

УДК 551.451.8:912(57)

МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ САКСАУЛА ЧЕРНОГО (*HALOXYLON APHYLLUM*) НА ГИДРОМОРФНЫХ СОЛОНЧАКАХ ОБСОХШЕГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ¹

© 2013 г. Ж.В. Кузьмина*, С.Е. Трешкин**

*Институт водных проблем РАН

Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3. E-mail: jannaKV@yandex.ru

**Российская академия сельскохозяйственных наук

Россия, 117218 Москва ГСП-7, ул. Кржижановского, д. 15, корп. 2. E-mail: biost@yandex.ru

Поступила 18.12.2012

Представлен анализ результатов мониторинга роста и развития саксаула черного в рядовых широкополосных посадках через 1.5 м в зависимости от разной степени засоления почвы и положения уровня грунтовых вод в опытах по фитомелиорации (2004-2011 гг.) на гидроморфных солончаках образованных на месте обсохшего дна Аральского моря.

Ключевые слова: саксаул (*Haloxylon aphyllum*), показатели роста растений, уровень грунтовых вод, засоление почв, солончаки.

Катастрофическое развитие Аральского кризиса (Novikova et al., 2001) привело к образованию в 2001 году трех отдельных водоемов вместо единой акватории Аральского моря и к возникновению обширных оголенных солончаков на бывшем дне. Позже, в июне-июле 2009 года произошло полное высыхание основной наибольшей по площади Восточной части Арала (Кузьмина, Трешкин, 2009а; Трешкин, 2011). Возникла проблема предотвращения пыльных бурь и выноса солей с обсохшего дна Аральского моря (Семенов и др., 2006), решение которой тесно связано с рекультивацией солончаков путем фитомелиорации (Каверин, Салимов, 2000; Кузьмина, Трешкин, 2007, 2009а, б; 2010). Работы по фитомелиорации автоморфных солончаков морского и пойменного происхождения проводились авторами в Южном Приаралье в 2002-2011 гг. совместно с Институт биоэкологии Академии наук Республики Узбекистан при финансовой поддержке Университета им. Бен-Гуриона (Израиль), фонда USAID (США) и Европейской комиссии (Кузьмина и др., 2004; Кузьмина, Трешкин, 2007, 2009а, б, 2010, 2011; Трешкин, 2011). Однако, в данной статье приводится анализ результатов многолетнего мониторинга посадок саксаула черного на гидроморфных солончаках вновь образованной на дне Аральского моря суши при первоначальном неглубоком залегании грунтовых вод (0.5-0.7 м).

Материалы, методы, условия культивирования

В данной статье речь пойдет о мониторинге роста и развития только одного вида галофитных растений применяемых в фитомелиорации солончаков – о саксауле черном. Рассматриваются два модельных участка на обсохшем дне Аральского моря, которые освободились из-под воды в 2000-2001 гг. и имели первоначально – в период посадки – в декабре 2004 г. различный уровень грунтовых вод (УГВ). Участки расположены приблизительно в 45 км (дальний – № 1, фото 1) и в 42 км (ближний – № 2, фото 2) севернее пос. Муйнак на обсохшем суглинисто-песчаном дне Аральского моря. Они характеризовались слаборазвитыми несформированными почвами, которые представляли собой гидроморфные солончаки, образовавшиеся в результате обсыхания моря при неглубоком залегании УГВ с поверхностной плотной соляной корочкой. Первый участок (№ 1) – дальний на момент посадки растений имел УГВ 0.5 м и географические координаты 44° 09' 31.30"-

¹ Работа выполнена в рамках темы 1.3 фундаментальных исследований ИВП РАН “Разработка научных основ теории формирования качества вод суши, методов исследования динамики водных и наземных экосистем, совершенствование комплексного мониторинга водных объектов“ (2013 г.) с финансовой поддержкой Европейской Комиссией научной программы CALTER “Многолетняя программа исследований по мониторингу эоловой эрозии почв в Центральной Азии” 2005-2010 гг.

44° 09' 26.40" -44° 09' 27.80" -44° 09' 31.9" с.ш. и 58° 51' 58.50"-58° 52' 04.60"-58° 52' 02.40"-58° 51' 57.60" - в.д., второй участок (№ 2) – ближний отличался более глубоким УГВ (0.7 м) с координатами 44° 02' 31.49"-44° 02' 36.62"-44° 02' 37.16"-44° 02' 27.56" с.ш. и 58° 44' 51.12"-58° 44' 48.61"-58° 44' 56.43" -58° 44' 54.00" в.д. Основные работы по посадке саксаула черного проводились Муйнакским лесхозом Республики Каракалпакстан при финансовой поддержке Франции в декабре 2004 г.



Фото 1. Грядовые посадки саксаула черного на участке № 1 в 45 км к северу от пос. Муйнак, 31.08.2011 г.
Photo 1. Ridge plantings of black haloxylon grown in areas No 1, 45 km north Muynak village; August 31, 2011.



Фото 2. Грядовые посадки саксаула черного на участке № 2 в 42 км к северу от пос. Муйнак, 01.09.2011 г.
Photo 2. Ridge plantings of black haloxylon grown in areas No 2, 42 km north Muynak village; September 01, 2011.

