**УДК 634.721:591.151:575**

ПОЛИМОРФИЗМ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА СМОРОДИНА (*Ribes* L.).

Пикунова А.В., к.б.н., ст.н.с., [pikuanna84@mail.ru](mailto:pikuanna84@mail.ru), +79534769681

Князев С.Д., д.с.-х. н., г.н.с., [ksd\_61@mail.ru](mailto:ksd_61@mail.ru), +79102647411

Голяева О.Д., к.с.-х. н., в.н.с., [olga.golyaeva@mail.ru](mailto:olga.golyaeva@mail.ru), +79066605600

Курашев О.В., к.с.-х. н., в.н.с., [oleg.kurashev1@yandex.ru](mailto:oleg.kurashev1@yandex.ru) +79538178110

Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Селекции Плодовых Культур (ФГБНУ ВНИИСПК)

В данной работе проведено генотипирование 28 сортообразцов представителей 19 видов принадлежащих к семи секциям рода *Ribes* L., а так же межвидовых гибридов по 6 микросателлитным локусам (e1-O21, g2-H21, g1-M07, e1-O01, g1-K04, g2-G12). Протестированные в данной работе микросателлитные локусы могут быть использованы для изучения видов и межвидовых гибридов рода.

**Ключевые слова:** ПЦР, смородина, крыжовник, микросателлитные локусы, генетический полиморфизм, ДНК-маркеры, *Ribes* L.

**Введение**

К роду смородина (*Ribes* L.) относитя целый ряд хозяйственно важных видов, таких как черная смородина (*R.nigrum* L.) - ведущая ягодная культура в РФ, красная смородина (*R.rubrum* L.), крыжовник (*R.grossularia* L.), смородина золотистая (*R. aureum* Pursh.), распространенных,в основном, в любительском садоводстве, ряд видов имеют декоративное значение (например, смородина многоцветковая *R.multiflorum* Kit. и др..).

Род достаточно обширен и насчитывает около 150 видов, при этом в формировании сортимента черной смородины в той или иной степени приняли участие только 10 видов, сортимент красной смородины представлен потомками 7 видов [1,2]. Большинство видов рода на данный момент не стали родоначальниками сортов, хотя целый ряд видов представляют интерес для селекции.

Современные исследования геномов растений дают человеку знания и инструменты для ускоренной направляемой человеком эволюции. Использование молекулярно-генетических методов позволяет усовершенствовать классический селекционный процесс (маркер-вспомогательная селекция, интрогрессия интересующих участков генома под контролем ДНК-маркеров и т.д.) или принципиально новыми методами (транс- и цисгенез, геномное редактирование и т.д.) получать интересующие генотипы. Однако в плане молекулярно-генетических исследований смородина в ряду плодово-ягодных культур изучена недостаточно глубоко, например, по сравнению с яблоней. Наиболее обширные исследования генома смородины проводятся под руководством Рекса Бреннана (построена первая генетическая карта смородины черной, разработан ДНК-маркер для маркер-вспомогательной селекции на устойчивость к почковому клещу, обусловленную геном *Се)* [6, 7].

Микросателлитные ДНК маркеры (seample sequence repeats, SSR)- современный тип ДНК-маркеров, признанный во всем мире благодаря высокому полиморфизму, хорошей воспроизводимости результатов в различных лабораториях и мультиалллельной природе [11]. Однако эти маркеры сравнительно трудоемки и требуют разработки специфических праймеров к определенному геному. В настоящее время ДНК маркеры используются в селекционных целях и для менеджмента коллекций генетических ресурсов, маркер вспомогательной селекции, разработки методов идентификации, уточнения филогенетических связей и таксономической структуры и др.

Насколько нам известно, на данный момент микросателлитные маркеры в пределах рода смородина разработаны только на ДНК смородины черной [8]. Они использовались для изучения генетических коллекций [5, 3], построения генетической карты смородины черной [7]. Возможность их использования на других представителях рода была успешно проверена на 4-7 видах рода [8, 9, 12].

**Цель исследований**

Цель исследований - изучить полиморфизм микросателлитных локусов различных представителей рода *Ribes* L.

