



УДК 576.316.7:582.675(571.6)

Кариотипы *Adonis amurensis* (Ranunculaceae) из Приморского края и Сахалина

С. А. Волкова^{1*}, П. Г. Горовой¹, Л. М. Пшениникова²

¹ ФГБУН Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. *E-mail: volkova_lana@mail.ru

² Ботанический сад-институт ДВО РАН, ул. Маковского, 142, 690024, г. Владивосток, Россия.
E-mail: pshennikoval@yandex.ru

* Автор для переписки

Ключевые слова: гетероморфизм спутников, Дальний Восток, кариотипы, Приморский край, Россия, Сахалин, спутничные хромосомы, числа хромосом, *Adonis amurensis*, Ranunculaceae.

Аннотация. Изучены кариотипы у *Adonis amurensis* из Приморского края и острова Сахалин. Числа хромосом у обоих образцов – диплоидные, $2n = 2x = 16$. Сравнение кариотипов проводили по абсолютной и относительной длине хромосом и центромерному индексу. Хромосомы изученных образцов *Adonis amurensis* довольно крупные и морфологически четко дифференцированные. Для идентификации хромосом использован метод максимального подобия гомологов. Приведены результаты морфометрического анализа, представлены идиограммы. Кариотипы однообразны по типу хромосом. По степени асимметрии выделены по четыре пары метацентрических и субметацентрических хромосом. У растений из Приморского края хромосомы крупнее, чем у сахалинских: средняя суммарная длина гаплоидного набора образцов из Приморья – 68,35 мкм, у сахалинских – 61,49 мкм. На коротких плечах хромосом присутствуют спутники, у каждой хромосомы спутник имеет свою определенную форму, величину и длину нити. Отличительной особенностью кариотипов приморских и сахалинских растений является количество спутников. На кариотипах заметен полиморфизм по размерам и морфологии спутничных районов хромосом. Варьирование морфометрических параметров является довольно устойчивым. Изученные кариотипы показали отличия растений из Приморского края и острова Сахалин.

Karyotypes of *Adonis amurensis* (Ranunculaceae) in the Primorsky Territory and in Sakhalin

S. A. Volkova¹, P. G. Gorovoy¹, L. M. Pshennikova²

¹ G. B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Pr-t 100-let Vladivostoku, 159, Vladivostok, 690022, Russian Federation

² Botanical Garden-Institute FEBRAS, Makovskogo str., 142, 690024, Vladivostok, Russian Federation

Keywords: *Adonis amurensis*, chromosome numbers, Far East, karyotypes, Primorye Territory, Ranunculaceae, Sakhalin, satellite chromosomes, satellite heteromorphism, Russia.

Summary. The karyotypes of *Adonis amurensis* Regel et Radde from the Primorye Territory and Sakhalin were studied. Comparison of karyotypes was carried out by the absolute and relative length of the chromosomes and the centromere index. The both samples showed $2n = 2x = 16$, the chromosomes of *Adonis amurensis* are quite large

and clearly morphologically differentiated. The method of maximal similarity of homologues was used to identify chromosomes. The results of morphometric analysis and idiograms are presented. Karyotypes are uniform in type of chromosomes. According to the degree of asymmetry, 4 pairs of metacentric and submetacentric chromosomes were identified. The chromosomes of samples from the Primorye Territory are larger than those from Sakhalin. The average total length of the haploid set of samples from Primorye Territory was 68.35 μm ; from Sakhalin it was 61.49 μm . Karyotypes have satellites on short shoulders. Each satellite has its own specific shape, size and length of the thread. A distinctive feature of karyotypes of continental and insular plants is the number of satellites in the samples. Karyotypes are characterized by polymorphism in size and morphology of satellite regions of chromosomes. The variations in morphometric parameters are quite stable. The karyotypes show differences plant from Sakhalin Island and Primorye Territory.

Введение

Цитологические исследования имеют большое значение для систематики, и в настоящее время нельзя считать полноценной монографию или статью, в которой не были использованы данные по числу и морфологии хромосом (Takhtajan, 1965). В последние годы кариологические исследования сыграли важную роль в решении таксономических проблем. Вариации числа хромосом на основе кариологического анализа представляют собой фундаментальные шаги к пониманию эволюции растений, особенно взаимосвязи между каждым из уровней плоидности, биогеографией и происхождением основного числа хромосом (Arslan et al., 2012). Хромосомные числа служат одним из критериев для определения таксономического положения растения и дают иногда весьма ценные систематические сведения. К сожалению, число исследователей, изучающих хромосомные числа растений методами кариологии, несколько десятилетий неуклонно сокращается (Shneyer et al., 2018). Российский Дальний Восток находится на первом месте среди других регионов нашей страны по состоянию кариологической изученности флоры (Probatova, 2014), но изученность кариотипов представителей флоры Дальнего Востока незначительна. У дальневосточных растений кариотипы были исследованы в семействах Asteraceae, Apiaceae (Umbelliferae), Araliaceae, Brassicaceae, Fabaceae (Leguminosae), Hostaceae (Agavaceae), Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Saxifragaceae, Trilliaceae (Volkova, Gorovoy, 2008). Нами изучены кариотипы ряда видов некоторых семейств и проанализирована морфология хромосом у дальневосточных видов рода *Vupleurum* L. семейства Apiaceae (Gorovoy, Volkova, 1987; Volkova, Gorovoy, 2002). Проведено сравнение кариотипов *Cnidium cnidiifolium* (Turcz.) Schischk. и *C. olaense* Gorovoi et N. S. Pavlova (Volkova, 2015). Исследование кариотипа *Mi-*

yakea integrifolia Miyabe et Tatewaki (Ranunculaceae), обособленность морфологии *Miyakea* и необычный для флоры Дальнего Востока ареал позволяют считать этот таксон самостоятельным родом (Ulanova et al., 1987). При описании нового вида для Приморского края *Boechera calcarea* Dudkin (Brassicaceae) был исследован кариотип, что позволило уточнить видовую принадлежность растений (Doudkin, Volkova, 2013).

