

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛСОСТОХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Материалы X всероссийской научной конференции
с международным участием
Екатеринбург, 4–7 сентября 2017 г.

Екатеринбург
2017

| | |
|--|-----|
| Глухова Е.В., Горецкая А.Г. | |
| Сохранение и восстановление растительности при фитомелиорации на деградированных землях Терского берега Белого моря | 56 |
| Glukhova E.V., Goretskaya A.G. | |
| Conservation and restoration of vegetation in phytomelioration on the degraded land of the Tersky coast of the White Sea | 57 |
| Глазнецова Ю.С., Лифшиц С.Х., Зуева И.Н., Чалая О.Н. | |
| Мониторинг восстановления нефтезагрязненных земель в таежной зоне Якутии | 63 |
| Glyaznetsova Yu. S., Lifshits S.H., Zueva I.N., Chalaya O.N. | |
| Monitoring of the remediation of oil polluted soils in the taiga zone of Yakutia | 63 |
| Данчева А.В., Залесов С.В. | |
| Рекреационная дигрессия сосновых насаждений Казахского мелкосопочника (на примере ГНПП «Бурабай») | 70 |
| Dancheva A.V., Zalesov S.V. | |
| Recreational digression of pine forests of the Kazakh Upland (by the example of snpp «Burbabay») | 71 |
| Димеева Л.А., Бекнияз Б.К., Алимбетова З.Ж. | |
| Мониторинг саксауловых насаждений на осутственном дне Аральского моря | 78 |
| Dimeyeva L.A., Bekniyaz B.K., Alimbetova Z.Zh. | |
| Monitoring of saxaul plantations in the dry seafloor of the Aral Sea .. | 79 |
| Деуреченский В.Г. | |
| Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов в Екатеринбурге | 87 |
| Dvurechenskiy V.G. | |
| The soil-ecological state of man-made landscapes in Ekaterinburg .. | 89 |
| Егорова С.Г., Шишкилов В.В. | |
| «Самород» | 96 |
| Egorova S.G., Shishkalov V.V. | |
| «Samorod» | 97 |
| Жидков А.Н., Коженков Л.Л., Мартынюк А.А. | |
| Опыт совершенствования пескомелиоративных технологий рекультивации полигонов складирования вторичных материалов промышленности | 99 |
| Zhidkov A.N., Kozhenkov L.L., Martynuk A.A. | |
| Experience in improving forest reclamation technologies for reclamation of landfills of secondary materials of industry | 100 |

Мониторинг саксауловых насаждений на осущенном дне Аральского моря

¹Л.А. Димеева, ²Б.К. Бекнияз, ³З.Ж. Алимбетова

¹Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК, Алматы,

²Международный Фонд Спасения Арала, Алматы,

³Барсакельмесский государственный природный заповедник,

Аральск, Республика Казахстан

e-mail: l.dimueva@mail.ru

Ключевые слова: мониторинг, саксаул черный, растительность, осущенное дно Аральского моря.

Аннотация: Мониторинг лесопосадок показал разное состояние саксауловых насаждений и эффективность лесомелиорации. Численность саксаула варьировала от 75 до 1400 экз./га, сохранность – от 22 до 90 (100) %. Средняя высота колебалась от 63 до 231 см; средняя площадь кроны – от 0,3 до 7 м²; среднее проективное покрытие саксаула в насаждениях – от 3 до 40 %. Численность разновозрастных сеянцев в междурядьях варьировала от 1400 до 52000 экз./га. В некоторых саксаульниках сформировался фитогенный рельеф, тем самым происходит аккумуляция песка и сдерживание его переноса. На основе индикаторов растительного покрова рекомендованы 12 участков для создания саксауловых насаждений. Предложено освоение лесомелиоративными мероприятиями территории, прилегающей к Барсакельмесскому природному заповеднику.

