

© Е. В. Малаева<sup>1</sup>, Н. Н. Рыжова<sup>2</sup>,  
О. И. Молканова<sup>3</sup>, Е. З. Кочиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГУ «Волгоградский  
региональный ботанический сад»,  
Волгоград, Россия

<sup>2</sup> Центр «Биоинженерия»  
Российской академии наук,  
Москва, Россия

<sup>3</sup> Главный ботанический сад  
им. Н. В. Цицина РАН,  
Москва, Россия

✿ С помощью RAPD проведен анализ геномного полиморфизма видов рода *Actinidia* (Lindley), наиболее распространенных на территории России. Установлены уровни внутривидового геномного разнообразия видов *Actinidia*: *A. kolomikta*, *A. arguta*, *A. polygama*, которые составили 0,01–0,15, 0,05–0,12 и 0,02–0,07, соответственно. Оценен уровень межвидовых различий, максимальное значение которого соответствовало образцам *A. kolomikta* и *A. arguta* (0,29–0,40). Полученные данные показали высокое сходство образцов *A. giraldii*, *A. purpurea* и *A. arguta*, сравнимое с внутривидовым сходством исследованных образцов *A. kolomikta* и *A. polygama*. Впервые с помощью RAPD был молекулярно охарактеризован геномный полиморфизм сортов *Actinidia* отечественной селекции и выявлены ДНК-маркеры отдельных сортов.

✿ **Key words:** *Actinidia*; ДНК; генетическое сходство; полиморфизм

Поступила в редакцию 26.05.2008  
Принята к публикации 25.09.2008

## МОЛЕКУЛЯРНЫЙ RAPD АНАЛИЗ ГЕНОМНОГО ПОЛИМОРФИЗМА ВИДОВ РОДА *ACTINIDIA* LINDLEY, (СЕМ. *ACTINIDIACEAE*), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.

УДК 575.222.7

Актинидия (род *Actinidia* Lindley, семейство *Actinidiaceae* Van-Tieghem) представляет собой крайне интересную, но мало изученную культуру как в ботаническом, так и в генетическом плане. Прежде всего, актинидия интересна тем, что ягоды растений этого рода содержат большое количество биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами и являются ценным источником витаминов, катехинов, пектинов, дубильных и красящих веществ, флавоноидов, алкалоидов и множества других соединений (Ferguson and Huang, 2007; Crowhurst et al., 2008). Считается, что по своим лечебным свойствам эта культура способна вытеснить многие медицинские препараты химического синтеза.

По данным различных классификаций выделяют от 40 до 62 видов актинидии (цит. по Chat et al., 2004). Большинство из них — многолетние дикорастущие лианы субтропических и тропических лесов Юго-Восточной Азии. Ареал проходит от 52° с. ш. до 8° ю. ш. Центром происхождения и разнообразия считается Китай (Huang et al., 2002; Ferguson and Huang, 2007). Наиболее распространенными видами являются *A. polygama* (Sieb. et Zucc.) Maxim., *A. arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. Mig., и *A. chinensis* Planch (киви). Остальные виды характеризуются ограниченным ареалом (Chat et al., 2004).

Впервые развернутая классификация рода *Actinidia* была предложена Dunn (1911). После этого последовал ряд ботанических ревизий Li (1952), Liang (1986), и Cui et al. (2002) (цит. по Chat et al. 2004). Только за последнее столетие помимо 24 видов, предложенных Dunn, были описаны более 40 новых видов этого рода. Так, ряду таксонов, описываемых в ранге разновидностей, были присвоены видовые статусы. Например, *A. deliciosa* и *A. setosa*, ранее рассматривались как разновидности *A. chinensis* (Liang, Ferguson, 1986).

Согласно последнему обзору было выделено 62 вида актинидий. Виды актинидии были объединены во внутривидовые секции. В настоящий момент принято выделять 4 секции *Leiocarpae*, *Maculatae*, *Stellatae* и *Strigosae* на основании строения плода (присутствие/отсутствие клювика), мякоти ягоды (слоистая/неслоистая) и опушенности (простая/звездчатая) (Колбасина, 2000; Chat et al., 2004). Однако многими систематиками указывалось, что таксономия и оценка филогенетического родства видов *Actinidia* из-за расплывчатости межвидовых границ, широкой варибельности морфологических признаков и существования промежуточных, по всей видимости, гибридных форм, весьма сложна (Huang et al, 2002; Chat et al. 2004; Ferguson and Huang, 2007).

