

ХЕМОСИСТЕМАТИКА И ХРОМОСОМНЫЕ ЧИСЛА CHEMOSYSTEMATIC AND CHROMOSOME NUMBERS

УДК 576.312.35/37

DOI: <http://dx.doi.org/10.14258/turczaninowia.16.4.9>

Е.Н. Муратова¹
О.В. Горячкина¹
Е.В. Банаев²

E.N. Muratova
O.V. Goryachkina
E.V. Banaev

КАРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СИБИРСКИХ ВИДОВ *NITRARIA* L. (NITRARIACEAE)

KARYOLOGICAL STUDIES ON SIBERIAN SPECIES OF *NITRARIA* L. (NITRARIACEAE)

Аннотация. Представлены результаты кариологического изучения двух сибирских видов *Nitraria* (*N. sibirica* и *N. schoberi*) из разных популяций Южной Сибири. Кариотипы этих видов характеризуются миксоплоидией и вариабельностью хромосомных чисел при основном числе $x=12$. У *N. sibirica* чаще встречается диплоидное число хромосом $2n=24$, у *N. schoberi* преобладает тетраплоидное число $2n=48$.

Ключевые слова: селитрянга сибирская, селитрянга Шобера, число хромосом, кариотип.

Summary. Results of karyological study of two *Nitraria* species (*N. sibirica* and *N. schoberi*) from different populations of South Siberia are presented. Karyotypes of these species are characterized by mixoploidy and chromosome numbers variability on the base $x=12$. In *N. sibirica* diploid chromosome number $2n=24$ dominates, in *N. schoberi* tetraploid chromosome number $2n=48$ prevails.

Key words: *Nitraria sibirica*, *Nitraria schoberi*, chromosome number, karyotype.

Род *Nitraria* L. (селитрянга, сем. Nitragiaceae) содержит около 10 видов, которые обитают в степных и пустынных районах Малой, Центральной и Средней Азии, в Юго-Восточной Европе, Северной Африке, Австралии (Банаев, 2009; Бобров, 1946, 1965; Pan et al., 1999, 2002, 2003; Ren, Тао, 2003). Представители рода – невысокие ветвистые кустарники-галофиты, растущие на засоленных почвах. В Сибири встречается два вида селитрянки: *N. schoberi* L. – селитрянга Шобера и *N. sibirica* Pall. – селитрянга сибирская (Бобров, 1965; Коропачинский, Встовская, 2002; Пешкова, 1996). Согласно Е.Г. Боброву (1965), оба вида входят в состав секции *Nitraria*: *N. sibirica* относится к серии (видовому ряду) *Sibiricae*, *N. schoberi* – к *Schoberianae*. Однако, как показывают исследования, *N. sibirica* и *N. schoberi* часто неотличимы друг от друга, осо-

бенно по гербарным образцам (Коропачинский, Встовская, 2002; Пешкова, 1996).

Ранее нами было проведено кариологическое исследование двух популяций *N. sibirica* и одной популяции *N. schoberi* (Муратова и др., 2011). В настоящем сообщении представлены результаты кариологического изучения этих видов из разных популяций Южной Сибири. Гербарные образцы *N. sibirica* и *N. schoberi* хранятся в гербарии Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS), г. Новосибирск. Каждому исследованному образцу присвоен идентификационный номер (табл.).

Материал и методика. Материалом для исследований послужили семена двух видов селитрянки – *Nitraria sibirica* и *N. schoberi*, собранные в 2011 г. в разных районах Южной Сибири (рис. 1). Кариологический анализ проводился

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Академгородок, 50, строение 28; 660636, Красноярск-36, Россия; e-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru

²Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101; 630090, Новосибирск, Россия; e-mail: alnus2005@mail.ru

¹*V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Akademgorodok, 50/28; 660036, Krasnoyarsk, Russia*

²*Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Zolotodolinskaya str., 101; 630090, Novosibirsk, Russia*

Таблица

Места сбора материала и числа хромосом сибирских представителей рода *Nitraria* L.

