

# ГЕНЕТИКА, ЦИТОЛОГИЯ И РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 576.316.7

## ХАРАКТЕРИСТИКА КАРИОТИПОВ УРАЛЬСКИХ ВИДОВ РОДА ОСТРОЛОДОЧНИК (*OXYTROPIS* DC.)

Л.Р. Арсланова, Н.А. Калашник

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН  
450080, г. Уфа, ул. Полярная, 8; e-mail: cyto.ufa@mail.ru

В данной работе представлены результаты кариологических исследований уральских видов рода *Oxytropis* DC.: *O. ambigua* (Pall.) DC., *O. uralensis* (L.) DC., *O. spicata* (Pall.) O. et B. Fedtsch., *O. gmelinii* Fisch. ex Boriss., *O. sordida* (Willd.) Pers.

На Урале произрастает 9–10 видов рода *Oxytropis* (Васильченко, 1987; Yakovlev et al., 1996), из которых 5 видов считаются редкими и занесены в «Красную книгу Республики Башкортостан» (2001). К ним относятся, в частности, *O. ambigua*, *O. uralensis* и *O. gmelinii*. Кроме того, некоторые виды уральских остролодочников являются эндемиками, например, *O. uralensis*, *O. spicata*. *O. sordida* – вид с неопределенным статусом, который предполагается занести в Красную книгу Республики Башкортостан.

### Материал и методика

Для кариологических исследований были использованы семена образцов растений, собранных в разных районах Республики Башкортостан: *O. ambigua* (Учалинский район, горы Мукагир и Туй-тюбе; Ишимбайский район, гора Тра-тау), *O. uralensis* (Учалинский район, восточный берег озера Аушкуль и гора Бусхангай), *O. spicata* (Кугарчинский район, гора



Маяк-тау; Зианчуринский район, гора Канонникова), *O. gmelinii* (Кугарчинский район, гора Маяк-тау; Абзелиловский район, гора Аян и озеро Суртанды; Баймакский район, дер. Бахтигареево; Учалинский район, хребет Сияли-кыр), *O. sordida* (Белорецкий район, хребет Машак). В качестве материала использовали меристематическую ткань корешков проростков (Паушева, 1980). Материал изучали в масляной иммерсии, используя микроскоп БИММ-Р13 (объектив  $\times 100$ , окуляр  $\times 7$ , фотонасадка  $\times 1,6$ ). Анализировали 5–15 метафазных пластинок из каждой популяции. В результате исследований определяли числа хромосом, морфометрические параметры хромосом, типы хромосом, согласно классификации В.Г. Грифа, Н.Д. Агаповой (1986), и составляли идиограммы кариотипов для популяций исследуемых видов. Статистическая обработка данных выполнена по методике Г.Н. Зайцева (Зайцев, 1973). Степень варьирования изучаемых признаков определяли с помощью коэффициентов вариации по шкале уровней изменчивости: очень низкий ( $C_v < 7\%$ ), низкий ( $C_v = 8–12\%$ ), средний ( $C_v = 13–20\%$ ), повышенный ( $C_v = 21–30\%$ ), высокий ( $C_v = 31–40\%$ ) и очень высокий ( $C_v > 40\%$ ), разработанной С.А. Мамаевым (Мамаев, 1973).

### Результаты и их обсуждение

*Oxytropis a mbigua*. В результате проведенных нами исследований установлено, что у исследованных популяций *O. ambigua* соматическое число хромосом  $2n = 32$ , хромосомы метацентрического ( $Ic > 40\%$ ) и субметацентрического ( $30 < Ic < 40\%$ ) типов: в популяциях гор Тра-тау и Туй-тюбе – 13 пар метацентрики и 3 пары субметацентрики; горы Мукагир – 15 пар метацентрики и 1 пара субметацентрики. Размеры хромосом в популяции горы Тра-тау варьируют в пределах от  $2.12 \pm 0.31$  до  $3.39 \pm 0.93$  мкм; Мукагир – от  $2.48 \pm 0.36$  до  $3.76 \pm 0.53$  мкм и Туй-тюбе – от  $2.36 \pm 0.46$  до  $3.71 \pm 0.91$  мкм.