На территории Дальнего Востока России произрастает 5 видов актинидии, среди которых: актинидия аргута, или острая, *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., актинидия полигамная *A. polygama* (Siebold et Zucc.) Miq., актинидия Джиральда, *A. giraldii* Diels, актинидия коломикта или амурская *A. kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim. и актинидия пурпурная *A. purpurea* Rehder (Воробьев, 1968; Харкевич, Качура, 1981).

Виды *A. kolomikta*, *A. arguta* и *A. polygama* относят к секции *Leiocarpae* (Chat et al., 2004). При этом *A. kolomikta* и *A. arguta* принято относить к серии *Lamellatae*, а *A. polygama* к серии *Solidae*. Таксономический статус *A. giraldii* и *A. purpurea* точно не определен. Согласно ряду классификации, *A. giraldii* рассматривается как синоним *A. arguta* или же ее разновидность var. *giraldii* (Diels) Vorosch. (<http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Actinidia.html>). По данным Н. И. Денисова (2007), этот таксон имеет характерные отличия от *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. и приводится как *Actinidia giraldii* Diels во «Флоре СССР» (1949), а

также в работах С. С. Харкевича, Н. Н. Качуры (1981) и И. Ю. Коропачинского, Т. Н. Встовской (2002). Вид *A. purpurea* Rehd. часто в последнее время также определяется как разновидность *A. arguta* var. *purpurea* (Rehd.) C. F. Liang (<http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Actinidia.html>).

Сравнительно недавно для выяснения вопросов систематики, эволюции и происхождения видов *Actinidia* были использованы области внутренних транскрибируемых спейсеров (ITS) генов рРНК (Li et al., 2002). Данные исследований полиморфизма локусов хлоропластной и митохондриальной ДНК в целом подтвердили результаты анализа ядерного генома (Li et al., 2002; Chat et al. 2004; Zhang et al., 2007), указывая на возможную роль гибридизации в эволюции, по всей видимости, полифилетичного рода *Actinidia*. При этом полученные молекулярные результаты выявили ряд расхождений с филогенией, основанной на морфологических данных, в том числе относительно отношений родства между видами *A. kolomikta*, *A. arguta* и *A. polygama*, встречающихся на территории России. Мультилокусный RAPD-анализ видов этого рода также выявил некоторые разногласия с традиционной внутривидовой классификацией *Actinidia*. Была показана дифференциация исследованных видов на группы, соответствующие ареалам их естественного распространения (Huang et al., 2002).

Гораздо меньшее внимание уделялось исследованию внутривидовой вариабельности генома *Actinidia*. В работах исследовались виды, представленные преимущественно единичными образцами. Исследования межсортового и внутрисортового полиморфизма *A. deliciosa* (Prado et al., 2006), а также *A. kolomikta* (Cesoniene et al., 2005, 2007) проводили с использованием мультилокусных методов AFLP и RAPD.

Оценка внутривидовой дифференциации видов *A. chinensis* и *A. deliciosa* проводилась с использованием недавно разработанных SSRs (Fraser et al., 2004, 2005; Liu et al., 2006). Необходимо отметить, что большинство работ посвящено анализу двух близкородственных культурных видов киви *A. chinensis* и *A. deliciosa*, в то время как остальные виды этого многочисленного рода исследованы в меньшей степени.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью настоящей работы явился RAPD-анализ межвидового, внутривидового полиморфизма ядерного генома видов рода *Actinidia*, произрастающих на территории России. Для осуществления поставленной цели были выделены следующие задачи:

а) анализ геномного разнообразия наиболее распространенных на территории России видов актинидии: *A. kolomikta*, *A. arguta*, *A. polygama*;

б) оценка внутривидового полиморфизма *A. kolomikta*, *A. arguta*, *A. polygama* и геномного разнообразия сортов отечественной селекции;

в) молекулярная характеристика коллекции актинидии генбанка Московского отделения ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для работы из коллекции московского отделения ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (п. Михнево, Московской области) были отобраны 44 представителя рода *Actinidia*, относящиеся к 5 видам и исходно собранные на территории Дальнего Востока России (табл. 1).

Выделение тотальной растительной ДНК из молодых листьев индивидуальных растений производили согласно стандартному протоколу (Edwards et al., 1991) с дополнительной очисткой образцов смесью фенол/хлороформ. В работе были использованы стандартные олигонуклеотидные RAPD-праймеры серий OPD, OPN, OPK OPH ("Operon Technologies" Alameda, California, USA). Для полимеразной цепной реакции были использованы наборы реактивов производства «Диалат-ЛТД» (Москва). Амплификацию ДНК проводили в реакционной смеси объемом 15 мкл, содержащей 2,5 мМ MgCl<sub>2</sub>, 0,2 мМ каждого dNTP; 0,5 мкМ праймера; 0,3 единицы *Taq* полимеразы, 1× буфер из соответствующего набора и 100 нг геномной ДНК, в термоциклере GeneAmp PCR System2700 ("Applied Biosystems", США) в режиме: денатурация — 30 с. при 94 °С; отжиг праймера — 45 с. при 37 °С; синтез ДНК — 1 мин. при 72 °С с числом циклов — 36 и предварительной денатурацией — 5 мин. (94 °С). Заключительный цикл элонгации проводили при 72 °С — 10 мин.