Посадки проводились механизированным и ручным способом стандартным широкорядным методом: ширина между рядами составляла 10 м. Механизировано в каждом ряду делалось углубление на 25-30 см для удаления поверхностной солончаковой корки и последующего сбора атмосферных осадков. Затем вручную через каждые 1.5 м высаживались саженцы саксаула одного года. Никакого дополнительного обводнения или ухода за посадками в дальнейшем не проводилось. Ввиду чрезвычайной удаленности опытных участков от населенных пунктов на рассматриваемых территориях полностью отсутствует прямое антропогенное воздействие: нет выпаса, рубок или рекреационного воздействия. После высадки растений опытные территории можно считать находящимися в условно-естественном режиме развития, поскольку данная территория подвержена лишь косвенному воздействию – неверной региональной водохозяйственной деятельности, в результате которой обсохло Аральское море. В данной работе оцениваются также результаты

развития первого успешного самосева саксаула от плодоносящих растений из рассматриваемых опытных посадок двух участков. Основной анализ роста и развития саксаула в данной статье приводится для двух возрастов саксаула – 5.5 и 7 лет, т.е. спустя 4.5 года и 6 лет после высадки растений. Для анализа роста и развития растений саксаула для каждого из возрастных периодов измерялась высота растения, его диаметр кроны и диаметр его корневой шейки. Кроме того, устанавливалось засоление почв, положение и минерализация грунтовых вод в каждый из периодов для каждого из участков в трехкратной последовательности.

Результаты и обсуждение

Территория на которой рассматриваются два модельных участка характеризуется постепенным плавным обсыханием с понижением грунтовых вод от года к году. К сожалению, данных по засолению почв и грунтовых вод на данных участках в год посадки и спустя несколько последующих лет отсутствуют, поскольку авторы статьи не принимали участия на первых этапах работ. На участке №1 наши данные по засолению почв и ГВ получены в мае 2008 года и в сентябре 2011 г., а на участке №2 – в мае 2010 г. и в сентябре 2011 г.

В мае 2008 года на дальнем участке №1 УГВ достигал 150 см, а на участке №2 – 70 см. В мае 2010 года УГВ на участке 2 понизился до 160 см, а в сентябре 2011 года упал до 210 см. В то время как на участке 1 УГВ колебался совсем слабо и к сентябрю 2011 года он понизился лишь до 165 см, что связано с особенностями высыхания Восточной части Аральского моря. При этом грунтовые воды характеризовались очень сильным засолением, которое на дальнем участке (№1) было всегда выше и достигало 28.1-30.0%², в то время как на участке №2 только 18.1-24.6%.

На участке №1 (при УГВ=150 см) средневзвешенное засоление почв 02 мая 2008 года достигало 0.7-1.0% для разных разрезов, при этом почвы были достаточно равномерно и сильно минерализованы во всех горизонтах, однако, с поверхности (0-25 см) засоление было чуть выше – 1.4-1.6%, в средней части (25-60 см) почвенный профиль рассолялся до 0.3-0.6%, в то время как в более нижних горизонтах засоление вновь возрастало до 0.7-0.9%.

На участке №2 (при УГВ=160 см) средневзвешенное засоление почв 03 мая 2010 года достигало 1.5%; при этом в первых 30 см почвы имели высокую минерализацию – засоление горизонтов составляло от 2.8 до 3.3%, в средней части профиля (31-100 см) почвы были слегка рассоленными – 0.9-1.6% и в нижних горизонтах (101-160 см) минерализация составляла 1.2-1.3%.

Средневзвешенное засоление почв на участке №1 в сентябре 2011 г. при глубине УГВ 165 см значительно возросло и достигло 1.6%, при этом колеблясь в разных горизонтах от 2.4% с поверхности до 1.1-1.9% в более глубоких горизонтах. В это же время (09.2011) на участке №2 при более глубоком залегании УГВ (210 см) средневзвешенное засоление почв было в полтора раза ниже, достигая 1.0%; при этом в верхних горизонтах (0-4 см) засоление почв составляло 5.2-5.3%, в то время как в средних горизонтах (12-149 см) – лишь 0.2-0.9% и в самых нижних (150-200 см) – вблизи сильно минерализованных ГВ – 1.7-2.1%.

Известно, что в первый год посадки по глубине залегания ГВ территории двух анализируемых участков отличались не сильно. На первом участке ГВ (0.5 м) располагались выше на 20 см к поверхности чем на втором (0.7 м). Можно предположить, что изначально (в период посадки – зимой 2004 г.) засоление почв и минерализация грунтовых вод на двух участках была очень высокой, поскольку обсыхание территории произошло только в 2000-2001 гг.

Анализ наших данных показал, что в 2008-2010 гг. положение УГВ и засоление почв на двух рассматриваемых участках несколько отличалось. Участок №1 имел более близкие к поверхности (150 см) и более минерализованные (30.0%) ГВ с менее засоленными почвами (до 1% по ср. взв. зас.) по сравнению с участком №2, который в это время имел менее минерализованные ГВ (18.0%) с чуть более глубоким их залеганием (160 см) и более засоленные почвы (1.5% по ср. взв. зас.).