Различия между соответствующими парами хромосом во всех трех популяциях по абсолютной длине хромосом и по значению центромерного индекса в основном имеют средний и повышенный коэффициент вариации, а по относительной длине хромосом – низкий. Средняя суммарная длина диплоидного набора хромосом в популяции горы Тра-тау составляет  $86.77 \pm 18.06$  мкм, Мукагир –  $100.02 \pm 13.23$ , Туй-тюбе –  $93.69 \pm 19.95$  мкм; коэффициент вариации во всех популяциях средний (популяция горы Мукагир,  $C_v = 13.23\%$ ) и повышенный (популяции гор Тра-тау,  $C_v = 20.81\%$  и Туй-тюбе,  $C_v = 21.29\%$ ). На рис. 1 представлены микрофотографии метафазных пластинок *O. ambigua* из различных популяций, а на рис. 2 – идиограммы их кариотипов.





Рис. 1. Микрофотографии метафазных пластинок *Oxytropis ambigua*:  
 а – гора Тра-тау, б – гора Мукагир, в – гора Туй-тубе

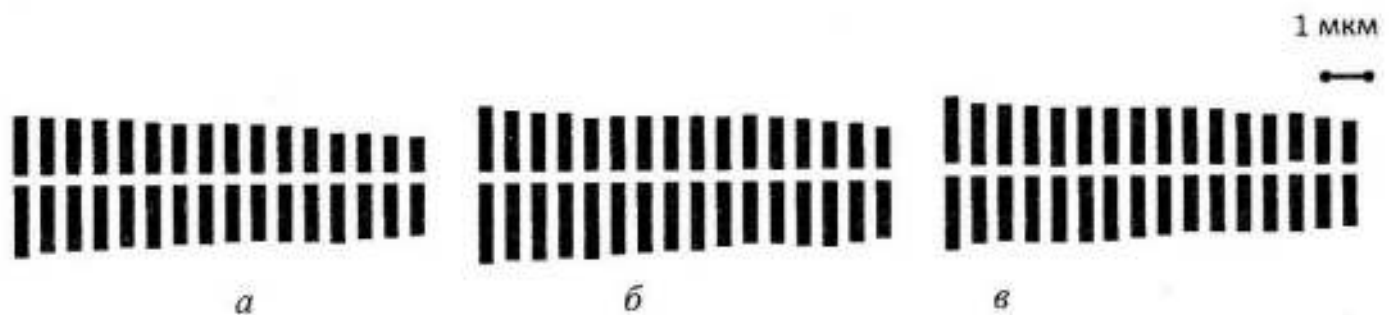


Рис. 2. Идиограммы кариотипов *Oxytropis ambigua*: а – гора Тра-тау, б – гора Мукагир, в – гора Туй-тубе

*Oxytropis uralensis*. У *O. uralensis* исследованных популяций соматическое число хромосом  $2n = 16$ , хромосомы метацентрического типа ( $Ic > 40\%$ ). Размеры хромосом в популяции горы Бусхангай варьируют в пределах от  $2.59 \pm 0.55$  до  $3.87 \pm 0.67$  мкм, восточного берега оз. Аушкуль – от  $2.39 \pm 0.44$  до  $3.43 \pm 0.49$  мкм. По абсолютной длине хромосом в популяции горы Бусхангай наблюдается средний и повышенный коэффициент вариации, восточного берега оз. Аушкуль – средний, по относительной длине хромосом в первой популяции – очень низкий и низкий коэффициент вариации, во второй – очень низкий. По значению центромерного индекса у популяции горы Бусхангай – очень низкий и низкий коэффициент вариации, восточного берега оз. Аушкуль очень низкий, низкий и средний коэффициент вариации. Средняя суммарная длина диплоидного набора хромосом в первой популяции составляет  $52.73 \pm 10.26$  мкм, второй –  $46.24 \pm 7.70$  мкм; коэффициент вариации в обеих популяциях средний (популяции горы Бусхангай  $C_v = 19.47\%$ , восточного берега оз. Аушкуль  $C_v = 16.66\%$ ). Таким образом, морфометрические параметры хромосом популяции горы Бусхангай в целом более варьируемы по сравнению с морфометрическими параметрами хромосом популяции восточного берега оз. Аушкуль. На рис. 3 представлены микрофотографии метафазных пластинок *O. uralensis* из различных популяций, а на рис. 4 – идиограммы их кариотипов.