Виды рода *Adonis* L. (Ranunculaceae) – адонис – распространены во внетропических зонах Евразии (Bobrov, 1937; Lufarov, 1995). На территории бывшего Советского Союза произрастают 10 многолетних видов и 6 однолетников (Poschkurlat, 2000). Для Дальнего Востока России указано (Voroshilov, 1982) два вида: *Adonis amurensis* Regel et Radde, который встречается в Приморье, Приамурье, на Сахалине, Курилах (о. Кунашир) и *A. ramosa* Franch. (о. Кунашир). Вид *A. amurensis* распространен в Северо-Восточном Китае, Японии (Хоккайдо, Хонсю, Кюсю) и на п-ове Корея. Растения обитают в лиственных лесах, на полянах, лугах, у лесных дорог, по долинам ручьев, на скальных обнажениях. На Сахалине и Курилах растения зацветают при развитых листьях, на материке – одновременно с их развитием или до распускания листьев (Voroshilov, 1982). Растения видов рода *Adonis* представляют практический интерес, так как все исследованные его виды содержат гликозиды сердечного действия. В адонисе амурском найдены сердечные гликозиды, кумарины, флавоноиды. Препараты надземных частей обладают кардиотоническим, седативным и мочегонным эффектом (Plant resources ..., 2008). *A. amurensis* имеет родство с *A. vernalis* L., который применяется в отечественной медицине, их биологическая активность близка (Sokolov, Zamotaev, 1984; Frumentov, 1987). Род имеет сложную систематику. Для решения спорных вопросов таксономии рода *Adonis* необходимо привлечение разных методов.

Изучение кариотипа является существенным дополнением при уточнении таксономического статуса растений. Целью нашей работы было сравнительное исследование кариотипов в популяциях *Adonis amurensis* из Приморского края и с острова Сахалин, которое проведено впервые.

Материалы и методы

Материалом для исследования кариотипов *Adonis amurensis* послужила меристема формирующихся корней взрослых растений из Приморского края и с о. Сахалин.

Места сбора растений:

1) «Приморский край, г. Владивосток, окр. Академгородка. 25 IV 2018. № 103609. С. А. Волкова»; 2) «Приморский край, г. Владивосток, Ботанический сад-институт ДВО РАН (БСИ ДВО РАН). 24 IV 2018. № 103615. С. А. Волкова, Л. М. Пшенникова»; 3) «Сахалинская обл., трасса Южно-Сахалинск – Охотское, Корсаковский р-н, окр. пос. Восточка, склон сопки, смешанный лес. 5 V 2004. № 103613. Г. И. Тесленко».

Морфометрические показатели хромосом получены на материале популяций *A. amurensis*, произрастающих на территории Ботанического сада-института ДВО РАН. У растений образца № 1 установлено диплоидное число хромосом, отмечено наличие и количество спутников. Под образцами мы подразумеваем растения из одной популяции. Нами изучено более 50 метафазных пластинок *A. amurensis* из каждой популяции. Морфометрические данные приводятся на основании измерений 20 хромосомных наборов, которые получены из растений, произрастающих в Ботаническом саду-институте ДВО РАН.

Сахалинские образцы живых растений были собраны Галиной Ивановной Тесленко (ведущий специалист ООО Ландшафтного центра г. Южно-Сахалинска) по просьбе академика РАН П. Г. Горюхова и высажены на территории Ботанического сада-института ДВО РАН (г. Владивосток). Гербарные (ваучерные) образцы изученных растений хранятся в Гербарии Тихоокеанского института биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН (г. Владивосток) (ТИБОХ ДВО РАН).

Кариологические исследования проводились в Лаборатории хемотаксономии ТИБОХ ДВО РАН. Кончики корней предварительно обрабатывали 0,5%-м водным раствором колхицина, фиксировали смесью Карнуа (6 : 3 : 1) и окрашивали по Фельгену реактивом Шиффа с пред-

варительным гидролизом в соляной кислоте (1 : 1) в течение 18–20 мин. при комнатной температуре (Abramova, 1988; Pausheva, 1988). Изучение кариотипов проводили на временных давленных препаратах, которые просматривали под микроскопом Axiostar plus (Carl Zeiss, Germany). Фотографии сделаны фотокамерой Canon PC1089 (Japan) и выведены на монитор. Для идентификации хромосом использовали метод максимального подобия гомологов. Вместе с тем известно, что общая длина диплоидного набора и отдельных хромосом может варьировать в широких пределах. В связи с этим получил развитие количественный метод идентификации хромосом, при котором характеристика хромосомы определяется на основе усредненных данных, полученных при анализе не одной метафазной пластинки, а целой совокупности клеток. Для характеристики кариотипа использовали следующие показатели: соматическое число хромосом ($2n$), абсолютную длину гаплоидного набора хромосом (L^a , мкм), относительную длину хромосом (L^r , % – отношение абсолютной длины хромосомы к суммарной длине набора), центромерный индекс (I^c , % – отношение абсолютной длины короткого плеча к длине всей хромосомы). Для изучаемых признаков определяли среднее значение (M), его ошибку (m), коэффициент вариации (C_v). Варьирование считается слабым, если коэффициент вариации не превосходит 10 %, средним, когда C_v составляет 11–25 %, значительным при $C_v > 25$ %. Данные по морфологическим параметрам хромосом обрабатывали методами вариационной статистики (Lakin, 1990) с использованием программы «Statistica» и «Excel». Типы хромосом классифицировали по системе, предложенной Н. Д. Агаповой и В. Г. Грифом (Agarova, Grif, 1982).

Результаты и обсуждение

Кариологическое исследование образцов *Adonis amurensis* из Приморского края и о. Сахалин показало, что растения имеют диплоидное число хромосом $2n = 2x = 16$ (рис. 1а, б). Ранее для этого вида из Приморья было установлено такое же число хромосом (Sokolovskaya, 1966; Shlangena, 1976; Probatova, Sokolovskaya, 1981; Starodubtsev, 1985; Volkova, Gavrilenko, 2010). Для растений с о. Сахалин указаны два уровня пloidности: $2n = 16$ и 32 (Starodubtsev, 1985, 1989). Определения из Китая характеризуют вид как диплоид с $2n = 16$ (Wang, Liu, 1988). Сообще-

ния из Кореи показали два хромосомных числа $2n = 16, 32$ (Lee, 1967). Для Японии приводятся несколько чисел хромосом $2n = 16, 24, 32$ (Ni-

shikawa, Ito, 1978, 1979, 1985; Nishikawa, 1988, 1989; Suda, Herai, 1991).

