

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ РАСТЕНИЙ РОДА СОЛЕРОС (*SALICORNIA*) — УНИКАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПИЩЕВОЙ СОЛИ

ГОЛУБКИНА Екатерина Валерьевна, Астраханский государственный медицинский университет

МАЖИТОВА Марина Владимировна, Астраханский государственный медицинский университет

ИСЯКАЕВА Ралина Рафиковна, Астраханский государственный медицинский университет

ХАЗОВА Наталья Александровна, Государственное бюджетное учреждение «Центр профессиональной компетенции молодежи», ООО «Саликорния Нутришн»

*Изучены особенности распространения *Salicornia perennans* Willd и намечены пути, способствующие широкому практическому применению в качестве альтернативного источника соли. Являясь галофитом, *Salicornia perennans* Willd произрастает на соленых почвах Прикаспия в Астраханской области. Не уступая по вкусовым характеристикам пищевой соли, растения рода *Salicornia* содержат целый спектр биологически активных веществ. Принимая во внимание широкую распространенность артериальной гипертензии в современном мире, большое значение имеет контроль над потреблением поваренной соли. Исследование растений данного рода перспективно в качестве возможной профилактики повышения артериального давления за счет замещения употребления столовой пищевой соли на *Salicornia*. Обобщены данные по распространению и проанализированы таксономические трудности изучения растений рода *Salicornia*. Полученные данные позволят продолжить дальнейшее изучение *Salicornia perennans* Willd, произрастающего на территории Астраханского региона, с перспективой культивации и создания на его основе пищевого продукта, заменяющего пищевую соль.*

Введение. Поиск путей улучшения физиологических показателей организма, основанных на комплексном подходе с применением немедикаментозных средств, достаточно актуален. Весьма перспективным представляется использование растений галофитов и, в частности, рода *Salicornia*. Известно, что галофиты обладают высокой пищевой ценностью и при добавлении в традиционный корм животным являются альтернативным источником белка, способствуя активному приросту живой массы молодняка [21]. Современные ученые видят перспективу в использовании галофитов в качестве источника естественных антиоксидантов, поскольку они содержат биологически активные компоненты, такие как алкалоиды, бетаин, холин бетаин, аскорбиновая кислота, растворимые сернокислые соли калия, натрия, магния. Данные соединения обеспечивают траве свойства антиоксиданта, иммуномодулятора и противовоспалительную активность [8, 12, 14]. Кроме того, учитывая естественные возможности данного вида расти на засоленных почвах Астраханской области, нам представляется перспективным изучение *Salicornia perennans* Willd в качестве возможного источника пищевой соли с

широким диапазоном полезных биологических свойств [1].

Цель работы — анализ факторов, препятствующих использованию растений рода *Salicornia* в аграрно-промышленной сфере производства в качестве культуры с широким спектром применения.

Методика исследований. Изучению флоры и растительности различных видов почв, находящихся в различных почвенно-климатических условиях, посвящено немало работ в отечественной и зарубежной литературе [4, 6, 19]. В исследовании был применен анализ литературных данных за 2010–2019 гг. [1, 2, 7–21]. Анализ диагностических признаков гербарных и свежих образцов, обобщение научных методов идентификации растений рода *Salicornia* производили с помощью полевого метода и литературных источников за 2000–2019 гг. [3, 5, 10, 16–19].

Результаты исследований.

*Таксономический статус и распространение растений рода *Salicornia*.*

В ходе исследования было определено, что на засоленно-солонцовых почвах Прикаспийской низменности Волго-Ахтубинской поймы Астраханской области (Красноярский и Хара-





балинский районы, озеро Баскунчак), а также юго-западной и юго-восточной части Западно-Казахстанской области, Волгоградской области и Калмыкии произрастают галофиты рода *Salicornia*. Для почв тяжелого и среднего гранулометрического состава характерно хлоридно-сульфатное и сульфатно-хлоридное засоление. На территории Астраханской области в северной части Прикаспия был идентифицирован род *Salicornia perennans* Willd (*Salicornia prostrata* Pall) [3]. Стоит отметить, что фиторазнообразие местной территории в значительной степени зависит не столько от выпаса и увлажнения почв, сколько от развития засоления. Так, например, при уменьшении почвенного солевого каркаса появляются представители *Salicornieta fruticosae* наряду с *Camphorosma songorica*, а также *Atriplex tatarica* и *Suaeda altissima* [7].

