

Изменчивость содержания биологически активных веществ в листьях селитрянки *Nitraria sibirica* Pall. (Nitrariaceae)

Е. В. БАНАЕВ, Г. И. ВЫСОЧИНА, Т. А. КУКУШКИНА

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
E-mail: alnus2005@mail.ru

Статья поступила 21.02.2013

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты анализа сезонной внутри- и межпопуляционной изменчивости содержания биологически активных веществ в листьях *Nitraria sibirica* Pall. (селитрянка сибирская) в различных районах юга Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области.

Ключевые слова: *Nitraria sibirica* Pall., селитрянка сибирская, биологически активные вещества.

Биологические свойства видов рода *Nitraria* L. активно изучались во второй половине прошлого столетия, особенно в бывшем СССР при подборе растений для интродукции в полупустынные и пустынные районы Средней Азии. Исследователи отмечали чрезвычайную перспективность селитрянки в качестве мелиоративного, декоративного [Лява, 1948; Жемчужников, 1951; Бабаев, 1953; Кременской, 1953; Румянцева, 1953], ценного плодового [Крупенников, 1944; Григорьев, 1952; Петров, 1964; Бадгаа, 1978] и лекарственного [Норматов, Юнусов, 1968; Пахритдинов и др., 1970; Ибрагимов и др., 1975; 1983; Османов и др., 1982; Halim, Saad, 1995] растения. Поиск новых биологически активных веществ (БАВ) селитрянки и оценка их свойств [Tulyaganov, Allaberdiev, 2001, 2002, 2003] выявили антиоксидантные, антигено-токсические, антипролиферативные и проапоптотические свойства соединений, в частности, изорамнетин-3-О-робинобиозида – флавонолового гликозида, содержащегося в

экстрактах листьев африканского вида *N. retusa* (Forsk.) Aschers. [Boubaker et al., 2010, 2012]. Предлагается использование метаболитов селитрянки, обладающих цитостатической активностью, в химиотерапии хронического миелолейкоза [Boubaker et al., 2011].

Изучение особенностей накопления БАВ представляет значительный интерес не только с практической точки зрения, но и при выяснении их роли в устойчивости растений к различным факторам среды и анализе механизмов адаптации.

В настоящей работе исследовано содержание отдельных классов фенольных соединений (флавонолов, катехинов, танинов), сапонинов и каротиноидов в листьях *N. sibirica* (селитрянка сибирская).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Образцы листьев *N. sibirica* для исследований отбирали в популяциях Алтайского края, Республик Алтай, Хакасия и Тыва (рис. 1).