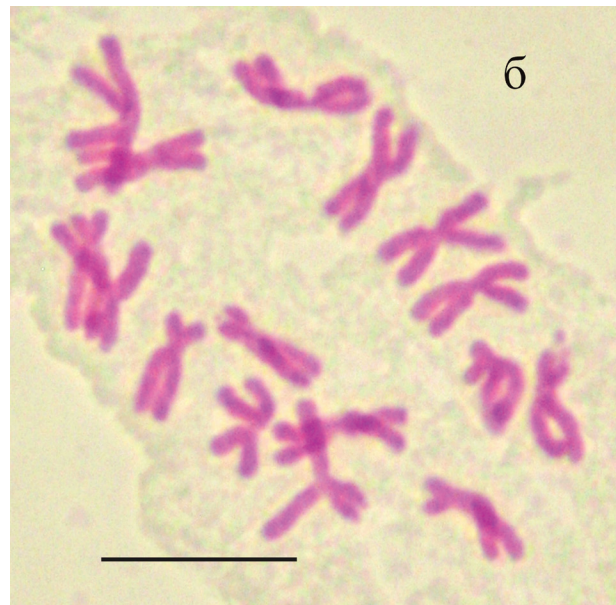
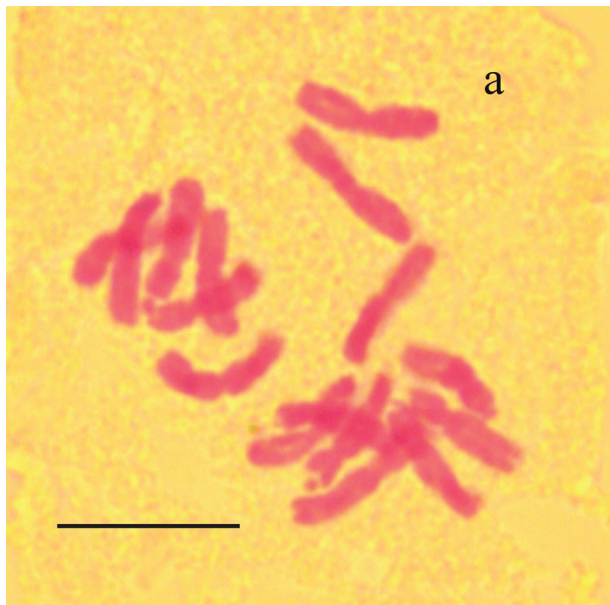


Рис. 1. Метафазные пластинки исследованных образцов: а – *Adonis amurensis* (Приморский край), б – *A. amurensis* (о. Сахалин). Масштабная линейка – 5 мкм.

Хромосомы изученных нами образцов *Adonis amurensis* довольно крупные и морфологически четко дифференцированные. Кариотипы довольно однообразны по типу хромосом и по степени асимметрии, выделяются 4 пары метацентрических (I–IV) и 4 пары (V–VIII) субметацентрических хромосом. Хромосомы растений из Приморья крупнее сахалинских. Хромосомные пары характеризуются изменчивостью длины, в некоторой степени варьируют они и по длине плеч. Самые крупные хромосомы в обоих образцах *A. amurensis* у I пары. Уменьшение длины у остальных хромосом набора (II–VII) идет постепенно и незначительно. Самые мелкие хромосомы у VIII пары. Между континентальными и островными растениями адониса имеются различия по длине хромосом и по положению центромеры. Длина хромосом у *A. amurensis* из Приморья больше, чем у *A. amurensis* с Сахалина. Сравнение кариотипов мы проводили по абсолютной и относительной длине хромосом и центромерному индексу. Данные морфометрического анализа приведены в таблице и представлены в виде идиограмм (рис. 2А, Б). Хромосомы на идиограммах расположены в порядке уменьшения их длины. Как видно из таблицы и

идиограмм, хромосомы гаплоидного набора отличаются друг от друга или по абсолютной длине, или по центромерному индексу. Сравнение кариотипов континентального и сахалинского образцов показало их сходство, имеются лишь небольшие различия в степени асимметрии пар. При попарном сравнении континентальных и островных (сахалинских) хромосом центромерные индексы I–III пары метацентриков и V пара субметацентриков отличаются незначительно. Одинаковые центромерные индексы у IV метацентрической пары. Субметацентрики (VI–VII пары) различаются по длине хромосом и центромерному индексу. У приморских растений абсолютная длина восьмой пары больше, чем у сахалинского образца. Показатели по относительной длине и центромерному индексу выше у сахалинских растений. Анализ кариотипов континентальных и островных растений показал, что между образцами имеются определенные различия по длине хромосом. Суммарная длина (ΣL^a) гаплоидного набора у *A. amurensis* из Приморья составляет 68,35 мкм, общая длина (ΣL^a) гаплоидного набора у *A. amurensis* с Сахалина равна 61,49 мкм. Кариотипы изученных образцов отличаются по параметрам абсо-

лютой длины хромосом (L^a , мкм), суммарной длины гаплоидного набора (ΣL^a , мкм). Отмечены незначительные различия по центромерному индексу у субметацентрических пар. Для большинства признаков хромосом у приморских и сахалинских образцов вариабельность средняя и низкая. В кариотипах исследованных образцов хромосомы имеют спутники, которые прикреплены к короткому плечу. Размеры спутника и длины спутничной нити не включены в размеры хромосомы. Кариотипы растений с острова Сахалин и из Приморского края различаются количеством спутников. По нашим результатам, в кариотипе *A. amurensis* из Приморья имеются две пары спутничных хромосом, а сахалинские образцы несут одну пару спутничных хромосом. На некоторых пластинках спутники не обнаружены. Число спутничных хромосом для каждого исследованного образца является постоянным признаком. Пары гомологов представлены сочетанием различных типов, отличающихся морфологией спутничной зоны (рис. 3). У классического спутника хорошо выражены спутничная нить и спутник; «втянутый» спутник – резко укорочена спутничная нить. Отмечены метафазные пластинки, на которых спутники не видны. Некоторые авторы (Belyaeva, Yampol, 1973) отсутствие спутника объясняют интенсивной спирализацией хромомемы в области спутничного

плеча и «втягиванием» спутника, функция его при этом сохраняется, проявляясь несколько позже по времени. Отмечены значительные вариации в размерах спутника. Для кариотипов характерен полиморфизм по размерам и морфологии спутничных районов хромосом. Большую вариабельность могут показать спутничные хромосомы, которые обнаруживают морфологическое разнообразие в одном растении. Разные типы спутничных хромосом встречаются даже внутри индивидуальной клетки. У каждой хромосомы спутник имеет свою определенную форму, величину, а также длину нити, соединяющей их с основным телом. Типы спутничных хромосом определяли на всех метафазных пластинках, где возможна их идентификация. Гетероморфной считали любую пару гомологов, представленную хромосомами, различающимися морфологией спутничной зоны. У каждого хромосомного набора из Приморья спутники обнаружены у пар в различных сочетаниях: IV, VI; IV, VII; II, VII; III, VII; V, VII; VII, VIII. В кариотипе у растений с о. Сахалин спутники встречаются у одной из II, IV, V, VI, VII пар хромосом, чаще всего у VI пары. Каждая пара спутничных хромосом представлена в гетероморфном состоянии. Гомологичные спутничные хромосомы часто оказываются гетероморфными.