К осени 2011 года УГВ и засоление почв на участке №2 значительно понизились (УГВ до 210 см, ср. взв. засоление – до 1.0%), в то время как на участке №1 показатели положения УГВ понизился лишь немного, а засоление почв значительно повысилось (было 150 см и 1.0%, стало

² Засоление приводится в процентах по сухому остатку водной вытяжки.

165 см и 1.6%). В тоже время структура солевого профиля почв на двух участках изменилась одинаково, однако, не очень сильно. Из почти равномерно засоленных солончаков по всему профилю с максимальным засолением в первых 30 см почвы двух участков к осени 2011 года превратились в солончаки более рассоленные в средней части профилей, а их поверхностный горизонт максимального накопления солей сократился по мощности (до 4 см). Таким образом, осенью 2011 года на участке № 1 показатели положения ГВ и их минерализации немного понизились (на 15 см и 1.9% соответственно), в то время как средневзвешенное засоление почв значительно возросло (на 0.6-0.9%). В это же время на участке № 2 положение ГВ и средневзвешенное засоление почв значительно понизились (на 50 см и 0.5% соответственно), а минерализация ГВ повысилась (на 6.6%) таким образом, что стала близка к таковой на участке № 1. К осени 2011 года участки отличались по положению ГВ и засолению почв, но стали близки по минерализации ГВ. На участке № 2 условия стали более благоприятными: с меньшим засолением почв и оптимальным положением минерализованных ГВ – более заглубленным (210 см), в то время как на участке № 1 минерализованные ГВ находились ближе к дневной поверхности и продолжали существенно засаливать почву под посадками саксаула.

Рассмотрим теперь особенности развития посадок и самосева саксаула черного на двух модельных участках.

Приживаемость растений на участке № 2 с более благоприятными условиями местообитания в широких грядовых посадках через 1.5 м составила 52%. Как видно на рисунке 1 основная масса растений саксаула в возрасте 5.5 лет на участке № 2 имела высоту от 110 до 260 см, при этом основной диаметр кроны у этих растений лежит в пределах от 90 до 270 см, а диаметр корневой шейки составляет от 1.5 до 6 см.

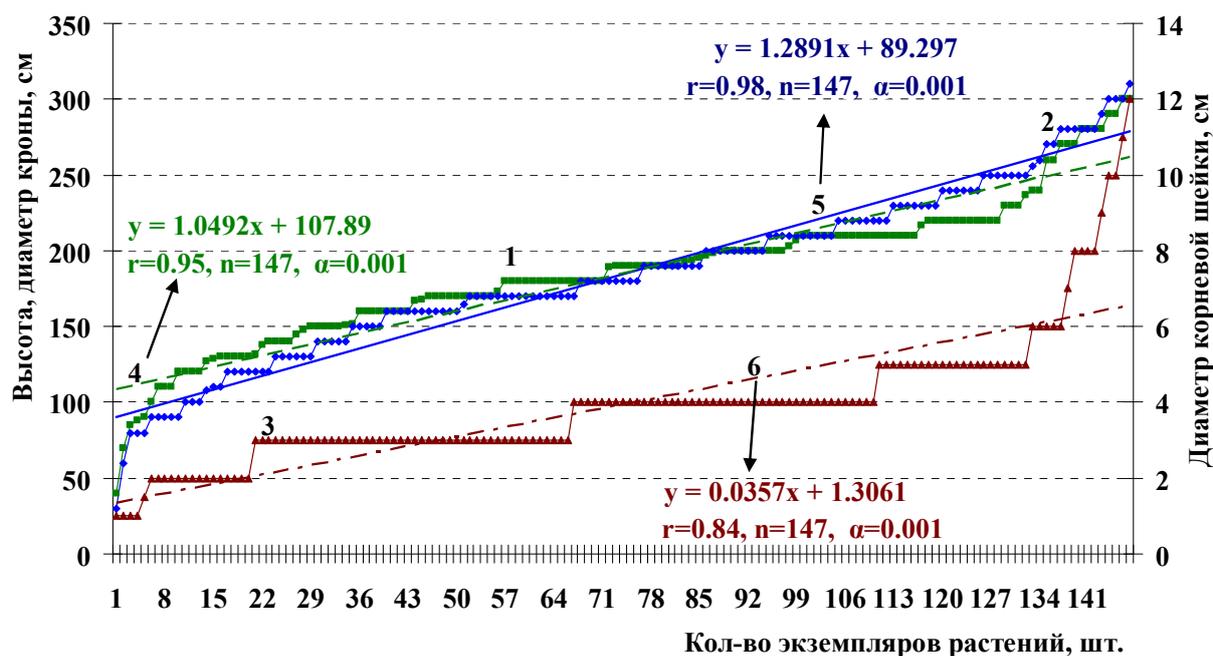


Рис. 1. Распределение высот растений, диаметров крон и диаметров корневой шейки (отсортированных независимо друг от друга параметров) в посадках саксаула через 1.5 м в возрасте 5.5 лет в начале мая 2010 г. на участке 2 обсохшего (в 2000 г.) дна Аральского моря. Условные обозначения для рисунков 1, 2 и 4: 1 – высота растений саксаула в см; 2 – диаметр кроны растения в см; 3 – диаметр корневой шейки в см; 4, 5, 6 – линейные тренды основных параметров роста растений с их формулами и коэффициентами корреляции.