№ популяции	Номер образца	Место сбора	Наиболее частое число хромосом, 2n
<i>N. sibirica</i>			
1	S-Ал-11-23	Алтайский край, окр. оз. Жира	24
2	S-Ал-11-25	Алтайский край, окр. оз. Кулундинское	24
4	S-Ал-11-21	Алтайский край, окр. с. Угловское	24
5	S-Ал-11-20	Алтайский край, окр. оз. Балансор	24
5	S-Ал-11-20a-SF	Алтайский край, окр. оз. Балансор	24
6	S-Ал-11-19	Алтайский край, окр. г. Рубцовск	24
7	S-Ал-11-18	Алтайский край, окр. с. Новенькое	24
7	S-Ал-11-18a-BF	Алтайский край, окр. с. Новенькое	24
8	S-Ал-11-17	Алтайский край, окр. п. Горняк	24
8	S-Ал-11-17a-SF	Алтайский край, окр. п. Горняк	24
9	S-РА-11-16	Республика Алтай, окр. с. Кош-Агач	24
10	S-РХ-11-12	Республика Хакасия, окр. оз. Улуг-Коль	24
11	S-РТ-11-14	Республика Тыва, окр. оз. Хадын	24
12	S-РТ-11-15	Республика Тыва, окр. оз. Шара-Нур	24
<i>N. schoberi</i>			
2	Sh-Ал-11-24	Алтайский край, окр. оз. Кулундинское	48
3	Sh-Ал-11-22	Алтайский край, окр. оз. Малиновое	48

на давленных препаратах по модифицированной нами методике для изучения хромосом плодовых (Смирнов, 1968). Семена стратифицировали во влажном песке в холодильнике в течение месяца, затем проращивали при комнатной температуре. Проростки обрабатывали 0,2% колхицином в течение 5 ч. В качестве фиксатора использовали уксуснокислый алкоголь (1:3). Для приготовления препарата отрезали кончик корешка длиной

1,5–2,0 мм, помещали его на предметное стекло в каплю 4% железозамонийных квасцов, выдерживали 10 мин. После этого добавляли 1–2 капли ацетогематоксилина. Материал подогревали на предметном стекле над пламенем спиртовки, не доводя до кипения, и оставляли на 30–40 мин. для окрашивания. После этого краситель удаляли, добавляли каплю насыщенного раствора хлоралгидрата, накрывали покровным стеклом

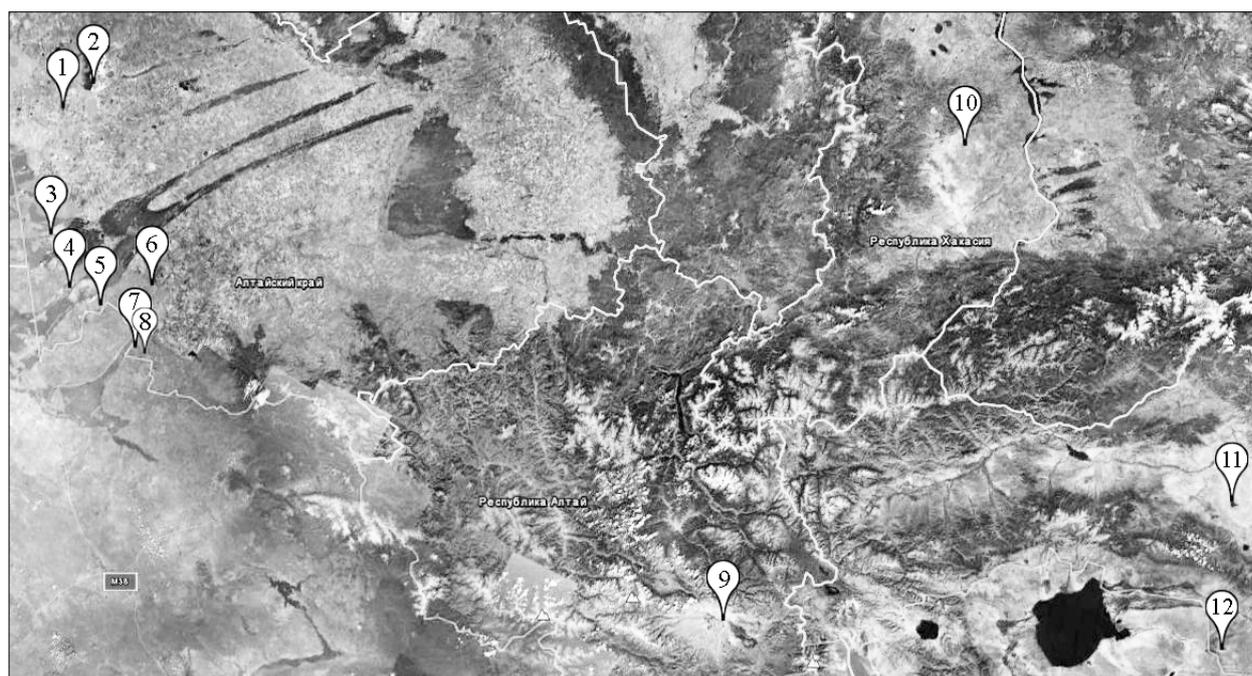


Рис. 1. Карта-схема размещения исследованных популяций *N. sibirica* и *N. schoberi*.