Все реакции были проведены в двукратной повторности. Продукты реакции амплификации разделяли электрофорезом в 1,7%-м агарозном геле (High resolution, "Sigma", MetaPhor, "Cambrex", США) в 1×TBE буфере, с последующим окрашиванием бромистым этидием.

В статистический анализ были включены только четкие, воспроизводимые фрагменты. Статистический анализ проводился при помощи пакетов программ STATISTICA 6.0 и TREECON (Van de Peer, Wachter, 1994). Уровень геномной вариабельности оценивался по значениям генетических расстояний (GD). Межвидовые и внутривидовые генетические расстояния определялись с использованием коэффициента Жаккарда. Дальнейший кластерный анализ проводился методом UPGMA (Sneath, Sokal, 1973). Индексы бутстрепа (ИБ) рассчитывались для 1000 реплик.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работу были отобраны 44 представителя рода *Actinidia*, среди которых 20 образцов/сортов вида *A. kolomikta*, 7 — *A. arguta*, 8 — *A. polygama*, а также 3 образца *A. giraldii*, 1 — *A. purpurea* и 4 — гибридные формы *A. arguta* × *A. purpurea* (табл. 1). В качестве внешней

Таблица 1

Представители рода *Actinidia*, взятые в RAPD-анализ

№ п/п	Вид	Сорт/образец	Происхождение
1	<i>Vaccinium corymbosum</i>	Nord Blue	
2	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 5/10 ♂	Образцы, материнской линией которых является сорт Сахалинская 6
3	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 5/8 ♂	
4	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 5/9 ♂	
5	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 5/6 ♀	
6	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 5/4 ♀	
7	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 5/3 ♀	
8	<i>A. kolomikta</i>	Алмазная	о. Сахалин, дикорастущая лиана
9	<i>A. kolomikta</i>	Сахалинская 6	о. Сахалин, дикорастущая лиана
10	<i>A. kolomikta</i>	Коническая	о. Сахалин
11	<i>A. kolomikta</i>	Галина	Приморский край, г. Владивосток
12	<i>A. kolomikta</i>	Пирамидка	Приморский край, дикорастущая лиана
13	<i>A. kolomikta</i>	Долговечная	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
14	<i>A. kolomikta</i>	Москвичка	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
15	<i>A. kolomikta</i>	Вырицкая ранняя	г. Санкт-Петербург
16	<i>A. kolomikta</i>	Народная	г. Москва
17	<i>A. kolomikta</i>	Любительская	Подмосковье
18	<i>A. kolomikta</i>	Изюминка	г. Москва, 2-е поколение сеянцев
19	<i>A. kolomikta</i>	Отличница	г. Санкт-Петербург
20	<i>A. kolomikta</i>	Ранняя заря	г. Москва, 2-е поколение сеянцев
21	<i>A. kolomikta</i>	♂	г. Санкт-Петербург
22	<i>A. polygama</i>	Узорчатая	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
23	<i>A. polygama</i>	Желтый дождь	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
24	<i>A. polygama</i>	Желтое веретено	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
25	<i>A. polygama</i>	Перчик	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
26	<i>A. polygama</i>	Оранжевая	г. Днепропетровск
27	<i>A. polygama</i>	Остропряная	г. Владивосток
28	<i>A. polygama</i>	Жар-птица	г. Владивосток, 2-е поколение в культуре сеянцев
29	<i>A. polygama</i>	♂	г. Владивосток
30	<i>A. giraldii</i>	Туземка	Приморский край
31	<i>A. giraldii</i>	♀	Приморский край
32	<i>A. giraldii</i>	♂	Приморский край
33	<i>A. arguta</i>	Ребристая	г. Москва, 2-е поколение сеянцев (сорт московской селекции)
34	<i>A. arguta</i>	Бальзамная	г. Днепропетровск
35	<i>A. arguta</i>	Ребристая элита	г. Москва, 2-е поколение сеянцев (сорт московской селекции)
36	<i>A. arguta</i>	Золотая коса	г. Москва, 2-е поколение сеянцев (сорт московской селекции)
37	<i>A. arguta</i>	Дочь Зен	г. Днепропетровск
38	<i>A. arguta</i>	Курильская	о. Кунашир, дикорастущая лиана
39	<i>A. arguta</i>	Великанша	г. Днепропетровск
40	<i>A. arguta</i> × <i>A. purpurea</i>	Фигурная	г. Киев (сорта, полученные при скрещивании <i>A. arguta</i> × <i>A. purpurea</i> )
41	<i>A. arguta</i> × <i>A. purpurea</i>	Киевская гибридная	г. Киев
42	<i>A. arguta</i> × <i>A. purpurea</i>	Киевская крупноплодная	г. Киев
43	<i>A. arguta</i> × <i>A. purpurea</i>	Сладкий ♂	г. Киев
44	<i>A. purpurea</i>	Садовая 1	Вид окультуренный в г. Киев