Fig. 1. Distribution of plant heights, diameters of crown and root collar (sorted out regardless of the parameters of one another) in haloxylon plantings within 1.5 m of one another at the age of 5.5 years in the beginning of May 2010 in area N2 of the dried bottom of the Aral Sea (dried in 2000). Symbols for Figures 1, 2, and 4 are as follows: 1 – height of haloxylon plant, cm; 2 – diameter of crown, cm; 3 – diameter of root collar, cm; 4, 5, 6 – linear trends of main parameters of plant growth with formulas and correlation coefficients.

Средние показатели высоты, диаметра кроны и диаметра корневой шейки для саксаула в этих посадках в возрасте 5.5 лет, т.е. спустя 4.5 года после посадки на обсохшем дне Аральского моря составили 186, 185 и 4 см соответственно. Как видно из рисунка 1 распределения показателей высоты растения и диаметра кроны очень равномерные и не отличаются безусловным преобладанием значений высоты над диаметром. При этом в возрасте 7 лет саксаул на этом же участке имел уже другое распределение высоты и диаметра крон растений. С возрастом рост растений в высоту замедлился, а рост диаметра крон увеличился. 7 летние растения на этом же участке имели высоту основной массы растений от 150 до 340 см, диаметр их кроны от 160 до 360 см и диаметр их корневых шеек от 4 до 15 см при средних показателях 242, 264 и 9 см соответственно. Как видно (рис. 1 и 2), в более позднем возрасте у саксаула горизонтальная составляющая роста начинает преобладать на вертикальной. При этом вне зависимости от возраста растений по фактическим натурным данным роста саксаула (в соответствии с высотой, диаметром кроны и диаметром корневой шейки для каждого из растений) более плавно и равномерно возрастают значения высот растений ($r=0.95$, $n=147$, $\alpha=0.001$ для 5.5-летних и $r=0.96$, $n=181$, $\alpha=0.001$ для 7-летних растений) по сравнению со значениями диаметров их крон ($r=0.70$, $n=147$, $\alpha=0.001$ для 5.5-летних и $r=0.64$, $n=181$, $\alpha=0.001$ для 7-летних растений) и диаметров их корневых шеек ($r=0.48$, $n=147$, $\alpha=0.001$ для 5.5-летних и $r=0.61$, $n=181$, $\alpha=0.001$ для 7-летних растений). Как видим, основное прирастание диаметров корневых шеек у саксаула активизируется после шестилетнего возраста, когда за 1.5 года приросло в среднем 5 см в диаметре, в то время как за предыдущие 5.5 лет – только 4 см.

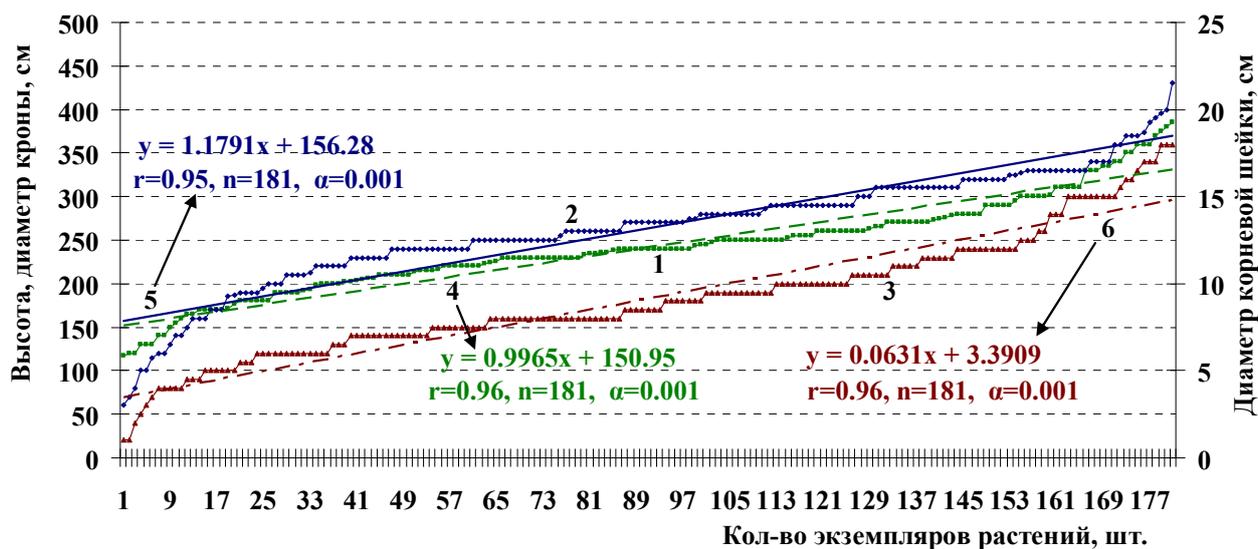


Рис. 2. Распределение высот растений, диаметров крон и диаметров корневой шейки (отсортированных независимых друг от друга параметров) в посадках саксаула через 1.5 м в возрасте 7 лет в начале сентября 2011 г. на участке 2 обсохшего (в 2000 г.) дна Аральского моря. **Fig. 2.** Distribution of plant heights, diameters of crown and root collar (sorted out independent parameters) in haloxylon plantings within 1.5 m of one another at the age of 7 years in the beginning of September 2011 in area N2 of dried bottom of Aral Sea (dried in 2000).