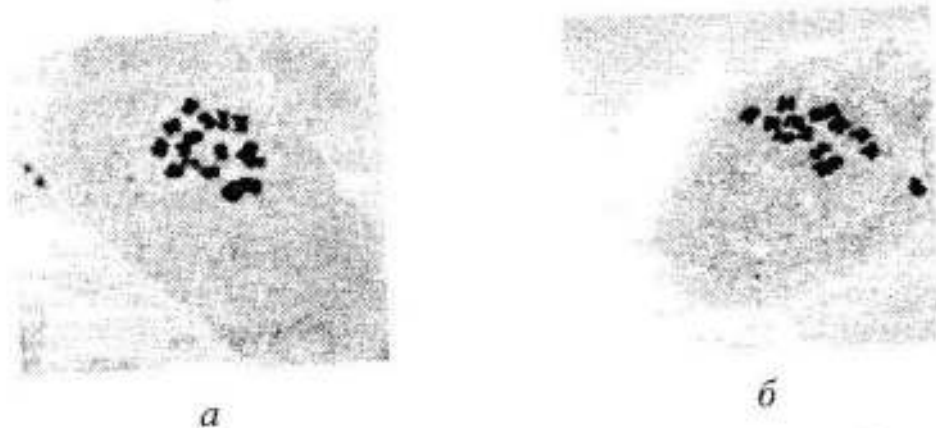


Рис. 3. Микрофотографии метафазных пластинок *Oxytropis uralensis*: а – гора Бусхангай, б – оз. Аушкуль



Рис. 4. Идиограммы кариотипов *Oxytropis uralensis*: а – гора Бусхангай, б – оз. Аушкуль

*Oxytropis spicata*. Установленное нами число хромосом на метафазных пластинках *O. spicata* из популяции горы Канонникова составило  $2n = 32$ , а из популяции горы Маяк-тау –  $2n = 16$ . В результате наших исследований установлено, что для *Oxytropis spicata* указанных популяций характерны хромосомы метацентрического типа ( $Ic > 40\%$ ). Размеры хромосом варьируют в пределах от  $1.90 \pm 0.24$  до  $2.91 \pm 0.20$  мкм (гора Маяк-тау), от  $1.75 \pm 0.21$  до  $2.89 \pm 0.21$  мкм (гора Канонникова). По абсолютной длине хромосом в популяции, произрастающей на горе Маяк-тау, наблюдается низкий и средний коэффициент вариации, на горе Канонникова – очень низкий и низкий, по относительной длине хромосом в обеих популяциях очень низкий и низкий коэффициент вариации. По значению центромерного индекса у популяции с горы Маяк-тау низкий и средний коэффициент вариации, с горы Канонникова – очень низкий, низкий и средний коэффициент вариации. Средняя суммарная длина диплоидного набора хромосом в первой популяции составляет  $38.76 \pm 3.66$  мкм, второй –  $71.74 \pm 3.82$  мкм; коэффициент вариации в популяции с горы Маяк-тау низкий, с горы Канонникова – очень низкий ( $C_v = 9.44\%$  и  $C_v = 5.33\%$  соответственно). На рис. 5 представлены микрофотографии метафазных пластинок *O. spicata* из различных популяций, а на рис. 6 – идиограммы их кариотипов.





