

УДК: 631.413.3;575.858

¹С.А. Худяев*, ²Е.В. Банаев

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, Россия, г. Новосибирск,
²Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск,
*E-mail: hudaev@issa.nsc.ru

Особенности произрастания видов рода *Nitraria* (*Nitrariaceae*) при разных типах и уровнях засоления

Выявлено, что рост и развитие отдельных растений селитрянки (*Nitraria* L.), а так же границы распространения ее популяций в ландшафте определяются типом и уровнем засоления почв. Установлено, что диапазон экологически благоприятного содержания солей в почвах для развития селитрянки при сульфатном засолении (0,7-3,4%) шире, чем при хлоридном (0,2-0,6%). В ответ на изменение степени засоления почв растения проявляют ряд адаптивных поведенческих реакций, которые способствуют поддержанию оптимального уровня солей в пределах их местообитаний.

Ключевые слова: *Nitraria* L., селитрянка, галофиты, засоление почв, Сибирь.

S.A. Khudyaev, E.V. Banaev

Growth features of species *Nitraria* (*Nitrariaceae*) genus under the different types and levels of salinization

It was found out the growth and development of *Nitraria* individual plants and the area of existence of its populations in landscape is determined by the type and level of salinization. It was determined the range of favourable ecological contents of salts in soils for *Nitraria* under sulfate conditions are wider (0,7-3,4%), than under chloride conditions (0,2-0,6%). Plants are showing some adaptive behavioral reactions, which contribute to maintenance of optimal salts level within the bounds of their locations in response to changes of level of salinization.

Keywords: *Nitraria* L., halophytes, salinization, Siberia.

С.А. Худяев, Е.В. Банаев

Топырақтың әр-түрлі деңгейде тұздану жағдайында *Nitraria* (*Nitrariaceae*) тектес өсімдіктердің түрлерінің өсу ерекшеліктері

Топырақтың әртүрлі деңгейде тұздану жағдайында селитрянка (*Nitraria* L.) өсімдіктерінің өсуі мен дамуы және олардың популяциясының ландшафта таралуы анықталған. Топырақтың тұздануына байланысты өсімдіктерде адаптивтік реакция пайда болуы байқалған.

Түйін сөздер: *Nitraria* L., селитрянка, галофиттер, топырақтың тұздануы, Сібір.

Введение

Селитрянка (*Nitraria* L.) является представителем древней пустынной флоры [1] и относится к галофитам. Виды этого рода произрастают в степных районах юга Сибири и сопряженных

с ними территориях Казахстана. Их местообитания приурочены к засоленным элементарным ландшафтам, представленным замкнутыми блюдцеобразными понижениями с неглубоким уровнем залегания минерализованных грунто-

вых вод, а также обсыхающими озерными котловинами, где формируются интразональные почвы – солонцы и солончаки [2-4].

Рост и развитие селитрянки на засоленных участках ограничиваются как свойствами почв, так и физиологическими особенностями растений. Взаимодействие этих двух факторов определяет экологически благоприятные диапазоны условий среды, при которых растения могут устойчиво развиваться. При этом сведения о том, насколько приемлем тот или иной тип и уровень засоления почв для видов селитрянки, произрастающих в Сибири, в литературе отсутствуют. Кроме того, содержание легкорастворимых солей в почвах непостоянно и может значительно изменяться в течение одного вегетационного периода в пределах одного ландшафта. В этой связи особый интерес представляет изучение реакции ценопопуляций селитрянки на изменение уровня засоления почв.

Исследования почвенно-экологических условий произрастания селитрянки приобретают дополнительную актуальность в связи с развитием опустынивания и интенсификацией процессов галогенеза на юге Сибири [5], которые приводят к образованию обширных засоленных площадей. Освоение таких участков начинают галофитные сообщества, в том числе и популяции селитрянки, приспособленные к экстремальным уровням засоления почв.

Таким образом, изучение галогеохимических особенностей местообитаний селитрянки позволит выявить типы и уровни засоления, влияющие на ее жизнедеятельность и определяющие возможность ее участия в сукцессионных процессах.

