

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

УДК 576.316.353.7.087

**Цитогенетическое изучение *Aegopodium podagraria* (Umbelliferae)
для ее использования в селекции****Д.В. Романов*, С.Ю. Ширнин, Г.И. Карлов, М.Г. Дивашук**

*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии,
Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 42
e-mail: akabos1987@gmail.com

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) обладает рядом хозяйственно-ценных признаков (использование в пищу, отличный медонос, высокая кормовая ценность), а также обладает противоревматическим, мочегонным, успокоительным и ранозаживляющим действием. В этой работе мы использовали растения *A. podagraria* для цитогенетических исследований. Для сбора коллекции *A. podagraria* была проведена экспедиция по территории России. В ходе экспедиции *A. podagraria* не была обнаружена там, где часто случаются засухи и пересыхает верхний слой почвы. Приготовление цитологических препаратов метафазных хромосом *A. podagraria* было проведено модифицированным нами методом распластывания суспензии клеток, который совмещает в себе преимущества различных методик и превосходит их по качеству и количеству метафаз на препаратах. В результате подсчета хромосом было обнаружено, что растения сныти из коллекции имеют 42 хромосомы. Существенные различия в кариотипах *A. podagraria* из разных регионов не были обнаружены, поскольку эти различия были не более выраженными, чем индивидуальные различия метафазных пластинок одного растения. Для более точной идентификации хромосом и их отдельных участков для сопровождения селекционного процесса необходимо продолжить работу с целью создания цитогенетических маркеров *A. podagraria*.

Ключевые слова: *Aegopodium podagraria*, сныть обыкновенная, метафаза, кариотип, хромосома, идиограмма

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) – многолетнее травянистое растение семейства зонтичных (Umbelliferae). Это уникальное растение, имеющее ряд хозяйственно-ценных признаков: используется в пищу, является отличным медоносом, обладает высокой кормовой ценностью. У *A. podagraria* долгая история использования в медицине, в Средние века ее выращивали в качестве лекарственной травы. Все части растения обладают противоревматическим, мочегонным, успокоительным и ранозаживляющим действием [1–3]. В России распространена широко почти по всей европейской части от Карелии до Пермского края и Саратовской области, а также в южной полосе Сибири до Байкала и на Северном Кавказе [4], что свидетельствует о ее устойчивости к болезням, вредителям, неблагоприятным погодным условиям [5]. Эти качества позволяют рекомендовать сныть для использования в селекции сельскохозяйственно важных представителей семейства зонтичных, таких как морковь, сельдерей, укроп, петрушка, кориандр, тмин и другие.

Для этого необходимо проводить селекционную работу по переносу генов хозяйственно ценных признаков (устойчивости к болезням и вреди-

телям, химического состава и др.) от сныти другим сельскохозяйственно важным представителям зонтичных. Выравнивание ДНК-последовательностей внутренних транскрибируемых спейсеров (ITS) показало, что *A. podagraria* филогенетически ближе всего к таким хозяйственно ценным растениям, как тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.) и кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) [6], что делает их наиболее подходящими кандидатами для межвидовой гибридизации с *A. podagraria*. В свою очередь эти гибриды могут быть использованы как промежуточное звено для более отдаленной гибридизации сныти и моркови (*Daucus carota* L.). Ранее были получены только соматические гибриды (путем слияния протопластов) *A. podagraria* и *D. carota* [7], фенотипически больше похожие на *A. podagraria*, но у них было отмечено повышенное содержание каротиноидов.