Рис. 5. Микрофотографии метафазных пластинок *Oxytropis spicata*: а – гора Маяк-тау, б – гора Канонникова



Рис. 6. Идиограммы кариотипов *Oxytropis spicata*: а – гора Маяк-тау, б – гора Канонникова

***Oxytropis sordida*.** Для *O. sordida* установлено, что в популяции, произрастающей на хр. Машак, соматическое число хромосом  $2n = 48$ , хромосомы метацентрического типа ( $Ic > 40\%$ ). Размеры хромосом варьируют в пределах от  $1.57 \pm 0.14$  до  $2.71 \pm 0.64$  мкм. По абсолютной длине хромосом наблюдается средний (по 1-й, 7–14-м, 18–23-м парам) и повышенный (по 2–6-м, 15–17-м парам) коэффициент вариации, кроме 24-й пары (низкий коэффициент вариации), по относительной длине – низкий (по 7–10-м, 24-й парам), средний (по 1–3-м, 5-й, 6-й, 11–23-м парам), повышенный (по 24-й паре). По значению центромерного индекса отмечается низкий коэффициент вариации, кроме 16-й пары (средний коэффициент вариации). Средняя суммарная длина диплоидного набора хромосом в данной популяции  $92.14 \pm 6.77$  мкм, коэффициент вариации низкий ( $C_v = 7.35\%$ ). На рис. 7 представлена микрофотография метафазной пластинки *O. sordida*, а на рис. 8 – идиограмма его кариотипа.

***Oxytropis gmelinii*.** В результате проведенных нами исследований установлено, что у исследованных популяций *O. gmelinii* соматическое число хромосом  $2n = 48$ , хромосомы метацентрического ( $Ic > 40\%$ ) и субметацентрического ( $30 < Ic < 40\%$ ) типов. Размеры хромосом в популяции горы Аян варьируют в пределах от  $1.90 \pm 0.27$  до  $2.74 \pm 0.17$  мкм; дер. Бахтигареево – от  $1.90 \pm 0.00$  до  $2.74 \pm 0.17$  мкм, горы Маяк-тау – от  $1.71 \pm 0.22$  до

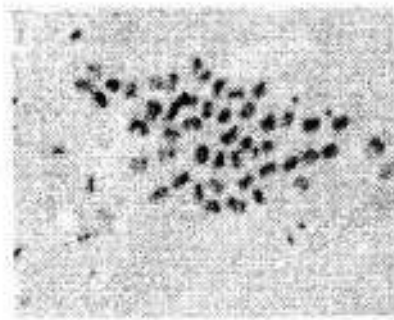


Рис. 7. Микрофотография метафазной пластинки *Oxytropis sordida* (Белорезцкий район РБ, хр. Машак)



Рис. 8. Идиограмма кариотипа *Oxytropis sordida* (Белорезцкий район РБ, хр. Машак)

2.76±0.19 мкм, хр. Сяли-кыр – от 1.82±0.17 до 2.74±0.17 мкм, оз. Суртанды – от 1.90±0.00 до 2.66±0.38 мкм. Различия между соответствующими парами хромосом во всех трех популяциях по абсолютной длине хромосом и по значению центромерного индекса в основном имеют низкий и средний коэффициент вариации, а по относительной длине хромосом – очень низкий, низкий и средний. Средняя суммарная длина диплоидного набора хромосом в популяции горы Аян составляет 111.87±5.95 мкм, дер. Бахтигареево – от 107.62±3.16 мкм, горы Маяк-тау – 108.68±5.30 мкм, хр. Сяли-кыр – 110.96±6.01 мкм, оз. Суртанды – 103.36±4.43 мкм; коэффициент вариации во всех популяциях очень низкий ( $C_v = 5.31\%$ ,  $C_v = 2.94\%$ ,  $C_v = 4.88\%$ ,  $C_v = 5.41\%$ ,  $C_v = 4.29\%$ , соответственно). На рис. 9 представлены микрофотографии метафазных пластинок *O. gmelinii* из различных популяций, а на рис. 10 – идиограммы их кариотипов.