Естественный ареал вида *Salicornia* широко представлен на территории Европейской части России, где распространены такие виды, как *Salicornia perennans* Willd, *Salicornia europaea* L., *Salicornia beer et demina*, *Salicornia pojarkovae* и *Salicornia heterantha* [5]. В Юго-Восточной части Европейской России, от Средней Азии до Южной Сибири, описана *Salicornia altaica* Lomon, а самый распространенный вид, произрастающий на солончаках, это – *Salicornia herbacea (europaea)* [6].

За пределами территории нашей страны ареал распространения представителей рода *Salicornia* достаточно широк. Так, вид *Salicornia bigelovii* Torr. встречается в Мексиканском заливе и на Атлантическом побережье США. В Северной Европе, за исключением территории побережья Балтийского моря, описан ареал *Salicornia dolichostachya* Moss. Представители вида *Salicornia pojarkovae* (N. Semenova) распространены в Северной Норвегии. На территории Западной Европы описаны *Salicornia obscura* P.W.Ball et Tutin., *Salicornia ramosissima* J.Woods. Во Франции и Северной Ирландии встречается *Salicornia pusilla* J.Woods. В доступной нам литературе отсутствует информация о растениях рода *Salicornia* на территориях, за исключением Южной Америки и Австралии [10, 19].

Разнообразие взглядов на классификацию растений рода Salicornia.

Растения рода насчитывают десятки видов, большинство из которых не получили признания. В настоящее время взгляды на классификацию рода *Salicornia* весьма разнятся, в связи с чем были проанализированы возможные причины сложившейся ситуации.

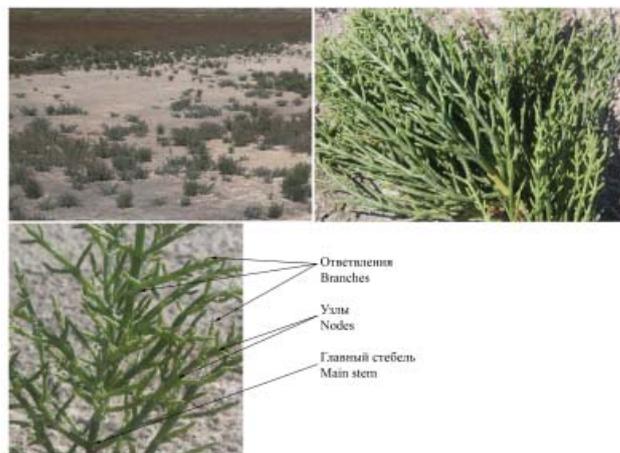
Род *Salicornia* относится к семейству амарантовые (*Amaranthaceae*), подсемейству маревые (*Chenopodiaceae*) (см. рисунок).

Происхождение *Salicornia* чаще всего связывают с *Sarcocornia* в период среднего миоцена (9,4–14,2 млн лет) между Средней Азией и Средиземным морем. В силу крайне низкой морозостойчивости, по мере изменения климатических условий, период географического рассеивания сменился длительным временем репродуктивной изоляции, что могло послужить причиной большого числа слабо различимых линий [3, 17].

Таким образом, таксономические трудности идентификации *Salicornia* имеют нижепредставленные основные причины.

Во-первых, из-за высокой фенотипической пластичности и скудного диапазона морфологических признаков одни и те же широко распространенные генотипы получили разные названия в разных регионах. Парадоксальным является то, что для целого пласта представителей галофитов в последние пятьдесят лет полновесным различием обладает лишь один признак – тип строения листа и характерный для него способ фотосинтеза [17, 18].

Саликорния – это однолетнее травянистое растение, главный стебель которого развивается в высоту до 20 см. Побеги растения имеют форму прямых сочлененных цилиндров с разветвлениями без листьев. Изначально зеленый цвет стебля по мере завершения периода вегетации приобретает бордовые оттенки. Цветки *Salicornia* состоят из 3–4 слитных лепестков, 1–2 тычинок и вертикального пестика. У *Salicornia heterantha* отмечается полное слияние лепестков центрального цветка с главной осью соцветия. Цветки собираются в цимозные (от латинского «сума» – зонтик) соцветия на коротких ножках. В ряде



Salicornia perennans Willd (*Salicornia prostrata* Pall). Экспедиция авторов, август 2019 г.



случаев количество соцветий сокращается до одного цветка на один цим у нескольких видов, но у *Salicornia disarticulata*, *Salicornia pusilla* и *Salicornia uniflora* Toelken – этот признак генетически закреплен [5, 17].