В тоже время в более молодом возрасте диаметр корневой шейки саксаула достоверно не очень сильно зависит от высоты растения ($r=0.52$, $n=147$, $\alpha=0.001$ для 5.5-летних) и совсем слабо коррелирует с диаметром его кроны ($r=0.30$, $n=147$, $\alpha=0.001$ для 5.5-летних). В то время как в более позднем возрасте (в 7 лет), когда горизонтальная составляющая роста в посадках саксаула начинает преобладать над вертикальной составляющей, корреляционные зависимости диаметра корневой шейки от высоты растений ($r=0.64$, $n=181$, $\alpha=0.001$) и от диаметра его кроны ($r=0.46$, $n=181$, $\alpha=0.001$) начинают увеличиваться. Однако, как видим все равно наибольшая зависимость роста корневой шейки наблюдается от высоты растений. В тоже время зависимость высоты растений саксаула от диаметра его крон в двух рассматриваемых возрастах (5.5 и 7 лет) имеют достаточно высокую

достоверную корреляцию ($r=0.67$, $n=147$, $\alpha=0.001$ для 5.5-летних и $r=0.64$, $n=181$, $\alpha=0.001$ для 7-летних растений (рис. 3 а, б).

В ходе исследований было установлено, что участок № 1 по характеристикам положения и засоления ГВ и почв был менее благоприятным, по сравнению с участком № 2, в то время как метод и агротехника посадок были на обоих участках идентичны. Такое положение существенно отразилось на развитии высаженных растений и формировании у них полноценной кроны. После посадки приживаемость саксаула на участке № 1 составила 32%, т.е. в полтора раза ниже чем на участке № 2, а средние показатели высоты растений, их диаметров крон и диаметров их корневых шеек в мае 2008 г. – в возрасте 4.5 года (спустя 4 года после посадки) составляли здесь 138.5, 154.0 и 1 см соответственно. При этом основная масса растений имела в высоту от 50 до 152 см с диаметром кроны от 100 до 175 см и с диаметром корневой шейки от 0.5 до 3.5 см. К осени 2011 г., т.е. в возрасте 7 лет основная масса растений на участке № 1 имела высоту от 65 до 220 см, диаметр кроны от 90 до 270 см (рис. 5а) и диаметр корневой шейки от 3 до 10 см (рис. 4) при средних показателях 157.9, 191.4 и 6.9 см соответственно. Таким образом, в возрасте 7 лет на участке с худшими условиями среды, посадки саксаула оказались в 1.5 раза мельче, чем на участках с более благоприятными условиями местообитаний, они не добрали в росте и в диаметре кроны примерно по 1 м, а их стволы были тоньше на треть (фото 1 и 2).