группы была использована ДНК голубики (*Vaccinium corymbosum*).

Из 32 RAPD-праймеров (серий OPD, OPN, OPK, OPH), предварительно протестированных на ограниченном наборе образцов, были отобраны девять праймеров (OPK9, OPK4, OPN15, OPN3, OPN19, OPD6, OPN3, OPN8, OPN9), позволяющих получать высоко полиморфные и воспроизводимые спектры RAPD-фрагментов генома *Actinidia*.

Использование этих девяти праймеров позволило идентифицировать 268 полиморфных RAPD-фрагментов генома актинидии и каждый образец был охарактеризован уникальным спектром фрагментов ДНК. Размер фрагментов варьировал от 200 до 2600 н.п. Максимальное и минимальное число полиморфных фрагментов на праймер составило 45 (праймер OPK9) и 17 (праймер OPN19).

Для каждого вида *A. kolomikta*, *A. polygama*, *A. arguta* были получены специфичные RAPD-фрагменты. Наибольшим числом видоспецифичных фрагментов характеризовались спектры исследованных образцов вида *A. polygama* и *A. kolomikta* (19 и 13 RAPD фрагментов, соответственно). Наименьшее число видоспецифичных фрагментов (6 RAPD-фрагментов) было детектировано в спектрах образцов *A. arguta*. Для образцов *A. giraldii* и *A. purpurea* видоспецифичных фрагментов выявлено не было. Помимо видоспецифичных фрагментов в RAPD-спектрах были обнаружены сорто- и образец специфичные фрагменты. Четыре уникальных фрагмента были идентифицированы в спектрах сортов Курильская (850<sub>OPD6</sub> — *A. arguta*), Галина (960<sub>OPN3</sub>, 1500<sub>OPN9</sub> — *A. kolomikta*), Жар-птица (1200<sub>OPN15</sub> — *A. polygama*), и в дальнейшем могут быть использованы для разработки генотип-специфичных маркеров данных сортов.

Необходимо отметить, что выбранные праймеры различались по эффективности выявления полиморфизма исследованных видов актинидии. Наиболее эффективными для анализа внутривидового полиморфизма вида *A. kolomikta* явились праймеры OPN3, OPN9, OPK9, OPN15, вида *A. arguta* — OPD6, OPK4, вида *A. polygama* — OPK9, OPN15. Данные праймеры можно рекомендовать для маркирования сортов этих видов.

После статистической обработки всего массива данных были рассчитаны матрицы попарных генетических расстояний. Диапазон генетических различий, взятых в анализ представителей видов рода *Actinidia* варьировал в пределах от 0,01 до 0,40. При этом представители вида *A. kolomikta* показали наибольшую степень внутривидовой геномной вариабельности (0,01–0,15). Наименьшим уровнем полиморфизма характеризовались представители вида *A. polygama* (0,02–0,07), что, однако, может быть связано с размерами выборки. Число образцов *A. polygama* более чем в два раза меньше, чем образцов *A. kolomikta*. Образцы видов *A. arguta* и *A. giraldii* характеризовались индексами генетических различий: 0,05–0,12 и 0,07–0,10, соответственно.

Наибольшую степень межвидовых геномных различий показали виды *A. kolomikta* и *A. arguta* (0,29–0,40). Интересно отметить, что генетические различия в парах *A. giraldii* — *A. arguta* и *A. purpurea* — *A. arguta* составили 0,06–0,14 и 0,08–0,12, что сравнимо с внутривидовым разнообразием *A. arguta* (0,05–0,12) или сортов гибридного происхождения *A. arguta* × *A. purpurea* (0,06–0,14). Диапазон генетических различий для образцов всей группы *A. arguta*, *A. giraldii*, *A. purpurea* и *A. arguta* × *A. purpurea* (0,05–0,14) также находился в этих пределах и не достигал выявленных коэффициентов межвидовых генетических различий (0,27–0,40), что скорее опровергает самостоятельный видовой статус исследованных образцов *A. giraldii* и *A. purpurea*.

