

Т. А. Ак-Лама
О. Ю. Васильева
М. А. Томошевич

Особенности латентного и прегенеративного периодов развития видов рода *Nitraria* L. при интродукции в лесостепи Западной Сибири

В статье приводятся результаты изучения онтогенеза двух видов рода *Nitraria* L. (селитрянки) (*Nitraria schoberi* L., *Nitraria sibirica* Pall.) в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири. Объекты исследований вводились в интродукцию из 22 природных популяций Алтайского края, Республики Алтай, Республики Крым, Республики Хакасия, Казахстана и Таджикистана. Выделены маркерные признаки прегенеративных онтогенетических состояний селитрянки (проростки, ювенильные, иматурные, виргинильные растения), указана продолжительность пребывания в каждом из них. Установлено, что варьирование морфометрических признаков вегетативных органов у растений из различных популяций начинает четко проявляться в иматурном состоянии. Отдельные параметры роста закреплены генетически — в условиях интродукции растения *N. sibirica* из высокогорных популяций Республики Алтай (п. Кош-Агач, 1750 м над ур. м.) сохраняли особенности развития, обусловленные климатом естественных местообитаний, максимальная высота в иматурном возрастном состоянии не превышала 2 см, длина междоузлий составляла 0,2—0,4 см. Эти параметры являются минимальными для иматурных растений *N. sibirica* из равнинных популяций Алтайского края, Хакасии и Казахстана. Межвидовые различия просматриваются уже на стадии ювенильных растений — у *N. sibirica* листья в этом возрастном состоянии имеют длину не более 2 см, ширину 0,2—0,3 см; у *N. schoberi* длина листа достигает 2,5 см, ширина обычно более 0,4 см.

Ключевые слова: *Nitraria*, *Nitraria schoberi*, *Nitraria sibirica*, селитрянка, онтогенез, биоморфология, интродукция, лесостепь Западной Сибири.

Введение

В третьем тысячелетии человечество сталкивается с возрастающими проблемами глобального опустынивания и засоления. В связи с этим внимание исследователей все больше привлекает род *Nitraria* L. (селитрянка), виды которого лидируют по солеустойчивости среди древесных растений-галофитов [4; 14; 30; 31]. Разработкой технологий выращивания видов селитрянки интенсивно занимаются в Алжире, Египте, Израиле, Кувейте, Китае, Австралии [46—49].

Род *Nitraria*, согласно данным Е. Г. Боброва [10], относится к представителям древней пустынной флоры и представлен не более чем 10-ю видами, распространенными в степных и пустынных районах Западной, Средней и Центральной Азии, на юго-востоке Европы и в Северной Африке, а также в пустынях юго-восточной части Австралии [10; 18; 19; 32]. Произрастает селитрянка на почвах с различным механическим составом, обычно в местообитаниях с неглубоким уровнем залегания минерализованных грунтовых вод, на интразональных солонцах и солончаках, и поднимается выше 4000 м над уровнем моря.

В Сибири произрастают *N. schoberi* L. и *N. sibirica* Pall. Оба вида являются редкими и занесены в региональные Красные книги России. *N. sibirica* включена в Красные книги Хакасии [28], Республики Алтай [23], Читинской [29], Иркутской [25] областей; *N. schoberi* — в Красные книги Дагестана [24], Калмыкии [26] и Ростовской области [27].

Несмотря на редкость и перспективность селитрянки как мелиоративного, декоративного, пищевого и лекарственного растения [5; 13; 14; 44; 45], в большинстве ботанических садов России этот род не представлен в коллекциях, а в научной литературе встре-

чаются лишь отдельные неполные сведения об онтогенезе видов *Nitraria* [11; 17; 35]. Относительно основных лимитирующих факторов для введения селитрянки в культуру в литературе нет единого мнения. Считается, что для успешного произрастания видов этого рода обязательным условием являются засоленные почвы. С. А. Худяевым, Е. В. Банаевым [41] в условиях Кулундинской равнины (юг Западной Сибири) и межгорных котловин Алтае-Саянской горной области (Чуйская, Чулымско-Енисейская, Минусинская, Туранская, Улуг-Хемская, Убсу-Нурская) выявлен диапазон распространения селитрянки, определяемый типом и уровнем засоления почв. Установлено, что селитрянка успешно вегетирует при содержании солей в почвах от 0,7 до 3,4% при сульфатном засолении и от 0,2 до 0,6% — при хлоридном. В то же время В. И. Запрыгаева [17] отмечает, что в культуре в условиях Памиро-Алая селитрянка растет удовлетворительно только на слабозасоленных или совсем незасоленных участках, а основным фактором, влияющим на развитие растений, является уровень грунтовых вод. При глубоком их залегании селитрянка растет медленно, ежегодно в летний период сбрасывает листья, несозревшие плоды и даже часть побегов.

Цель данной работы — оценить особенности роста и развития селитрянки в условиях лесостепи Западной Сибири.

Условия, материал и методики

Пункт интродукции (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН) находится в лесостепном Приобье, в условиях континентального климата [1], для которого характерны продолжительная, суровая зима и короткое, жаркое, нередко засушливое лето. Среднее многолетнее количество осадков — 422 мм, в том числе на период вегетации многих древесных растений (с апреля по октябрь) приходится 338 мм [21; 34]. Сумма положительных температур выше 10°C составляет в среднем 1940°C, безморозный период колеблется от 92 до 144 дней. Средняя высота снежного покрова 37 см. Последние весенние заморозки отмечаются в конце мая, в отдельные годы — 1—12 июня. Осенние заморозки обычно приурочены ко второй половине сентября, хотя не исключены в последней декаде августа [22].

Арборетум ЦСБС, где проводились эксперименты по интродукции видов и форм селитрянки [12], располагается на правом берегу Новосибирского водохранилища на высоте 114—130 м над ур. м. Почвенный покров территории ботанического сада представлен серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами разной степени оподзоленности. При общих небольших запасах питательных веществ почвы характеризуются большой подвижностью азота, фосфора, калия, склонны к заплыванию. Реакция почвенной среды — кислая или слабокислая. Грунтовые воды залегают на глубине 15—25 м [15; 36].

Семенной материал для интродукции собран сотрудниками ЦСБС в ходе исследования внутривидового разнообразия селитрянки на территориях Алтайского края, Республики Алтай, Республики Крым, Республики Тыва, Республики Казахстан, Республики Таджикистан [2; 3; 7—9]. Сборы проводились в конце июля — начале августа. Ранее проведенные исследования [7] показали, что у *N. schoberi* и *N. sibirica* свежесобранные семена без применения предварительной подготовки плохо прорастают в лабораторных условиях. Лучшие результаты были получены при холодной стратификации.