Monitoring of saxaul plantations in the dry seafloor of the Aral Sea

¹L.A. Dimeyeva, ²B.K. Bekniyaz, ³Z.Zh. Alimbetova

¹Institute of Botany & Phytointroduction, Almaty,

²International Fund for saving the Aral Sea, Almaty,

³State Nature reserve «Barsakelmes», Aralsk,

Republic of Kazakhstan

e-mail: l.dimeyeva@mail.ru

Key words: monitoring, black saxaul, vegetation, dry seabed of the Aral Sea.

Abstract: Monitoring of forest plantations showed a different state of saxaul stands and efficiency of forest reclamation. The number of saxaul trees in examined plots ranged from 75 to 1400 plants per ha, the safety range varied from 22 to 90 (100) %. The average height of plants changed from 63 to 231 cm; the average area of the crown – from 0.3 to 7 sq. m; the average projective cover of *Haloxylon aphyllum* – from 3 to 40 %. The number of seedlings between rows varied from 1400 up to 52,000 individuals per ha. Some saxaul stands form phytogenic hammocks where sand accumulation prevents its movement. On a basis of plant indicators were recommended 12 sites for the further creation of saxaul plantations. The area adjacent to «Barsakelmes» Nature reserve is proposed for development of agroforestry activities.

Резкое снижение уровня воды в Аральском море с 1961 г. привело к образованию новой суши на площади более 1 млн га в пределах Республики Казахстан. Основными экологическими последствиями усыхания моря стали аридизация климата, иссушение и опустынивание долины и дельты Сырдарьи, интенсивное засоление почв, изменение уровня грунтовых вод, снижение продуктивности пастбищ. Более 70 % осушенного дна моря составляют солончаки. Соль и пыль, выносимые с высохшего дна Арала, представляют опасность для здоровья местного населения. Многолетние исследования показали, что темпы есте-

ственного зарастания низкие, особенно медленно формируется растительность на полосе осушенного дна моря, отступившего после 2000-х годов. Стадия однолетних солянок, семена которых приносятся морем, недолговечна, 2–3 года, после чего наступает «пауза» в зарастании [1]. На долгие годы территории остаются без растительности, являясь источниками выноса солей. Одним из способов решения проблемы является фитомелиорация (лесомелиорация). Для осушенного дна Аральского моря лучшие результаты были получены посевом и посадкой саксаула черного (*Haloxylon aphyllum*).

С целью снижения отрицательного влияния процесса усыхания и ускорения зарашивания донных отложений первые производственные посадки и посевы саксаула на осушенном дне Аральского моря (ОДАМ) были начаты в 1988 г. Сотрудниками КазНИИ лесного хозяйства была разработана технология [2]. К 1994 г. было создано 54 тыс. га лесных насаждений. В 1995 г. работы по облесению были прекращены [3]. Лесомелиоративные работы продолжились с 2002 г. На посев и посадку саксаула выделялись бюджетные средства, а также гранты международных фондов (МФСА, GTZ/CCD, японских экологических организаций). В рамках проекта РК/ВБ/ГЭФ «Сохранение лесов и увеличение лесистости территории Республики Казахстан» работы по лесомелиорации ОДАМ проводились в 2008–2014 гг., было создано около 56,5 тыс. га насаждений. Приживаемость насаждений варьировала от 5 до 40 %. Эффективность лесомелиорации зависела от правильности выбора участков, качества посадочного и посевного материала, соблюдения технологии, погодных условий.

Мониторинг осуществлен в сентябре 2015 г. на 10 участках саксауловых насаждений 3–10(15)-летнего возраста. Для каждого участка проведены лесотаксационные измерения саксаула черного: возраст, численность, средняя высота, средняя площадь кроны, средний диаметр корневой шейки, наличие самосева; определялись общее проективное покрытие растительности, видовой состав сообщества, обилие по шкале Друде [4, 5].