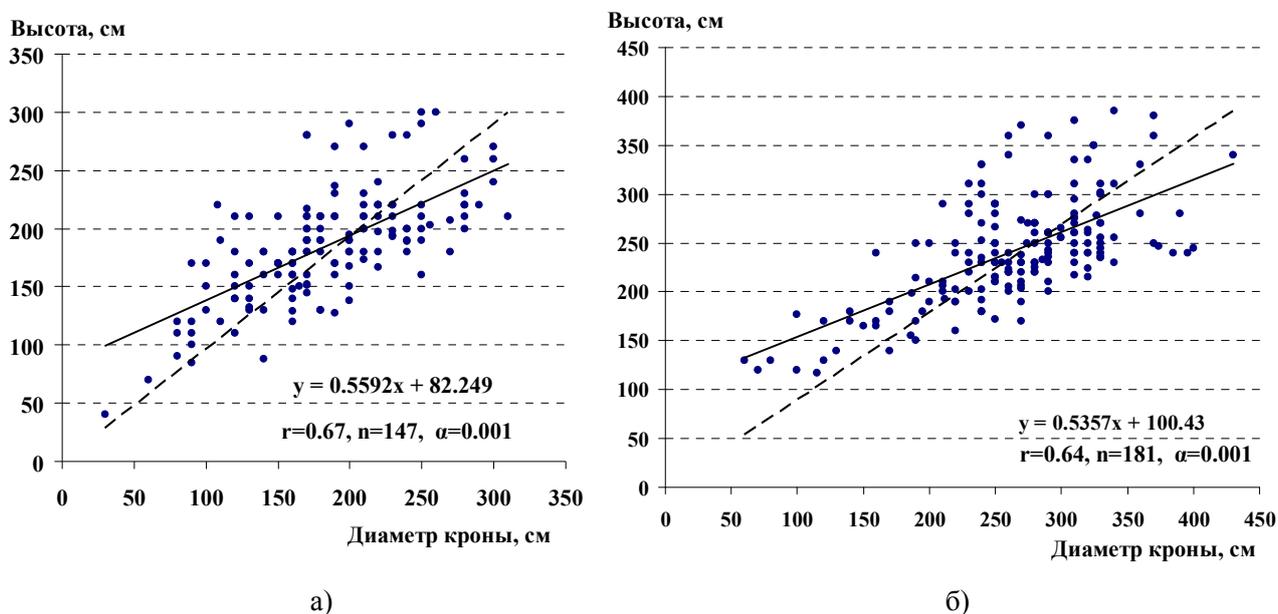


Рис. 3. Зависимость диаметров кроны от высоты растений саксаула черного в разном возрасте: в 5.5 лет – а) и в 7 лет – б) на гидроморфных солончаках на участке 2 обсохшего (в 2000 г.) дна Аральского моря. Условные обозначения для рисунков 3 и 5: точка – элемент фактической выборки, сплошная линия – линейный тренд выборки с его уравнением и коэффициентом корреляции (r), пунктирная линия – прямая прямо пропорциональной зависимости $y=x$ (для сравнения отклонения тренда). **Fig. 3.** Dependence of crown diameter on height black haloxylon plants of different ages: (a) 5.5 years, (b) 7 years; Haloxylon plants were grown on hydromorphic alkaline soils of area N2 of dried bottom of Aral Sea (dried in 2000). Symbols for Figures 3 and 5 are as follows: points correspond to the element of the actual sample; continuous line shows linear trend of sample with its equation and correlation coefficient (r); dotted line shows the direct dependence $y=x$ (in order to compare the trend fluctuation).

Нужно отметить также, что разница в условиях местообитаний двух участков не отразилась на изменении возраста первого успешного плодоношения саксаула черного на гидроморфных солончаках, однако, существенно повлияла на количество, качество и сохранность самосева саксаула, который наблюдался нами в апреле-мае 2010 г. и осенью 2011 г. от осеннего плодоношения посадок 6-летнего возраста.

Так, всходы саксаула в возрасте 3 месяцев в начале мая 2010 г. на участке № 2 имели в основной

массе высоту от 2 до 9 см, при этом средняя, максимальная и минимальная высота растений из этой измеренной выборки ($n=558$) составляли 6.3, 10 и 1 см соответственно, а кривая изменения высот самосева растений достоверно подчинялась полиномиальному тренду 4-го порядка ($y=-2E-10x^4+3E-07x^3-0.0001x^2+0.036x+2.12$, $r=0.99$, $n=558$, $\alpha=0.001$). К осени 2011 г. основная масса самосева саксаула на участке № 2 выросла и достигла высот от 27 до 109 см, а средние, максимальные и минимальные значения высоты 1.5-годовалых растений ($n=102$) составили 62.0, 109 и 20 см соответственно.