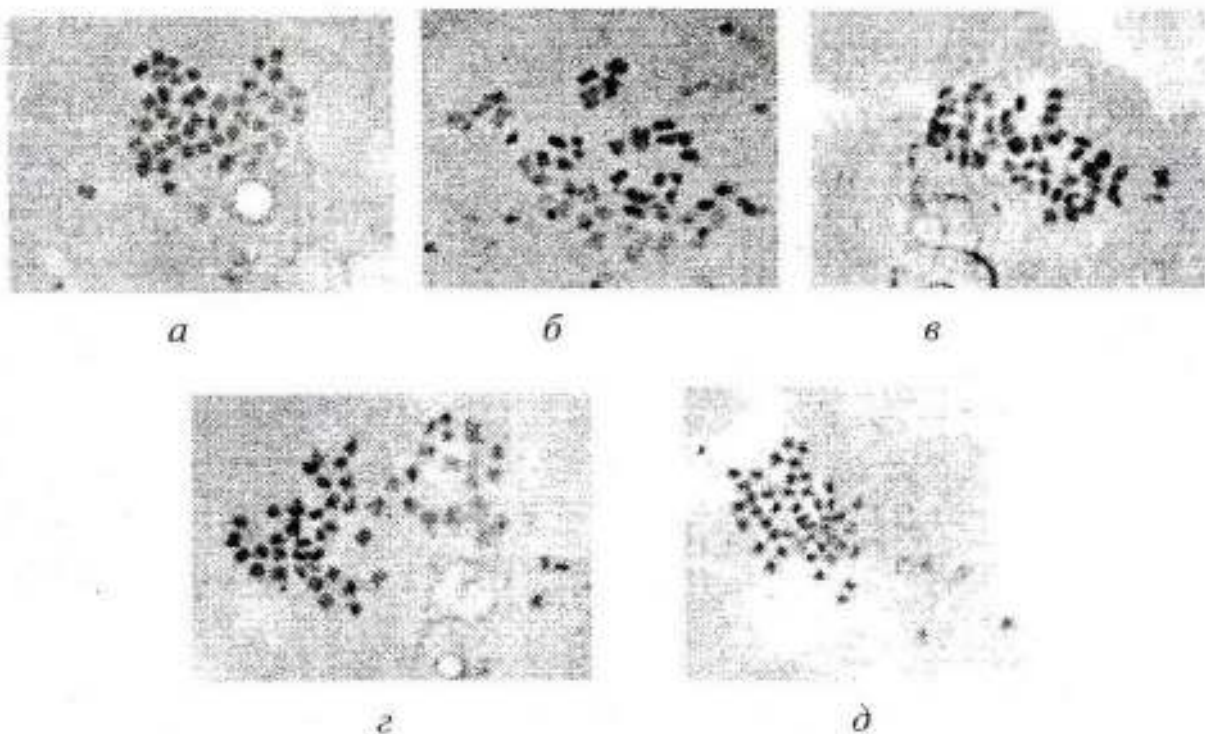


Рис. 9. Микрофотографии метафазных пластинок *Oxytropis gmelinii*: а – гора Аян, б – дер. Бахтигареево, в – гора Маяк-тау, г – хр. Сяли-кыр, д – оз. Суртанды; *Oxytropis uralensis*: а – гора Бузхангай, б – оз. Аушкуль