Участок 1. Заложен в 2008 г. по проекту Японского экологического фонда (National Land Afforestation promotion organization of Japan). Площадь участка – 1 га. Вспашка песконакопительных борозд проводилась летом 2008 г. Расстояние между полосами – 10 м. Осенью 2009 г. был проведен посев семян саксаула. В 3-й декаде марта 2010 г. высадили 1490 экз. 2-летних сейнцев саксаула (расстояние между растениями в ряду – 0,7 м). Приживаемость сейнцев составила 72 %. Кроме того, было много всходов [4].

Результаты мониторинга 2015 г.: почвы – приморские солончаковые среднесуглинистые. Растительность: саксаульник однолетнесолянковый. Общее проективное покрытие (ОПП) растительности – 50 %. Однолетние солянки (7 видов): *Climacoptera ferganica* (sp), *C. aralensis* (sol), *Salsola nitraria* (sp), *S. australis* (sol), *Bassia hyssopifolia* (sp), *Petrosimonia triandra* (sol), *P. squarrosa* (sol). Саксаул разновозрастный – 5-летний семенной, 6-летние посадки, 1–2 летний самосев. Сохранность насаждений – 100 %. Численность – 1400 экз./га. Средняя высота – 154 см (от 70 до 255 см). Средняя площадь кроны – 1,1 м², наибольшая – 5,5 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 1,5 см, наибольший – 3,5 см. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 42 %, на участке – 40 %; однолетние солянки и самосев саксаула – 10 %. В междурядье на 3 площадках по 4 м² было отмечено в среднем 21 экз.: 2-летних сейнцев – 19 и 2 всхода 2015 г., что соответствует 52500 экз./га. Средняя высота сейнцев – 27 см.

Участок 2. Почвы – приморские солончаковые среднесуглинистые. Схема посадки: 1,5 × 4 × 30 м. Растительность: саксаульник однолетнесолянковый разреженный. ОПП растительности – 10 %. Однолетние солянки (4 вида): *Climacoptera ferganica* (sp-cop₁), *C. aralensis* (sol), *C. lanata* (sp), *Suaeda acuminata* (sol).

Возраст саксаула – 3–4 года. Средняя высота – 83,3 см (от 30 до 140 см). Средняя площадь кроны – 0,8 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 1,1 см, наибольший – 2,5 см. Численность и сохранность саксаула рассчитывалась по количеству посадочных

мест (342 экз. по В.С. Каверину) и рядов (5) на 1 га. Численность – 75 экз./га. Сохранность насаждений – 22 %. Проективное покрытие саксаула в рядах – 4,8 %, на участке – 4 %, однолетние солянки – 6 %. В междурядье – редкие сеянцы 2015 г., высотой не более 10 см.

Участок 3. Почвы – приморские солончаковые супесчаные. Схема посева: 4×30 м. Растительность: однолетнесолянковая с саксаулом. ОПП растительности – 60 %. Солянки (5 видов): *Suaeda microphylla* (sp), *S. acuminata* (кор₂₋₃), *Climacoptera ferganica* (sol-sp), *C. aralensis* (sol-sp), *Salsola australis* (sol); эфемеры (2 вида): *Strigosella circinata* (sp), *Senecio noeatus* (sol).

Возраст саксаула – 3 года. Средняя высота – 62,9 см (от 35 до 90 см). Средняя площадь кроны – 0,32 м². Диаметр корневой шейки в среднем 0,8 см, наибольший – 2,2 см. Численность – 175 экз./га. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 4,5 %, на участке – 3 %; однолетние солянки – 55–57 %. В междурядье – на площадках 25 м² в среднем отмечено шесть 1–2 летних сеянцев (2400 экз./га), что никак не связано с самосевом, так как саксаул не достиг генеративной стадии.

Участок 4. Почвы – приморские солончаковые супесчаные с небольшим навеянным песчаным чехлом. Схема посева: 4×30 м. Растительность: саксаульник разреженный с однолетними солянками. ОПП растительности – 15–17 %. Однолетние солянки (4 вида): *Climacoptera aralensis* (sp), *C. ferganica* (sp), *Suaeda acuminata* (sol), *Salsola nitraria* (sol), *S. paulsenii* (sol); сарсазан – *Halocnemum strobilaceum* (sol).