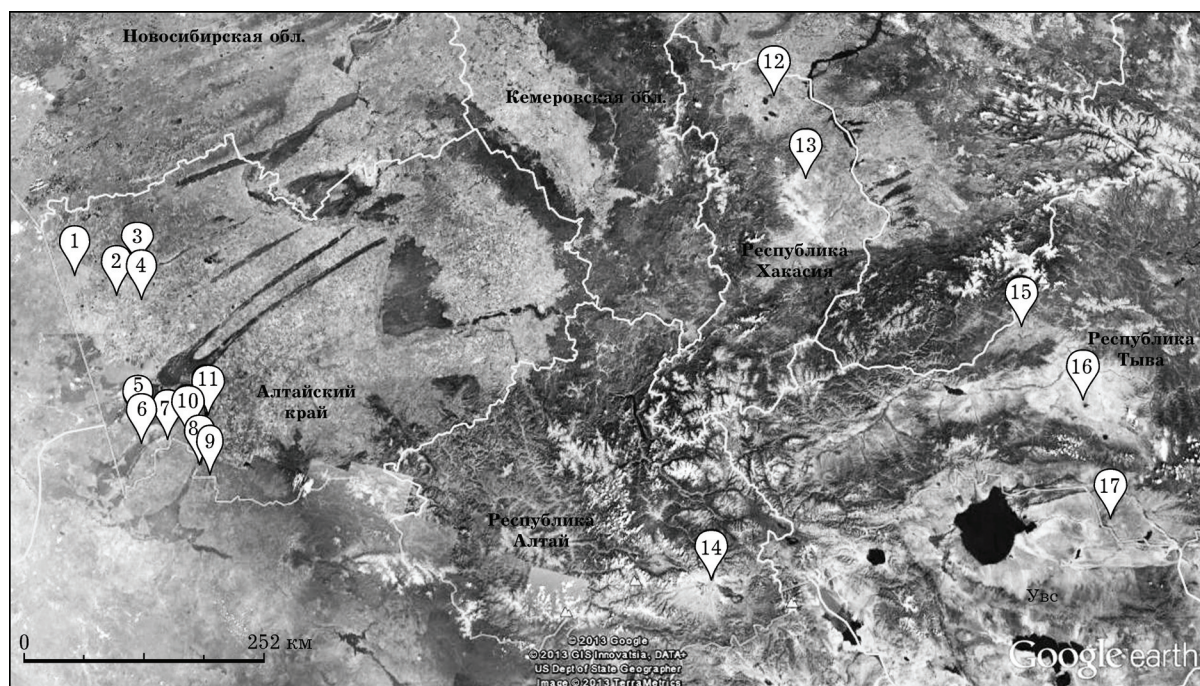


Рис. 1. Карта-схема размещения популяций *N. sibirica*

Исследование внутрипопуляционной изменчивости содержания биологически активных соединений в листьях селитрянки провели в четырех популяциях в фазу цветения. В каждой из них отбирали пробы с 30 растений, находящихся в средневозрастном генеративном состоянии. Межпопуляционную изменчивость содержания БАВ оценивали по средней пробе не менее чем с 10 растений в 10 популяциях в фазу бутонизации – начала цветения и в 13 популяциях в фазу плодоношения. Всего было исследовано 17 популяций (табл. 1).

Для определения содержания веществ использовали сырье, высушенное в тени в проветриваемых помещениях.

Количественное определение флавонолов проводили по методу В. В. Беликова и М. С. Шрайбера [1970], в котором используется реакция комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия. Точную навеску воздушно-сухого сырья (около 0,5 г), измельченного и просеянного через сито с отверстиями диаметром 1 мм, помещали в колбу вместимостью 100 мл и проводили исчерпывающую экстракцию 70%-м этиловым спиртом, контролируя полноту экстракции реакцией с 5%-м раствором NaOH (до исчез-

новения желтой окраски), измеряли объем профильтрованного объединенного экстракта. Далее в мерную пробирку вносили 0,1 мл экстракта, приливали 0,2 мл 2%-го раствора $AlCl_3$ в 96%-м этиловом спирте и доводили объем до 5 мл этанолом такой же концентрации. В контрольном варианте к 0,1 мл экстракта приливали 1–2 капли 30%-й уксусной кислоты и далее доводили объем до 5 мл 96%-м этанолом. Растворы перемешивали и через 40 мин измеряли оптическую плотность раствора с хлоридом алюминия на спектрофотометре СФ-26 при 415 нм в кювете с толщиной слоя 1 см, используя для сравнения раствор с кислотой.

Катехины определяли спектрофотометрическим методом. В две пробирки отбирали по 0,8 мл 80 % спиртового экстракта, затем в одну приливали 4 мл 1%-го раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте, а в другую, контрольную, – 4 мл концентрированной соляной кислоты, после чего доводили объемы кислотой до 5 мл. Через 5 мин появлялась розовая окраска в случае присутствия катехинов. Содержание катехинов в пробе определяли по калибровочной кривой, построенной по (\pm)-катехину “Sigma” [Кукушкина и др., 2003].