Объекты и методы исследований

Исследованы галогеохимические условия произрастания видов рода *Nitraria* в южной части Сибирского региона в пределах Кулундинской равнины и замкнутых межгорных котловин Алтае-Саянской складчатой области: Чуйской, Чулымско-Енисейской, Минусинской, Туранской, Улугхемской и Убсу-Нурской. Данные геоморфологические структуры находятся под влиянием окружающих их горных систем: характеризуются засушливым климатом и являются районами аккумуляции вещества, поступающего как с гор (в растворенном виде, в составе твердой фазы), так и с атмосферными

осадками. Аридные черты климата, общий аккумулятивный характер поверхности, обилие депрессионных форм мезо- и микрорельефа, близкое залегание к дневной поверхности грунтовых вод (Кулундинская равнина) и сезонной мерзлоты (межгорные котловины), наличие засоленных почвообразующих пород в пределах территории исследований способствуют, в пределах территории исследований, интенсивному развитию процессов галогенеза. [6-11]. Наличие засоления, в свою очередь, приводит к формированию пестрого почвенного покрова. Так, при общем доминировании зональных почв (черноземы, каштановые, криоаридные), здесь также распространены почвы интразональных типов (солонцы, солончаки, луговые и болотные). Последние приурочены к пониженным элементам рельефа (зонам аккумуляции солей) и к выходам засоленных почвообразующих пород.

С целью определения условий произрастания *N. sibirica* Pall. и *N. schoberi* L., был выбран и обследован ряд ключевых участков. Характерная особенность участков – их локализация в пониженных элементах рельефа (озерные котловины, долины рек, микрозападины и др.). Почвенный покров местообитаний этих видов представлен интразональными типами: солончаками и солонцами.

В пунктах обследования проводился отбор образцов почв и грунтовых вод. Почвенные образцы для определения солевого состава отбирались из зоны минерального питания растений – слой 0-30 см. В границах ключевых участков были определены контрольные точки, на которых растения селитрянки отсутствовали. Здесь также были отобраны почвенные образцы, по приведенной схеме. В водной вытяжке из почв концентрацию анионов (гидрокарбонат-, сульфат-, хлор-ион) определяли согласно [12], а содержание Na – методом атомной абсорбции.

Результаты исследований

Известно, что растения рода *Nitraria*, являются представителями древней пустынной флоры. Поэтому закономерно, что на изученной территории селитрянка оказалась приурочена к почвам засоленных ландшафтов: солончакам сорным и луговым, а также к солонцам корковым и мелким.

Наши исследования показали, что селитрянка адаптирована к разным типам засоления:

хлоридному, сульфатно-хлоридному, хлоридно-сульфатному, сульфатному и содово-хлоридному – с доминированием в составе катионов ионов натрия. При всех типах засоления его степень варьирует от слабой до очень сильной. Химизм и степень засоления изученных почв зависели от их приуроченности к типам элементарных геохимических ландшафтов и изменялись в горизонтальном направлении и внутрипрофильно. Зональные почвы элювиальных ландшафтов были лишены признаков засоления, а интразональные почвы аккумулятивных ландшафтов, напротив, очень сильно засолены с поверхности.

Засоление почв, является характерной чертой местообитаний селитрянки, но в тоже время, как и всякий экологический фактор, находясь в избытке или недостатке, может ограничивать ее жизнедеятельность. В литературе [13] имеются данные о том, что наличие определенного количества солей в питательной среде стимулирует рост галофитов, а избыток или недостаток засоления, напротив, приводит к их угнетению. Проведенные исследования позволили выявить

ориентировочные экологически благоприятные уровни засоления, способствующие устойчивому развитию селитрянки (рис. 1).

Так, при доминировании ионов хлора в солевом комплексе благоприятный уровень засоления укладывается в диапазон 0,2-0,6%, в случае же преобладания сульфат-ионов диапазон существенно расширяется и составляет 0,7-3,4%. Содержание солей в почвах вне этих пределов является для селитрянки критическим, ее рост на таких участках нами не зарегистрирован. К таким почвам относятся зональные незасоленные, а также солончаки с аномально высокими концентрациями солей.