Для повышения продуктивности селекционной работы необходимо изучать сныть на молекулярно-генетическом и цитогенетическом уровнях. *A. podagraria* остается генетически малоизученным видом: в базе данных NCBI размещено лишь 74 нуклеотидных последовательности этого растения. Что касается цитогенетики, то у *A. podagraria*

это направление также слабо развито: было посчитано число хромосом, но без построения кариотипов, при этом были обнаружены разные популяции *A. podagraria* с разным числом хромосом ($2n$): 22, 38, 39, 42 и 44 [8–10]. Подобные различия в числе хромосом можно наблюдать и у других представителей зонтичных – рода *Daucus* (морковь): $2n = 18$ (*D. carota* и *D. capillifolius*), $2n = 20$ (*D. guttatus*, *D. littoralis* и *D. muricatus*), $2n = 22$ (*D. crinitus*, *D. hispidifolius* и *D. pusillus*), $2n = 44$ (*D. glochidiatus*) [11]. Это обусловило необходимость сбора растений сныти из разных мест произрастания для дальнейшего ее молекулярно-цитогенетического изучения.

С учетом ценности сныти как донора генов хозяйственно ценных признаков очевидна актуальность изучения ее хромосом. Для того чтобы использовать *A. podagraria* в селекционных программах, необходимо, прежде всего, провести кариотипирование хромосомы для их идентификации, поэтому целью настоящей работы стало цитологическое изучение хромосом сныти обыкновенной. Для сбора коллекции *A. podagraria* нами были обследованы обширные территории России: европейская часть (Московская область и некоторые прилегающие области), Кавказ, а также южная полоса Сибири до Байкала. Также нами разработан высокоэффективный метод приготовления препаратов хромосом *A. podagraria* и получены цитологические препараты метафазных хромосом для всех изучаемых индивидуальных растений сныти обыкновенной.

Материалы и методы

Растительный материал был идентифицирован согласно атласу-определителю [12]. *A. podagraria* – многолетник с длинным, тонким, горизонтальным, сильноветвистым белым корневищем. Прикорневые листья длинночерешковые, дважды тройчатые, сегменты 2-го порядка – яйцевидные или продолговато-яйцевидные, остропильчатые. Верхние листья тройчатые. Пластинки листьев с нижней стороны, особенно по жилкам, опушенные. Верхушечный зонтик с 12–25 лучами. Цветки обоеполые, плодущие; боковые зонтики обычно бесплодные. Высота стебля от 40 до 100 см. Стебель голый, полый, слабо ветвистый. Период цветения – июнь-июль, период плодоношения – июль-август. Произрастает в смешанных и широколиственных лесах, редколесьях, оврагах.

Для сбора коллекции *A. podagraria* была проведена экспедиция по территории России. Перед экспедицией для определения оптимального способа транспортировки растений был проведен эксперимент по высушиванию корневищ сныти с последующим высаживанием в оранжерею. Было обнаружено, что растение полностью погибает после 5-дневного высушивания корневищ

при комнатной температуре, поэтому транспортировали растения во влажном грунте.

В ходе экспедиции, которая проводилась с 20.08.2018 г. по 20.10.2018 г., нами были обследованы обширные территории России, протяженность маршрута составила около 23 тыс. км (таблица).

Растения выкапывали и транспортировали с корневищем в плодородном грунте, полив проводили регулярно, исключая возможность пересыхания грунта. В каждой точке сбора было взято по два растения.

В условиях лаборатории коллекция была сначала выдержана в яровизационной камере, а затем высажена в горшки в оранжерее. Все растения хорошо перенесли транспортировку и яровизацию.

Интересно отметить, что растения сныти из южных регионов России (Краснодарский и Ставропольский край) продолжали вегетацию во время яровизации, в то время как у остальных растений отмирала надземная часть, отрастание наблюдали только после высадки в оранжерею.