Таблица

Морфометрическая характеристика хромосом *Adonis amurensis*

Пары хромосом	Абсолютная длина (L^a)		Относительная длина (L^r)		Центромерный индекс (I^c)	
	$M \pm m_x$, мкм	C_v , %	$M \pm m$, %	C_v , %	$M \pm m$, %	C_v , %
Приморский край						
I	10,35 ± 0,65	7,20	15,13 ± 0,15	4,22	44,09 ± 0,89	7,61
II	9,58 ± 0,63	7,52	14,00 ± 0,16	4,85	42,38 ± 1,16	11,60
III	9,18 ± 0,53	6,60	13,45 ± 0,15	4,67	39,43 ± 2,04	21,68
IV	8,70 ± 0,51	6,68	12,76 ± 0,14	4,62	37,94 ± 2,47	27,84
V	8,29 ± 0,39	5,37	12,12 ± 0,13	4,53	36,66 ± 1,46	16,83
VI	7,87 ± 0,9	11,76	11,50 ± 0,19	6,94	33,39 ± 1,69	21,70
VII	7,69 ± 0,38	5,65	11,24 ± 0,10	3,73	33,72 ± 1,85	23,17
VIII	6,69 ± 0,84	14,36	9,79 ± 0,29	3,67	31,63 ± 1,49	19,95
о. Сахалин						
I	9,66 ± 1,31	15,49	15,74 ± 0,25	6,73	43,15 ± 0,71	6,98
II	8,50 ± 1,24	16,70	13,84 ± 0,24	7,37	41,27 ± 1,87	19,21
III	8,22 ± 1,12	15,56	13,40 ± 0,20	6,34	38,34 ± 1,51	16,70
IV	7,66 ± 0,95	14,22	12,42 ± 0,13	4,43	37,51 ± 1,75	19,69
V	7,39 ± 0,78	12,12	12,01 ± 0,15	5,33	35,23 ± 1,51	18,10
VI	7,11 ± 0,82	13,21	11,58 ± 0,09	3,63	31,24 ± 1,95	26,47
VII	6,81 ± 0,74	12,44	11,09 ± 0,13	4,96	31,69 ± 1,56	20,85
VIII	6,14 ± 0,61	11,39	9,90 ± 0,29	2,92	33,54 ± 1,63	20,39

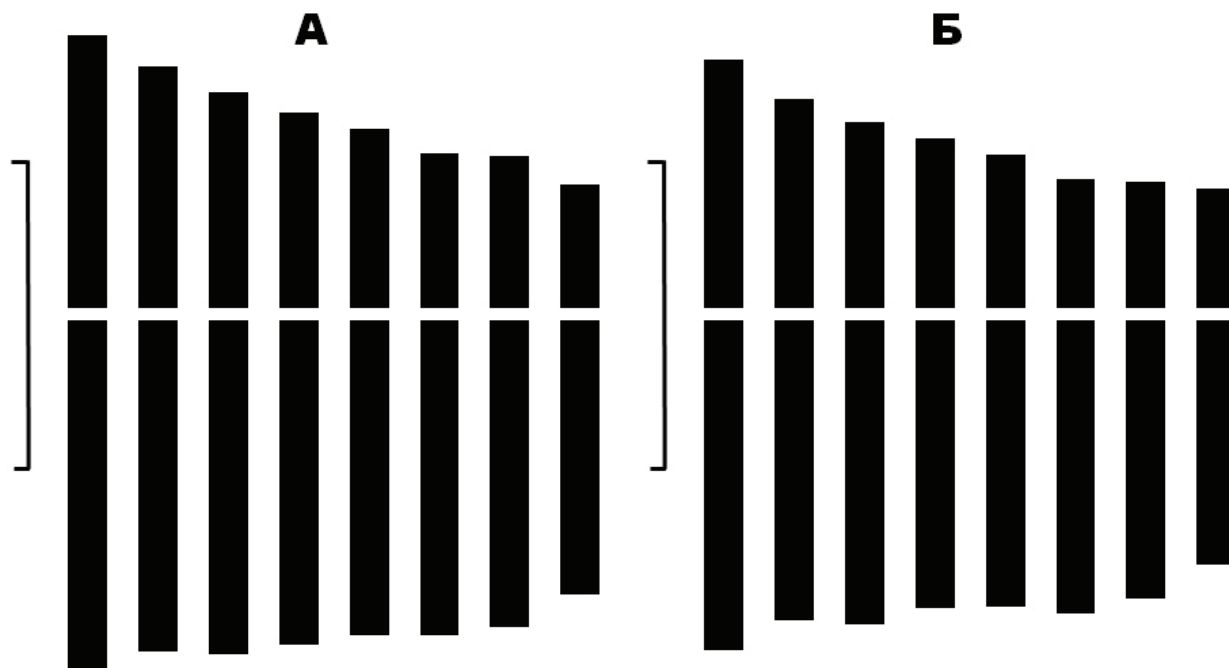


Рис. 2. Идиограммы гаплоидных наборов метафазных хромосом: А – *Adonis amurensis* (Приморский край), Б – *A. amurensis* (о. Сахалин). Масштабная линейка – 5 мкм.