Т а б л и ц а 1

Места и сроки сбора материала

№ популяции	Название популяции	Дата сбора	Фенофаза	Местонахождение
Алтайский край				
1	Яровое	02.06.11	БЦ	Славгородский р-н, оз. Б. Яровое
2	Жира	02.06.11	БЦ	Благовещенский р-н, оз. Жира
		27.06.11	Ц	
		08.08.11	П	
3	Кулундинское	02.06.11	БЦ	Благовещенский р-н, оз. Кулундинское
		08.08.11	П	
4	Кучук	02.06.11	БЦ	Благовещенский р-н, оз. Кучукское
5	Ляпуново	01.06.11	БЦ	Угловский р-н, оз. Ляпуниха
6	Угловское	01.06.11	БЦ	Угловский р-н, с. Угловское
		07.08.11	П	
7	Балансор	01.06.11	БЦ	Угловский р-н, оз. Балансор
		07.08.11	П	
8	Новенькое	31.05.11	БЦ	Локтевский р-н, с. Новенькое
		26.06.11	Ц	
		06.08.11	П	
9	Горняк	31.05.11	БЦ	Локтевский р-н, пос. Горняк
		25.06.11	Ц	
		06.08.11	П	
10	Веселоярск	31.05.11	БЦ	Рубцовский р-н, пос. Веселоярск
11	Рубцовск	06.08.11	П	Рубцовский р-н, г. Рубцовск
Республика Хакасия				
12	Белё	22.07.11	П	Ширинский р-н, оз. Белё
13	Улуг-Коль	22.07.11	П	Усть-Абаканский р-н, оз. Улуг-Коль
Республика Алтай				
14	Кош-Агач	19.06.11	Ц	Кош-Агачский р-н, пос. Кош-Агач
		01.08.11	П	
Республика Тыва				
15	Туран	26.07.11	П	Пий-Хемский кожуун, пос. Туран
16	Хадын	26.07.11	П	Кызылский кожуун, оз. Хадын
17	Шара-Нур	27.07.11	П	Эрзинский кожуун, оз. Шара-Нур

П р и м е ч а н и е. БЦ – бутонизация – начало цветения; Ц – цветение; П – плодоношение.

Содержание танинов определяли титриметрическим методом [Государственная фармакопея, 1987]. Точную навеску воздушно-сухого сырья (0,5–1 г) экстрагировали водой на кипящей водяной бане в течение 45 мин. Около 5–10 мл полученного экстракта оттитровывали 0,1 н раствором перманганата калия в стакане с 400 мл воды в присутствии индиго кармина при постоянном перемешивании до золотисто-желтого цвета. Параллель-

но проводили контрольное титрование без исследуемого экстракта. Один миллилитр 0,1 н раствора перманганата калия эквивалентен 4,157 мг дубильных веществ в пересчете на танин.

Для определения каротиноидов навеску растительного сырья 0,1 г растирали до однородной массы, добавляя последовательно 0,1 г углекислого кальция, 1 мл диметилформамида и 2 мл безводного серноуксусного натрия для

нейтрализации кислот и фиксации ферментов. Экстракцию каротиноидов проводили сначала ацетоном (40 мл × 1 раз, 10 мл × 2 раза), далее 96%-м этанолом (5 мл × 3 раза) и затем исчерпывающе, до исчезновения окраски, ацетоном. Замеряли объем объединенного экстракта. Сумму каротиноидов определяли в ацетоново-этанольном экстракте спектрофотометрическим методом при длинах волн 450 и 550 нм [Кривенцов, 1982]. Содержание каротиноидов (Кр) вычисляли по формуле: $Kp = D \times V \times K/L - H$, где D – оптическая плотность экстракта; V – объем экстракта, мл; H – навеска, г; K – коэффициент пересчета на β -каротин, равный 0,4; L – рабочая длина кюветы.

Анализ сапонинов проводили весовым методом. Для этого около 2 г воздушно-сухого материала экстрагировали сначала хлороформом в аппарате Сокслета до полного обесцвечивания и удаления липидов и смол, затем – 50, 60, 96%-м этанолом последовательно, дважды каждой концентрацией, по 30 мин при 70 °С. Объединенный экстракт упаривали до 5 мл и прибавляли 7-кратный объем ацетона. Через 18 ч образовавшийся осадок отфильтровывали, высушивали при 70 °С, взвешивали и вычисляли содержание “сырого сапонины” [Киселева и др., 1991].

Концентрации всех вышеперечисленных веществ рассчитывались в процентах на абсолютно сухую массу растительного сырья.