Нами были опробованы и модифицированы различные методики приготовления препаратов *A. podagraria* (раздавливания [13], распластывания [14], раскапывания [15] и метод «паровой капли» [16]). Они были использованы при разработке метода распластывания суспензии клеток, который совмещает в себе преимущества различных методик и в результате превосходит их по качеству и количеству метафаз на препаратах. Для увеличения митотического индекса были использованы различные цитостатики – колхицин, альфа-бромнафталин, гидроксимочевина, гидроксихинолин. Наибольшее число метафаз наблюдали в вариантах с использованием гидроксихинолина или колхицина. После получения корней с высоким митотическим индексом их помещали на 24 ч в фиксатор Кларка (3 части 96%-ного этилового спирта : 1 часть ледяной уксусной кислоты), промывали в дистиллированной воде, обрабатывали смесью ферментов (1% пектиназы, 1% целлюлазы, 1% гемицеллюлазы, 1% цитогеликазы) и проводили двукратное замораживание-размораживание ферментированных корневых меристем. Это позволило улучшить равномерность ферментации корневых меристем и разброс хромосом на метафазных пластинках. После этого раскапывали суспензии ферментированных корневых апикальных меристем на предметное стекло с последующей обработкой 60%-ной уксусной кислотой при температуре 42°C и распластыванием фиксатором Кларка, а также промывкой 96%-ным этанолом и высушиванием.

Для отработки метода микроскопию проводили на увеличении $\times 20$ в фазовом контрасте без окрашивания хромосом. Этого достаточно для быстрой оценки качества препарата и количества метафазных пластинок. Было обнаружено, что колхи-

цин сильно укорачивает хромосомы, что снижает точность измерения длины и центромерного индекса. Поэтому в качестве цитостатика было решено использовать только гидроксихинолин.

Методом распластывания суспензии клеток были получены качественные цитологические препараты метафазных хромосом для всех собран-

ных в ходе экспедиции растений, на каждом препарате было от 15 до 120 метафазных пластинок с хорошим разбросом хромосом. Для более точного определения количества хромосом, контуров хромосом, спутников и положения центромеры было проведено окрашивание хромосом с помощью неинтеркалирующего красителя DAPI