Качественные признаки онтогенетических состояний описывались с использованием шкалы периодизации онтогенеза [39; 40; 42; 43], структура растения — по М. Т. Мазуренко, А. П. Хохрякову [33] и И. Г. Серебрякову [38].

При разработке биологических основ интродукции видов селитрянки в ЦСБС использовался лабораторно-теплично-грунтовой метод Г. П. Семеновой [37].

Результаты исследований и их обсуждение**Онтогенез *N. sibirica***

Латентный период (se) представлен покоящимися семенами, мелкими, яйцевидной формы с окраской от светло-желтого до фиолетового цвета. Длится у семян *N. sibirica*, прошедших холодную стратификацию, в течение 25 дней, период от посева до появления всходов составляет от 5 до 12 дней.

Прегенеративный период

Проростки (р) Прорастание всех изученных видов надземное, эпигеальное. У проростков *N. sibirica* форма вершины семядольных листьев слегка округлая, их длина составляет от 1 до 2,4 см, ширина — 0,3—0,5 см. Длина гипокотыля — 0,5—2,2 см. Окончательно семядольные листья в интродукционном (грунтовым) и лабораторном опытах отмирали у большинства образцов на 34—35 день при переходе растений в ювенильное состояние. Исключение составили растения из популяций оз. Балансор и п. Курты, у которых в лабораторных условиях семядольные листья начали отмирать на 21 день после появления всходов. Таким образом, *N. sibirica* относится к видам с длительным функционированием семядолей. Возможно, это связано с необходимостью дольше сохранять все ассимилирующие органы в условиях засоленных почв, где развитие корневой системы идет замедленно.

Ювенильное онтогенетическое состояние (j) обычно отмечается с момента разворачивания первых настоящих листьев и продолжается до начала ветвления. В наших наблюдениях прекращение роста и функционирования семядолей происходило при появлении второй и последующих пар листьев. Первые настоящие листья у *N. sibirica* появляются на 14—15 день после всходов, первая и вторая пары расположены супротивно, у последующих листорасположение очередное. Смена типа листорасположения может считаться признаком окончательного вступления в данное онтогенетическое состояние. Ювенильные растения *N. sibirica* имеют узколанцетные листья, к основанию суженные, зеленого цвета, с заостренной или слегка округлой вершиной, длиной от 1 до 2 см, шириной 0,2—0,3 см. Таким образом, ювенильные листья близки по форме к семядольным, однако первые уже. Высота растений достигает 5—8 см. Ювенильное онтогенетическое состояние продолжается 1—1,5 месяца.

Имматурное онтогенетическое состояние (im). Для имматурных растений характерно частичное одревеснение нижней части первичного побега на высоту 5—6 см (рис. 1). В средней части побега наблюдается мутовчатое расположение листьев, происходит ветвление первичного побега. Имматурное состояние продолжается около полутора месяцев.

В данном онтогенетическом состоянии у образцов селитрянки из популяций различного эколого-географического происхождения наблюдался наибольший диапазон варьирования основных морфометрических параметров (табл. 1). При этом отдельные параметры роста закреплены генетически, в условиях интродукции растения *N. sibirica* из высокогорных популяций Республики Алтай (п. Кош-Агач, 1750 м над ур. м.) сохраняли особенности развития, обусловленные климатическими условиями естественных местобитаний, — максимальная высота в имматурном возрастном состоянии не превышала 2 см, длина междоузлий составляла 0,2—0,4 см. Эти параметры являются минимальными для имматурных растений *N. sibirica* из равнинных популяций Алтайского края, Хакасии и Казахстана (200—350 м над ур. м.).

Ранее нами было показано [9], что габитус куста *N. sibirica* зависит от условий местообитания — в наиболее континентальных высокогорных районах Республик Алтай и Тыва в генеративном возрастном состоянии селитрянка сибирская формирует стелющи-

еся кусты высотой не более 20—30 см, тогда как в равнинных степных районах Алтайского края они достигают высоты 60—80 см.



Рис. 1. Имматурное онтогенетическое состояние растений *N. sibirica*

Таблица 1

Морфометрические параметры растений видов рода *Nitraria* L. имматурного онтогенетического состояния

Местоположение популяции	Высота растений, см	Длина междоузлий, см	Длина листьев, см	Ширина листьев, см
<i>N. schoberi</i>				
Республика Крым				
Лисья бухта	5–9	0,2–2	1,5–2	0,4
Алтайский край				
оз. Кулундинское	8–11,5	1,5–2,5	2–2,7	0,5
п. Малиновое Озеро	4–13	0,3–3,5	2,5–3,5	0,5
Республика Казахстан				
оз. Балхаш_1	8–10	0,4–2	2–3	0,5
оз. Балхаш_2	13	0,5–2,3	3–3,5	0,5–0,6

Продолжение табл. 1

Местоположение популяции	Высота растений, см	Длина междоузлий, см	Длина листьев, см	Ширина листьев, см
п. Коктал	6–16,5	1–3,5	2,8–3,2	0,4–0,5
п. Лепсы	4,5–22,5	0,3–2,5	2–3,5	0,5–0,6
п. Сарыозек	4–12	0,5–1,2	2–3	0,5
Республика Таджикистан				
р. Пяндж_1	2,5–10,5	0,5–2	2–3,2	0,3–0,4
р. Пяндж_2	4,5–9,5	0,5–1,5	2–2,7	0,3–0,4
<i>N. sibirica</i>				
Алтайский край				
оз. Балансор	4–10	0,3–1,3	1,2–1,5	0,3
п. Горняк	2–13,5	0,3–1,8	1,3–2	0,3–0,4
п. Жира	4–10,5	0,3–1,2	1–1,5	0,3
оз. Кулундинское	2–5,2	0,3–1,5	1–1,4	0,3–0,4
п. Новенькое	2,5–12	0,3–2,3	1–1,5	0,3–0,4
г. Рубцовск	3–10	0,5–1	1–1,5	0,3–0,4
с. Угловское	3,8–11,5	0,3–1,5	1,9–2,5	0,3–0,4
Республика Алтай				
п. Кош-Агач	1,8–2	0,2–0,4	1,5–1,8	0,2–0,3
Республика Хакасия				
оз. Беле	4–12	0,4–1,3	1,2–1,8	0,3
Республика Казахстан				
оз. Балхаш_2	2–11,5	0,3–1,5	2–3,4	0,3–0,4
п. Коктал	2–5	0,4–1,3	2	0,3
п. Курты	3,5–13,5	0,4–1,5	1,5–2	0,3–0,4

Виргинильное онтогенетическое состояние (v). В это состояние растения переходят на второй-третий год жизни. В наших экспериментах они размещались в теплице. Для виргинильных растений *N. sibirica* характерно формирование кустарниковой биоморфы преимущественно с акротонным и мезотонным ветвлением. Побег формирования значительно превышает первичный побег по длине. Развитие первичного побега приостанавливается, затем он засыхает. Листья виргинильных растений в условиях интродукции незначительно увеличиваются в размерах (1,8–2,9 см длина и 0,4–0,6 см ширина).