Статистическую обработку данных проводили в пакете MS Excel. Определяли минимальное и максимальное значения признаков (lim), среднее арифметическое (\bar{a}), его ошибку ($m_{\bar{a}}$), коэффициент вариации (C , %). Оценку уровней изменчивости осуществляли по эмпирической шкале С. А. Мамаева [1975]. Коэффициенты парной корреляции (r) рассчитывали в программе Statistica.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Внутрипопуляционная изменчивость содержания танинов и катехинов в листьях селитрянки сибирской в период цветения характеризуется низким и средним уровнями – $C = 10-17\%$ (табл. 2). Количество флавонолов, каротиноидов и сапонинов в растениях

Т а б л и ц а 2

Индивидуальная изменчивость содержания БАВ в листьях *N. sibirica*

БАВ	Номер популяции							
	2		8		9		14	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Флавонолы	$\frac{2,05-4,54}{29}$	$2,9 \pm 0,15$	$\frac{1,73-2,78}{17}$	$2,3 \pm 0,07$	$\frac{2,04-3,64}{21}$	$2,8 \pm 0,11$	$\frac{1,85-3,76}{22}$	$2,8 \pm 0,11$
Танины	$\frac{6,7-10,4}{14}$	$7,9 \pm 0,2$	$\frac{6,2-8,5}{12}$	$7,1 \pm 0,16$	$\frac{7,63-12,65}{16}$	$9,4 \pm 0,28$	$\frac{4,1-6,74}{16}$	$5,5 \pm 0,16$
Сапонины	$\frac{11,8-30,9}{31}$	$21,5 \pm 1,23$	$\frac{11-28,7}{31}$	$19,1 \pm 1,09$	$\frac{5,43-26,7}{42}$	$16,2 \pm 1,25$	$\frac{14,7-25,4}{19}$	$20,9 \pm 0,74$
Катехины	$\frac{0,08-0,12}{14}$	$0,10 \pm 0,003$	$\frac{0,09-0,12}{10}$	$0,11 \pm 0,002$	$\frac{0,08-0,12}{17}$	$0,09 \pm 0,003$	$\frac{0,12-0,18}{17}$	$0,15 \pm 0,005$
Каротиноиды	$\frac{0,013-0,036}{25}$	$0,031 \pm 0,001$	$\frac{0,02-0,048}{25}$	$0,033 \pm 0,001$	$\frac{0,024-0,044}{26}$	$0,032 \pm 0,002$	$\frac{0,02-0,048}{26}$	$0,034 \pm 0,002$

Примечание. I – lim/C , %; II – $\bar{a} \pm m_{\bar{a}}$, %.

Межпопуляционная изменчивость содержания БАВ в листьях *N. sibirica*

Фаза вегетации	Флавонолы		Танины		Сапонины		Катехины		Каротиноиды	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
БЦ	1,65–3,37	19	4,4–9,78	19	7,9–24,5	36	0,08–0,12	13	0,04–0,08	23
	2,69		8,1		15,8		0,09		0,06	
	2,77–4,64		7,36–14,5		7,9–18		0,07–0,11		0,05–0,21	
II	3,16	23	9,8	18	14,1	25	0,09	13	0,12	52

Примечание. I – \lim/\bar{a} , %; II – C, %.

варьирует, преимущественно, на высоком уровне – C = (17) 21–31 (42) %.

Аналогичные закономерности обнаружены и в межпопуляционной изменчивости содержания БАВ в листьях селитрянки. Наименьшую вариабельность показали катехины (C = 12–13 %) и танины (C = 18–19 %), содержание флавонолов, сапонинов и каротиноидов изменяется, как правило, на высоком и очень высоком уровнях – коэффициенты вариации 19–27 %, 25–36 % и 23–52 % соответственно (табл. 3). В разные периоды вегетации растений содержание сапонинов и каротиноидов в листьях селитрянки может отличаться в 3–5 раз. Межпопуляционные различия количества танинов и флавонолов не превышают 2 раз, катехинов – 1,5. При этом содержание катехинов и каротиноидов в листьях селитрянки сибирской измеряется десятками и сотыми долями процента, флавонолов в среднем около 3 %, танинов и сапонинов – 9 и 15 % соответственно. По всей видимости, незначительным суммарным содержанием катехинов и флавонолов объясняется выявленная нами ранее низкая антиоксидантная активность экстрактов из листьев селитрянки [Высочина и др., 2011].

Максимальное среднее значение содержания флавонолов в период плодоношения отмечено в популяции Горняк – 4,64 %; минимальное в популяции Шара-Нур – 2,22 % (рис. 2). Больше всего танинов обнаружено в растениях из популяции Угловское – 14,5 %, меньше всего в популяции Туран – 7,36 %. По количеству сапонинов выделяются Шара-Нур и Белё (около 8 %), в остальных популяциях их содержание во время плодоношения составляет от 10 до 18 %.