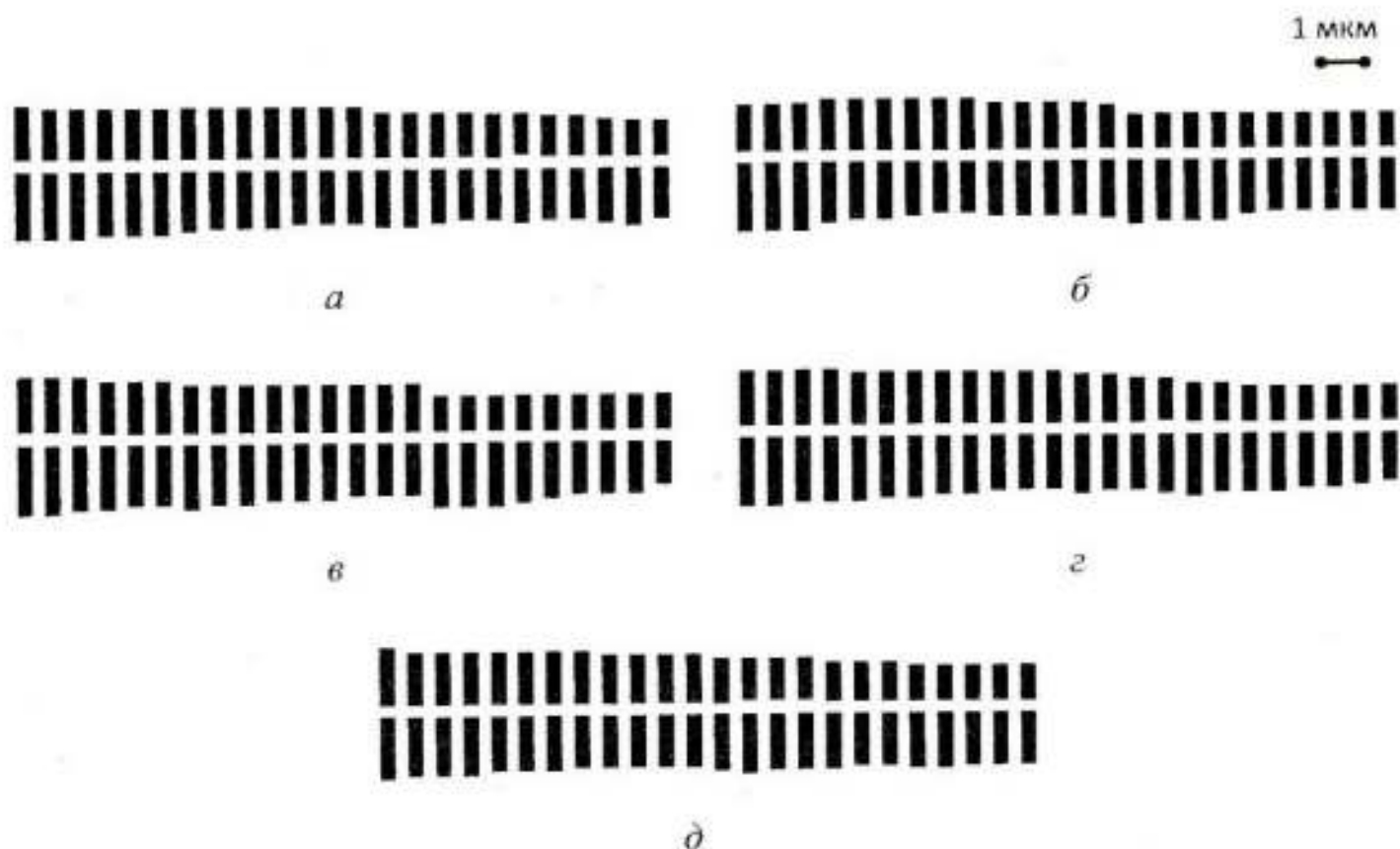


Рис. 10. Идиограммы кариотипов *Oxytropis gmelinii*: а – гора Аян, б – дер. Бахтигареево, в – гора Маяк-тау, г – хр. Сияли-кыр, д – оз. Суртанды; *Oxytropis uralensis*: а – гора Бузхангай, б – оз. Аушкуль