Таким образом, онтогенез растений *N. sibirica* при интродукции в ЦСБС СО РАН включает все онтогенетические состояния прегенеративного периода (рис. 2).

На рисунке 2 у имматурного и виргинильного растений выделены одревесневающие основания первичного побега. Формированию кустарниковой биоморфы способствовало установление режима относительно сухого и холодного периода зимнего покоя в теплице в течение декабря — февраля. Снижение температуры в теплице до +5°C обусловлено тем, что селитрянки естественно произрастают в условиях континентального и резко континентального климата (межгорные котловины Алтая).

Корневая система отличается небольшим числом боковых корней, которые в теплице образуются довольно близко к поверхности субстрата, сохраняя тенденцию формирования типичной стержневой корневой системы растений аридной зоны [6].

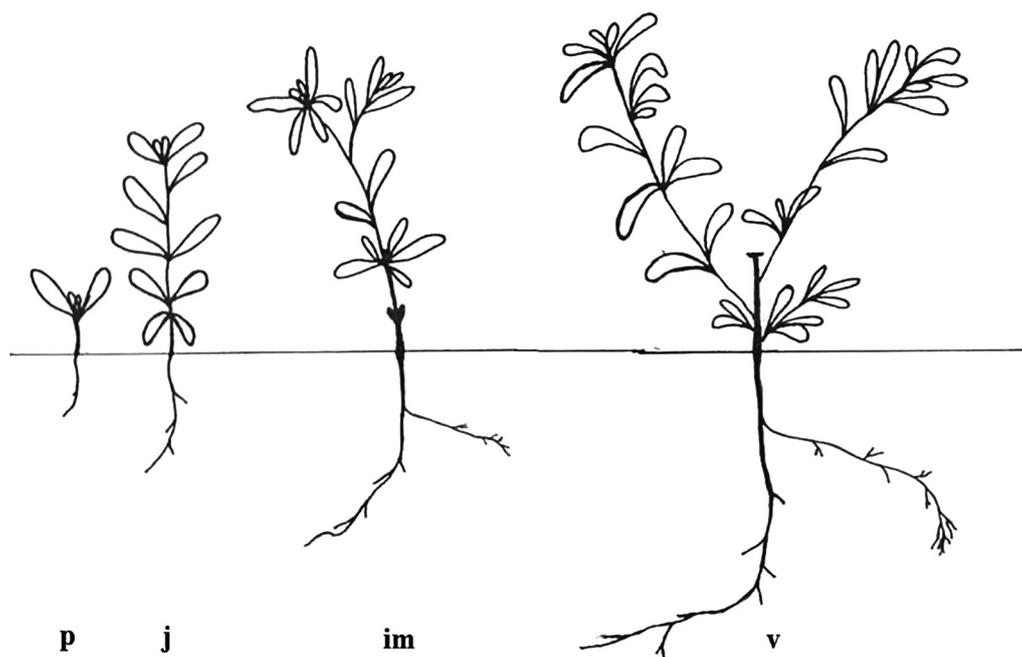


Рис. 2. Особенности прегенеративного периода *N. sibirica*

Онтогенез *N. schoberi*

Латентный период (se) представлен покоящимися семенами, более крупными, чем у *N. sibirica*, овальной или яйцевидной формы, заостренными, коричневой или желтоватой окраски. Период от посева до появления всходов у семян, прошедших предпосевную обработку, длится от 5 до 12 дней.

Прегенеративный период

Проростки (р) *N. schoberi* имеют 2 мясистые, прямые ланцетные, сидячие семядоли, форма вершины заостренная или слегка заостренная. Гипокотиль длиной от 0,5 до 2 см, толстый, мясистый и изогнутый. Корешки тонкие, нитевидные. До появления первых настоящих листьев семядольные листья достигают максимального размера длиной 1,5—2,5 см, шириной 0,5—0,6 см. Состояние проростка продолжается около 10 дней.

Ювенильное онтогенетическое состояние (j) отмечается от момента появления первых настоящих листьев до начала ветвления. Рост семядолей прекращался при появлении второй и последующих пар листьев. Первые настоящие листья у *N. schoberi* появляются через две недели после всходов. У *N. schoberi* только первая пара настоящих листьев имеет супротивное расположение, в дальнейшем листорасположение становится очередным.

Первые настоящие листья *N. schoberi* узкие, ланцетные, к основанию суженные, темно-зеленого цвета, вершина листа заостренная или округлая, изредка трехзубчатая (рис. 3).

Длина листа достигает 2,5 см, ширина варьирует незначительно — от 0,4 до 0,5 см. Высота растений обычно более 10 см, максимальная — 13,5 см. Ювенильное состояние длится 1—1,5 месяца.

Имматурное онтогенетическое состояние (im). Имматурное состояние фиксируется, когда на побеге сформировано более 10 метамеров, а междоузлия достигают длины 0,5—2,5 см. Длина листьев варьирует от 1,5 до 3,5 см, а ширина — от 0,3 до 0,6 см. Самые короткие листовые пластинки наблюдались у селитрянки из популяции Республики Крым — не более 2 см, а самые узкие — из популяций Таджикистана (0,3—0,4 см), кото-

рые по этому параметру близки к растениям *N. sibirica*. Максимальная высота растений достигала 22,5 см (п. Лепсы, Казахстан). Для имматурных растений характерно частичное одревеснение нижней части первичного побега на высоту от 5 до 8 см (рис. 4). В средней части побега наблюдается расположение листьев в пучках или мутовках, на первичном побеге образуются побеги второго порядка.



Рис. 3. Ювенильное растение *N. schoberi*



Рис. 4. Имматурное онтогенетическое состояние растений *N. schoberi*

Виргинильное онтогенетическое состояние (v). Это состояние отмечается у растений второго-третьего года жизни с момента отмирания первичного побега и формирования кустарниковой биоморфы (рис. 5). Для *N. schoberi* характерно образование побегов формирования преимущественно с анизотропным характером роста. Листья виргинильных растений, так же, как и у предыдущего вида, сохраняют пропорции имматурных, но незначительно увеличиваются в размерах, преимущественно в длину (2,2—3,6 см длина и 0,4—0,6 см ширина).