Таблица

Коллекция растений, собранных в ходе экспедиции

| № | Место сбора | Вид | GPS-координаты |
|---------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1, 1' | Владимирская обл., р. Нерль | <i>A. podagraria</i> | 56°12'15.5»N 40°35'07.7»E |
| 2, 2' | Нижегородская обл., п. Тарасиха | <i>A. podagraria</i> | 56°42'21.4»N 44°14'00.3»E |
| 3, 3' | Кировская обл., д. Ракалово | <i>A. podagraria</i> | 58°57'23.9»N 50°55'25.1»E |
| 4, 4' | Кировская обл., р. Кама | <i>A. podagraria</i> | 58°49'40.9»N 53°24'55.4»E |
| 5, 5' | Пермский край, п. Суксун | <i>A. podagraria</i> | 57°09'28.0»N 57°13'16.8»E |
| 6, 6' | Свердловская обл., ост. Зелёный мыс | <i>A. podagraria</i> | 56°50'18.3»N 60°07'08.8»E |
| 7, 7' | Новосибирская обл., г. Новосибирск | <i>A. podagraria</i> | 55°06'33.3»N 82°54'26.2»E |
| 8, 8' | Новосибирская обл., р. Ояш | <i>A. podagraria</i> | 55°31'56.2»N 83°51'50.8»E |
| 9, 9' | Кемеровская обл., д. Чаша | <i>A. podagraria</i> | 55°24'48.0»N 85°16'09.2»E |
| 10, 10' | Кемеровская обл., р. Суловка | <i>A. podagraria</i> | 56°11'34.6»N 88°04'08.2»E |
| 11, 11' | Иркутская обл., г. Братск | <i>A. sylvestris</i> | 56°11'34.6»N 88°04'08.2»E |
| 12, 12' | Красноярский край, р. Быковая | <i>A. sylvestris</i> | 55°57'35.4»N 92°40'45.5»E |
| 13, 13' | Красноярский край., г. Дивногорск | <i>A. sylvestris</i> | 55°56'15.0»N 92°15'30.6»E |
| 14, 14' | Красноярский край, р. Малый Терел | <i>A. sylvestris</i> | 55°58'19.2»N 91°55'27.6»E |
| 15, 15' | Красноярский край, п.г.т. Козулька | <i>A. sylvestris</i> | 56°11'12.0»N 91°24'14.9»E |
| 16, 16' | Красноярский край, с. Критово | <i>A. podagraria</i> | 56°12'53.0»N 89°57'56.6»E |
| 17, 17' | Кемеровская обл., д. Чаша | <i>A. podagraria</i> | 55°25'03.1»N 85°15'55.1»E |
| 18, 18' | Новосибирская обл., р. Истанка | <i>A. podagraria</i> | 55°37'32.3»N 84°17'48.3»E |
| 19, 19' | Новосибирская обл., р. Ояш | <i>A. podagraria</i> | 55°31'56.3»N 83°51'50.5»E |
| 20, 20' | Новосибирская обл., г. Новосибирск, р. Ельцовка | <i>A. podagraria</i> | 5°03'56.9»N 82°53'07.5»E |
| 21, 21' | Новосибирская обл., г. Новосибирск, р-н Шлюз | <i>A. podagraria</i> | 54°51'24.7»N 83°03'36.3»E |
| 22, 22' | Свердловская обл., п.г.т. Дружинино | <i>A. podagraria</i> | 56°48'58.4»N 59°21'13.2»E |
| 23, 23' | Свердловская обл., д. Сажина | <i>A. podagraria</i> | 56°47'44.4»N 58°28'52.6»E |
| 24, 24' | Пермский край, с. Сабарка | <i>A. podagraria</i> | 57°09'30.9»N 57°15'17.2»E |
| 25, 25' | Пермский край, с. Чайка | <i>A. podagraria</i> | 56°52'43.1»N 56°40'16.5»E |
| 26, 26' | Башкирия, с. Артакуль | <i>A. podagraria</i> | 55°51'21.3»N 56°27'03.5»E |
| 27, 27' | Башкирия, д. Ерма-Елань | <i>A. podagraria</i> | 56°06'49.8»N 56°24'09.2»E |
| 28, 28' | Пермский край, д. Караморка | <i>A. podagraria</i> | 56°37'22.2»N 56°09'25.8»E |
| 29, 29' | Пермский край, р. Пизя | <i>A. podagraria</i> | 57°30'45.3»N 55°41'12.3»E |
| 30, 30' | Пермский край, п. Менделеево | <i>A. podagraria</i> | 58°09'45.1»N 55°01'11.1»E |
| 31, 31' | Костромская обл., п. Зебляки | <i>A. podagraria</i> | 58°23'01.7»N 45°46'32.5»E |
| 32, 32' | Нижегородская обл., г. Ветлуга | <i>A. podagraria</i> | 57°50'34.4»N 45°49'13.0»E |
| 33, 33' | Нижегородская обл., г. Семенов | <i>A. podagraria</i> | 56°46'00.9»N 44°24'26.4»E |
| 34, 34' | Нижегородская обл., г. Арзамас | <i>A. podagraria</i> | 55°25'00.9»N 43°51'14.9»E |
| 35, 35' | Нижегородская обл., р. Сатис | <i>A. podagraria</i> | 54°54'54.6»N 43°15'57.4»E |
| 36, 36' | Воронежская обл., с.н.т. Искра | <i>A. podagraria</i> | 51°51'59.9»N 39°12'58.2»E |
| 37, 37' | Краснодарский край, р. Кобза | <i>A. podagraria</i> | 44°31'17.6»N 38°55'09.3»E |
| 38, 38' | Краснодарский край, р. Туапсе | <i>A. podagraria</i> | 44°09'55.5»N 39°11'39.8»E |
| 39, 39' | Краснодарский край, р. Мзымта | <i>A. podagraria</i> | 43°33'43.6»N 39°59'50.2»E |
| 40, 40' | Краснодарский край, с. Казачий брод | <i>A. podagraria</i> | 43°30'43.2»N 39°59'21.9»E |
| 41, 41' | Ставропольский край, г. Ессентуки | <i>A. podagraria</i> | 44°00'17.9»N 42°47'40.0»E |
| 42, 42' | Тульская обл., г. Тула, с.н.т. Комарки | <i>A. podagraria</i> | 54°14'13.0»N 37°41'25.3»E |
| 43, 43' | Московская обл., парк Лосиный остров | <i>A. podagraria</i> | 55°52'48.9»N 37°47'03.3»E |
| 44, 44' | Кемеровская обл., г. Калтан | <i>A. podagraria</i> | 53°30'28.5»N 87°17'09.0»E |
| 45, 45' | Новосибирская обл., г. Новосибирск, Ботсад | <i>A. podagraria</i> | 55°03'45.6»N 82°53'20.9»E |
| 46, 46' | Кемеровская обл., г. Березовский | <i>A. podagraria</i> | 55°33'08.9»N 86°12'08.0»E |
| 47, 47' | Красноярский край, руч. Чанчиков | <i>A. sylvestris</i> | 55°57'26.5»N 93°20'18.2»E |
| 48, 48' | Иркутская обл., р. Иркут | <i>A. sylvestris</i> | 51°46'02.7»N 103°14'54.6»E |

