрахань, 2010 – 50 с.
2. Тохтарь В.К. Флоры техногенных экотопов и их развитие (на примере юго-востока Украины). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук – Киев, 2005 – 36 с.
3. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen: Goltze. 1974. 97 s.
4. Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 1996. 1096 s.
5. Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. H.64. S. 1-208.

SOME APPROACHES TO DIRECTED SELECTION OF SPECIES AT STABLE AGROPHYTOCOENOSIS CREATION IN ANTHROPOGENOUSLY TRANSFORMED ECOTOPES

N.A. Martynova
V.K. Tokhtar'

*Belgorod National
Research University, 308007,
Belgorod, Pobeda-str., 85*

*e-mail: martynova@bsu.edu.ru
tokhtar@bsu.edu.ru*

The approach to the directed selection of perspective plant species on the basis of G.Ellenberga and E.Landolta's indicator ecological scales for phytorecultivation of anthropogenous ecotopes with known micro-climatic parameters is proved. Selection of trees and bushes of a various geographical origin which are capable to grow under the open-cast mines conditions of the Belgorod region has been made.

Keywords: introduction, phytorecultivation, stable agricultural phytocoenosis.