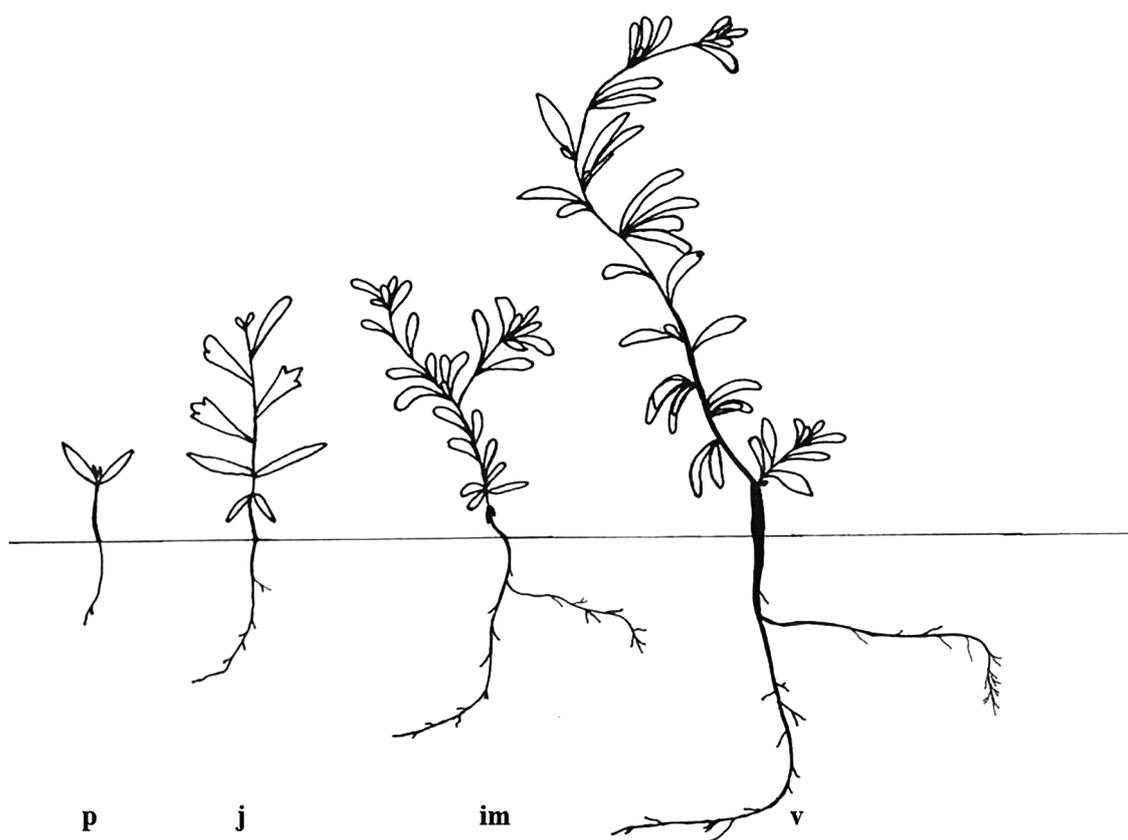


Рис. 5. Особенности прегенеративного периода *N. schoberi*

Анализ морфометрических параметров некоторых вегетативных органов *N. sibirica* и *N. schoberi* показал, что у *N. sibirica* растения, выращенные из семян, собранных в различных популяциях, имели близкие морфометрические параметры. У образцов, собранных из различных популяций *N. schoberi*, находящихся в значительно отдаленных друг от друга частях ареала, параметры листовой пластинки варьировали сильнее. Особенности варьирования параметров листьев у обоих видов четко проявляются в имматурном онтогенетическом состоянии. Межвидовые различия просматриваются уже на стадии ювенильных растений — у *N. sibirica* листья в этом возрастном состоянии мельче, чем у *N. schoberi*. По параметрам роста (высота растений, длина междоузлий) образцы *N. sibirica* в ходе интродукционного эксперимента сохраняют особенности, обусловленные природно-климатической спецификой естественных местообитаний.

Заключение

Как показали исследования, проведенные в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири, растения *N. sibirica* и *N. schoberi* в процессе интродукции с использованием лабораторно-теплично-грунтового метода проходят все онтогенетиче-

ские состояния прегенеративного периода: проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное.

Выращивание растений селитрянки в оранжереях более перспективно, нежели в лабораторных условиях. Формирование кустарниковой биоморфы с сильно полегающими побегами в стационарных оранжереях свидетельствует о необходимости предусматривать для селитрянок режимы зимнего покоя с понижением температуры и ограничением полива.

Растения, собранные в естественных местообитаниях, вошли в состав биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», USU № 440534.

Работа выполнена в рамках Проекта VI.52.1.2 «Анализ внутривидовой структуры ресурсных растений Азиатской России, отбор и сохранение генофонда». Номер государственной регистрации АААА-А17-117012610054-6.