(Thermo Fisher Scientific, США), после этого препараты были накрыты покровным стеклом с использованием среды для стабилизации флуоресцентного сигнала Vectashield (Vector Laboratories, США), микроскопию проводили с увеличением 100 с использованием иммерсии. Морфометрия и кариотипирование метафазных пластинок были проведены с помощью разработанной нами ранее программы DRAWID [17]. Были проанализированы все 82 индивидуальных растения *A. podagraria*, минимум по 12 метафазных пластинок для каждого растения.

Результаты и обсуждение

Была собрана уникальная коллекция, состоящая из 82 растений *A. podagraria* и 14 растений *Angelica sylvestris* (Umbelliferae) из 48 различных мест (таблица). Всего было обследовано 24 региона РФ.

В ходе экспедиции *A. podagraria* не была обнаружена там, где часто случаются засухи и пересыхает верхний слой почвы. Например, на Кавказе снять удалось найти только возле рек или ручьев, во влажном микроклимате. Растения *A. sylvestris* были собраны там, где не произрастала *A. podagraria*, поскольку эти растения фенотипически похожи в молодом возрасте (пока полностью не сформированы листовые пластинки), имеют идентичное выпукло-вогнутое сечение стебля и идентичные вкус и запах надземной части растения.

Растения *A. sylvestris* из-за их сходства с *A. podagraria* предположительно могли быть исследованы другими учеными, которые думали, что это *A. podagraria*, в работах с подсчетом числа хромосом. По этой причине нами были также собраны растения *A. sylvestris*, чтобы подтвердить или опровергнуть ошибку предыдущих исследований. Во взрослом состоянии эти растения легко отличить друг от друга по форме листьев и соцветий, также у *A. sylvestris* более мощное корневище.

В результате микроскопии полученных препаратов было обнаружено, что число хромосом у растений *A. podagraria* из коллекции составляет $2n = 42$, а у растений *A. sylvestris* — $2n = 22$.

Можно предположить, что растения *A. podagraria* с другим количеством хромосом не попали в коллекцию, что маловероятно с учетом большого количества растений в выборке и протяженности маршрута экспедиции. Также возможно, что при подсчете хромосом другими исследователями были допущены ошибки из-за некачественных препаратов. Этим можно объяснить близкие числа хромосом (38, 39, 44), описанные ранее [8, 10]. Что касается данных о сныти с числом хромосом $2n = 22$ [9] — это, предположительно, фенотипически похожее растение другого вида, например *A. sylvestris*.

С помощью разработанной нами ранее программы DRAWID [17] были проведены кариотипирование *A. podagraria* из разных регионов на основе измерения длин и оценки центромерного индекса хромосом (не менее чем 12 метафазных пластинок для каждого растения) и последующая статистическая обработка данных (рис. 1, 2). В результате существенные различия в кариотипах сныти из разных регионов не были обнаружены, поскольку эти различия были не больше, чем индивидуальные различия метафазных пластинок одного растения.