Второй причиной трудностей классификации *Salicornia* является недостаточное соответствие высушенного растительного материала свежим образцам для детального изучения формы роста *Salicornia* [16]. В образцах гербария некоторые из диагностических признаков, таких как форма и длина сегмента, относительное положение центрального цветка к боковым или структура центрального цветка и размера пыльника уже не могут быть надежно измеримы. Преобладающее число видов *Salicornia* описаны одними специалистами на основе материала гербария, другими – только с использованием свежего материала. Ярким примером последнего является *Salicornia borysthenica*, который был описан Н.Н. Цвелевым на основе только одного гербарного образца. В то время, как единственной разницей между *Salicornia borysthenica* и *Salicornia dolichostachya* Moss является длина пыльников [5].

Немаловажным является выбор научных методов идентификации тех или иных представителей в вид, и здесь следует упомянуть о карпологии – науке о строении репродуктивных органов покрытосеменных растений. В настоящее время методика карпологии нельзя отнести к широко используемым, несмотря на то, что указанные признаки наиболее разнообразны по сравнению с анатомическим строением листа, а потому данные признаки достаточно привлекательны для систематики. Отсюда происходит третья причина таксономических проблем определения *Salicornia* – пренебрежение консервативными методиками идентификации в то время, как система размножения и гибридизация – немаловажный фактор. Инбридинг, видимо, играет определяющую роль в воспроизведении *Salicornia*, что приводит к линиям с минимальными, но фиксированными фенотипическими различиями. Выраженный инбридинг не исключает гибридизацию. Потенциально существует небольшая вероятность и аутбридинга при ветровом опылении, и, возможно, опосредованно через пестичные цветы, которые наблюдаются, например, у диплоидной *Salicornia ramosissima* J. Woods. Так, S. Tolken (1967) и S. Dalby (1975) описали несколько предполагаемых гибридов, таких как *Salicornia ramosissima* и *Salicornia pusilla*. Идентификация последних осуществлялась на основе расположения от одного до трех цветков на один цим, которые встречаются вместе с предшественни-

ками. Несмотря на то, что во многих регионах симпатически растут две и более разновидностей *Salicornia*, существование гибридов не было четко подтверждено молекулярными исследованиями. Часто отдельные представители вида отличаются от уже описанных и, по-видимому, являются промежуточными морфотипами, которые сложно привязать к определенным видам [10, 16–19].

Научно-практический интерес к растениям рода Salicornia (Salicornia perennans Willd – в частности).

Исторический интерес к растению рода *Salicornia* возник еще в XVI в. в Англии. Термин «Солерос» применялся по отношению к растениям (дикорастущим или культивируемым), используемым для изготовления соды и в последующем – стекла. *Salicornia europaea* L. богата содой (карбонатом натрия). После сжигания *Salicornia* натрий освобождается легче, чем из поваренной соли [16]. Возрождению английского стеклоделия в 1790 г. способствовал французский химик и хирург Н. Леблан, разработавший эффективный способ получения соды из хлорида натрия соляноквых растений. В.Н. Татищев на посту астраханского губернатора (1741–1745 гг.) также содействовал росту производства соды из *Salicornia* («как в Гишпании делается»). Вскоре астраханская сода была удостоена высочайшим знаком качества¹.

Растения рода *Salicornia* можно употреблять в пищу как после кратковременной термической обработки, так и – в свежем виде [11]. Большинство представителей рода *Salicornia* являются полноценным источником белка и используются на животноводческих фермах. Так, например, в Кувейте наблюдался увеличенный темп роста молодняка ягнят после замены люцерны (*Medicago sativa*) на растения рода *Salicornia* в количестве 12,5 % от суточного объема стандартного рациона [21].

Наличие фенольных соединений в экстрактах надземной части *Salicornia fruticosae* обеспечивают антиоксидантную активность, способную, например, стабилизировать кукурузное масло от окислительного прогоркания [11]. В настоящее время настои и отвары *Salicornia* используются в народной медицине и могут употребляться в свежем виде в пищу. В 100 г зеленой массы содержится до 20,5 ккал [14]. Разнообразие солей в побегах достаточно вариабельно и зависит от характера засоления почвы [1, 3, 7, 11].

¹ Свездлов М.Б. Василий Никитич Татищев – автор и редактор «Истории Российской». – СПб.: издательство Европейского университета в СПб., 2009. – 341 с.



Повышенное потребление пищевой соли (натрия хлорида, NaCl) закладывает одну из основных предпосылок к нарушению пищевого поведения населения и может способствовать формированию условий возникновения артериальной гипертензии. Известно, что осложнения гипертонии приводят к 9,4 млн случаев смерти в мире ежегодно [2]. В качестве значимых путей решения указанных проблем в «Глобальном плане действий ВОЗ» одной из основных рекомендаций является снижение потребления натрия хлорида. Снижение потребления NaCl с пищей признают существенной задачей во всем мире, которая может быть решена разными подходами, в том числе, с помощью соленакапливающих растений [7, 9, 20].