Список использованной литературы

1. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области : справочник. Л. : Гидрометеиздат, 1971. 155 с.
2. Ак-Лама Т. А., Банаев Е. В., Томошевич М. А. Особенности морфологии семян некоторых видов рода *Nitraria* (*Nitrariaceae*) // Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы : материалы междунар. конф., посвящ. 70-летию Центрального сибирского ботанического сада (Новосибирск, 1—8 авг. 2016 г.). Новосибирск : ЦСБС СО РАН, 2016. С. 7—9.
3. Ак-Лама Т. А., Банаев Е. В., Томошевич М. А. Особенности строения цветка некоторых видов рода *Nitraria* L. // Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию Ин-та ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК. Алматы, 2017. С. 98—103.
4. Бабаев А. Г. Кучевые пески на древнедельтовой равнине Аму-Дарьи // Известия Академии наук Туркменской ССР. 1953. № 4. С. 28—36.
5. Бадгаа Д. Исследование культурных и дикорастущих плодов и ягод Монгольской Народной Республики с целью их рационального использования : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1978. 36 с.
6. Байтулин И. О. Корневая система растений аридной зоны Казахстана. Алма-Ата : Наука, 1979. 184 с.
7. Банаев Е. В. Род *Nitraria* (*Nitrariaceae*), биологические особенности и перспективы использования // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы междунар. конф., посвящ. 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Минск, 2012. С. 28—30.
8. Банаев Е. В., Ак-Лама Т. А., Томошевич М. А. Индивидуальная изменчивость признаков цветка и семян представителей рода *Nitraria* L. // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений, сохранения биоразнообразия и рационального использования биоресурсов в аридных условиях : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию Мангышлакского экспериментального ботанического сада. Актау, 2017. С. 110—113.
9. Банаев Е. В., Томошевич М. А., Ямтыров М. Б. Об изменчивости метрических и качественных признаков видов рода *Nitraria* L. в связи с эколого-климатическими условиями местообитаний Сибири // Сибирский экологический журнал. 2017, Т. 24, № 6. С. 746—757. DOI: 10.15372/SEJ20170607.
10. Бобров Е. Г. О происхождении флоры пустынь Старого света в связи с обзором рода *Nitraria* L. // Ботанический журнал. 1965. Т. 50, № 8. С. 1053—1067.
11. Бутник А. А., Нигманова Р. Н., Пайзиева С. А., Сатадов Д. К. Экологическая анатомия пустынных растений Средней Азии. Т. 1. Ташкент, 1991. С. 112—115.
12. Васильева О. Ю., Зуева Г. А., Буглова Л. В., Сарлаева И. Я., Ак-Лама Т. А., Лезин М. С., Цыганкова А. С., Черемисина А. В. Роль биоморфологических исследований при интродукции хозяйственно полезных растений в условиях континентального климата // Бюллетень ботанического сада-института ДВО РАН. 2017. № 18. С. 73—79.
13. Воронкова М. С., Банаев Е. В., Томошевич М. А. Сравнительное изучение состава и содержания фенольных соединений листьев растений рода *Nitraria* (*Nitrariaceae*) // Химия растительного сырья. 2017. № 4. С. 107—116. DOI: 10.14258/jcprm.2017041909.
14. Григорьев Г. В. Селитрянка — кустарник для защитного лесоразведения в полупустыне // Лесное хозяйство. 1952. № 4. С. 32.

15. Дьяконова А. А. Почвы территории Центрального сибирского ботанического сада (сообщение II) // Ритмы развития и продуктивность полезных растений сибирской флоры. Новосибирск, 1975. С. 141—146.
16. Жемчужников Е. А. Солеустойчивые древесные и кустарниковые породы для защитного лесоразведения // Лес и степь. 1951. № 1. С. 42—47.
17. Запрягаева В. И. Лесные ресурсы Памиро-Алая. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. 594 с.
18. Ильин М. М. Нитрария и происхождение флоры пустынь // Природа. 1944. № 5/6. С. 116—118.
19. Ильин М. М. Флора пустынь Центральной Азии, ее происхождение и этапы развития // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М. ; Л., 1958. Вып. 3. С. 129—229.
20. Киселева А. П. Метеорологические условия в районе Центрального сибирского ботанического сада в 1966—1972 гг. // Ритмы развития и продуктивность полезных растений сибирской флоры. Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1975. С. 164—176.
21. Климат Новосибирска. Л. : Гидрометеиздат, 1979. 223 с.
22. Клименко З. К., Васильева О. Ю., Зорина Е. В., Дзюба О. В. Эколого-географическое испытание садовых роз в трех климатических зонах // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 1 (26). С. 36—42.
23. Красная книга Республики Алтай: Растения. 3-е изд., перераб. и доп. Горно-Алтайск : Изд-во ГАГУ, 2017. 268 с.
24. Красная книга Республики Дагестан. Махачкала, 2009. 552 с.
25. Красная книга Иркутской области. Иркутск : Время странствий, 2010. 478 с.
26. Красная книга Республики Калмыкия. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения растения и грибы. Элиста : Джангар, 2014. 199 с.
27. Красная книга Ростовской области. Т. 2. Растения и грибы. 2-е изд. Ростов-на-Дону : Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.
28. Красная книга Республики Хакасия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Новосибирск : Наука, 2002. 264 с.
29. Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа: Растения. Чита : Стиль, 2002. 280 с.
30. Кременской А. А. Материалы к биологии селитрянки // Известия Академии наук Туркменской ССР. 1953. № 5. С. 86.
31. Крупенников И. А. Солеустойчивость селитрянки (*Nitraria schoberi* L.) в природных условиях // Ботанический журнал. 1944. № 2-3. С. 62—71.
32. Лява Я. И. Род *Nitraria* L. в Туркменистане // Известия Туркменского филиала АН СССР. 1948. № 1. С. 54—57.
33. Мазуренко М. Т., Хохряков А. П. Структура и морфогенез кустарников. М. : Наука, 1977. 160 с.
34. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1—6. Вып. 20. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 717 с.
35. Никитин С. А. Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М. : Наука, 1966. 253 с.
36. Почвы Новосибирской области. Новосибирск : Наука, 1966. 422 с.
37. Семенова Г. П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск : ГЕО, 2007. 408 с.
38. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М. : Советская наука, 1952. 391 с.
39. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1975. № 2. С. 7—34.
40. Уранов А. А. Онтогенез и возрастной состав популяций // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М. : Наука, 1967. С. 3—8.
41. Худяев С. А., Банаев Е. В. Почвенно-галогеохимические условия местообитаний видов рода *Nitraria* (Nitrariaceae) в южной части Сибирского региона // Сибирский экологический журнал. 2012. Т. 19, № 6. С. 841—849.
42. Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура. М. : Наука, 1976. 216 с.
43. Ценопопуляции растений: Очерки популяционной биологии. М. : Наука, 1988. 236 с.
44. Boubaker J., Sghaier M., Skandrani I., Ghedira K., Chekir-Ghedira L. Isorhamnetin 3-O-robinobioside from *Nitraria retusa* leaves enhance antioxidant and antigenotoxic activity in human chronic myelogenous leukemia cell line K562 // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2012. Vol. 12, article 135. DOI: 10.1186/1472-6882-12-135.
45. Boubaker J., Skandrani I., Bouhleb I., Sghaier M., Neffati A., Ghedira K., Chekir-Ghedira L. Mutagenic, antimutagenic and antioxidant potency of leaf extracts from *Nitraria retusa* // Food and Chem. Toxicol. 2010. Vol. 48, N. 8—9. P. 2283—2290.