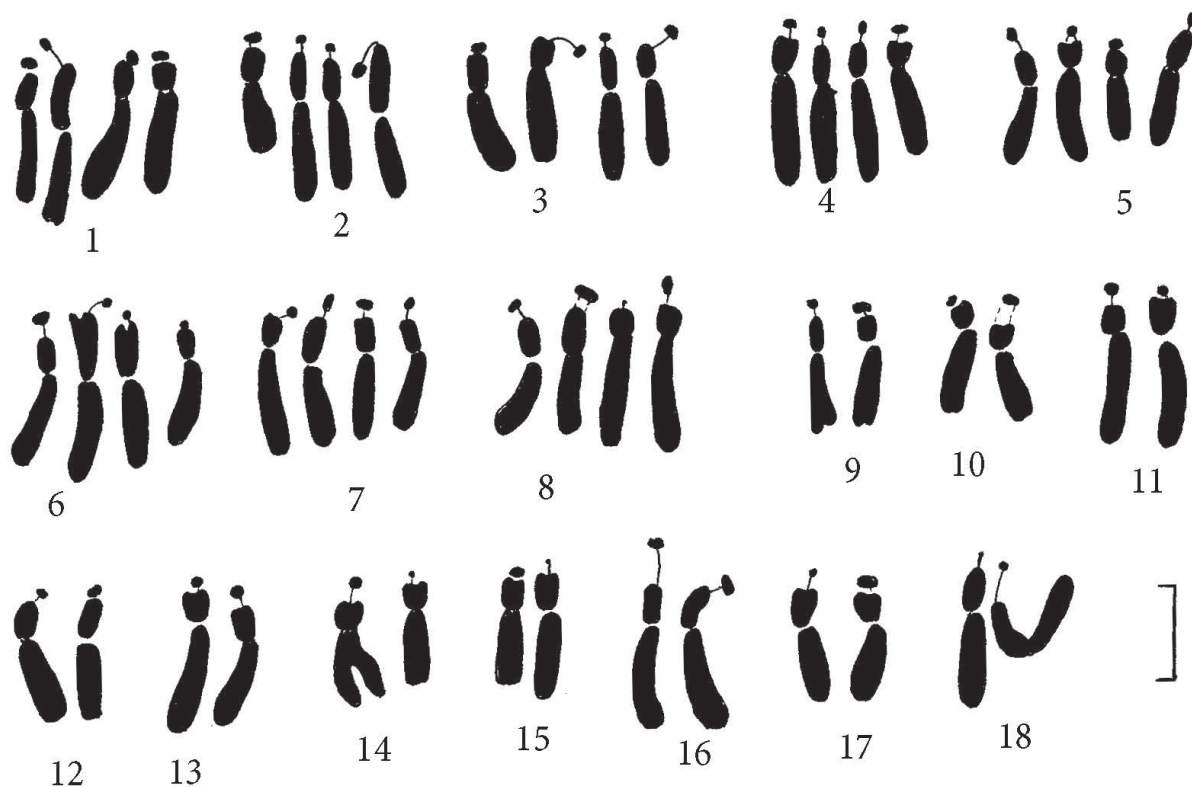


Рис. 3. Спутничные хромосомы *Adonis amurensis*: 1–8 – из Приморского края, 9–18 – с о. Сахалин. Масштабная линейка – 5 мкм.

Спутничные хромосомы играют важную роль в белковом метаболизме клетки. У большинства растений в районе вторичной перетяжки имеется ядрышковый организатор, который отвечает за синтез рибосомальной РНК. Гетероморфизм

спутничных хромосом говорит о разной синтетической активности ядрышковых организаторов. Возможно, что изменчивость спутничных хромосом связана с различной функциональной активностью ядрышкового организатора

(Kiknadze, 1972; Belyaeva, Yampol, 1973). Некоторые авторы (Schrager, Malakhova, 1978) объясняют разнообразие спутников именно различием в функциональной активности ядрышкового организатора, но не исключают и возможности структурных перестроек.

В изученных кариотипах спутники встречаются округлые, овальные, овально-удлиненные, точечные. Размер спутников составляет 0,27–1,21 мкм у континентальных образцов. Длина спутничной нити – 0,27–2,16 мкм. Размер спутников у сахалинских образцов 0,22–0,97 мкм, длина спутничной нити – 0,16–0,97 мкм. У овальных и овально-удлиненных спутников спутничная нить прикреплена чаще к узкой стороне спутника и реже – к широкой.

Данные о широкой изменчивости спутничных хромосом у дикорастущих видов приводят многие авторы (Fujishima, Kurita, 1973; Vakhtina, 1973; Malakhova et al., 1975; Malakhova, 1980; Schrager, 1980). Эта изменчивость проявляется в варьировании количества спутников или в полном их (спутников) отсутствии. Некоторые авторы считают наличие спутничных хромосом постоянным признаком кариотипа, отражающим его видовую специфичность. Развитие цитогенетических исследований показало, что спутничные хромосомы, как и другие признаки кариотипа, могут сильно варьировать в пределах вида. Биологическое значение полиморфизма спутничных хромосом в природных популяциях растений пока не установлено (Kiknadze, 1972; Malakhova, 1979). Полиморфизм ядрышкообразующих хромосом при общей стабильности кариотипа отмечен у многих видов растений (Belyaeva, Yampol, 1973; Malakhova et al., 1975; Malakhova, 1979; Schrager, Malakhova, 1979; Krichfalushki, Sveshnikova, 1985).

Сравнение наших данных о строении кариотипа *A. amurensis* и видов из разных районов центральной части ареала *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. (Schrager, Malakhova, 1978; Schrager, 1980) и *Adonis vernalis* L. (Schrager, Malakhova, 1981) из Западной Сибири показывает некоторые общие черты. Кариотипы содержат метацентрические и субметацентрические пары хромосом. Отмечены спутничные хромосомы. У *Adonis vernalis* VII и VIII пары всегда несут небольшие округлые спутники. В кариотипе *Adonis sibirica* две пары спутничных хромосом и наблюдается широкий полиморфизм по числу спутников и по морфологии спутничного района. Кариологическое исследование *Adonis si-*

birica нескольких популяций из разных районов показало, что растения как внутри популяций, так и между ними обнаруживают значительную разницу в размерах спутника – от крупного, почти равного короткому плечу хромосомы до его полного отсутствия. Наиболее часто встречается сочетание двух пар спутничных хромосом: первая пара довольно крупных спутников классической формы, на хорошо выраженной спутничной нити, и вторая пара с притянутыми мелкими спутниками. Отмечена популяция с «двойными» или тандемными спутниками. В этой же популяции обнаружены единичные спутники необычной, неправильной формы. Во «Флоре Сибири» (Timokhina, 1993) *Adonis sibirica* рассматривается как *A. apennina* L. Отождествление сибирского вида с европейским *A. apennina* считается неоправданным (Poschkurlat, 2000).