Различия в длине гомологичных хромосом разных метафазных пластинок одного растения были обусловлены неравномерностью конденсации хроматина и фазой клеточного цикла (ранняя и поздняя метафаза) [18]. Различия в длине гомологичных хромосом наблюдали также внутри одной метафазы из-за неравномерности конденсации хроматина и из-за расположения объемной хромосомы на плоском стекле (например, плечо хромосомы может изогнуться в вертикальной плоскости и этого не будет видно на 2D-изображении). С учетом этих различий была составлена обобщенная идиограмма хромосом *A. podagraria* (рис. 2).

Как видно на рис. 1 и 2, некоторые хромосомы довольно сложно отличить друг от друга (хромосомы 9 и 10, 14 и 15), поскольку различия их длин в среднем не превышают 0,1 мкм, а различия центромерного индекса в среднем не превы-

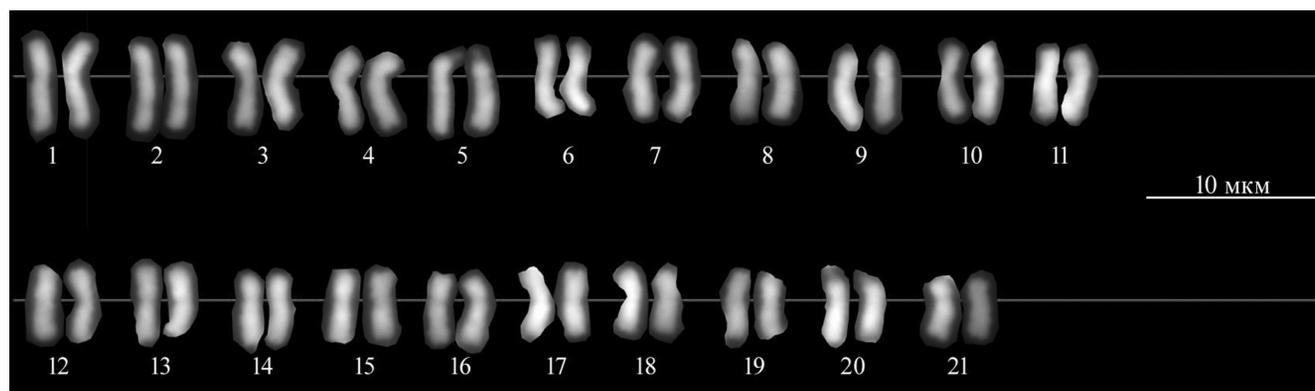


Рис. 1. Кариотип *A. podagraria*

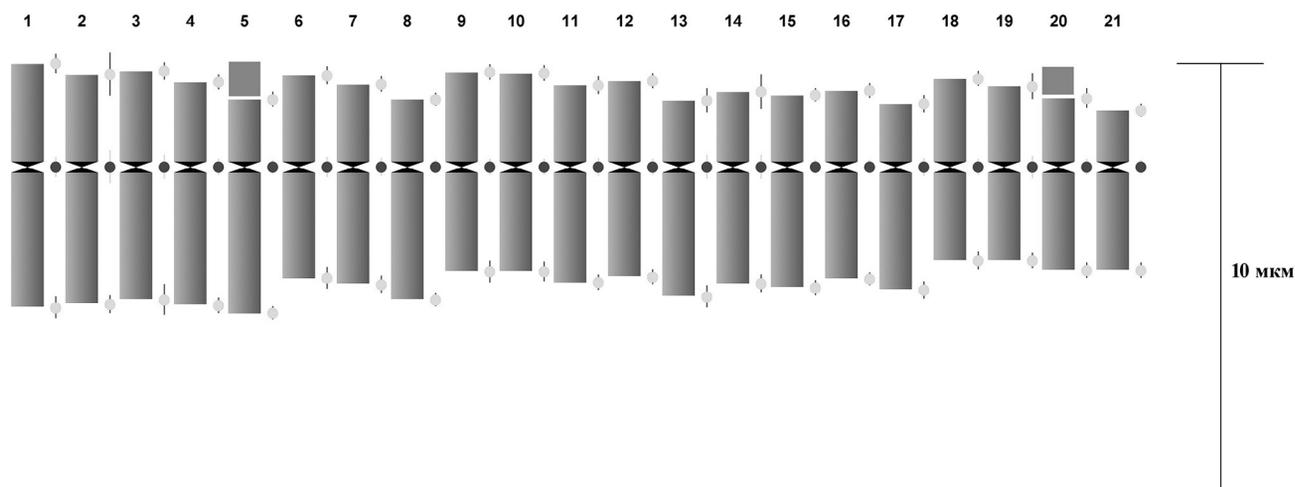


Рис. 2. Идиограмма хромосом *A. podagraria*, построенная в программе DRAWID

шают 2%. Для их безошибочной идентификации в дальнейшем мы планируем создать цитогенетические маркеры на основе повторяющихся элементов генома.

Таким образом, в результате проведенных цитологических исследований нами были построены кариотип и идиограмма хромосом *A. podagraria*. Для более точной идентификации хромосом и их отдельных участков для сопровождения селекционного процесса необходимо продолжить работу с целью создания цитогене-

тических маркеров. Также будут продолжены поиски растений *A. podagraria* с числом хромосом, отличным от 42, в более удаленных и изолированных местах произрастания.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-76-00018). Исследование выполнено без использования животных и без привлечения людей в качестве испытуемых. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wittig R. The origin and development of the urban flora of Central Europe // Urban Ecosyst. 2004. Vol. 7. N 4. 323–329.
2. Nilsson J., D’Hertefeldt, T. Origin matters for level of resource sharing in the clonal herb *Aegopodium podagraria* // Evol. Ecol. 2008. Vol. 22. N 3. 437–448.
3. Stefanovic O., Comic L., Stanojevic D., Sukdolak S.S. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics // Turk. J. Biol. 2009. Vol. 33. N 2. 145–150.