Заключение. Таким образом, учитывая таксономические трудности растений рода *Salicornia*, а также, вероятно, технические проблемы, никто не смог экспериментально произвести определенные гибриды в *Salicornia*. Значительное количество региональных исследований флоры предлагают противоречивую информацию или принятие только одного или двух полиморфных видов, что, безусловно, препятствует конструктивному сотворчеству в системе человек – природа.

Благодаря синтезу биоактивных молекул (первичных и вторичных метаболитов), позволяющих *Salicornia* расти на засоленных почвах, данное травянистое растение обладает целым рядом положительных свойств. В связи с недостаточностью информации о растениях рода *Salicornia*, произрастающих в Астраханской области (северной части Прикаспия), отсутствием химического анализа, а, следовательно, и сведений о физиологических последствиях воздействия на организм авторами планируется дальнейшее разностороннее изучение этого растения как потенциальной возможности снижения риска развития гипертензии. Результаты данной работы могут послужить основой для создания солезаменяющей композиции.

Кроме того, принимая во внимание положительные практически значимые ресурсы *Salicornia perennans* Willd, стоит отметить междисциплинарный подход к проблеме. В частности, обращает на себя внимание ежегодная тенденция к увеличению площадей засоленно-солонцовых почв местного региона, а разработка новых сельскохозяйственных культур с большей устойчивостью к подобным особенностям грунта является важной задачей. Одним из путей решения

этой задачи перспективна культивация галофитов для промышленного производства и расширения кормовой базы.

Исследования поддержаны ГРАНТОМ Договор №2955ГС1/45399 от 29.03.2019 (код 0045399), заявка №С1-52509, конкурс Старт-19-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изучение условий экстракции растения рода Солерос (*Salicornia*) / Р.Р. Исякаева [и др.] // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования: сб. материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием, 21–24 ноября 2018 г. – Астрахань: издательский дом «Астраханский университет», 2019. – С. 19–21.
2. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации / С.А. Бойцов [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2018. – Т. 23. – Вып. 6. – С. 7–122.
3. Котов С.Ф. Взаимодействия в ценопопуляциях *Salicornia perennans* Willd соотношение конкуренции и благоприятствования // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. Биология, химия. – 2009. – Т. 22. – № 1(61). – С. 43–49.
4. Сергеева И.В., Шевченко Е.Н., Зябилова М.М. Биоэкологический анализ сегетальной фракции флоры некоторых залежей Саратовской области // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 6. – С. 28–31.
5. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская, Новгородская области) / СПХВА. – СПб., 2000. – 781 с.
6. Юрицына Н.А. Растительность засоленных почв Юго-Востока Европы и сопредельных территорий / под ред. С.В. Саксонова; Институт экологии Волжского бассейна РАН. – Тольятти, 2014. – 164 с.
7. Buhmann A.K., Waller U., Wecker B., Papenbrock J. Optimization of culturing conditions and selection of species for the use of halophytes as biofilter for nutrient-rich saline water // Agricultural Water Management, 2015, Vol. 149, P. 102–114.
8. Boestfleisch C., Wagenseil N.B., Buhmann A.K., Seal C. E., Wade E.M., Muscolo A.J. Papenbrock Manipulating the antioxidant capacity of halophytes to increase their cultural and economic value through saline cultivation // AoB Plants., 2014, Vol. 6, P. 1–16.
9. Gouda M.S., Elsebaie E.M. Glasswort (*Salicornia* spp) as a source of bioactive compounds and its health benefits: a review // Alex. J. Fd. Sci. & Technol, 2016, Vol. 13, P. 1–7.
10. Diaz F.J., Benes S.E., Grattan S.R. Field performance of halophytic species under irrigation with saline drainage water in the San Joaquin Valley of California // Agricultural Water Management, 2013, Vol. 118, P. 59–69.

11. Elsebaie E.M., Elsanat S.Y.A., Gouda M.S., Elnemr K.M. Utilization of *Salicornia fruticosa* herb for producing antioxidants // Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, 2014, Vol. 49, Iss. 1, P. 53–58.

12. Essaidi I., Chaabouni M.M., Bouzouita H. Antioxidant activity of organic and aqueous *Salicornia herbacea* extracts // Acta Hort, 2013, №. 997, P. 89–96.

13. Kadereit J.W., Arafteh R., Somogyi G., Westberg E. Terrestrial growth and marine dispersal? Comparative phylogeography of five coastal plant species at a European scale // Taxon, 2005, Vol. 54, P. 861–876.