У исследованных нами видов рода *Oxytropis* встречается следующее число хромосом: *O. ambigua* ( $2n = 32$ ), *O. uralensis* ( $2n = 16$ ), *O. spicata* ( $2n = 16$ ,  $2n = 32$ ), *O. gmelinii* ( $2n = 48$ ), *O. sordida* ( $2n = 48$ ). Полученные данные по числу хромосом совпадают с результатами, приведенными Е.Г. Филипповым с соавт. (Филиппов и др., 1998) для *Oxytropis ambigua*, *O. uralensis*, *O. spicata*, *O. gmelinii*, и не совпадают с результатами А.Н. Лавренко с соавт., которые для *O. uralensis* указывают число хромосом  $2n = 32$  (Лавренко и др., 1990). Особый интерес вызывают данные Е.Г. Филиппова с соавт., согласно которым у *O. spicata* из Башкирии (Баймакский, Зилаирский р-ны), Свердловской и Челябинской областей обнаруженное число хромосом составило  $2n = 16$ , а у *O. spicata*, произрастающего в Оренбургской области –  $2n = 32$ , что, по мнению авторов, свидетельствует о полиморфизме по числу хромосом у этого вида. Наши исследования показали, что у представителей данного вида из различных мест произрастания наблюдается не только разное число хромосом ( $2n = 16$ ,  $2n = 32$ ), но и имеются различия по структуре кариотипов, что может свидетельствовать об их различном таксономическом положении. Для *O. sordida*, произрастающего на Урале, Лавренко А.Н. с соавт. указано число хромосом  $2n = 48$  (Лавренко и др., 1990), что совпадает с полученными нами данными.



Согласно полученным нами результатам, все исследованные виды имеют специфическую структуру хромосомных наборов. У представителей *O. uralensis* из разных местообитаний существенных различий по структуре хромосомных наборов не наблюдается. У представителей *O. ambigua* и *O. gmelinii* в разных местообитаниях наблюдаются некоторые различия по структуре хромосомных наборов. У *O. spicata* из различных местообитаний наблюдаются различия и по числу хромосом, и по структуре хромосомных наборов. Для *O. sordida* и *O. gmelinii* характерны более мелкие хромосомы и большее число хромосом по сравнению с другими исследованными видами.

Результаты определения средних значений морфометрических параметров хромосом (абсолютной длины хромосом, относительной длины хромосом, центромерного индекса), суммарной длины диплоидного набора хромосом и коэффициентов их вариации показали, что степень варьирования изучаемых признаков, согласно используемой нами шкале уровней изменчивости, у исследуемых видов различна. Наибольшая изменчивость характерна для следующих видов и популяций: *O. ambigua* (гора Тра-тау, гора Мукагир), *O. uralensis* (гора Бусхангай), *O. spicata* (гора Канонникова), *O. sordida* (хр. Машак), наименьшая – для *O. gmelinii* (гора Маяк-тау, дер. Бахтигареево, хр. Сияли-кыр). По абсолютной длине хромосом и суммарной длине хромосомных наборов наблюдается наибольшая изменчивость, по относительной длине и центромерному индексу – наименьшая (таблица).

Изменчивость морфометрических параметров хромосом видов рода *Oxytropis* DC.

Название местообитания	Морфометрические параметры хромосом			
	Абсолютная длина, $L^a$	Относительная длина, $L^r$	Центромерный индекс, $I^c$	Суммарная длина набора, $\sum L^a$
1	2	3	4	5
<i>Oxytropis ambigua</i>				
гора Тра-тау	■	■	■	■
гора Мукагир	■	■	■	■
гора Туй-тюбе	■	■	■	■
<i>Oxytropis uralensis</i>				
гора Бусхангай	■	■	■	■
озеро Аушкуль	■	■	■	■



1	2	3	4	5
<i>Oxytropis spicata</i>				
гора Маяк-тау				
гора Канонникова				
<i>Oxytropis sordida</i>				
хребет Машак				
<i>Oxytropis gmelinii</i>				
гора Аян				
хр. Сияли-кыр				
оз. Суртанды				
дер. Бахтигареево				
гора Маяк-тау				

Примечание.