Заключение

В результате исследования кариотипов растений *A. amurensis* из Приморского края и с острова Сахалин установлено, что их диплоидные наборы ($2n = 2x = 16$) в обоих случаях представлены метацентрическими и субметацентрическими хромосомами. Кариологическое исследование континентальных и островных (сахалинских) растений выявило как сходство, так и различие кариотипов по ряду признаков. Кариотипы характеризовались относительной длиной (L^r , %), центромерным индексом (I^c , %) и наличием спутничных хромосом. Различаются кариотипы по показателям центромерного индекса при парном сравнении хромосом у образцов.

Сравнение кариотипов показало сходство в общем морфологическом строении гомологичных хромосом. Исследованные растения полиморфны по размерам и морфологии спутничных районов хромосом. Спутничные хромосомы могут варьировать по встречаемости у разных пар набора. Кариотипы изученных образцов *A. amurensis* отличаются наличием спутников. У образцов из Приморья две хромосомные пары имеют спутники, у сахалинских растений одна пара хромосом несет спутник. Количество спутничных хромосом у исследованных растений является постоянным признаком. Специфичность кариотипов характеризуется абсолютными размерами хромосом, количеством спутников. Хромосомы растений показали значительные вариации в размерах спутника, от наличия крупных до полного отсутствия спутников. У каждой

хромосомы спутник имеет свою определенную форму, величину и длину нити, соединяющей их с основным телом. По нашему мнению, указанные кариотипические различия показывают обособленность растений из Приморского края и острова Сахалин.

Благодарности

Авторы благодарны ведущему специалисту ООО «Ландшафтный центр» г. Южно-Сахалинска Г. И. Тесленко за предоставленные живые образцы растений *A. amurensis* и М. Balyshv за перевод на иностранный язык аннотации статьи.

REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

- Abramova L. I.** 1988. *Opredefeniye chisla khromosom i opisaniye ikh morfologii v meristeme i v zernakh kulturnykh rasteniy: Metodicheskiye ukazaniya [Determination of chromosome number and description of their morphology in the meristem and grains of cultivated plants: Guidelines]*. Leningrad. 62 pp. [In Russian] (**Абрамова Л. И.** Определение числа хромосом и описание их морфологии в меристеме и в зернах культурных растений: Методические указания. Л., 1988. 62 с.).
- Agapova N. D., Grif V. G.** 1982. On chromosome terminology. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 67(9): 1280–1284. [In Russian] (**Агапова Н. Д., Гриф В. Г.** О хромосомной терминологии // Бот. журн., 1982. Т. 67, № 9. С. 1280–1284).
- Arslan E., Ertugrul K., Tugay O., Dural H.** 2012. Karyological studies of the genus *Onobrychis* Mill. and the related genera *Hedysarum* L. and *Sartoria* Boiss. et Heldr. (Fabaceae, Hedysareae) from Turkey. *Cytologia* 65(1): 11–17. DOI: 10.1080/00087114.2012.678079
- Bobrov E. G.** 1937. *Adonis* L. In: *Flora SSSR [Flora of the USSR]* Vol. 7. Moscow – Leningrad: Publishers of Academy of Sciences of USSR. Pp. 528–539. [In Russian] (**Бобров Е. Г.** Род Адонис – *Adonis* L. // Флора СССР. Т. 7. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1937. С. 528–539).
- Belyaeva E. S., Yampol G. P.** 1973. Heteromorphism of the satellite chromosomes and nucleoli in *Allium fistulosum* L. *Cytology* 15(12): 1492–1500. [In Russian] (**Беляева Е. С., Ямполь Г. П.** Гетероморфизм спутничных хромосом и ядрышек у лука *Allium fistulosum* L. // Цитология, 1973. Т. 15, № 12. С. 1492–1500).
- Doudkin R. V., Volkova S. A.** 2013. A new species of *Boechea* (Brassicaceae) from the Primorsky Territory, Russia. *Novon* 22(4): 411–414. DOI: 10.3417/2010077
- Fruentov N. K.** 1987. *Lekarstvennyye rasteniya Dalnego Vostoka [Medicinal plants of the Far East]*. Khabarovsk: Khabarovsk book publishing house. 351 pp. [In Russian] (**Фруентов Н. К.** Лекарственные растения Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское книжное издательство, 1987. 351 с.).
- Fujishima H., Kurita M.** 1973. Variation in number, size and location of satellite of *Disporum sessile* Don. *Japan. J. Genetics* 48(4): 271–278.
- Gorovoy P. G., Volkova S. A.** 1987. A morphological, geographical and karyological study of East Asian *Bupleurum longiradiatum* Turcz. and *B. sachalinense* Fr. Schmidt. *Feddes Repert.* 98(7–8): 383–389.
- Kiknadze I. I.** 1972. *Funkcionalnaya organizatsiya khromosom [The functional organization of chromosomes]*. Leningrad: Nauka. 212 pp. [In Russian] (**Кикнадзе И. И.** Функциональная организация хромосом. Л.: Наука, 1972. 212 с.).
- Krichfalushi V. V., Sveshnikova L. I.** 1985. Comparative-karyological study of natural populations of *Narcissus angustifolius* (Amaryllidaceae) of the Ukrainian Carpathians. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 70(6): 806–814. [In Russian] (**Кричфалуший В. В., Свешникова Л. И.** Сравнительно-кариологическое исследование природных популяций *Narcissus angustifolius* (Amaryllidaceae) Украинских Карпат // Бот. журн., 1985. Т. 70, № 6. С. 806–814).
- Lakin G. F.** 1990. *Biometriya [Biometrics]*. Moscow: Higher School. 352 pp. [In Russian] (**Лакин Г. Ф.** Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.).
- Lee Y. N.** 1967. Chromosome numbers of flowering plants in Korea. *J. Korean Res. Inst. Ewha Women's Univ.* 11: 455–478.
- Luferov A. N.** 1995. *Adonis* L. In: *Vascular plants of the Soviet Far East*. Vol. 7. St. Petersburg: Nauka. P. 131. [In Russian] (**Луферов А. Н.** *Adonis* L. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 7. СПб.: Наука, 1995. С. 131).
- Malakhova L. A.** 1979. Polymorphism of satellite chromosomes of *Aconitum excelsum* (Ranunculaceae) in mountain populations of West Siberia. *Cytology* 21(9): 1094–1099. [In Russian] (**Малахова Л. А.** Полиморфизм спутничных хромосом борца высокого (*Aconitum excelsum*) в горных популяциях Западной Сибири // Цитология, 1979. Т. 21, № 9. С. 1094–1099).
- Malakhova L. A.** 1980. *Analysis of satellite chromosomes in species of the genus Aconitum* L. (family Ranunculaceae). In: *Problemy populyatsionnoy i evolyucionnoy citogenetiki rasteniy i zhivotnykh [Problems of population and evolutionary cytogenetics of plants and animals]*. Tomsk: Tomsk University Press. Pp. 28–34. [In Russian] (**Мала-**

