

Д.Т.Конысбаева

Костанайский государственный педагогический институт

## УСТОЙЧИВЫЕ МОДЕЛИ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

*Мақалада Сарбай карьерындағы пайдалы қазбаларды өндіру кезінде пайдаланған модельдер мен қорытындылар ұсынылған.*

*This article offers models and results of the usage of lands while the resultivation which were destroyed while finding of natural resources on the example of Sarbay career.*

Долголетняя эксплуатация производственных территориальных комплексов приводит к деградации растительного покрова на больших площадях. Рекультивация таких земель и возвращение их во вторичный хозяйственный оборот являются социально-экологической задачей. При восстановлении нарушенных земель значение имеет выбор способа рекультивации и моделей эдафотопов, отвечающих эколого-биологическим условиям региона. Для создания на нарушенных территориях горнорудных предприятий Костанайской области (Северный Казахстан) продуктивных экологически сбалансированных сообществ многолетними исследованиями (1982–1991 гг., 1997–2003 гг.) апробированы и рекомендованы универсальные и специальные модели искусственных эдафотопов [1].

**Модель первая — основная, универсальная.** Апробирована на Лиманном отвале (Сарбайский карьер, г. Рудный) на площади в 60 га. Здесь планировалось устройство питомника из декоративных деревьев и кустарников. Технология создания эдафотопа включает первичную планировку поверхности отвалов, фитомелиоративный период, повторную планировку нанесения плодородного слоя почвенной массы [2].

При первичной планировке были проведены анализы грунтосмесей, в результате которых выяснилось, что большую часть грунта занимают геологические отложения с неблагоприятными свойствами (фитотоксичные, монодисперсные, соленосные). Необходимость покрытия их рекультивационным слоем была очевидна. Рекультивационный слой состоял из потенциально плодородного грунта и почвенного слоя. В качестве потенциально плодородного грунта использовались четвертичные супеси и суглинки. Четвертичные супеси — темно-желтого цвета, засоление отсутствует, содержат кобальт, фосфор, азот, калий, марганец и т.д. Четвертичные суглинки — коричневого цвета, засоление отсутствует, содержат азот, фосфор, калий, марганец, молибден, медь.

Разработка Сарбайского карьера проводилась валовым способом, путем складирования пород в отвалы. В связи с этим на отвалах наблюдались интенсивные просадочные процессы, следствием чего явились неровности в рельефе, способствующие эрозионным процессам, вымоканию и засолению рекультивированных земель. Уменьшение таких неровностей в рельефе достигается путем выравнивания поверхности отвалов, т.е. уполаживания и формирования уклона поверхности от 2 до 12° для естественного стока.

После стабилизации поверхности потенциально плодородными грунтами целесообразно использовать фитомелиоративный период, осуществляемый в несколько этапов. Один из них, наиболее эффективный для степной зоны — высаживание кустарников (*Elaeagnus angustifolia*, *E. argentea*, *Hippophae rhamnoides* и др.) сплошной посадкой, а между ними — семена многолетних трав (*Medicago falcate*, *Melilotus albus*, *Poa angustifolia*, *Bromus inermis*, *Agropyron repens* и др.). В связи с тем, что отвалы имеют специфические эдафические и микроклиматические условия, на субстратах с широким экологическим спектром (лессовидные суглинки) фитомелиоративный период можно осуществить в один этап — культивация долголетних сложных злаково-бобовых агроценозов, состоящих из компонентов с разными экологическими требованиями к среде (люцерна, эспарцет, кострец, житняк), их посевы и посадки проводились на разных ярусах отвалов и откосах разных экспозиций.

Варианты субстратов брали следующие:

I. Четвертичные суглинки или неогеновые пески + 10 см почвенного плодородного слоя.

II. Четвертичные суглинки + минеральные удобрения. Применение удобрений под основную обработку повышает урожайность и фитомелиоративный эффект. Наблюдая фитомелиоративный этап, выделяем некоторые особенности произрастания растений на первом и втором варианте субстратов.