46. Commander L. E., Merritt D. J., Rokich D. P., Dixon K. W. Seed biology of Australian arid zone species: Germination of 18 species used for rehabilitation // *J. Arid Environm.* 2009. Vol. 73, N. 6-7. P. 617—625.
47. Halim A. F., Saad H.-E. A. Flavonol glycosides from *Nitraria retusa* // *Phytochemistry.* 1995. Vol. 40, N. 1. P. 349—351.
48. Suleiman M. K., Bhat N. R., Abdal M. S., Zaman S., Thomas R. R., Jacob S. Germination studies in *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch // *Middle-East J. Scient. Res.* 2008. N. 3. P. 211—213.
49. Zeng Y. J., Wang Y. R., Zhang J., Li Z. B. Germination responses to temperature and dormancy breaking treatments in *Nitraria tangutorum* Bobr. and *Nitraria sibirica* Pall. // *Seed Science and Technology.* 2010. Vol. 38, N. 3. P. 537—550.

Поступила в редакцию 14.08.2019

Ак-Лама Тайгана Аясовна, аспирант

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
E-mail: astra-kus@mail.ru

Васильева Ольга Юрьевна, доктор биологических наук

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
E-mail: vasil.flowers@rambler.ru

Томошевич Мария Анатольевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
E-mail: arysa9@mail.ru

УДК 582.711.712 (571.1)

T. A. Ak-Lama

O. Yu. Vasiljeva

M. A. Tomoshevich

Features of the latent and pre-generative development period of species of the genus *Nitraria* L. in forest steppe of Western Siberia

The article presents the results of studying ex situ ontogenesis of two halophyte species of the genus *Nitraria* L. (*Nitraria schoberi* L., *Nitraria sibirica* Pall.) in the continental climate of the forest-steppe zone of Western Siberia. The research objects were introduced from 22 natural habitat populations of the Altai Territory, the Altai Republic, the Republic of Crimea, the Republic of Tyva, the Republic of Kazakhstan, and the Republic of Tajikistan. The marker signs of pregenerative ontogenetic states of seedlings, juvenile, immature and virgin plants were identified, the duration of stay in each of them was indicated. It has been established that the variation in the morphometric characteristics of vegetative organs in plants from various populations begins to manifest itself clearly in the immature state. Some growth parameters are fixed genetically. The *N. sibirica* plants from the high mountain populations of the Altai Republic (Kosh-Agach settlement, 1750 m above sea level) were found to retain the developmental features determined by the climate of natural habitats under the conditions of introduction. The maximum height in the immature state did not exceed 2 cm, the length of the internode was 0.2—0.4 cm. These parameters are minimal for the immature plants of *N. sibirica* from the plain populations of the Altai Territory, Khakassia, and Kazakhstan. Interspecific differences are already visible at the stage of juvenile plants — *N. sibirica*'s leaves of this age have the length of no more than 2 cm, the width of 0.2—0.3 cm; while *N. schoberi* has the leaf length of 2.5 cm, the width of more than 0.4 cm.

Key words: *Nitraria*, *Nitraria schoberi*, *Nitraria sibirica*, ontogenesis, biomorphology, introduction, forest-steppe region of Western Siberia.

Ak-Lama Taigana Ayasovna, Postgraduate student
Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
Russian Federation, 630090, Novosibirsk, ul. Zolotodolinskaya, 101
E-mail: astra-kus@mail.ru

Vasiljeva Olga Yurievna, Doctor of Biological Sciences
Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
Russian Federation, 630090, Novosibirsk, ul. Zolotodolinskaya, 101
E-mail: vasil.flowers@rambler.ru

Tomoshevich Mariya Anatolyevna, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher
Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
Russian Federation, 630090, Novosibirsk, ul. Zolotodolinskaya, 101
E-mail: arysa9@mail.ru

References

1. *Agroklimaticheskie resursy Novosibirskoi oblasti: spravochnik* [Agroclimatic resources of the Novosibirsk region. A handbook]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1971. 155 p. (In Russian)
2. Ak-Lama T. A., Banaev E. V., Tomoshevich M. A. Osobennosti morfologii semyan nekotorykh vidov roda *Nitraria* (Nitrariaceae) [Features of the morphology of the seeds of some species of the genus *Nitraria* (Nitrariaceae)]. *Sokhranenie raznoobraziya rastitel'nogo mira v botanicheskikh sadakh: traditsii, sovremennost', perspektivy: materialy mezhdunar. konf., posvyashch. 70-letiyu Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada (Novosibirsk, 1—8 avg. 2016 g.)* [Preservation of the diversity of the plant world in botanical gardens: traditions, modernity, prospects. Proceed. of the Internat. conf. dedicated to the 70th anniversary of the Central Siberian Botanical Garden (Novosibirsk, Aug. 1—8, 2016)]. Novosibirsk, TsSBS SO RAN Publ., 2016, pp. 7—9. (In Russian)
3. Ak-Lama T. A., Banaev E. V., Tomoshevich M. A. Osobennosti stroeniya tsvetka nekotorykh vidov roda *Nitraria* L. [The structural features of the flower of some species of the genus *Nitraria* L.]. *Izuchenie, sokhranenie i ratsional'noe ispol'zovanie rastitel'nogo mira Evrazii: materialy mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 85-letiyu In-ta botaniki i fitointroduktsii KN MON RK* [Study, conservation and rational use of the plant world of Eurasia. Proceed. of the Internat. conf. dedicated to the 85th anniversary of the Institute of Botany and Phytointroduction of the Committee for Science of the Ministry of Education and Science, Republic of Kazakhstan]. Almaty, 2017, pp. 98—103. (In Russian)
4. Babaev A. G. Kucheve peski na drevnedel'tovoi ravnine Amu-Dar'i [Cumulus Sands on the Ancient Delta Plain of Amu Darya]. *Izvestiya Akademii nauk Turkmenskoi SSR*, 1953, no. 4, pp. 28—36. (In Russian)
5. Badгаа D. *Issledovanie kul'turnykh i dikorastushchikh plodov i yagod Mongol'skoi Narodnoi Respubliki s tsel'yu ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk* [The study of cultivated and wild fruits and berries of the Mongolian People's Republic with a view to their rational use. Abstr. Dr. Dis.]. Moscow, 1978. 36 p. (In Russian)
6. Baitulin I. O. *Kornevaya sistema rastenii aridnoi zony Kazakhstana* [The root system of plants in the arid zone of Kazakhstan]. Alma-Ata, Nauka Publ., 1979. 184 p. (In Russian)
7. Banaev E. V. Rod *Nitraria* (Nitrariaceae), biologicheskie osobennosti i perspektivy ispol'zovaniya [Genus *Nitraria* (Nitrariaceae), biological features and prospects of use]. *Introduktsiya, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobraziya mirovoi flory: materialy mezhdunar. konf., posvyashch. 80-letiyu Tsentral'nogo botanicheskogo sada Natsional'noi akademii nauk Belarusi* [Introduction, conservation and use of biological diversity of the world flora. Proceed. of the Internat. conf. dedicated to the 80th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus]. Minsk, 2012, pp. 28—30. (In Russian)
8. Banaev E. V., Ak-Lama T. A., Tomoshevich M. A. Individual'naya izmenchivost' priznakov tsvetka i semyan predstavitelei roda *Nitraria* L. [The individual variability of the characteristics of the flower and seeds of representatives of the genus *Nitraria* L.]. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty introduktsii rastenii, sokhraneniya bioraznoobraziya i ratsional'nogo ispol'zovaniya bioresursov v aridnykh usloviyakh: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 45-letiyu Mangyshlaksckogo eksperimental'nogo botanicheskogo sada* [Theoretical and applied aspects of plant introduction, conservation of biodiversity and rational use of biological resources in arid conditions. Proceed. of the Internat. conf. dedicated to the 45th anniversary of the Mangyshlak Experimental Botanical Garden]. Aktau, 2017, pp. 110—113. (In Russian)
9. Banaev E. V., Tomoshevich M. A., Yamtyrov M. B. Ob izmenchivosti metriceskikh i kachestvennykh priznakov vidov roda *Nitraria* L. v svyazi s ekologo-klimaticheskimi usloviyami mestoobitaniya Sibiri [On Variation