14. Ksouri R., Ksouri W.M., Jallali I., Debez A., Magne C., Hiroko I., Abdelly C. Medicinal halophytes: potent source of health promoting biomolecules with medicinal, nutraceuticals and food applications // Crit. Rev. Biotechnology, 2012, Vol. 32, Iss. 4, P. 289–326.

15. Lomonosova M.N. Novye vidy semeistva Chenopodiaceae New taxa of the family Chenopodiaceae // Bot. Zhurn, 2005, Vol. 90, P. 1248–1252.

16. Lv S., Jiang P., Chen X., Fan P., Wang X., Li Y. Multiple compartmentalization of sodium conferred salt tolerance in *Salicornia europaea* // Plant Physiology and Biochemistry, 2012, Vol. 51, P. 47–52.

17. Narasimha Rao G.M. Morphological and Anatomical Features of *Salicornia brachiata* Roxb // J. Biol. Chem. Research, 2013, Vol. 30, Iss. 2, P. 887–891.

18. Narasimha Rao G.M., Prayaga Murty P. Distribution of *Salicornia brachiata* in Relation to Physico Chemical and Soil Characteristics in Godavari Estuary, AP, India // Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 2015, Vol. 10, Iss. 4, P. 13–16.

19. Sanyal A., Decocq G. Biological Flora of the British Isles: *Crambe maritima* // Journal of Ecology, 2015, Vol. 103, P. 769–788.

20. World Health Organization. Draft action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. – Geneva: World Health Organization, 2013, 102 p.

21. Zerai D.B., Glenn E.P., Chattervedi R., Zhongjin L., Mamood A.N., Nelson S.G., Ray D. T. Potential for the improvement of *Salicornia bigelovii* through selective breeding // Ecological Engineering, 2010, Vol. 36, P. 730–739.

Голубкина Екатерина Валерьевна, канд. мед. наук, доцент кафедры «Патологическая физиология», Астраханский государственный медицинский университет. Россия.

Мажитова Марина Владимировна, д-р биол. наук, зав. кафедрой «Химия», Астраханский государственный медицинский университет. Россия.

Исякаева Ралина Рафиковна, ассистент кафедры «Химия», Астраханский государственный медицинский университет. Россия.

414000, г. Астрахань, Бакинская, 121.

Тел.: +7(8512)52-41-43; e-mail: ralina92@inbox.ru.

Хазова Наталья Александровна, член Совета молодых ученых и специалистов Астраханской области, Государственное бюджетное учреждение «Центр профессиональной компетенции молодежи», директор ООО «Саликорния Нутришн». Россия.

414041, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Куликова, д. 73, корп. 3, кв. 45.

Тел.: (8512) 27-03-73; e-mail: pressastmol@mail.ru.

Ключевые слова: *Salicornia*; галофит; пищевая соль; зеленая соль; растение; биологически активные вещества; артериальная гипертензия.

PECULIARITIES OF THE DISTRIBUTION AND IDENTIFICATION OF PLANTS OF THE GENUS *SALICORNIA* AS A UNIQUE SOURCE OF TABLE SALT

Golubkina Ekaterina Valerievna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the chair “Pathological Physiology”, Astrachan State Medical University, Russia.

Mazhitova Marina Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, Head of the chair “Chemistry”, Astrachan State Medical University, Russia.

Isyakaeva Ralina Rafikovna, Assistant of the chair “Chemistry”, Astrachan State Medical University, Russia.

Khazova Natalya Aleksandrovna, Member of the Council of Young Scientists and Specialists of the Astrakhan, Russia.

Keywords: *Salicornia* genus; halophyte; edible salt; green salt; plant; biologically active substances; arterial hypertension.

In this study peculiarities of distribution difficulties of *Salicornia perennans* Willd were studied, and

ways to promote wide practical use as an alternative source of salt were outlined. Being a halophyte, *Salicornia perennans* Willd grows on salty soils of the Caspian region of Astrakhan. Not inferior in taste characteristics of edible salt, *Salicornia* contains a whole range of biologically active substances. Taking into account the wide prevalence of hypertension in the modern world, it is important to control the consumption of table salt. The study of plants of this kind is promising as a possible prevention of high blood pressure syndrome due to alternative substitution of table salt with *Salicornia*. Data on distribution are generalized and taxonomic difficulties of plants of the genus *Salicornia* impeding the generally accepted classification of the unique species are analyzed. The data obtained will allow unifying the further study of *Salicornia perennans* Willd growing in the Astrakhan region with the prospect of cultivation and creation on its basis of a food product that replaces edible salt