хова Л. А. Анализ спутничных хромосом у видов рода *Aconitum* L. (сем. Ranunculaceae) // Проблемы популяционной и эволюционной цитогенетики растений и животных. Томск: Изд-во Томского университета, 1980. С. 28–34).

Malakhova L. A., Kozlova A. A., Kartashova N. N. 1975. Studies on the chromosomes of wild plants in the chromosomes of the Pri-ob Area. II. Polymorphism of satellite chromosomes in *Aconitum excelsum*. *Cytology* 17(3): 348–351. [In Russian] (**Малахова Л. А., Козлова А. А., Карташова Н. Н.** Изучение хромосом дикорастущих растений Приобья. II. Полиморфизм спутничных хромосом *Aconitum excelsum* // Цитология, 1975. Т. 17, № 3. С. 348–351).

Nishikawa T. 1988. Botanical studies on *Adonis amurensis* Regel et Radde in Japan (part 1). *J. Hokkaido Univ. Educ.*, Sect. 2B 39(1): 1–35.

Nishikawa T. 1989. Botanical studies on *Adonis amurensis* Regel et Radde in Japan (part 2). *J. Hokkaido Univ. Educ.*, Sect. 2B 39, 2: 1–25.

Nishikawa T., Ito K. 1978. New chromosome numbers of *Adonis amurensis* Regel et Radde of Hokkaido. *J. Jap. Bot.* 53, 2: 33–43.

Nishikawa T., Ito K. 1979. The chromosome numbers of *Adonis amurensis* Regel et Radde (sensu lato) of northern Honshu. *J. Jap. Bot.* 54: 353–362.

Nishikawa T., Ito K. 1985. An experimental hybridization of the *Adonis amurensis* group and morphological comparisons of cultivars. *J. Jap. Bot.* 60, 3: 79–89.

Pausheva Z. P. 1988. *Praktikum po citologii rasteniy* [Practical course on plant cytology]. Moscow: Agropromizdat. 271 pp. [In Russian] (**Паушева З. П.** Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.).

Rastitelnyye resursy Rossii: Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity]. 2008. Eds. A. L. Budantsev. St. Petersburg – Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK. 421 pp. [In Russian] (*Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность*. Под ред. А. Л. Буданцева. М.; СПб.: Товарищество науч. изд-й КМК, 2008. 421 с.).

Poschkurlat A. P. 2000. *The genus Adonis L. Systematic, distribution, biology*. Moscow: Nauka, МАИК “Nauka/Interperiodika”. 199 pp. [In Russian] (**Пошкурлат А. П.** Род горичвет – *Adonis* L. Систематика, распространение, биология. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 199 с.).

Probatova N. S. 2014. *Chromosome numbers in vascular plants of the Primorskii Krai (Russian Far East)*. Vladivostok: Dalnauka. 343 pp. [In Russian] (**Пробатова Н. С.** Хромосомные числа сосудистых растений Приморского края (Дальний Восток России). Владивосток: Дальнаука, 2014. 343 с.).

Probatova N. S., Sokolovskaya A. P. 1981. Karyological study of vascular plants of the islands of the Far Eastern State Marine Reserve. In: *Tsvetkovyye rasteniya ostrovov Dalnevostochnogo morskogo zapovednika* [Flowering plants of the Islands of the Far Eastern Marine Reserve]. Vladivostok: Far Eastern Scientific Center, Academy of Sciences of the USSR. Pp. 92–114. [In Russian] (**Пробатова Н. С., Соколовская А. П.** Кариологическое исследование сосудистых растений островов Дальневосточного государственного морского заповедника // Цветковые растения островов Дальневосточного морского заповедника. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 92–114).

Schrager L. N. 1980. *Satellite chromosome polymorphism of several populations of Adonis sibirica* Patr. In: *Problemy populyacionnoy i evolyucionnoy citogenetiki rasteniy i zivotnykh* [Problems of population and evolutionary cytogenetics of plants and animals]. Tomsk: Tomsk University Press. Pp. 51–56. [In Russian] (**Шрагер Л. Н.** Полиморфизм спутничных хромосом нескольких популяций *Adonis sibirica* Patr. // Проблемы популяционной и эволюционной цитогенетики растений и животных. Томск: Изд-во Томского университета, 1980. С. 51–56).

Schrager L. N., Malakhova L. A. 1978. Karyotypical studies of *Adonis sibirica* Patr. in Tomsk Region. *Cytology* 20(5): 592–595. [In Russian] (**Шрагер Л. Н., Малахова Л. А.** Особенности кариотипа *Adonis sibirica* из Томской области // Цитология, 1978. Т. 20, № 5. С. 592–595).

Schrager L. N., Malakhova L. A. 1979. Polymorphism of satellite chromosomes of *Adonis sibirica* Patr. examined from several populations of Siberia. *Cytology* 21(12): 1461–1463. [In Russian] (**Шрагер Л. Н., Малахова Л. А.** Полиморфизм спутничных хромосом горичвета *Adonis sibirica* нескольких популяций Сибири // Цитология, 1979. Т. 21, № 12. С. 1461–1463).

Schrager L. N., Malakhova L. A. 1981. An analysis of karyotypes in *Adonis vernalis* and *Clematis integrifolia* (Ranunculaceae). *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 66(3): 438–440. [In Russian] (**Шрагер Л. Н., Малахова Л. А.** Анализ кариотипов *Adonis vernalis* и *Clematis integrifolia* (Ranunculaceae) // Бот. журн., 1981. Т. 66, № 3. С. 438–440).