of Metric and Qualitative Characters of *Nitraria* L. Species in the Context of Ecological-Climatic Conditions of Habitats in Siberia]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal — Contemporary Problems of Ecology*, 2017, vol. 24, no. 6, pp. 746—757. DOI: 10.15372/SEJ20170607. (In Russian)

10. Bobrov E. G. O proiskhozhdenii flory pustyn' Starogo sveta v svyazi s obzorom roda *Nitraria* L. [On the origin of the flora of the deserts of the Old World in connection with a review of the genus *Nitraria* L.]. *Botanicheskii zhurnal*, 1965, vol. 50, no. 8, pp. 1053—1067. (In Russian)

11. Butnik A. A., Nigmanova R. N., Paizieva S. A., Satadov D. K. *Ekologicheskaya anatomiya pustynnykh rastenii Srednei Azii* [Ecological anatomy of desert plants in Central Asia]. Vol. 1. Tashkent, 1991, pp. 112—115. (In Russian)

12. Vasil'eva O. Yu., Zueva G. A., Buglova L. V., Sarlaeva I. Ya., Ak-Lama T. A., Lezin M. S., Tsygankova A. S., Cheremisina A. V. Rol' biomorfologicheskikh issledovaniy pri introduktsii khozyaistvenno poleznykh rastenii v usloviyakh kontinental'nogo klimata [The value of biomorphological researches in the introduction of economically useful plants in a continental climate]. *Byulleten' botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*, 2017, no. 18, pp. 73—79. (In Russian)

13. Voronkova M. S., Banaev E. V., Tomoshevich M. A. Sravnitel'noe izuchenie sostava i sodержaniya fenol'nykh soedinenii list'ev rastenii roda *Nitraria* (Nitrariaceae) [Comparative study of phenolic compounds composition and content in leaves of the genus *Nitraria* (Nitrariaceae) plants]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya — Chemistry of Plant Raw Material*, 2017, no. 4, pp. 107—116. DOI: 10.14258/jcprm.2017041909. (In Russian)

14. Grigor'ev G. V. Selitryanka — kustarnik dlya zashchitnogo lesorazvedeniya v polupustyne [Selitryanka — shrub for protective afforestation in the semi-desert]. *Lesnoe khozyaistvo*, 1952, no. 4, pp. 32. (In Russian)

15. D'yakonova A. A. Pochvy territorii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada (soobshchenie II) [Soils of the Central Siberian Botanical Garden (message II)]. *Ritmy razvitiya i produktivnost' poleznykh rastenii sibirskoi flory* [Rhythms of development and productivity of useful plants of the Siberian flora]. Novosibirsk, 1975, pp. 141—146. (In Russian)

16. Zhemchuzhnikov E. A. Soleustoichivye drevesnye i kustarnikovye porody dlya zashchitnogo lesorazvedeniya [Salt-resistant wood and shrub species for protective afforestation]. *Les i step'*, 1951, no. 1, pp. 42—47. (In Russian)

17. Zapryagaeva V. I. *Lesnye resursy Pamiro-Alaya* [Forest resources of the Pamir-Alai]. Leningrad, Nauka. Leningr. otd-nie Publ., 1976. 594 p. (In Russian)

18. Il'in M. M. Nitrariya i proiskhozhdenie flory pustyn' [Nitraria and the Desert Flora Origin]. *Priroda*, 1944, no. 5/6, pp. 116—118. (In Russian)

19. Il'in M. M. Flora pustyn' Tsentral'noi Azii, ee proiskhozhdenie i etapy razvitiya [Desert flora of Central Asia, its origin and stages of development]. *Materialy po istorii flory i rastitel'nosti SSSR* [Materials on the history of flora and vegetation of the USSR]. Moscow, Leningrad, 1958, is. 3, pp. 129—229. (In Russian)

20. Kiseleva A. P. Meteorologicheskie usloviya v raione Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada v 1966—1972 gg. [Meteorological conditions in the region of the Central Siberian Botanical Garden in 1966—1972]. *Ritmy razvitiya i produktivnost' poleznykh rastenii sibirskoi flory* [Rhythms of development and productivity of useful plants of the Siberian flora]. Novosibirsk, Nauka, Sib. otd-nie Publ., 1975, pp. 164—176. (In Russian)

21. *Klimat Novosibirska* [The climate of Novosibirsk]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1979. 223 p. (In Russian)

22. Klimentenko Z. K., Vasil'eva O. Yu., Zorina E. V., Dzyuba O. V. Ekologo-geograficheskoe ispytanie sadovykh roz v trekh klimaticheskikh zonakh [Ecological and geographical testing of garden roses in three climatic zones]. *Samarskii nauchnyi vestnik — Samara Journal of Science*, 2019, vol. 8, no. 1 (26), pp. 36—42. (In Russian)

23. *Krasnaya kniga Respubliki Altai: Rasteniya. 3-e izd.* [Red Book of the Altai Republic: Plants. 3rd ed.]. Gorno-Altaysk, GAGU Publ., 2017. 268 p. (In Russian)

24. *Krasnaya kniga Respubliki Dagestan* [Red Book of the Republic of Dagestan]. Makhachkala, 2009. 552 p. (In Russian)