Между содержанием флавонолов и танинов на межпопуляционном уровне выявлена достоверная корреляция ($r = 0,65$ при $p < 0,05$), при этом каких-либо географических закономерностей в количестве биологически активных веществ в листьях селитрянки не обнаружено. Наблюдаемое снижение средних значений содержания некоторых соединений в восточной части ареала (Республика Тыва) (см. рис. 2), вероятнее всего, объясняется несколько более ранними сроками сбора материала, т. е. сезонной динамикой веществ, которая прослеживается для катехинов, флавонолов, танинов и каротиноидов (рис. 3).

Заметное увеличение количества каротиноидов (максимально в 2,7 раза) в листьях селитрянки сибирской в период плодоношения и пониженное их содержание в периоды цветения и бутонизации, является следствием выполнения этой группой пигментов протекторной роли в условиях стресса. Известно, что содержание каротиноидов может быть индикатором реакции растений на

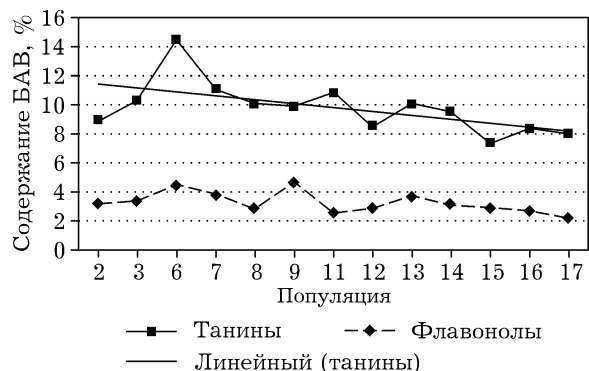


Рис. 2. Географическая изменчивость содержания БАВ в листьях *N. sibirica* в период плодоношения

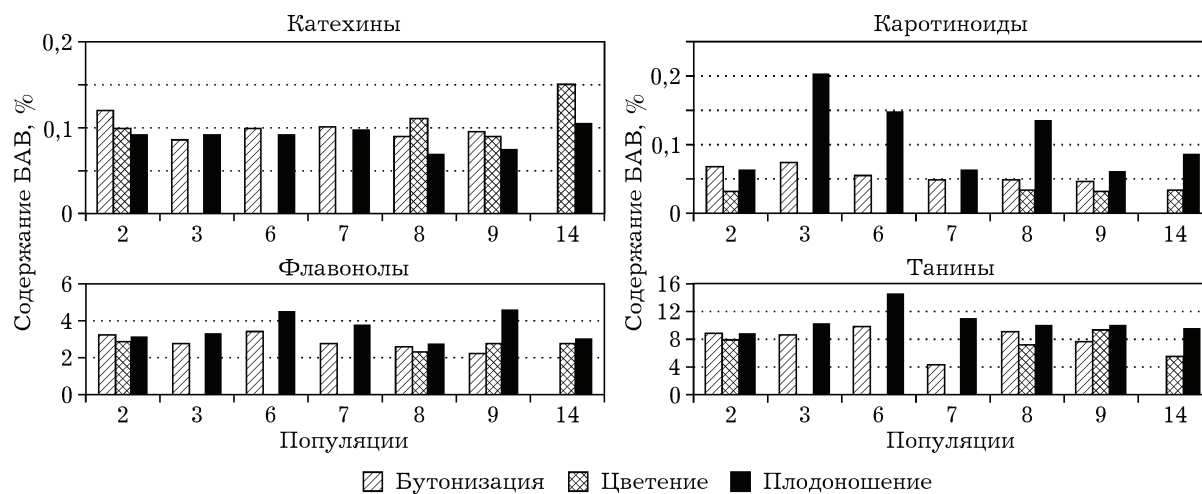


Рис. 3. Сезонная динамика содержания БАВ в листьях *N. sibirica*

различные изменения факторов среды [Металлов, 2009; Тужилкина, 2009; Титова, 2010; Степень, 2010]. Усиленное накопление “желтых” пигментов необходимо растениям в неблагоприятных условиях вегетации для стимулирования адаптивных функций, например, в листьях чая в условиях влажных субтропиков России наибольшее их содержание обнаруживается в августе при наступлении засушливого периода, при этом существенно увеличивается и количество танинов [Белоус, 2009]. Вероятно, что у селитрянки сибирской повышение содержания танинов в листьях в фазу плодоношения (до 1,5 раз) также объясняется отрицательной корреляцией с количеством осадков в этот период.