Возраст саксаула – 3 (4) года. Средняя высота – 79 см (от 45 до 250 см). Средняя площадь кроны – 0,75 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 1,1 см, наибольший – 2,9 см. Численность – 188 экз./га. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 11,3 %, на участке – 5–7 %; однолетние солянки – 10–12 %. Самосева нет, так как саксаул не достиг генеративной стадии.

Участок 5. Почвы – приморские солончаковые супесчаные с навеянным песчаным чехлом. Схема посадки: $1,5 \times 4 \times 30$ м. Растительность: саксаульник натронносолянковый. ОПП раститель-

ности – 35–40 %. Однолетние солянки (6 видов): *Salsola nitraria* (соп₁₋₂), *Climacoptera aralensis* (сол-сп), *C. ferganica* (сол-сп), *Suaeda acuminata* (сол), *Salsola paulsenii* (сп), *Horaninovia ulicina* (сол); терескен – *Krascheninnikova ceratoides* (сол).

Возраст саксаула – 3 года. Средняя высота – 89 см (от 75 до 100 см). Средняя площадь кроны – 1,3 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 1,3 см, наибольший – 1,6 см. Численность – 88 экз./га. Сохранность насаждений – 26 %. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 12 %, на участке – 5 %; однолетние солянки – 35 %. Самосева нет, так как саксаул не достиг генеративной стадии.

Участок 6. Почвы – примитивные песчаные с солевой корочкой, местами с навеянным песком. Схема посадки: 1,5 × 4 × 30 м. Растительность: саксаульник лебедовый. ОПП растительности – 30 %. Однолетние солянки (3 вида): *Atriplex pratovii* (сп), *Salsola paulsenii* (сп), *Horaninovia ulicina* (сол-сп).

Возраст саксаула – 6–7 лет. Средняя высота – 195,7 см (от 130 до 260 см). Средняя площадь кроны – 3,4 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 1,9 см, наибольший – 2,5 см. Численность – 88 экз./га. Сохранность насаждений – 26 %. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 23,7 %, на участке – 20 %; однолетние солянки – 10 %. В междурядье – разновозрастный подрост. Численность – 10 экз./25 м², т.е. 4000 на 1 га. Из них 3-летних сеянцев – 2000, 2-летних – 2000 экз./га, всходы 2015 г. отсутствуют. Средняя высота сеянцев – 83,5 см: 3-летние – 102 см; 2-летние – 65 см. Проективное покрытие самосева саксаула в междурядье – 20 %, что сопоставимо с площадью посадок.

Участок 7. Почвы – примитивные песчаные. Схема посадки: 1,5 × 4 × 30 м. Время посадки – март 2008 г. Растительность: саксаульник однолетнесолянковый. ОПП растительности – 35 %. Однолетние солянки (4 вида): *Horaninovia ulicina* (сп-соп₁), *Atriplex pratovii* (сол), *Salsola paulsenii* (сол), *Climacoptera aralensis* (сол); эфемеры (1): *Strigosela circinata* (сп-соп₁).

Возраст саксаула – 7–8 лет. Средняя высота – 185,8 см (от 90 до 240 см). Средняя площадь кроны – 2,3 м². Диаметр корневой

шейки – в среднем 2,5 см, наибольший – 4 см. Численность – 313 экз./га. Сохранность насаждений – 92 %. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 57,5 %, на участке – 10 %; однолетние солянки – 25 %. В междурядье – разновозрастный подрост. Численность – 20 экз./25 м², т.е. 8000 на 1 га. Из них – 3–4-летних сеянцев – 7200, всходов 2015 г. – 800 экз./га. Средняя высота сеянцев – 37 см (от 8 до 100 см). Проективное покрытие самосева саксаула в междурядье – 8 %.