На первом варианте субстрата корневые системы многолетних трав, развиваясь в верхнем слое, в первый вегетационный период ощущали дефицит влаги и только на второй год, когда корневые системы достигали более влагообеспеченного песчаного слоя, где влажность составляла 15–20 %, стали интенсивно развиваться. Семена данных травосмесей имели всхожесть 85–90 % и с помощью ветра быстро распространялись на соседние участки отвалов. В дальнейшем семена трав, выращенных на отвале, собирали и вновь высевали на подготовленные участки. Отмечено также, что с увеличением высоты яруса рост растений снижается.

На четвертичных суглинках и неогеновых песках были высажены *Caragana frutex*, *Hippophae rhamnoides*, *Ribes diacantha*, *Rosa cinnamomea*. *Caragana frutex* в первый год имела высоту не более 0,5 м. Ежегодный прирост был равен 15–20 см. К концу 5-го года жизни на борту карьера ее высота увеличилась до 1,5–1,9 м, а приживаемость составила 95 %. Однако в течение всего периода наблюдений она не дала корневой поросли, хотя обильно цвела и плодоносила, а созревшие семена, опадая, не прорастали. *Hippophae rhamnoides* развивалась более успешно, хотя высота ее не превышала 1,5–1,7 м. На 3-й год жизни на борту цвело 80 % всех растений. Плоды были 0,5 см в диаметре, желтой, оранжевой и красно-оранжевой окраски, кисло-сладкие на вкус. Ежегодный прирост у нее был не более 15 см. Она не только давала высокий урожай плодов, но и быстро распространялась корневыми побегами, которые образовали новые молодые кусты, расположенные на расстоянии до 7 м от маточного. Наиболее высокие показатели прироста отмечены у тех экземпляров *Hippophae rhamnoides*, которые произрастали в нижней части откоса, причем корневая поросль энергично распространялась снизу вверх по откосу и несколько ограниченно — сверху вниз. *Hippophae rhamnoides* оказалась перспективной культурой для закрепления рыхлых пород откоса от эрозии.

Успешно развивались на этих субстратах *Ribes diacantha* и *Rosa cinnamomea*. Первая при посадке имела высоту 30 см, а к концу 5-го года жизни — не более 80 см. *R. diacantha* в течение 5-ти лет выросла с 27 до 90 см. Ежегодно *R. cinnamomea* обильно плодоносила, и в кусте выросло 5–6 молодых побегов. Плоды были до 1,5–1,7 см в длину.

В варианте с почвенным покрытием *H. rhamnoides* росла медленнее, чем на чистых неогеновых песках. Приживаемость ее была крайне низкой (28 %), однако выжившие кусты затем росли интенсивней и оказались выше тех, которые были высажены на неогеновых песках двумя годами раньше. На жизнедеятельность *H. rhamnoides* в этом варианте существенное влияние оказали агрохимические свойства субстратов. Чернозем, завезенный из степи, имел засоление 0,45 %. Субстрат был плотным и тяжелым (глинистым и суглинистым). Влажность его в течение всего вегетационного периода на глубине до 20 см не превышала 1–7 %. Видимо, она начала интенсивно расти только после того, как ее корни дошли до дренажного слоя, обеспеченного влагой. После этого кусты начали плодоносить, плоды были крупнее (до 0,6 см), но кислые.

На втором варианте субстрата наблюдался активный рост многолетних трав, проективное покрытие составило 85 — 90 %, урожайность многолетних трав на отвале была в два раза выше, чем на естественных участках степи. Высокопродуктивный травостой был получен от смеси бобовых и злаковых культур (*Medicago falcate*, *M. romanica*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Bromopsis inermis*, *Agropyron desertorum*, *Leymus ramosus* и др.). В этом варианте злаковые не образовывали плотного растительного покрова из-за рыхлости субстрата и постоянного смыва его к подножию. Как следствие — изреживание травостоя и оголение корневых систем. В связи с этим зона кушения у злаков оказывалась приподнятой над поверхностью на 7–10 см, поэтому кусты росли кочками; проективное покрытие составляло не более 30 %.