Тип и уровень засоления почв являются динамическими характеристиками, изменяющимися во времени и в пространстве. Значительные изменения этих показателей могут происходить за достаточно короткий временной промежуток (например, в течение вегетационного периода) при существенной смене погодных условий (засуха, проливные дожди). Соответственно, растения для своего успешного развития вынуждены

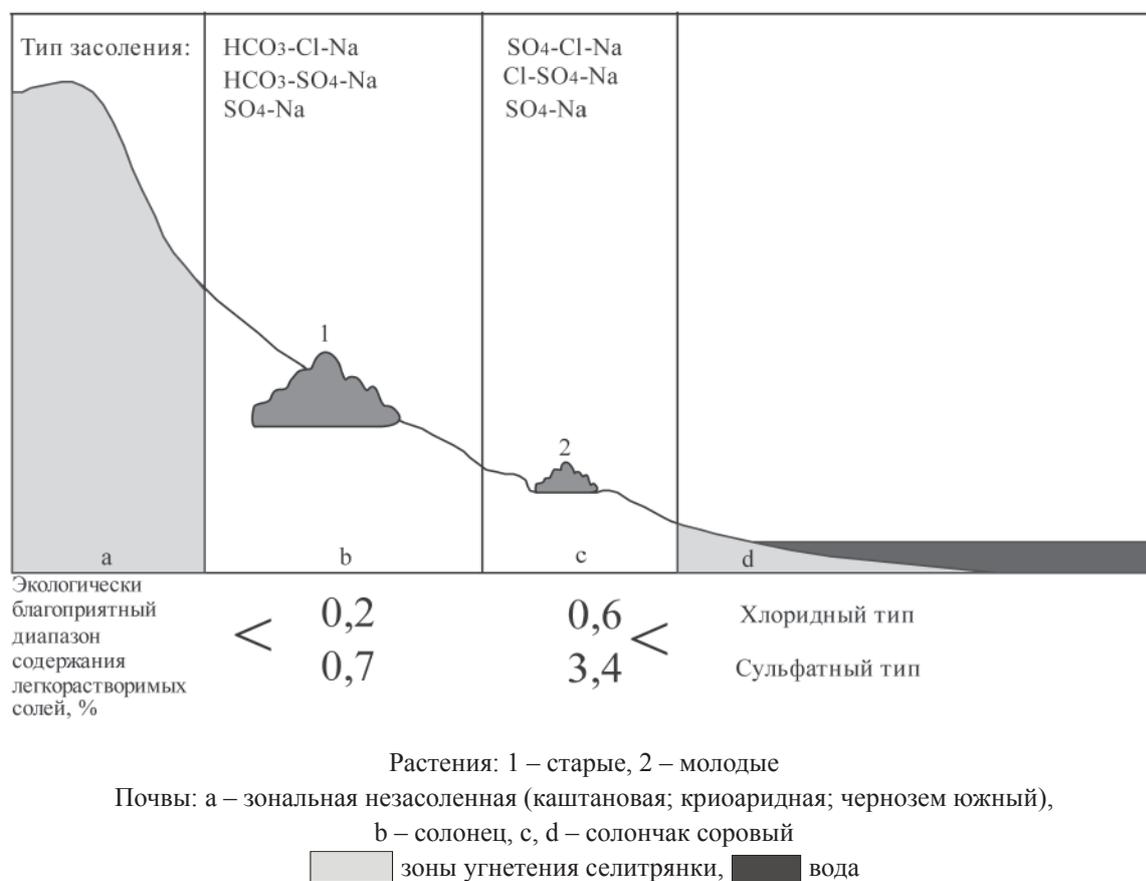


Рисунок 1 – Схема размещения популяции селитрянки в озерных котловинах южной части Сибирского региона

приспособляться к таким изменениям, используя комплекс физиологических и поведенческих адаптивных механизмов. Среди поведенческих адаптаций селитрянки к изменению засоления нами отмечено: перемещение популяции в пространстве в горизонтальном направлении, изменение заглубления корневой системы отдельных особей, а также влияние на засоление почв путем изменения микрорельефа.