Содержание катехинов в листьях селитрянки в период плодоношения снижается, иногда (Новенькое, Кош-Агач) значительно – до 1,5 раз. Этот факт, возможно, объясняется расходом Р-активных соединений на биосинтез запасных веществ. Однако обеднения в течение вегетационного периода листовой ткани флавонолами, как это происходит, например, у рододендронов [Рупасова и др., 2012], у селитрянки не наблюдается. Напротив, этих веществ в листьях в период плодоношения становится больше, в частности в популяции Горняк в 2,1 раза. Следует отметить, что в динамике флавоноидов нет и не может быть единого вектора, поскольку их содержание в различных органах растений зависит от целого ряда внешних и

внутренних факторов [Минаева, 1978; Николаевский, 1998], а также связано с адаптивной стратегией того или иного таксона, выработанной в ходе эволюции [Harborne, Mabry, 1982; Высочина, 2004].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во внутривидовой и межвидовой изменчивости содержания биологически активных веществ в листьях *Nitraria sibirica* существуют определенные закономерности. Количество танинов и катехинов варьирует на низком и среднем уровнях; флавонолов, каротиноидов и сапонинов – на высоком уровне. Географической направленности в изменчивости биохимических признаков не обнаружено. Прослеживается сезонная динамика веществ, выраженная в увеличении в листьях селитрянки сибирской в фазу плодоношения содержания флавонолов, танинов, каротиноидов и снижении количества катехинов. Обогащение листовой ткани селитрянки сибирской танинами и каротиноидами в августе месяца, вероятнее всего, объясняется защитной и адаптационной функцией этих соединений в условиях высокой степени засушливости местообитаний в этот период.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 30.3 “Сохранение *ex situ* редких и эндемичных видов растений Сибири” программы РАН “Живая природа: современное состояние и проблемы развития”.