В данном варианте из древесных и кустарников высаживали *Caragana frutex*, *Hippophae rhamnoides*, *Elaeagnus angustifolia*, *Lonicera tatarica*, *Ribes diacantha*, *Spiraea crenata* и *Rosa cinnamomea*.

На четвертичных суглинках *R. diacantha*, *R. cinnamomea* и *C. frutex* по высоте не отличались от растений, выросших на четвертичных и неогеновых песках, хотя *C. frutex* росла медленнее и имела низкую жизненность, высота ее не превышала 1–1,2 м, приживаемость составила 65 %. Прирост *R. diacantha* и *R. cinnamomea* в первые 4 года постоянно снижался, многие экземпляры выпали. Оставшиеся растения на 5-й год достигли высоты 90–110 см и имели прирост 5–12 см, плодоносили.

Менее приспособленной к условиям отвала оказалась *Lonicera tatarica*, высота которой к 5-му году была всего 45 см, а годичный прирост ее постоянно снижался. При сплошной посадке на откосе отвала, сложенного четвертичными породами, *L. tatarica* большей частью выпала, оставшиеся экземпляры приобрели стелющуюся форму с отмирающей кроной (в результате повреждения в зимний период).

На четвертичных суглинках с минеральным удобрением лучше всех развивался *Elaeagnus angustifolia*, за 5 лет выросший до 2–2,5 м. Ежегодный прирост его составлял 50–70 см, обладал высокой жизненностью, а приживаемость была равна 93 %. На 3-й год он начал плодоносить.

В этом же варианте в течение пяти лет успешно развивалась *Hippophae rhamnoides*. Она достигла высоты 1,7–1,9 м. Ежегодный прирост ее равнялся 26–40 см, плодоносила, ягоды у нее в этом варианте были крупнее.

Таким образом, в комплекс биологических приемов рекультиваций предлагается введение фитомелиоративного этапа, начинающегося с выравнивания поверхности до покрытия последних почвенным слоем. Фитомелиорация пород улучшает их физические и биологические свойства.

После относительной стабилизации поверхности необходима повторная планировка и покрытие плодородным слоем почвенной массы. На данном этапе плодородие искусственных эдафотопов зависит от толщины и качественных показателей наносимого слоя почвенной массы, т.е. от содержания гумуса. В 10 см слоя смеси гумусово-аккумулятивного и первого переходного горизонтов запасы гумуса составляют в среднем 54 (42–76) т/га.

Для создания искусственного эдафотопа с запасами гумуса, равными запасам в зональных ненарушенных почвах, необходимо нанесение 40–50 см слоя почвенной массы.

*Модель вторая — геомелиоративная.* При создании и использовании этой модели учитываются различные условия образования геологических отложений, которые формируют пестроту состава и свойств. Так, субстраты из чеганских глин и меловых супесей на Лиманном отвале Сарбайского карьера из-за своей солёности, гранулометрического состава, особенностей минералогического и химического состава требуют ряд особых агротехнических мер. Субстрат, состоящий из меловых песков, осваивается растениями медленно, поэтому его можно считать малопригодным.

В целях улучшения свойств на поверхность субстрата наносится изоляционный экран из почвенного плодородного слоя в 15–20 см. Количество видов многолетних трав не изменилось в сравнении с другими породами, хотя заметно изменение в сторону ксерофитизации. Здесь активно расселяются *Centaurea carbonata*, *Gypsophila paniculata*, *Tragopogon orientalis*, *Kochia prostrata*, *Artemisia austriaca*, *A. frigida*, *A. marschalliana*. Из кустарников на улучшенном субстрате приживается *Hippophae rhamnoides*, она достигала высоты 1,3–1,5 м, ежегодный прирост ее равнялся 24–30 см, плодоносит, но плоды были более мелкие, чем в предыдущих вариантах, поросли было мало.