Перемещение популяций селитрянки в пространстве в горизонтальном направлении особенно хорошо прослеживается в обсыхающих озерных котловинах (рис. 1). Здесь степень засоления повышается в направлении от края котловины к водяной кромке: от зональных незасоленных почв к солонцам и солончакам сорovým. В этом же направлении происходит распространение популяции селитрянки. При этом молодая поросль кустарника, занимает участки, уровень засоления которых выше по сравнению с местообитаниями взрослых растений. Фактов заселения селитрянкой незасоленных почв нами не обнаружено.

Одним из способов, при помощи которого растения селитрянки осваивают сильнозасоленные участки почвенного покрова, является задержание в пристволовой части минеральных частиц, приносимых с водой и ветром, и формирование кочек. Данные образования изменяют

условия местообитаний растений – происходит рассоление почвы в результате снижения уровня почвенно-грунтовых вод, уменьшения испарительного концентрирования солей и удаления их избытка за счет улучшения дренажа с дождевыми и тальными водами [14]. Это явление отмечено на ключевом участке «Кулундинское озеро» (рис. 2), где почвенный покров представлен солончаками сорowymi сульфатно-хлоридными очень сильно засоленными. Грунтовые воды залегают на глубине 60 см, имеют минерализацию 60 г/л и относятся к рассолам. Такой агрессивный геохимический фон затрудняет развитие растительного покрова, который здесь представлен лишь разреженными популяциями солеросов. Однако в результате прибойной и ветровой деятельности в пределах исследуемого участка сформировался песчаный микровал шириной примерно 1 м и высотой 30 см, на котором обнаружены единичные растения селитрянки.

Наличие этого вала способствует изменению общего содержания легкорастворимых солей с критического уровня до приемлемого: от 0,6% в основании вала, до 0,2% на его вершине. При этом максимальное количество корней сосредоточено в слое 0-20 см песчаного наноса, в слое же 20-30 см на фоне увеличения засоления их количество резко снижается. На контрольном участке распределение солей в профиле имеет