Участок 8. Почвы – приморские солончаковые супесчаные. Схема посадки: 1,5 × 4 × 30 м. Растительность: саксаульник однолетнесолянковый. ОПП растительности – 35–40 %. Солянки (7 видов): *Climacoptera brachiata* (соп₁₋₂), *C. aralensis* (sol), *C. ferganica* (sol), *Salsola australis* (sol), *S. nitraria* (sol), *Suaeda acuminata* (sol-sp), *S. microphylla* (sol); эфемеры (1): *Strigosella circinata* (sol).

Возраст саксаула – 5 лет. Средняя высота – 113 см (от 70 до 160 см). Средняя площадь кроны – 1,26 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 1,8 см, наибольший – 2,5 см. Численность – 200 экз./га. Сохранность насаждений – 58 %. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 20,2 %, на участке – 10 %; однолетние солянки – 25–30 %. В междурядье – самосев саксаула. Численность – 14 экз./100 м² (1400 на 1 га). Средняя высота сеянцев – 27,6 см (от 12 до 50 см). Проективное покрытие самосева в междурядье – 1,8 %.

Участок 9. Почвы – примитивные песчаные. Схема посадки: 1,5 × 4 × 30 м. Растительность: саксаульник однолетнесолянковый с единичным жузгуном. ОПП растительности – 35–40 %. Однолетние солянки (4 вида): *Atriplex pratovii* (сп-соп₂), *Horaninovia ulicina* (sp), *Salsola nitraria* (sp), *S. paulsenii* (sol); кустарники (3): *Calligonum leucocladum*, *C. macrocarpum* (sol), *Nitraria schoberi* (sol); злаки (1): *Stipagrostis pennata* (sol); эфемеры (1): *Strigosella circinata* (sol).

Возраст саксаула – 10 лет. Средняя высота – 227,8 см (от 180 до 270 см). Средняя площадь кроны – 5 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 3 см, наибольший – 6,1 см. Численность –

113 экз./га. Сохранность насаждений – 36 %. Проективное покрытие саксаула в рядах составляет 45 %, на участке – 15–20 %; однолетние солянки – 20 %. Саксаул поражен галлами. В междурядье – самосев саксаула. Численность – 8 экз./25 м² (3200 на 1 га). Средняя высота сеянцев – 32 см (от 17 до 50 см). Проективное покрытие самосева в междурядье – 2 %.

Участок 10. Почвы – приморские супесчаные с навеянным песчаным чехлом. Схема посадки: 1,5 (2) × 30 м. Растительность: саксаульник однолетнесолянковый. ОПП растительности – 40–45 %. Однолетние солянки (4 вида): *Salsola nitraria* (sol-sp), *Climacoptera aralensis* (sol-sp), *C. ferganica* (sol-sp), *Suaeda acuminata* (sol).

Возраст саксаула – 10–15 лет. Средняя высота – 231 см (от 140 до 260 см). Средняя площадь кроны – 7 м². Диаметр корневой шейки – в среднем 4,6 см, наибольший – 7 см. Численность – 135 экз./га. Сохранность насаждений – 90 %. Проективное покрытие саксаула в ряду составляет 68 %, на участке – 35–40 %, однолетние солянки – 5 %. В междурядье – разновозрастный самосев саксаула. Численность – 70 экз./25 м² (28 000 на 1 га), среди которых: 5-летние – 800 экз./га, 3-летние – 2000, 2-летние – 23200, сеянцы 2015 г. – 2000 шт.

Предположительно участок был заложен в конце 90-х – начале 2000-х годов. Сформировался растительный покров, близкий к естественному. Напочвенный покров – мох и лишайники – свидетельствует о зрелости саксаульника.

Мониторинг лесопосадок на ОДАМ показал разное состояние саксауловых насаждений и эффективность лесомелиорации. Численность саксаула варьировала от 75 до 1400 экз./га, сохранность – от 22 до 90 (100) %. Средняя высота колебалась от 63 до 231 см; средняя площадь кроны – от 0,3 до 7 м²; среднее проективное покрытие саксаула в насаждениях – от 3 до 40 %. Численность разновозрастных сеянцев в междурядьях варьировала от 1400 до 52000 экз./га. В некоторых саксаульниках сформировался фитогенный рельеф 20–40 см высотой, тем самым происходит аккумуляция песка и сдерживание его переноса.