При разработке модели особое внимание уделено токсичному грунту — чеганским глинам. На поверхность субстрата наносится мощный экран изоляционного слоя из четвертичных супесей в 100 см и почвенное покрытие в 10 см. В результате агротехнических работ данный грунт в настоящее время покрыт растительным покровом с проективным покрытием 30–35 %. Сообщество изреженное, видовой состав однотипный, представлен *Euphorbia virgata*, *Medicago falcate*, *M. romanica*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Bromopsis inermis*, *Agropyron desertorum*, *Onobrychis arenaria*, *Calamagrostis epigeios*, *Kochia prostrata*, *Corispermum orientale*, *Atriplex nitens*, *A. tatarica*, *Polygonum aviculare*. Из кустарниковых встречаются единичные экземпляры *Hippophae rhamnoides*, не образующие поросли, листья мельче, чем на других участках, плодоношение отсутствует. В данном варианте распускание почек и появление первых листьев у растений происходит на 3–4 дня позже, чем на других участках. У некоторых растений, как, например, у *Euphorbia virgata*, нижние листья имели ожоги.

Из высаженных травосмесей одним из перспективных видов, выполняющих противоэрозионную и мелиоративную функции, оказался *Onobrychis arenaria*. Этот вид обладает высокой приспособляемостью к данным условиям внешней среды (выносит длительную засуху, зимостойкий, долговечный). *Medicago falcate* накапливает в почве большое количество органического вещества, оказывает положительное действие на физические свойства субстрата, хорошо переносит длительную засуху. В данном варианте *M. falcate* приобрела местами стелющуюся форму, хорошо закрепляет субстрат, предохраняя его от эрозии. В течение самых жарких периодов у бобовых не наблюдалось признаков увядания. Это связано с тем, что они развивают глубокую корневую систему, уходящую в субстрат на несколько метров. Бобовые культуры выдерживают сильное засоление, имеют высокую продуктивность, способны преодолевать действие ограничивающих экологических факторов и поэтому более устойчивы в культурфитоценозах.

Рост и виды кустарников ограничивались экстремальными условиями среды. Они выпали из растущих сообществ как из-за биологических особенностей вида, так и в результате условий произрастания. Резкие колебания температуры (сильные морозы зимой, жара летом) ограничивали возможность произрастания растений. Летний зной, сопровождаемый сухими и жаркими ветрами, вызывал у некоторых видов кустарников повреждение, засыхание листьев и побегов.

Из наших наблюдений следует, что покрытие меловых супесей почвенным слоем дает положительный результат, заметно улучшает качество субстрата, изменяет плодородие от бедных (олиготрофных) субстратов до субстратов (мезотрофных) среднего уровня.

Чеганским глинам для изменения свойств от олиготрофного до мезотрофного уровня требуется мощный геомелиоративный экран. Отмечаем, что и в этом случае не всегда покрытие плодородным слоем приводит к усилению приживаемости растений, из-за сильной токсичности чеганских глин. Из этого следует, что ряд пород ввиду их токсичности в процессе селективной отсыпки необходимо закапывать в основу отвала.

Данная модель доказывает, что при вынесении на дневную поверхность геологических отложений с неблагоприятными для растений свойствами (фитотоксичными, соленосными и т.д.) последние необходимо перекрывать потенциально пригодным слоем в 50–100 см, а затем плодородным слоем почвенной массы толщиной 20 см. При этом экран частично устраняет вредные свойства подстилающих горных пород.