ЛИТЕРАТУРА

- Бабаев А. Г. Кучевые пески на древнедельтовой равнине Аму-Дарьи // Изв. АН Туркмен. ССР. 1953. № 4. С. 28–36.
- Бадгаа Д. Исследование культурных и дикорастущих плодов и ягод Могольской народной республики с целью их рационального использования: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1978. 36 с.
- Беликов В. В., Шрайбер М. С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 66–72.
- Белоус О. Г. Биологические особенности культуры чая в условиях влажных субтропиков России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Краснодар, 2009. 31 с.
- Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2004. 240 с.
- Высочина Г. И., Банаев Е. В., Кукушкина Т. А., Шалдаева Т. М., Ямтыров М. Б. Фитохимическая характеристика сибирских видов рода *Nitraria* L. // Растительный мир Азиатской России. 2011. № 2(8). С. 108–113.
- Государственная фармакопея СССР. М., 1987. Вып. 1. С. 286–287.
- Григорьев Г. В. Селитрянки – кустарники для защитного лесоразведения в полупустыне // Лесн. хоз-во. 1952. № 4. С. 32.
- Жемчужников Е. А. Солеустойчивые древесные и кустарниковые породы для защитного лесоразведения // Лес и степь. 1951. № 1. С. 42–47.
- Ибрагимов А. А., Маех С. Х., Юнусов С. Ю. Строение нитрамидина // Химия природ. соедин. 1975. № 2. С. 275.
- Ибрагимов А. А., Османов З., Ягудаев М. Р., Юнусов С. Ю. Алкалоиды *Nitraria sibirica* // Там же. 1983. № 2. С. 213–216.
- Кременской А. А. Материалы к биологии селитрянки // Изв. АН Туркмен. ССР. 1953. № 5. С. 86.
- Кривенцов В. И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. 22 с.
- Крупенников И. А. Солеустойчивость селитрянки (*Nitraria schoberi* L.) в природных условиях // Ботан. журн. 1944. № 2–3. С. 62–71.
- Кукушкина Т. А., Зыков А. А., Обухова Л. А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения. СПб., 2003. С. 64–69.
- Киселева А. В., Волхонская Т. А., Киселев В. Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 136 с.
- Лява Я. И. Род *Nitraria* L. в Туркменистане // Изв. Туркмен. филиала АН СССР. 1948. № 1. С. 54–57.
- Мамаев С. А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1975. С. 3–14.
- Металлов А. В. Эколого-биологические особенности адаптации у сортов люцерны в условиях Предбайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2009. 19 с.
- Минаева В. Г. Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование. Новосибирск, 1978. 252 с.
- Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. М.: МГУЛ, 1998. 130 с.
- Норматов М., Юнусов С. Ю. Исследование алкалоидов *Nitraria schoberi*: структура нитрамина // Химия природ. соедин. 1968. № 2. С. 139.
- Османов З., Ибрагимов А. А., Юнусов С. Ю. Алкалоиды *Nitraria sibirica* // Там же. 1982. № 1. С. 126–127.
- Пахритдинов Б. М., Новгородова Н. Ю., Норматов М., Юнусов С. Ю. Тетраметилтетрагидро-β-карболин из *Nitraria schoberi* // Там же. 1970. № 5. С. 641–642.
- Петров М. П. Хозяйственное значение селитрянок // Изв. АН Туркмен. ССР. 1964. № 2. С. 41–45.
- Румянцева А. С. Развитие корневой системы селитрянки (*Nitraria schoberi*) // Там же. 1953. № 5. С. 87–89.
- Рупасова Ж. А., Володько В. К., Волотович А. А., Василевская Т. И., Криницкая Н. Б., Кудряшова О. А. Особенности сезонного накопления фенольных соединений в ассимилирующих органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* при интродукции в условиях Беларуси // Весці НАНБ. 2012. № 3. С. 5–10.
- Степень Р. А. Влияние аэрогенного загрязнения на пигментную систему ассимиляционного аппарата ели сибирской // Лесн. журн. 2010. № 1. С. 43–47.
- Титова М. С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое *Picea abies* и *Picea koraiensis* // Вестн. ОГУ. 2010. № 12 (118). С. 9–12.
- Тужилкина В. В. Реакция пигментной системы хвойных на длительное аэротехногенное загрязнение // Экология. 2009. № 4. С. 243–248.
- Boubaker J., Bhouiri W., Sghaier M., Bouhlel I., Skandrani I., Ghedira K., Chekir-Ghedira L. Leaf extracts from *Nitraria retusa* promote cell population growth of human cancer cells by inducing apoptosis // Cancer Cell International. 2011. Vol. 11, N 37. doi:10.1186/1475-2867-11-37.
- 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, N 35. doi:10.1186/1472-6882-12-135.
- Boubaker J., Skandrani I., Bouhlel 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, iss. 8–9. P. 2283–2290.
- Halim A. F., Saad H.-E. A. Flavonol glycosides from *Nitraria retusa* // Phytochemistry. 1995. Vol. 40, N 1. P. 349–351.
- Harborne J. B., Mabry T. Y. The flavonoids. Advances in Research. L., 1982. 744 p.
- Tulyaganov T. S., Allaberdiev F. Kh. Alkaloids of *Nitraria sibirica*. Dihydroshoberine and nitrabirine N-oxide // Chemistry of Natural Compounds. 2001. Vol. 37(6). P. 556–558.

Tulyaganov T. S., Allaberdiev F. Kh. Alkaloids of *Nitraria sibirica*. Structures of nitramidine and nitraidine // Ibid. 2002. Vol. 38, N 6. P. 602–604.

Tulyaganov, T. S., Allaberdiev, F. Kh. Alkaloids from plants of the *Nitraria* genus. Structure of sibiridine // Ibid. 2003. Vol. 39, N 3. P. 292–293.

Variations in Bioactive Substances Content in Leaves of *Nitraria sibirica* Pall. (Nitrariaceae)

E. V. BANAIEV, G. I. VYSOCHINA, T. A. KUKUSHKINA

Central Siberian Botanical Garden SB RAS
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101
E-mail: alnus2005@mail.ru

The article presents the analysis of seasonal, intra- and interpopulation variations in bioactive substances content in leaves of *Nitraria sibirica* Pall. Different areas in the south of West Siberian Plain and Altay-Sayan mountain region were taken into consideration.

Key words: *Nitraria sibirica* Pall., bioactive substances.