В среднем уровень генетических различий, детектированных между образцами видов *A. kolomikta*, *A. polygama* и *A. arguta* составил 0,35, что в 2 раза ниже уровня межвидовых различий (0,72), установленных Н. Huang с сотрудниками (2002). По всей видимости, такие различия связаны с большим числом видов (31), взятых в анализ в этой работе. Что касается внутривидового полиморфизма *A. kolomikta*, *A. polygama* и *A. arguta*, то RAPD анализ с использованием такого числа образцов проводится практически впервые. Ранее были проведены работы по выявлению сортового полиморфизма только у *A. kolomikta* литовской селекции (Cesoniene et al., 2005, 2007).

В RAPD анализе, проведенном Н. Huang с сотрудниками (2002), средний показатель внутривидового полиморфизма видов *Actinidia*, произрастающих в Китае, несмотря на ограниченность выборки каждого вида (1–3 образца) составил 0,46 и превышал GD коэффициенты представителей видов *A. kolomikta* (0,01–0,15), *A. polygama* (0,02–0,07) и *A. arguta* (0,05–0,12).

Кластерный и PCA-анализ исследованных образцов выявили четкую видовую дифференциацию *A. kolomikta*, *A. polygama* и *A. arguta* (рис. 2). Кластеры всех трех видов поддерживались максимальными значениями бутстрепа на дендрограмме и на PCA-графике соответствовали трем четко обособленным компактным группам видов актинидии (рис. 1, 2).

Отдельный интерес представляло определение филогенетических отношений образцов *A. giraldii* и *A. purpurea*. Как видно на дендрограмме, сорта и образцы *A. giraldii*, *A. purpurea*, а также гибриды *A. arguta* × *A. purpurea* показали значительное сходство с представителями *A. arguta* и формировали один общий кластер. На PCA *A. giraldii*, *A. purpurea* также не выделялись из группы образцов *A. arguta*. Исключение составил сорт Бальзамная вида *A. arguta*, который вошел в общую кладу с сортом Туземка *A. giraldii*. Дифференциация кластера *A. arguta* на группы поддерживается слабо, но, тем не менее, может быть связана с различным происхождением анализируемых сортов и образцов. Гибридные сорта *A. arguta* × *A. purpurea* и сорт Садовая *A. purpurea* украинской селекции весьма вероятно имеют общую ро-