и готовили давленный препарат. Препараты просматривали под микроскопом Микмед-6. Для микрофотосъемки метафазных пластинок использовали цифровую камеру-окуляр DCM 510.

Результаты и обсуждение. Проведенные ранее исследования *N. sibirica* из Новосибирской обл. и провинции Цзилинь (КНР) и *N. schoberi* из Алтайского края показали, что кариотипы этих видов характеризуются вариабельностью хромосомных чисел (Муратова и др. 2011). При этом у *N. sibirica* чаще встречается диплоидное число хромосом $2n=24$, а у *N. schoberi* преобладает тетраплоидное число хромосом $2n=48$. Было установлено, что у них широко распространена миксоплоидия – смесь клеток с разным уровнем пloidности, гипо- и гиперанеуплоидных.

Результаты настоящего исследования двух видов селитрянки из разных популяций Южной Сибири подтверждают ранее полученные данные. Кариологическое изучение *N. sibirica* из 11 популяций Алтайского края, Республик Хакасии, Тывы и *N. schoberi* из 2-х популяций Алтайского края показало, что у данных видов нет определенного числа хромосом и можно было установить только наиболее часто встречающиеся числа. У *N. sibirica* преобладающим числом хромосом является диплоидное $2n=2x=24$, а у *N. schoberi* преобладает тетраплоидное число хромосом $2n=4x=48$ (табл.). У изученных видов

наблюдалась миксоплоидия: в одних и тех же проростках, вместе с наиболее часто встречающимися числами хромосом $2n=2x=24$ (селитрянки сибирская) и $2n=4x=48$ (селитрянки Шобера) отмечались и другие, кратные основному числу $x=12$ и некратные ему. У *N. sibirica* встречались клетки с $2n=3x=36$, $2n=4x=48$, $2n=5x=60$; у *N. schoberi* – с $2n=2x=24$; иногда у обоих видов отмечались клетки с $2n\approx 40$ и $2n\approx 80$. Хромосомы изученных видов мелкие, по морфологии двухплечие. В интерфазных ядрах *N. sibirica* отмечено 1–2 ядрышка, *N. schoberi* – 1–4 ядрышка. Хромосомные пластинки *N. sibirica* с $2n=24$ и *N. schoberi* с $2n=48$ представлены на рис. 2.

Ранее другими авторами у *N. sibirica* были обнаружены числа хромосом: $2n=24$ – в провинциях Шаньдун Восточного Китая и Ганьсу Северо-Западного Китая (Yang et al., 1996, 1997) и $2n=60$ – в Узбекистане, Бурятии, провинции Синьцзян Северо-Западного Китая (Захарьева, Астанова, 1968; Cherpinoga et al., 2009; Ma et al., 1990). У *N. schoberi* найдены числа хромосом $2n=24$ и $2n=48$ в горных пустынях Средней Азии (Reese, 1958) и $2n\approx 66$ в Южной Румынии (Tarnavshi, 1948). У *N. schoberi* var. *faurei*, найденной в Алжире вблизи границы с Марокко, обнаружены высокополиплоидные растения с $2n=84$ и $2n=96$ (Reese, 1958).