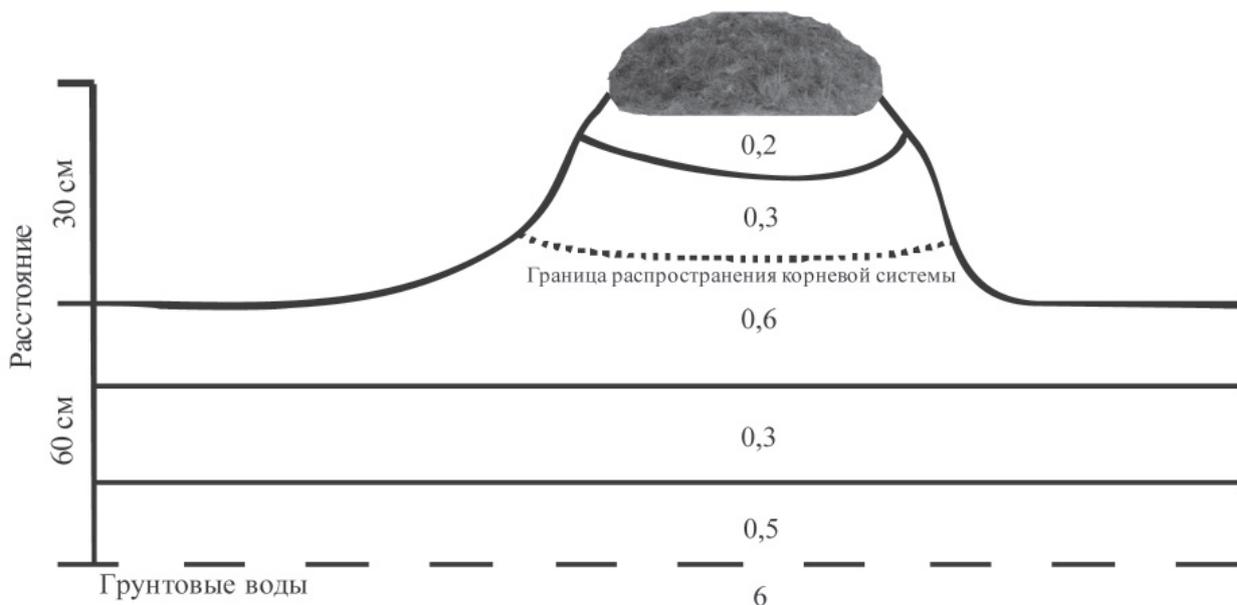


Рисунок 2 – Влияние микрорельефа на изменение общего содержания легкорастворимых солей (%) в местообитании *N. schoberi* на солончаке сорovém сульфатно-хлоридно-натриевом сильнозасоленном

Таблица – Распределение легкорастворимых солей в зоне минерального питания *N. schoberi* на солонце корковом (оз. Малиновое, Кулундинская равнина)

Глубина, см	Тип засоления	Общее количество солей, %	Степень засоления
0-10	-	–	незасоленная
10-20	содово-хлоридный	0,19	слабозасоленная
20-30	содово-хлоридный	0,27	среднезасоленная

обратный характер, их максимум (0,6%) сосредоточен в слое 0-10 см, и селитрянка здесь не селится.

Интересен факт произрастания селитрянки на почвах, верхняя часть корнеобитаемого слоя которых засолена слабо, либо вовсе лишена признаков засоления. Эти почвы локализованы, как правило, по внешнему краю озерных котловин, на возвышениях, лишены контакта с грунтовыми водами, и подвергаются в данный момент времени процессу рассоления, солевой горизонт в них перемещен вглубь профиля. Нами выявлено, что на почвах с подобным характером распределения солей в профиле произрастают исключительно взрослые растения селитрянки. В качестве примера (табл.), можно привести распределение солей в солонце корковом (участок оз. Малиновое, Кулундинская равнина).

Исходя из результатов исследования, можно составить следующую схему сопряженной эволюции состава и свойств почв озерных котловин и расселения на них растений селитрянки. На ранних стадиях усыхания озера, почвы, располагающиеся по внешнему краю котловины, характеризовались более значительным содержанием солей в профиле. И, видимо, данные местообитания заселялись селитрянкой как раз в то время. Затем, по мере усыхания озера и снижения уровня засоленных грунтовых вод, поступление солей в почвы в результате испарительного концентрирования существенно уменьшилось либо вовсе прекратилось. Под действием атмосферных осадков процессы засоления почв сменились процессами рассоления, и с нисходящими

токарами влаги соли с поверхности почв постепенно начали перемещаться вглубь профиля. Одновременно с этим происходило взросление популяций селитрянки, и по мере перемещения верхней границы солевого горизонта вглубь профиля, корневая система растений следовала вслед за ней, тем самым, поддерживая контакт с комфортной для себя геохимической средой и обеспечивая себя необходимым количеством химических элементов.

Выводы

1. Местообитания *N. sibirica* и *N. schoberi* приурочены к интразональным почвам засоленных ландшафтов – солончакам соровым и луговым, солонцам корковым и мелким.

2. Жизнедеятельность селитрянки лимитируется уровнем концентрации легкорастворимых солей в почвах. При этом экологически благоприятный диапазон содержания солей на фоне преобладания в солевом комплексе ионов хлора значительно уже (0,2-0,6%), чем при доминировании сульфат-ионов (0,7-3,4%). Отсутствие засоления не благоприятствует росту и развитию селитрянки.

3. В ответ на изменение степени засоления почв селитрянка проявляет ряд адаптивных поведенческих реакций, среди которых перемещение популяции в пространстве в горизонтальном направлении к наиболее сильно засоленным почвам, изменение микрорельефа на участках с экстремальным уровнем засоления, заглупление корневой системы на почвах подвергающихся рассолению.