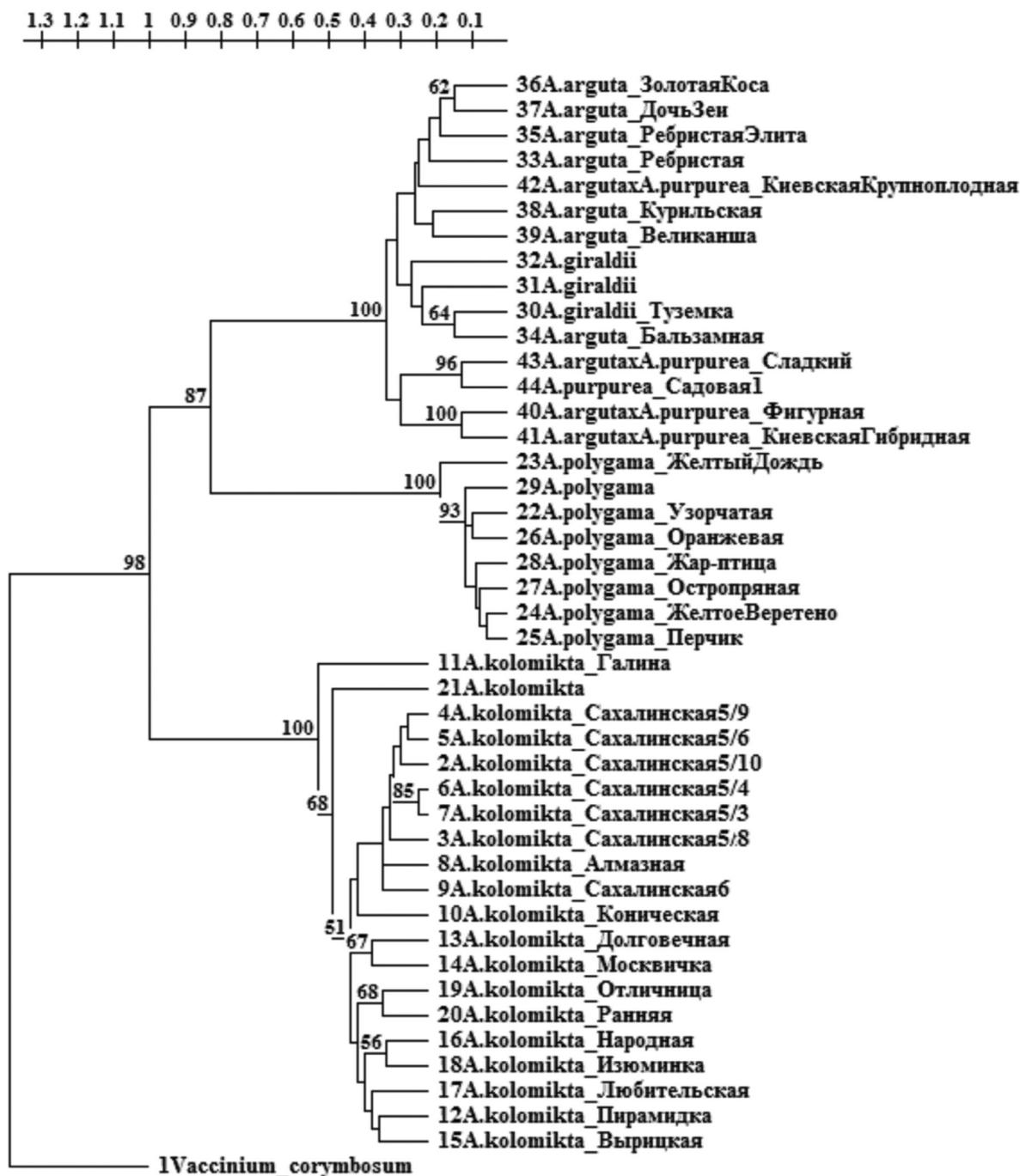


Рис. 1. Дендрограмма генетических различий 44 представителей 4 видов рода *Actinidia*, построенная с использованием метода UPGMA (STATISTICA) на основе данных RAPD-анализа. В узлах ветвей индексы бутстрепа (в %)

дословную. Образцы *A. giraldii* и сорт Туземка получены из Приморского края. Схожая картина географической и селекционной приуроченности наблюдалась для сортов *A. kolomikta*: отдельные группы формировали образцы из Сахалина, Владивостока и европейской части России (Москва, Подмосковье, Санкт-Петербург). Бутстреп-поддержки групп в *A. kolomikta*, однако, также были не высоки (менее 50 %).

Ряд сортов показали значительные отличия по составу RAPD-спектров и образовывали на дендрограммах базальные ветви в кладах своих видов. Так, среди сортов *A. kolomikta* наиболее сильно выделяется сорт Галина, а среди сортов и образцов *A. polygama* — сорт Желтый Дождь. Растения данных сортов можно рекомендовать для использования в селекционных скрещиваниях с целью обогащения генетического материала