4. Flora Europaea. Vol. 2. Rosaceae to Umbelliferae / Eds. T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters, and D.A. Webb. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1968. 469 pp.
5. Tina D., Eneström J.M., Pettersson L.B. Geographic and habitat origin influence biomass production and storage translocation in the clonal plant *Aegopodium podagraria* // PLoS One. 2014. Vol. 9. N 1: e85407.
6. Papini A., Banci F., Nardi E. Molecular evidence of polyphyly in the plant genus *Carum* L. (Apiaceae) // Genet. Mol. Biol. 2007. Vol. 30. N 2. 475–482.
7. Dudits D., Hadlaczky G.Y., Bajszar G.Y., Koncz C.S., Lazar G., Horvath G. Plant regeneration from intergeneric cell hybrids // Plant Sci. Lett. 1979. Vol. 15. N 2. 101–112.
8. Степанов Н.В. Числа хромосом некоторых таксонов высших растений флоры Красноярского края // Бот. журн. 1994. № 79. 135–139.
9. Probatova N.S., Rudyka E.G., Shatokhina A.V. Advance in chromosome numbers study on vascular flora of the Russian Far East in 2000–2006 // Plants in Monsoon Climate. Proceedings of IV International conference. Vladivostok: BSI DVO RAN, 2007. P. 11–29.
10. Eneström J., Andersson S., D’Hertefeldt T. Partitioning of genetic variation in the weedy clonal herb *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) in Sweden // Nord. J. Bot. 2009. Vol. 27. N 5. 437–443.
11. Iovene M., Grzebelus E., Carputo D., Jiang J., Simon, P.W. Major cytogenetic landmarks and karyotype analysis in *Daucus carota* and other Apiaceae // Am. J. Bot. 2008. Vol. 95. N 7. 793–804.
12. Киселева К.В., Майоров С.Р., Новиков В.С. Флора средней полосы России. Москва: Фитон+, 2010. 544 с.
13. Dang J., Zhao Q., Yang X., Chen Z., Xiang S., Liang G. A modified method for preparing meiotic chromosomes based on digesting pollen mother cells in suspension // Mol. Cytogen. 2015. Vol. 8. N 1: 80.
14. Schwarzachner T. Preparation and fluorescent analysis of plant metaphase chromosomes // Plant Cell Division. Methods in Molecular Biology, vol 1370 / Ed. M.C. Cailaud. N.Y.: Humana Press, 2016. P. 87–103.
15. Aliyeva-Schnorr L., Ma L., Houben A. A fast air-dry dropping chromosome preparation method suitable for FISH in plants // J. Vis. Exp. 2015. N 106: e53470.
16. Kirov I., Divashuk M., Van Laere K., Soloviev A., Khrustaleva L. An easy “SteamDrop” method for high quality plant chromosome preparation // Mol. Cytogenet. 2014. Vol. 7. N 1: 21.