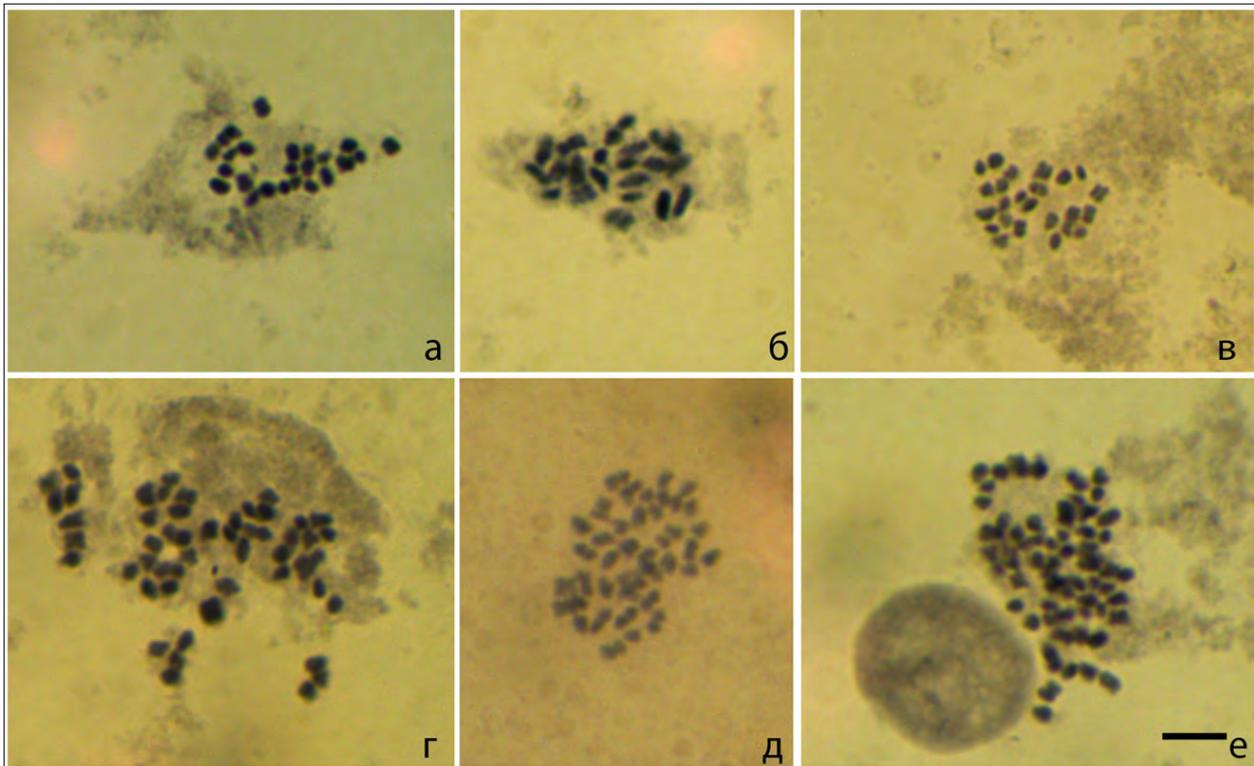


Рис. 2. Хромосомные наборы *N. sibirica* и *N. schoberi*: а, б – обр. № S-Ал-11-17, $2n=24$ (*N. sibirica*); в – обр. № S-Ал-11-20а-SF, $2n=24$ (*N. sibirica*); г, д, е – обр. № Sh-Ал-11-22, $2n=48$ (*N. schoberi*). Масштабная линейка 10 мкм.

Авторы, проводившие кариологическое изучение видов *Nitraria*, основным числом хромосом рода считают $x=12$ (Захарьева, Астанова, 1968; Pan et al., 2002, 2003; Yang et al., 1996, 1997). В настоящее время при анализе данных, полученных в результате секвенирования геномов, установлено, что многие виды растений с высокими основными числами являются древними полиплоидами (обзор: Першина, 2009). Древние полиплоиды возникли в результате дубликаций геномов или при гибридизации. Они не могут быть идентифицированы цитологическими методами или ДНК-маркерами и выявляются только с помощью биоинформационных технологий. Возможно, к палеополиплоидам относятся и представители рода *Nitraria*, виды которого с $2n=24$ в настоящее время считаются диплоидными.

Таким образом, у всех изученных образцов *Nitraria* выявлена миксоплоидия. Вместе с

наиболее часто встречающимися числами хромосом $2n=24$ у *N. sibirica* и $2n=48$ у *N. schoberi*, часть клеток содержит другие, главным образом, кратные 12, хромосомные числа. Миксоплоидия встречается у многих видов древесных растений (Буторина, 1989; Буторина, Гаврилов, 2001; Квитко, 2009; Муратова, 1995; Седельникова, 2008, и др.) и скорее является правилом для них, чем исключением. Она особенно присуща представителям семейств с мелкими хромосомами (Кунах, 2011). Вполне возможно, что соотношение клеток с разным уровнем пloidности является одним из факторов адаптации растений к новым или экстремальным условиям обитания.

Благодарности. Работа поддержана грантом РФФИ, проект № 11-04-00063 и грантом программы РАН «Живая природа», проект № 30.3.