Обследованные учетные участки вышли на дневную поверхность в разные сроки: 1 – 2000 г., 2 (3) – 1990 г., 4 – 1987 г., 5 – 1988 г., 6 – 1986 г., 7 – 1988 г., 8 – 1995 г., 9 – 1986 г., 10 – 1985 г. Период континентального развития участков варьирует от 15 до 30 лет. За это время территории стали относительно лесопригодны, так как поверхностные горизонты рассолились. Естественный растительный покров является показателем экологических условий и благоприятности для проведения лесомелиорации. Индикатор наиболее благоприятных условий – лебеда Пратова (*Atriplex pratovii*). Поселение солянки натронной (*Salsola nitraria*) и бассии иссополистной (*Bassia hyssopifolia*) – также показатели подходящих условий. Виды климакоптеры (*Climacoptera aralensis*, *C. ferganica*, *C. lanata*) индицируют рассоление поверхностного горизонта, но близкое залегание засоленных почвенных горизонтов, что может отразиться на приживаемости саксаула. По этим принципам были рекомендованы 12 участков. Предложено освоение лесомелиоративными мероприятиями сектора ОДАМ, расположенного между кластерными участками Барсакельмесского природного заповедника «Каскакулан» и «Барсакельмес».

Исследования осуществлялись по проекту РК/ГЭФ/ПРООН «Повышение устойчивости системы охраняемых территорий в пустынных экосистемах через продвижение совместимых с биоразнообразием источников жизнеобеспечения внутри и вокруг охраняемых территорий».

Библиографический список

1. Курочкина, Л.Я. Ботанические исследования в бассейне Аральского моря / Л.Я. Курочкина // Проблемы освоения пустынь. – 1979. – № 3. – С. 9–18.
2. Каверин, В.С. Временные рекомендации по ассортименту пород и технологии создания мелиоративных насаждений по осушенному дне Аральского моря (Казахстанская часть) / В.С. Каверин, А.А. Колтунов,

В.А. Соловьев, А.Б. Салимов, В.П. Череватенко. – Алматы: КазНИИЛХА, 1994. – 16 с.

3. Муканов, Б.М. Облесение пустыни «Аралкум» – важное мероприятие экологического оздоровления Приаралья / Б.М. Муканов, В.С. Каверин // Сохранение биоразнообразия и перспективы устойчивого развития Приаралья и Барсакельмесского заповедника: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Арал, 2014. – С. 123–124.

4. Байзаков, С.Б. Лесные культуры в Казахстане: учебник для вузов / С.Б. Байзаков, А.Н. Медведев, С.И. Искаков, Б.М. Муканов. – Алматы: Изд-во «АгроУниверситет», 2007. – 437 с.

5. Быков, Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.

6. Димеева, Л.А. Создание защитных лесонасаждений на солончаковых пустошах Аральского побережья / Л.А. Димеева, Н. Ишида, З.Ж. Алимбетова, Г.К. Сатекеев // Международный фонд спасения Араля – 20 лет на пути сотрудничества: матер. науч.-практ. конф. – Алматы, Казахстан. Алматы: КазНАУ, 2013. – С. 145–151.

УДК 631.618

Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов в Екатеринбурге

В.Г. Двуреченский

ФГБУН Институт почвоведения
и агрохимии СО РАН (ИПА СО РАН),
г. Новосибирск, Российская Федерация,
dvi-vadim@mail.ru

Ключевые слова: групповой и фракционный состав железа, эмбриоземы, направленность почвообразования, техногенные ландшафты

Аннотация: высокие темпы развития горнодобывающей промышленности привели к увеличению площадей техногенных почв. Естественная регенерация экологических функций