17. Kirov I., Khrustaleva L., Van Laere K., Soloviev A., Meeus S., Romanov D., Fesenko I. DRAWID: user-friendly java software for chromosome measurements and idiogram drawing // *Comp. Cytogenet.* 2017. Vol. 11. N 4. 747–757.

18. Romanov D., Divashuk M., Havey M.J., Khrustaleva L. Tyramide-FISH mapping of single genes for development of an integrated recombination and cytogenetic map of

chromosome 5 of *Allium cepa* // *Genome.* 2015. Vol. 58. N 3. 111–119.

Поступила в редакцию 11.09.2019 г.

После доработки 28.10.2019 г.

Принята в печать 03.03.2020 г.

RESEARCH ARTICLE

Cytogenetic study of *Aegopodium podagraria* (Umbelliferae) for its use in breeding

D.V. Romanov*, S.Y. Shirnin, G.I. Karlov, M.G. Divashuk

All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology, 42 Timiryazevskaya str., 127550, Moscow, Russia

*e-mail: akabos1987@gmail.com

Aegopodium podagraria possesses a lot of economically valuable traits: food, excellent honey, high feed value, and also has antirheumatic, diuretic, sedative and wound healing effects. In this work, we used *A. podagraria* plants for cytogenetic studies. The collection of *A. podagraria* was obtained in the expedition on different Russian regions. During the expedition, *A. podagraria* was not found at droughts places with drying soil. Preparation of cytological slides of *A. podagraria* metaphase chromosomes was carried out by our method of spreading a suspension of cells. The method we created combines the advantages of various methods, and surpasses them in the quality and quantity of metaphases in the slides. As a result, it was found that the plants from the collection had 42 chromosomes. No significant differences in the karyotypes of *A. podagraria* from different regions were found, since these differences were no more than the individual differences in the metaphase plates of one plant. For more accurate identification of chromosomes and their individual sectors to accompany the selection process, it is necessary to continue the work and to create cytogenetic markers.

Keywords: *Aegopodium podagraria*, ground elder, metaphase, karyotype, chromosome, idiogram

Сведения об авторах

Романов Дмитрий Викторович – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории прикладной геномики и частной селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ВНИИСБ. Тел.: 8-499-976-65-44; e-mail: akabos1987@gmail.com

Ширнин Сергей Юрьевич – мл. науч. сотр. лаборатории прикладной геномики и частной селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ВНИИСБ. Тел.: 8-499-976-65-44; e-mail: durandal-1707@bk.ru

Карлов Геннадий Ильич – член-корр. РАН, докт. биол. наук, директор ФГБНУ ВНИИСБ. Тел.: 8-499-976-65-44; e-mail: iab@iab.ac.ru

Дивашук Михаил Георгиевич – канд. биол. наук, зав. лабораторией прикладной геномики и частной селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ВНИИСБ. Тел.: 8-499-976-65-44; e-mail: divashuk@gmail.com