**Модель третья — повышенного плодородия.** Данная модель отличается от универсальной качественными и количественными свойствами насыпного слоя почвенной массы. Для создания продуктивных, экологически сбалансированных сообществ на отвалах Сарбайского карьера были проведены дополнительные агротехнические меры. На потенциально плодородных субстратах местами увеличили толщину насыпного слоя почвенной массы до 60–100 см, что ускорило почвообразовательный процесс, а также способствовало формированию сомкнутого растительного покрова, восстановлению продуктивности почв. Насыпной слой представлен высокогумусированной почвенной массой (гумусово-аккумулятивный горизонт) черноземов и темно-каштановых почв. Исследованиями установлено, что дополнительное нанесение почвенного слоя повышает урожайность злаковых, наиболее реагирующих на содержание гумуса. Из высаженных травосмесей бобовых и злаковых хорошо чувствовал и оказался устойчивым *Agropyron desertorum*, всхожесть его семян составила 95 %. Семена после созревания попадали в грунт и весной дружно проросли. Проектное покрытие на участках, где рос *A. desertorum*, на 5-й год составило 45 %. Среди испытываемых растений особо выделяется *Leymus racemosus*, распространившийся по всем опытным участкам. Он имеет среднюю высоту 60–90 см и длину колоса до 10–15 см. Образует плотную дернину и во время пыльных бурь частицы субстрата задерживаются куртинами этого растения. Из высаженных бобовых растений отмечены по приспособляемости и хорошей урожайности *Medicago falcate*, *M. romanica*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*. Выделена группа кустарников, наиболее перспективных для данной зоны при усилении почвенного слоя. Это два вида — *Elaeagnus angustifolia*, *E. argentea* и *Hippophae rhamnoides*. *Elaeagnus angustifolia* за 5 лет вырос до 2–2,5 м, ежегодный прирост его составлял 50–70 см, обладал высокой жизненностью, а приживаемость была равна 93 %, на 3-й год он начал плодоносить. *Hippophae rhamnoides* также успешно развивается: за 5 лет достигает высоту 1,7–1,9 м, ежегодный прирост составляет 26–40 см, плодоносила, ягоды были крупными. Дополнительное нанесение почвенного слоя позволяет на техногенных субстратах сформировать в течение нескольких лет многоярусное, многовидовое сообщество, в данном случае с увеличением плодородия почв урожайность культур повышается на 20–35 %.

Таким образом, данные рекультивированные земли рекомендуется использовать под сельскохозяйственные (создание сенокосов), рекреационные (озеленение отвалов и бортов карьера) зоны, создание санитарных, противоэрозийных эстетических зон.

**Модель четвертая — локальная.** Среди испытываемых растений особое место занимают плодовые и ягодные насаждения. В процессе исследований выявлены оптимальные условия для обеспечения их высокой продуктивности. Под ягодные культуры необходимо локальное внесение плодородного слоя почвенной массы чернозема (смесь гумусово-аккумулятивного слоя), в некотором случае с комплексом минеральных удобрений (NPK) в траншеи. При посадке плодовых культур практика показывает оптимальность внесения почвенной массы локально в ямы, непосредственно в корнеобитаемый слой. Площадь поверхности ямы должна составлять не менее 2,5 м. При создании данной модели плодородной почвенной массы для посадки ягодных и плодовых культур тратится в 2,5–3 раза меньше, чем при универсальной модели.

Таким образом, предлагаемые модели рекультивированных земель будут оптимизироваться, изменяться, дополняться в процессе развития добывающей промышленности и рекультивации нарушенных земель. Создание моделей позволяет использовать искусственные эдафотопы рационально, максимально учитывая биологические особенности растений, применяемых при фитомелиоративном этапе.

## Список литературы

1. *Коньсбаева Д.Т.* Формирование растительного покрова на отвалах предприятий железорудной промышленности в Северном Казахстане: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Екатеринбург, 2003. — 27 с.
2. *Чабан И.П., Забалуев В.А. и др.* Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины // Материалы Междунар. совещ. «Биологическая рекультивация нарушенных земель». — Екатеринбург, 3–7 июня 2002.

Репозиторий КарГУ