Shlangena Z. E. 1976. The chromosome numbers of some *Adonis* L. species in the USSR (Ranunculaceae). *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 61(11): 1603–1608. [In Russian] (**Шлангена З. Е.** Хромосомные числа некоторых видов рода *Adonis* L. СССР (Ranunculaceae) // Бот. журн., 1976. Т. 61, № 11. С. 1603–1608).

Shneyer V. S., Punina E. O., Rodionov A. V. 2018. Intraspecific variation of ploidy in Angiosperms and its taxonomical treatment. *Bot. Zhurn. (Moscow & St. Petersburg)* 98(5): 555–585. [In Russian] (**Шнеер В. С., Пунина**

Е. О., Родионов А. В. Внутривидовые различия в плоидности у покрытосеменных и их таксономическая интерпретация // Бот. журн., 2018. Т. 103, № 5. С. 555–585).

Sokolov S. Ya., Zamotaev I. P. 1984. *Spravochnik po lekarstvennym rasteniyam* [Handbook of medicinal plants]. Moscow: Medicine. 464 pp. [In Russian] (**Соколов С. Я., Замотаев И. П.** Справочник по лекарственным растениям. М.: Медицина, 1984. 464 с.).

Sokolovskaya A. P. 1966. Geographical distribution of polyploid plant species (study of the flora of the Primorsky Territory). *Vestnik Leningradskogo universiteta* [Bulletin of the Leningrad University] Series biol. 1, 3: 92–106. [In Russian] (**Соколовская А. П.** Географическое распространение полиплоидных видов растений (исследование флоры Приморского края) // Вест. Ленингр. ун-та. Сер. биол., 1966. Вып. 1, № 3. С. 92–106).

Starodubtsev V. N. 1985. Chromosome numbers in the representatives of some families from soviet Far East. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 70(2): 275–277. [In Russian] (**Стародубцев В. Н.** Числа хромосом представителей некоторых семейств Дальнего Востока СССР // Бот. журн., 1985. Т. 70, № 2. С. 275–277).

Starodubtsev V. N. 1989. Chromosome numbers in the species of the families Aceraceae, Brassicaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Papaveraceae and Ranunculaceae from the soviet Far East. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 74(11): 1674–1675. [In Russian] (**Стародубцев В. Н.** Числа хромосом видов семейств Aceraceae, Brassicaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae с Дальнего Востока СССР // Бот. журн., 1989. Т. 74, № 11. С. 1674–1675).

Suda Y., Herai T. 1991. Differentiation of *Adonis* L. in Japan. I. Somatic chromosome numbers and chromosome morphology. *Sci. Rep. Tôhoku Univ., Ser. 4, Biol.* 40: 47–63.

Takhtajan A. L. 1965. Theoretical and practical significance of plant systematics and pathways of its development. *Journal of General Biology (Leningrad)* 26, 4: 385–396. [In Russian] (**Тахтаджян А. Л.** Теоретическое и практическое значение систематики растений и пути её развития. // Журн. общ. биол., 1965. Т. 26, № 4. С. 385–396).

Timokhina C. A. 1993. *Adonis* L. In: *Flora of Siberia [Flora Sibiriae]*. Vol. 6. Novosibirsk: Nauka. 206–207 pp. [In Russian] (**Тимохина С. А.** *Adonis* L. – Стародубка // Флора Сибири. Т. 6. Новосибирск: Наука, 1993. С. 206–207).

Ulanova K. P., Volkova S. A., Gorovoy P. G. 1987. The genus *Miyakea* (Ranunculaceae) in the flora of the Far East. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 72(1): 64–70. [In Russian] (**Уланова К. П., Волкова С. А., Горовой П. Г.** Род *Miyakea* (Ranunculaceae) во флоре Дальнего Востока // Бот. журн., 1987. Т. 72, № 1. С. 64–70).

Vakhtina L. I. 1973. Karyological variability in the local population of *Narcissus angustifolius* Curt. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 58(9): 1367–1370. [In Russian] (**Вахтина Л. И.** Кариологическая изменчивость природной популяции *Narcissus angustifolius* Curt. // Бот. журн., 1973. Т. 58, № 9. С. 1367–1370).

Volkova S. A. 2015. Karyotypes of the *Cnidium cnidiifolium* and *C. olaense* (Apiaceae). *Turczaninowia* 18, 2: 76–79. [In Russian] (**Волкова С. А.** Кариотипы *Cnidium cnidiifolium* и *C. olaense* (Apiaceae) // Turczaninowia, 2016. Т. 18, № 2. С. 76–79). DOI: 10.14258/turczaninowia.18.2.6

Volkova S. A., Gavrilenko I. G. 2010. Chromosome numbers of Ranunculaceae species of the Primorye Territory and the Jewish Autonomous Region Flora. *Bot. Zhurn. (Moscow & St. Petersburg)* 95(8): 1182–1186. [In Russian] (**Волкова С. А., Гавриленко И. Г.** Числа хромосом видов семейства Ranunculaceae флоры Приморского края и Еврейской автономной области // Бот. журн., 2010. Т. 8, № 11. С. 1182–1186).

Volkova S. A., Gorovoy P. G. 2002. Karyological studies of alpine *Bupleurum* (Apiaceae) species from Russian Far East. *Bot. Zhurn. (Moscow & St. Petersburg)* 87(5): 147–151. [In Russian] (**Волкова С. А., Горовой П. Г.** Кариологическое изучение высокогорных видов рода *Bupleurum* (Apiaceae) Дальнего Востока России // Бот. журн., 2002. Т. 87, № 5. С. 147–151).

Volkova S. A., Gorovoy P. G. 2008. Karyotypes of Far Eastern plants. In: *Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka* [Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the XXI century: Proceedings of the All-Russian Conference (Petrozavodsk, 22–27 September 2008)]. Part. 3. Petrozavodsk: Karelskiy science Center RAS, 20–22 pp. [In Russian] (**Волкова С. А., Горовой П. Г.** Кариотипы дальневосточных растений // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы Всеросс. конф. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Ч. 3. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 20–22).

Voroshilov V. N. 1982. *Opredelitel rasteniy sovetского Dalnego Vostoka* [The manual of plants of the Soviet Far East]. Moscow: Nauka. 672 pp. [In Russian] (**Ворошилов В. Н.** Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.).

Wang L.-Z., Liu M.-Y. 1988. Studies on the genus *Adonis* in Northeast China. *Bull. Bot. Res. Harbin.* 8: 49–52.