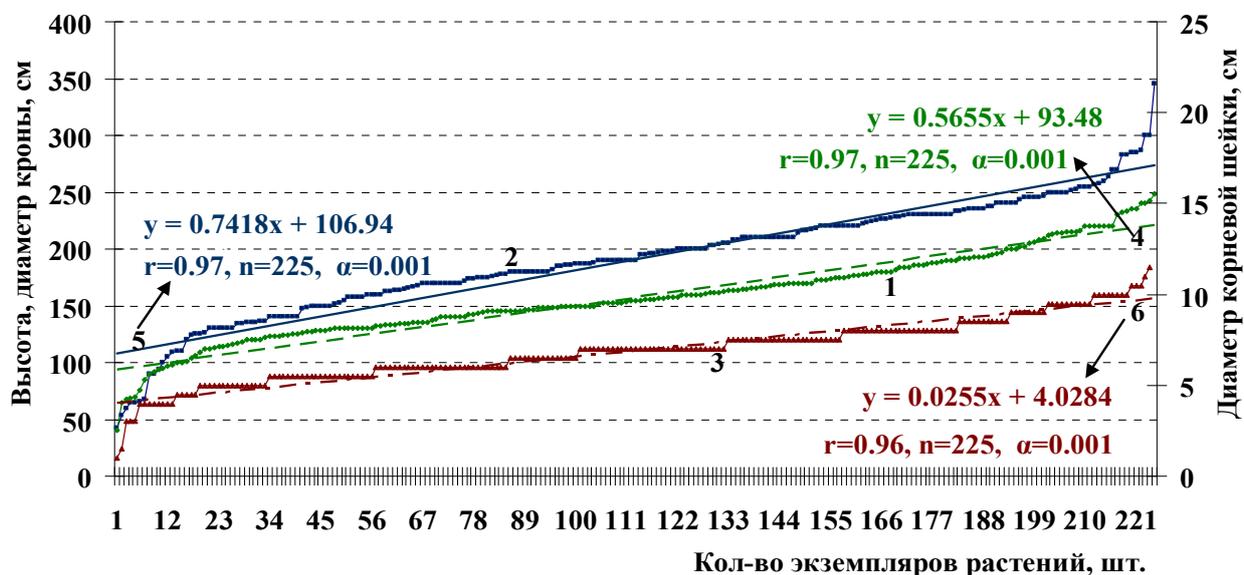


Рис. 4. Распределение высот растений, диаметров крон и диаметров корневой шейки (отсортированных независимых друг от друга параметров) в посадках саксаула через 1.5 м в возрасте 7 лет в начале сентября 2011 г. на участке № 1 обсохшего (в 2000 г.) дна Аральского моря. **Fig. 4.** Distribution of plant heights, crown and root collar diameters (sorted out independent parameters) in Haloxylon plantings within 1.5 m of another at the age of 7 years in the beginning of September 2011 in area No 1 of the dried bottom of the Aral Sea (dried in 2000).

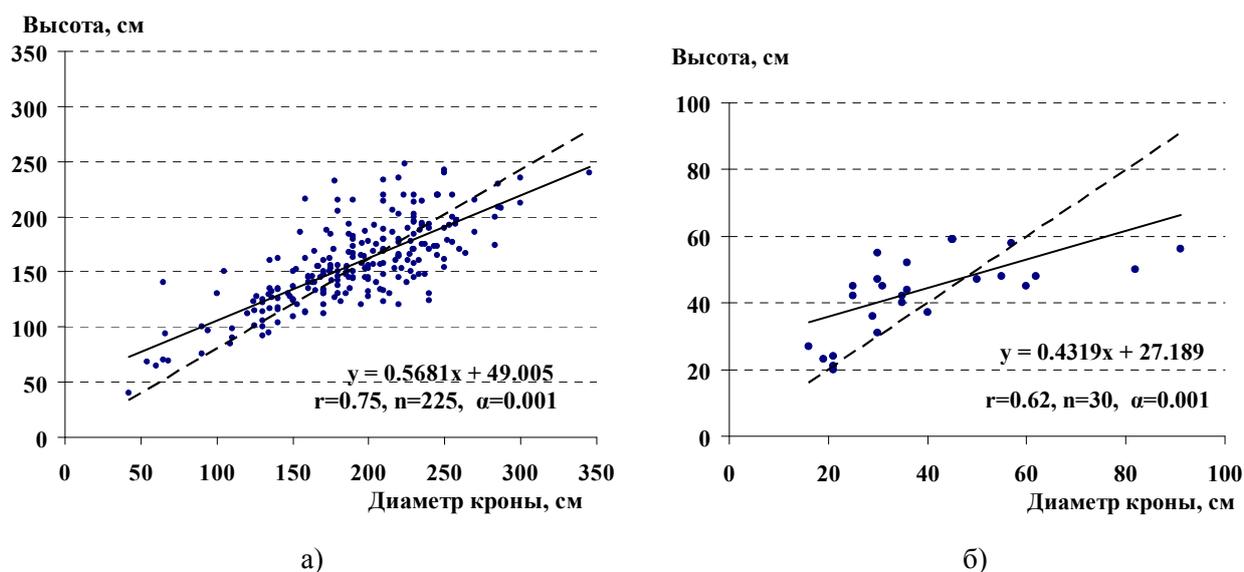


Рис. 5. Зависимость диаметров кроны от высоты растений саксаула черного в разном возрасте: 7 лет на участке №1 – а) и в 1.5 года на участке № 2 – б) на гидроморфных солончаках обсохшего дна Аральского моря.

Fig. 5. Dependence of crown diameter on height of black haloxylon plants of different ages: 7 years old in area No 1 (a) and 1.5 years old in area N2 (b); Haloxylon plants were grown on hydromorphic alkaline soils of dried bottom of Aral Sea.

Тренд изменения высоты растений остался прежнего типа ($y = -7E-05x^4 + 0.0086x^3 - 0.3191x^2 + 5.5162x + 9.87$, $r = 0.99$, $n = 102$, $\alpha = 0.001$).

Кривая изменения высот самосева саксаула в возрасте 1.5 года на участке № 1, в менее благоприятных условиях, в сентябре 2011 г. так же подчинялась полиномиальному тренду 4-го порядка ($y = 2E-07x^4 + 5E-05x^3 - 0.0026x^2 + 0.0508x + 3.42$, $r = 0.96$, $n = 138$, $\alpha = 0.001$), а основная масса растений этого участка была существенно (в 6.5 раз) ниже, чем на участке № 2 и имела высоты от 4 до 16 см, при том, что средняя, максимальная и минимальная высота самосева составила 9.5, 30 и 3 см соответственно.

Весной 2010 года на участке № 2 было зарегистрировано огромное количество семян 3-х месячного возраста. На стандартной модельной площадке 1 м² их насчитывалось в среднем 245 штук (от 208 до 350 шт.), в то время как на участке № 1 их было в 2-4 раза меньше.