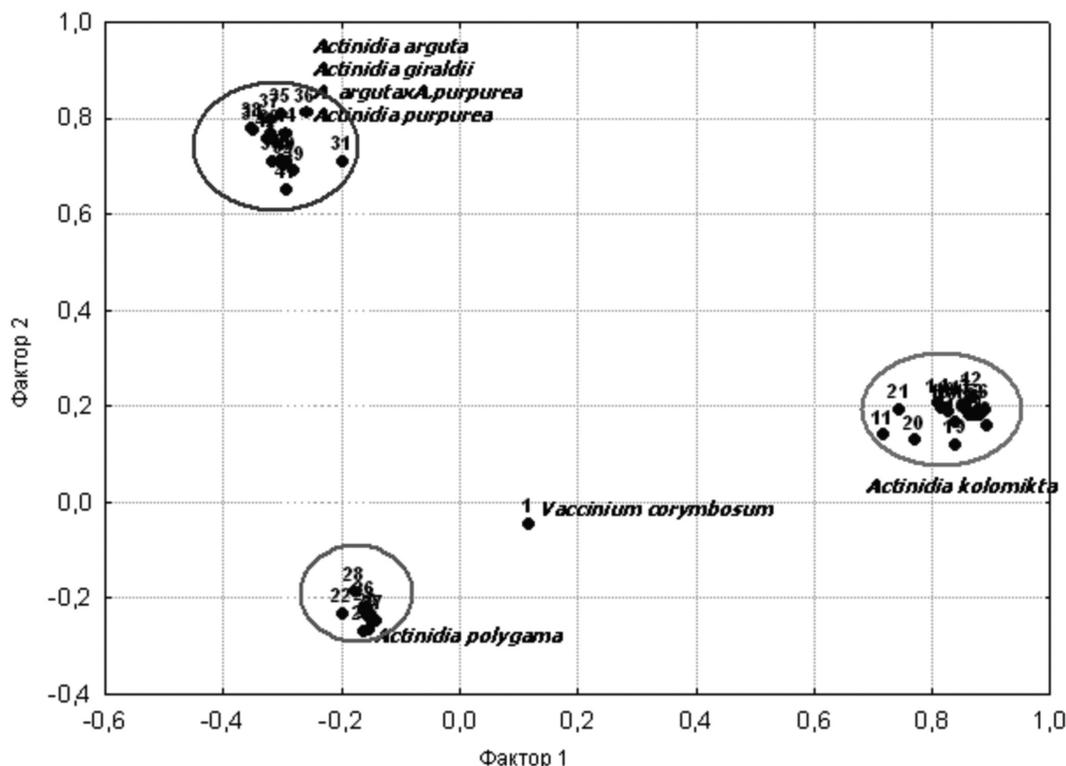


Рис. 2. Дифференциация 44 образцов 5 видов рода *Actinidia*, выявленная в результате анализа основных факторов (PCA)

сортов и получения форм с новыми признаками и их сочетаниями.

Таким образом, в результате проведенного анализа впервые были установлены уровни геномного разнообразия наиболее распространенных на территории России видов актинидии *A. kolomikta*, *A. arguta*, *A. polygama*, которые составили 0,01–0,15, 0,05–0,12 и 0,02–0,07, соответственно. Оценен уровень межвидовых различий, максимальное значение которого соответствовало образцам *A. kolomikta* и *A. arguta* (0,29–0,40). Показано сравнительно высокое сходство образцов *A. giraldii*, *A. purpurea* и *A. arguta*, сравнимое с внутривидовыми различиями исследованных таксонов рода *Actinidia*. Впервые молекулярно охарактеризованы сорта актинидии отечественной селекции. Подобраны праймеры, которые могут быть рекомендованы для оценки как внутривидового полиморфизма того или иного вида, так и межвидового разнообразия актинидии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 08-04-90724 и частично при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Молекулярная и клеточная биология» и гранта РФФИ 07-04-01123.

## Литература

1. Воробьев Д. П., 1968. Декоративные деревья и кустарники Дальнего Востока. — Л.: Наука, 227 с.
2. Денисов Н. И., 2007. К систематическому обзору деревянистых лиан российского Дальнего Востока // Бюллетень Ботанического сада института ДВО РАН. Вып. 1. № 1. С. 44–50.
3. Колбасина Э. И., 2000. Актинидии и лимонник в России. — Москва: Высшая школа, 264 с.
4. Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н., 2002. Древесные растения Азиатской России. — Новосибирск: Наука, 707 с.
5. Харкевич С. С., Качура Н. Н., 1981. Редкие виды растений Дальнего Востока и их охрана. — Москва: Наука, 231 с.
6. Chat J. L., Jauregui B., Petit R. J., Nadot S., 2004. Reticulate evolution in kiwifruit (*Actinidia*, *Actinidiaceae*) identified by comparing their maternal and paternal phylogenies // American Journal of Botany. Vol. 91. N5. P. 736–747.
7. Cesoniene L., Daubaras R., Gelvonauskis B., 2005. Characterization of kolomikta kiwi (*Actinidia kolomikta*) genetic diversity by RAPD fingerprinting // Biologija. N3. P. 1–5.
8. Cesoniene L., Daubaras R., Gelvonauskis B., 2007. Evaluation of genetic diversity and genetic relationships among female Lithuanian accessions of Kolomikta kiwi // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. Vol. 15. P. 95–102.
9. Crowhurst R. N., Gleave A. P., MacRae E. A. et al., 2008. Analysis of expressed sequence tags from