ЛИТЕРАТУРА

- Банаев Е.В.** *Nitraria* Linnaeus, Syst. Nat. // Proc. of Sino-Russian Science and Technology Cooperation – *Nitraria* Research and Development Seminar. – Baicheng, 2009. – P. 28–30.
- Боброев Е.Г.** Об азиатских видах рода *Nitraria* L. // Советская ботаника, 1946. – Т. 14, № 1. – С. 19–30.
- Боброев Е.Г.** О происхождении флоры пустынь Старого света в связи с обзором рода *Nitraria* L. // Бот. журн., 1965. – Т. 50, № 8. – С. 1053–1067.
- Буторина А.К.** Факторы эволюции кариотипов древесных // Успехи современной биологии, 1989. – Т. 108, вып. 3 (6). – С. 342–357.
- Буторина А.К., Гаврилов И.А.** Цитогенетическое изучение некоторых видов рода *Tilia* L. // Цитология, 2001. – Т. 43, № 10. – С. 934–939.
- Захарьева О.И., Астанова С.Б.** Хромосомные числа некоторых дикорастущих видов цветковых растений Средней Азии // Доклады Академии наук Таджикской ССР, 1968. – Т. 11, № 11. – С. 72–75.
- Квитко О.В.** Цитогенетическая и кариологическая характеристика пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2009. – 19 с.
- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н.** Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2002. – 707 с.
- Кунах В.А.** Онтогенетическая пластичность генома как основа адаптивности растений // Жебраковские чтения. III. Преобразование геномов. – Минск, 2011. – С. 3–53.
- Муратова Е.Н.** Кариосистематика семейства Pinaceae Lindl. Сибири и Дальнего Востока: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 1995. – 32 с.
- Муратова Е.Н., Квитко О.В., Банаев Е.В., Чжан Ц.-Ч., Ван Г.** Кариологическое изучение некоторых представителей *Nitraria* (Nitrariaceae) // Бот. журн., 2011. – Т. 96, № 1. – С. 108–115.
- Першина Л.А.** О роли отдаленной гибридизации и полиплоидии в эволюции растений // Вестник ВОГиС, 2009. – Т. 13, № 2. – С. 336–344.
- Пешкова Г.А.** Семейство Nitrariaceae – Селитрянковые // Флора Сибири. – Т. 10. Geraniaceae – Cornaceae. – Новосибирск: Наука, 1996. – С. 34–35.
- Седельникова Т.С.** Дифференциация болотных и суходольных популяций видов семейства Pinaceae Lindl.: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Томск, 2008. – 35 с.
- Смирнов Ю.А.** Ускоренный метод исследования соматических хромосом плодовых // Цитология, 1968. – Т. 10, № 12. – С. 1601–1602.
- Chepinoga V.V., Gnutikov A.A., Enushchenko I.V., Rosbakh S.A.** IAPT/IOPB chromosome data 8 / Ed. K. Marhold // Taxon, 2009. – Vol. 58, № 4. – P. 1281–1289.
- Ma X.-H., Ma X.-Q., Li N.** Chromosome observation of some drug plants in Xinjiang // Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 1990. – Vol. 10, № 3. – P. 203–210.
- Pan X.-Y., Cao Q.-D., Wei Q.-S., Wang G.-X.** Progress of researches on systematics and biodiversity in the genus *Nitraria* // The Chinese Academic medical magazine of organisms, 2002. – № 4. – P. 1–6, 56.

Pan X.-Y., Shen G.-M., Chen P. A preliminary research on taxonomy and systematics genus *Nitraria* // Acta Botanica Yunnanica, 1999. – Vol. 21, № 3. – P. 287–295.

Pan X.-Y., Wei X.-P., Yu Q.-S., Chen J.-K., Wang G.-X. Polyploidy: classification, evolution and applied perspective of the genus *Nitraria* // Chinese Bulletin of Botany, 2003. – Vol. 20, № 5. – P. 632–638.

Reese G. Cyto-systematische Notizen zur Gattung *Nitraria* (Zygophyllaceae) // Flora, 1958. – Vol. 146, № 3. – P. 478–487.

Ren J., Tao L. A numerical taxonomy of the genus *Nitraria* from Gansu province, China // Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2003. – Vol. 23, № 4. – P. 572–576.

Tarnavshi I. Die Chromosomenzahlen der Anthophyten-Flora von Rumänien mit einem Ausblick auf das Polyploidie-Problem // Buletinul Gradinii Botanice si al Muzeului Botanic de la Universitatea din Cluj, 1948. – Vol. 28. – Suppl. – P. 1–130.

Yang D.-K., Qin Y.-Q., Zhou J.-Y., Li G., Zhu L. A study on chromosome of *Tribulus terrestris* and *Nitraria sibirica* // Guihaia, 1996. – Vol. 16, № 2. – P. 161–164.

Yang D.-K., Sun J.-T., Miao M.-Sh. Karyotypes of white thorn // Journal of Shandong Normal University (Natural Science), 1997. – Vol. 12, № 1. – P. 80–82.