очень низкий	$Cv < 7\%$	
низкий	$Cv = 8-12\%$	
средний	$Cv = 13-20\%$	
повышенный	$Cv = 21-30\%$	
высокий	$Cv = 31-40\%$	
очень высокий	$Cv > 40\%$	

### Выводы

1. У исследованных нами видов рода *Oxytropis* наблюдаются следующие числа хромосом: *O. ambigua* ( $2n = 32$ ), *O. uralensis* ( $2n = 16$ ), *O. spicata* ( $2n = 16$ ;  $2n = 32$ ), *O. sordida* ( $2n = 48$ ), *O. gmelinii* ( $2n = 48$ ).

2. Размеры хромосом мелкие и составляют: у *O. ambigua* 2.02–3.42 мкм; у *O. uralensis* 2.39–3.87 мкм; у *O. spicata* 1.95–3.27 мкм; у *O. sordida* 1.67–2.77 мкм; у *O. gmelinii* 1.71–2.76 мкм.

3. Для *O. ambigua* и *O. gmelinii* характерны субметацентрический и метацентрический типы хромосом, а для *O. uralensis*, *O. spicata* и *O. sordida* только метацентрический тип хромосом. Все исследованные виды имеют специфическую структуру хромосомных наборов.

4. У исследованных видов наблюдается различная степень варьирования (от очень низкой до высокой) средних значений морфометрических параметров хромосом.

5. Полученные нами результаты по числу и морфологии хромосом уральских видов рода *Oxytropis*, а также по популяционной изменчивости их кариотипов представляют интерес для дальнейшего обсуждения вопросов, связанных с таксономией и эволюцией данного рода.



Авторы выражают благодарность сотрудникам Института биологии Уфимского научного центра РАН канд. биол. наук А.А. Мулдашеву, канд. биол. наук Н.В. Масловой, канд. биол. наук А.Х. Галеевой за предоставленный материал.

### Список литературы

- Васильченко И.Т. Род Остролодочник – *Oxytropis* DC. // Флора европейской части СССР. Л., 1987. Т.6. С.169.
- Гриф В.Г., Агапова Н.Д. К методике описания кариотипов растений // Бот. журн. 1986. Т.71, №4. С.550–553.
- Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
- Красная книга Республики Башкортостан. Т.1. Редкие и исчезающие виды высших сосудистых растений. Уфа: Китап, 2001. 237 с.
- Лавренко А.Н, Сердитов Н.П., Улле З.Г. Числа хромосом некоторых видов цветковых растений Урала (Коми АССР) // Бот. журн. 1990. Т.75, №11. С.1622–1624.
- Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
- Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1980. 304 с.
- Филиппов Е.Г., Куликов П.В., Князев М.С. Числа хромосом видов рода *Oxytropis* (Fabaceae) на Урале // Бот. журн. 1998. Т.83, №6. С.138–139.
- Yakovlev G.P., Sytin A.K., Roskov Yu. R. Legumens of Norten Eurasia. Kew, 1996. 724 p.

УДК 575.8:631.529(470.324)

## КАРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ *PICEA PUNGENS* ENGELM. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

**Е.В. Богданова**

Воронежский государственный университет,  
394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1; e-mail: gen185@bio.vsu.ru

Анализируя состав древесно-кустарниковых пород зеленых насаждений г.Воронежа, можно видеть, что многие из них являются адвентами или интродуцентами, в том числе и ель колючая – *Picea pungens* Engelm. Ель колючая интродуцирована в Воронежскую область из Канады. Происхождение этого вида – Северная Америка, Скалистые Горы, где он растет на высоте до 3000 метров. Из высаженных в городе интродуцентов абори-