- Actinidia*: applications of a cross species EST database for gene discovery in the areas of flavor, health, color and ripening // BMC Genomics. Vol. 9. P. 351. (<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/9/351>).
10. Cui Z., Huang H., Xingguo X., 2002. *Actinidia* in China. — China Agricultural Science and Technology Press, Beijing, People's Republic of China.
  11. Dunn S. T., 1911. A revision of the genus *Actinidia Lindl.* // Journal of the Linnean Society of London, Botany. Vol. 39. P. 394–410.
  12. Edwards S. K., Johnstone C., Thompson C., 1991. Simple and rapid method for the preparation of plant genomic DNA for PCR-analysis // Nucleic Acids Res. Vol. 19. N 6. P. 1349.
  13. Ferguson A. R., Huang H. W., 2007. Genetic resources of kiwifruit: domestication and breeding // Hort Rev. Vol. 33. P. 1–121.
  14. Fraser L. G., Harvey C. F., Crowhurst R. N., De Silva H. N., 2004. EST-derived microsatellites from *Actinidia* species and their potential for mapping // Theor Appl Genet. Vol. 108. N 6. P. 1010–1016.
  15. Fraser L. G., McNeilage M. A., Tsang G. K., Harvey C. F., De Silva H. N., 2005. Cross-species amplification of microsatellite loci within the dioecious, polyploid genus *Actinidia (Actinidiaceae)* // Theor Appl Genet. Vol. 112. P. 149–157.
  16. Huang H., Zuozhou L., Jianqiang L., 2002. Phylogenetic relationships in *Actinidia* as revealed by RAPD analysis // J. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 127. N 5. P. 759–766.
  17. Li H. L., 1952. A taxonomic review of the genus *Actinidia* // Journal of the Arnold Arboretum, Harvard University. Vol. 33. P. 1–61.
  18. Li J., Huang H., Sang T., 2002. Molecular phylogeny and infrageneric classification of *Actinidia (Actinidiaceae)* // Systematic Botany. Vol. 27. P. 408–415.
  19. Liang C. F., Ferguson A. R., 1986. The botanical nomenclature of the kiwifruit and related taxa // New Zealand Journal of Botany. Vol. 24. P. 183–184.
  20. Liu Y., Li Z., Zhang P., Jiang Z., Huang H., 2006. Spatial genetic structure in natural populations of two closely related *Actinidia* species (*Actinidiaceae*) as revealed by SSR-analysis // Biodiversity Science. Vol. 14. N 5. P. 421–434.
  21. Prado M. J., Rome S., Novo M., Rev M., Herrera M. T., Gonzales M. V., 2006. Molecular characterization of three commercial cultivars and a new pollinator in Kiwifruit // Hort Science. Vol. 41. N 1. P. 90–95.
  22. Van den Berg R. G., Bryan G. J., del Rio A., Spooner D. M., 2002. Reduction of species in the wild potato *Solanum* section *Petota* series *Longipedicellata*: AFLP, RAPD and chloroplast SSR data // Theor Appl Genet. Vol. 105. P. 1109–1114.
  23. Sneath P. H. A., Sokal R. R., 1973. Numerical taxonomy — the principles and practice of numerical classification. — San Francisco: W. H. Freeman & Co, 573 p.
  24. Van de Peer Y., De Wachter R., 1994. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment // Comput. Appl. Biosci. Vol. 10. P. 569–570.
  25. Zhang T., Li Z., Liu Y., Jiang Z., Huang H., 2007. Genetic diversity, gene introgression and homoplasy in sympatric populations of the genus *Actinidia* as revealed by chloroplast microsatellite markers // Biodiversity Science. Vol. 15. N 1. P. 1–22.
- RAPD analysis the genome polymorphism *Actinidia* Lindley, (*Actinidiaceae*), growing in the territory of Russia**
- E. V. Malaeva, N. N. Ryzhova, O. I. Molkanova, E. Z. Kochieva*
- ✳ **SUMMARY:** RAPD The RAPD analysis of biodiversity in *Actinidia* species grown in Russia has been performed. Genome variability levels of *A. kolomikta*, *A. arguta*, *A. polygama* species were 0.01–0.15, 0.05–0.12 and 0.02–0.07, respectively. The maximum genetic distances have been determined between *A. kolomikta* and *A. arguta* accessions (0.29–0.40). Close relationship have been shown between *A. giraldii*, *A. purpurea* and *A. arguta* accessions which was comparable to intraspecific diversity analyzed in *Actinidia* species. For the first time genetic diversity in Russian *Actinidia* cultivars has been investigated.
- ✳ **KEY WORDS:** *Actinidia*; DNA; polymorphism; genetic relationship; RAPD.

## Информация об авторах:

**Малаева Елена Викторовна**, научный сотрудник, Государственное учреждение «Волгоградский региональный ботанический сад», 400007, Волгоград, пос. Металлургов, 68. E-mail: e.malaeva@mail.ru. Volgograd Regional Botanical Garden, Volgograd, Russia

**Рыжова Наталья Николаевна**, младший научный сотрудник, Центр «Биоинженерия» РАН, 117312, Москва, ул. 60-летия Октября, д. 7, корп. 1. E-mail: rynatalia@yandex.ru. Center Bioengineering RAS, Moscow, Russia.

**Молканова Ольга Ивановна**, зав. группой «Новые технологии размножения растений», Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 127276, Москва, ул. Ботаническая, 4. E-mail: new\_tech\_@mail.ru. Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin of RAS, Moscow, Russia.

**Кочиева Елена Зауровна**, старший научный сотрудник, Центр «Биоинженерия» РАН, 117312, Москва, ул. 60-летия Октября, д. 7, корп. 1. E-mail: ekochieva@yandex.ru. Center Bioengineering RAS, Moscow, Russia.