Литература

- 1 Бобров Е.Г. О происхождении флоры пустынь Старого Света в связи с обзором рода *Nitraria* L. // Ботанический журнал. – 1965. – №8. – С. 1053-1067.
- 2 Моренко М.О. Галофиты Алтайской горной системы на примере семейства маревые (*Chenopodiaceae*) // Вестник Томского Государственного Университета. – 2007. – №298. – С. 222-223.

- 3 Найданов Б. Б. Флора засоленных местообитаний юго-западного Забайкалья: кормовая оценка // Вестник КрасГАУ. – 2009. – №11. – С. 39-43.
- 4 Ткачук Т. Е., Борзых М. В. Динамика популяции *Nitraria Sibirica* в окрестностях Торейских озер // Природоохранное сотрудничество: Россия, Монголия, Китай. – 2010. – №1. – С. 286-289.
- 5 Опустынивание земель и борьба с ним: сб. ст. Междунар. науч. конф. – Абакан, 2007. – 327 с.
- 6 Волковинцер В. И. Степные криоаридные почвы. – Новосибирск, 1978. – 208 с.
- 7 Панфилов В. П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. – Новосибирск, 1973. – 260 с.
- 8 Почвы Алтайского края. – М., 1959. – 384 с.
- 9 Хмелев В. А. Засоленные почвы Горного Алтая / Свойства почв таежной и лесостепной зон Сибири. – Новосибирск, 1978. – С. 97-118.
- 10 Степи Центральной Азии. – Новосибирск, 2002. – 299 с.
- 11 Танзыбаев М. Г. Почвы Хакасии. – Новосибирск, 1993. – 256 с.
- 12 Агрохимические методы исследования почв. – М., 1975. – 656 с.
- 13 Физиология растений. – М., 2007. – 640 с.
- 14 Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия. – М., 2011. – 273 с.

Reference

- 1 Bobrov E. G. O Proisxozhdenii flory pustyn starogo sveta v svyazi s obzorom roda nitraria l. // Botanicheskij zhurnal. 1965. №8. s. 1053-1067.
- 2 Morenko M. O. Galofity altajskoj gornoj sistemy na primere semejstva marevye (*Chenopodiaceae*) // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2007. №298. s. 222-223.
- 3 Najdanov B. B. Flora zasolennyx mestoobitanij yugo-zapadnogo zabajkalya: kormovaya ocenka // Vestnik Krasgau. 2009. №11. s. 39-43.
- 4 Tkachuk T. E., Borzyx M. V. Dinamika populyacii nitraria sibirica v okrestnostyax torejskix ozer // Prirodooxrannoe sotrudnichestvo: Rossiya, Mongoliya, Kitaj. 2010. №1. s. 286-289.
- 5 Opustynivanie Zemel i borba s nim: sb. st. mezhdunar. nauch. konf. Abakan, 2007. 327 s.
- 6 Volkovincer V. I. Stepnye krioaridnye pochvy. Novosibirsk, 1978. 208 s.
- 7 Panfilov V. P. Fizicheskie svojstva i vodnyj rezhim pochv kulundinskoj stepi. Novosibirsk, 1973. 260 s.
- 8 Pochvy Altajskogo Kraja. M., 1959. 384 S.
- 9 Xmelev V. A. Zasolennye pochvy gornogo altaya / svojstva pochv taezhnoj i lesostepnoj zon Sibiri. Novosibirsk, 1978. s. 97-118.
- 10 Stepi Centralnoj Azii. Novosibirsk, 2002. 299 s.
- 11 Tanzybaev M. G. Pochvy Hakasii. Novosibirsk, 1993. 256 S.
- 12 Agroximicheskie Metody Issledovaniya Pochv. M., 1975. 656 S.
- 13 Fiziologiya Rastenij. – M., 2007. 640 S.
- 14 Rol Pochvy V Formirovanii i soxranenii biologicheskogo Raznoobraziya. M., 2011. 273 S.