К осени 2011 года на участке № 1 на стандартной площадке 1 м² сохранилось в среднем по 46 семян (от 38 до 61 шт.) в возрасте 1.5 года. В это же время на участке № 2 на аналогичной площадке осталось таковых в среднем по 40 семян (от 30 до 48 шт.; рис. 5б). Таким образом, видно, что благоприятные условия местообитаний благотворно влияют только на количество и всхожесть самосева, при этом его сохранность, по-видимому, в большей степени зависит от погодных условий.

Выводы

1. В изменяющихся условиях обсыхающего дна Аральского моря на рост и развитие саксаула черного на гидроморфных солончаках с сильноминерализованными грунтовыми водами определяющее положительное влияние имеют тенденции понижения УГВ и снижения засоления почв. На гидроморфных солончаках с меньшим засолением почв и более заглубленными грунтовыми водами показатели роста, приживаемости, сохранности и семенного возобновления саксаула значительно выше.

2. На гидроморфных солончаках в первые годы после посадки основной рост растений саксаула черного наблюдается в вертикальном направлении, в то время как с возрастом горизонтальная составляющая роста начинает преобладать над вертикальной. После 6-летнего возраста саксаул начинает более активно увеличивать диаметр кроны, в то время как рост в высоту замедляется.

3. Основное увеличение диаметра корневой шейки в посадках саксаула на гидроморфных солончаках отмечается также после 6-летнего возраста. Наибольшая корреляционная зависимость роста корневой шейки наблюдается от высоты растений, причем с возрастом посадок зависимость достоверно повышается.

4. На гидроморфных солончаках морского происхождения вне зависимости от возраста растений в зависимых данных (высота–диаметр кроны–диаметр корневой шейки) более плавно и равномерно возрастают показатели высот растений по сравнению с показателями диаметров их крон и диаметров их корневых шеек.

5. Первое успешное семенное возобновление от плодоносящих высаженных растений саксаула черного наблюдалось на гидроморфных солончаках в возрасте 6 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Каверин В.С., Салимов А.-Б.А. 2000. Перспективные улучшения экологической обстановки на осушившемся дне Аральского моря методами лесомелиорации // Новости науки Казахстана. Алматы. № 1. С. 13-21.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2007. Рекультивация солончаков обсохшего дна Аральского моря в изменяющихся климатических условиях // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Екатеринбург: Издательство Уральского университета. С. 391-408.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2009а. Влияние быстроменяющегося климата Приаралья на фитомелиорацию солончаков // Аридные экосистемы. Т. 15. № 3 (39). С. 46-58.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2009б. Формирование растительности на солончаках обсохшего дна Аральского моря в изменяющихся климатических условиях // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. Т. 35. № 1. С. 32-35.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2010. Влияние климатических флуктуаций и способов посадки галофитных кустарников на результаты фитомелиорации солончаков Приаралья // Аридные экосистемы. Т. 16. № 3 (43). С. 67-76.

- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2011. Результаты многолетнего мониторинга развития галофитных растений на солончаках Приаралья // Аридные экосистемы. №3 (48). С. 23-37.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Мамутов Н.К. 2004. Влияние климатических изменений и полива на формирование растительности опытным путем в обсохшей части Аральского моря // Аридные экосистемы. Т. 9. № 21. С. 82-94.
- Семенов О.Е., Шапов А.П., Галаева О.Е., Идрисова В.П. Ветровой вынос и песчано-солевые выпадения с осушенной части дна Аральского моря // Аридные экосистемы. № 29. Том. 12. 2006. С. 47-58.
- Трешкин С.Е. 2011. Деградация тугаев Средней Азии и возможности их восстановления. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Волгоград. 444 с.
- Трешкин С.Е., Кузьмина Ж.В. 2009. Тенденции изменения основных метеорологических характеристик в Приаралье // Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве / Под ред. Иванова А.Л., Кирюшина В.И. М.: Россельхозакадемия. С. 467-476.
- Novikova N.M., Kuz'mina J.V., Dikareva T.V. et. al. Preservation of the tugai biocomplex diversity within the Amu-Darya and Syr-Darya river deltas in aridization conditions // Ecological research and monitoring of the Aral sea deltas. Boock 2. UNESCO 2001. (Pronting Sagraphic, Barcelona, Spain). P. 155-188.

MONITORING OF THE GROWTH OF BLACK HALOXYLON (*Haloxylon aphyllum*) ON HYDROMORPHIC SALT MARSHES OF THE DRIED BOTTOM OF THE ARAL SEA

© 2013. Zh.V. Kuz'mina*, S.Ye. Treshkin**

*Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences
Russia, 119333 Moscow, Gubkina str. 3. E-mail: jannaKV@yandex.ru

**Russian Academy of Agricultural Sciences
Russia, 117218 Moscow, Krzhizhanovskogo str., 15/2. E-mail: biost@yandex.ru

The analysis of the results of monitoring the growth of black haloxyllon in broadband ridge planting in 1.5 m depending on the varying degrees of salinity and groundwater level in experiments on phytomelioration (2004-2011) on hydromorphic saline soils formed in place of the dried bottom of the Aral Sea are introduced.

Keywords: saksaul (*Haloxylon aphyllum*), growth of plants, the level of groundwater, soil salinity, salt marshes.