25. *Krasnaya kniga Irkutskoi oblasti* [Red Book of Irkutsk region]. Irkutsk, Vremya stranstvii Publ., 2010. 478 p. (In Russian)

26. *Krasnaya kniga Respubliki Kalmykiya. T. 2. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya rasteniya i griby* [Red Book of the Republic of Kalmykia. Vol. 2. Rare and endangered plants and fungi]. Elista, Dzhangar Publ., 2014. 199 p. (In Russian)

27. *Krasnaya kniga Rostovskoi oblasti. T. 2. Rasteniya i griby. 2-e izd.* [Red Book of the Rostov region. Vol. 2. Plants and mushrooms. 2nd ed.]. Rostov-na-Donu, Minprirody Rostovskoi oblasti Publ., 2014. 344 p. (In Russian)

28. *Krasnaya kniga Respubliki Khakasiya: Redkie i ischezayushchie vidy rastenii i gribov* [Red Book of the Republic of Khakassia: rare and endangered species of plants and fungi]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2002. 264 p. (In Russian)

29. *Krasnaya kniga Chitinskoi oblasti i Aginskogo Buryatskogo avtonomnogo okruga: Rasteniya* [Red Book of the Chita Region and the Aginsky Buryat Autonomous Okrug: Plants]. Chita, Stil' Publ., 2002. 280 p. (In Russian)
30. Kremenskoi A. A. Materialy k biologii selitryanki [Materials for the biology of Nitraria]. *Izvestiya Akademii nauk Turkmenskoi SSR*, 1953, no. 5, pp. 86. (In Russian)
31. Krupennikov I. A. Soleustoichivost' selitryanki (*Nitraria schoberi* L.) v prirodnykh usloviyakh [Salt tolerance of *Nitraria schoberi* L. in natural conditions]. *Botanicheskii zhurnal*, 1944, no. 2-3, pp. 62—71. (In Russian)
32. Lyava Ya. I. Rod *Nitraria* L. v Turkmenistane [Genus *Nitraria* L. in Turkmenistan]. *Izvestiya Turkmenskogo filiala AN SSSR*, 1948, no. 1, pp. 54—57. (In Russian)
33. Mazurenko M. T., Khokhryakov A. P. *Struktura i morfogenez kustarnikov* [Structure and morphogenesis of shrubs]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 160 p. (In Russian)
34. *Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR. Ser. 3. Mnogoletnie dannye* [Scientific-applied reference on the climate of the USSR. Ser. 3. Multi-year data]. Part 1—6, is. 20. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1993. 717 p. (In Russian)
35. Nikitin S. A. *Drevesnaya i kustarnikovaya rastitel'nost' pustyn' SSSR* [Woody and shrubby vegetation of the USSR deserts]. Moscow, Nauka Publ., 1966. 253 p. (In Russian)
36. *Pochvy Novosibirskoi oblasti* [Soils of the Novosibirsk Region]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1966. 422 p. (In Russian)
37. Semenova G. P. *Redkie i ischezayushchie vidy flory Sibiri: biologiya, okhrana* [Rare and endangered species of Siberian flora: biology, conservation]. Novosibirsk, GEO Publ., 2007. 408 p. (In Russian)
38. Serebryakov I. G. *Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rastenii* [Morphology of the vegetative organs of higher plants]. Moscow, Sovetskaya nauka Publ., 1952. 391 p. (In Russian)
39. Uranov A. A. Vozrastnoi spektr fitotsenopopulyatsii kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov [Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and energy wave processes]. *Nauchnye doklady vysshei shkoly. Biologicheskie nauki*, 1975, no. 2, pp. 7—34. (In Russian)
40. Uranov A. A. Ontogenez i vozrastnoi sostav populyatsii [Ontogenesis and age composition of populations]. *Ontogenez i vozrastnoi sostav populyatsii tsvetkovykh rastenii* [Ontogenesis and age composition of flowering plant populations]. Moscow, Nauka Publ., 1967, pp. 3—8. (In Russian)
41. Khudyaev S. A., Banaev E. V. Pochvenno-galogeokhimiicheskie usloviya mestoobitanii vidov roda *Nitraria* (Nitrariaceae) v yuzhnoi chasti Sibirskogo regiona [Soil and Galochemical Conditions of Locations of the Species of *Nitraria* (Nitrariaceae) Genus in the Southern Part of Siberian Region]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal — Contemporary Problems of Ecology*, 2012, vol. 19, no. 6, pp. 841—849. (In Russian)
42. *Tsenopopulyatsii rastenii: Osnovnye ponyatiya i struktura* [Coenopopulations of plants: Basic concepts and structure]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 216 p. (In Russian)
43. *Tsenopopulyatsii rastenii: Ocherki populyatsionnoi biologii* [Coenopopulations of plants: Essays on population biology]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 236 p. (In Russian)
44. Boubaker J., Sghaier M., Skandrani I., Ghedira K., Chekir-Ghedira L. Isorhamnetin 3-O-robinobioside from *Nitraria retusa* leaves enhance antioxidant and antigenotoxic activity in human chronic myelogenous leukemia cell line K562. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2012, vol. 12, article 135. DOI: 10.1186/1472-6882-12-135.
45. Boubaker J., Skandrani I., Bouhleb I., Sghaier M., Neffati A., Ghedira K., Chekir-Ghedira L. Mutagenic, antimutagenic and antioxidant potency of leaf extracts from *Nitraria retusa*. *Food and Chem. Toxicol.*, 2010, vol. 48, no. 8—9, pp. 2283—2290.
46. Commander L. E., Merritt D. J., Rokich D. P., Dixon K. W. Seed biology of Australian arid zone species: Germination of 18 species used for rehabilitation. *J. Arid Environm.*, 2009, vol. 73, no. 6-7, pp. 617—625.
47. Halim A. F., Saad H.-E. A. Flavonol glycosides from *Nitraria retusa*. *Phytochemistry*, 1995, vol. 40, no. 1, pp. 349—351.
48. Suleiman M. K., Bhat N. R., Abdal M. S., Zaman S., Thomas R. R., Jacob S. Germination studies in *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch. *Middle-East J. Scient. Res.*, 2008, no. 3, pp. 211—213.
49. Zeng Y. J., Wang Y. R., Zhang J., Li Z. B. Germination responses to temperature and dormancy breaking treatments in *Nitraria tangutorum* Bobr. and *Nitraria sibirica* Pall. *Seed Science and Technology*, 2010, vol. 38, no. 3, pp. 537—550.