**Условия, материалы и методы**  
 Растительный материал включает образцы из генетических коллекций Belmonte Arboretum (Wageningen, The Netherlands) (17 шт.) и ФГБНУ ВНИИСПК (11 шт.) (таблица 1). В анализ включены представители 7 секций рода смородина, как дикорастущие виды, так и возделываемые сорта; анализируемые образцы относятся к 19 видам, присутствуют межвидовые гибриды.

1. Представители рода смородина (*Ribes* L.), задействованные в анализе, и их таксономическая принадлежность (основанная на классификации Rehder (1954) [13].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название | Вид,  секция, буквенное обозначение секции | Генетическая коллекция |
| Подрод Ribesia Berl | | | |
| 1 | *R.giraldii* Jancz. | *R.giraldii* Jancz.  Sect.*Berisia* Spach (Sinnot, 1985) [14], В | Belmonte Arboretum |
| 2 | Petiolarum | *R.hudsonianum* Rich var *petiolare* (Douglas) Jancz.  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | Belmonte Arboretum |
| 3 | *R.odoratum* | *R.odoratum* Wendl.  Sect. *Symphocalyx* Berl. (Sinnot, 1985) [14], R2 | Belmonte Arboretum |
| 4 | *R.warszewiszii* Jancz. | *R.warszewiszii* Jancz.  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz., R7 | Belmonte Arboretum |
| 6 | Тёмно-пурпуровая | *R. atropurpureum* C.A. Mey  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz., R7 | ВНИИСПК |
| 7 | Красная Виксне | *R.warszewiszii* Jancz.  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz., R7 | ВНИИСПК |
| 8 | Голландская Белая | *R. sativum* Syme  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz. (Sinnot, 1985) [14], R7 | Belmonte Arboretum |
| 9 | Файя Плодородная | *R. sativum* Syme var. *macrocarpum* Jancz.  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz., R7 | Belmonte Arboretum |
| 10 | Ляйсан | *R. aureum* Pursh.  Sect. *Symphocalyx* Berl., R2 | ВНИИСПК |
| 11 | *R.spicatum* Robs. | *R.spicatum* Robs.  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz. (Sinnot, 1985) [14], R7 | Belmonte Arboretum |
| 12 | *R.sanguineum* Pursh. | *R.sanguineum* Pursh.  Sect. *Colobotrya* Spach, R3 | Belmonte Arboretum |
| 13 | *R. x fuscescens* \* | *R. bracteosum* Douge. X *R.nigrum* L.  Sect. *Eucoreosma* Jancz. (Sinnot, 1985) [14], R5 | Belmonte Arboretum |
| 14 | *R.multiflorum* Kit. | *R.multiflorum* Kit.  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz., R7 | Belmonte Arboretum |
| 15 | *R.spicatum* var.spicatum | *R.spicatum* var.*spicatum*  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz. (Sinnot, 1985) [14], R7 | Belmonte Arboretum |
| 16 | *R.glandulosum* Grauer | *R.glandulosum* Grauer  Sect. *Heritiera* Jancz.(Sinnott, 1985) [14], R6 | Belmonte Arboretum |
| 17 | *R. komarovii* Pojark. | *R. komarovii* Pojark.  Sect.*Berisia* Spach (по Sinnott, 1985) [14], B | Belmonte Arboretum |
| 18 | *R. x futurum* Jancz.\* | *R. rubrum* L. x *R.warszewiszii* Jancz.  Sect. *Ribesia* (Berl.) Jancz., R7 | Belmonte Arboretum |
| 19 | *R. glaciale* Walt. | *R. glaciale* Walt.  Sect. *Euberisia* Jancz., B1 | Belmonte Arboretum |
| 20 | *R. ussuriense* Jancz. | *R. ussuriense* Jancz.  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | Belmonte Arboretum |
| 21 | Уссури | *R. ussuriense* Jancz.  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | ВНИИСПК |
| 24 | Йошта (*Ribes × nidigrolaria* Rud. Bauer & A. Bauer) | *R. nigrum* L. × *R. divaricatum* Dougl. × R. uva-crispa L.  R5, H1 | ВНИИСПК |
| 25 | Гамма | *Ribes nigrum* L., F5 от *R.dikucha* Fisch., F6 от *R. glutinosum* Benth., F7 от *R. grossularia* L.  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | ВНИИСПК |
| 26 | Ртищевская | *R. nigrum* L. var. europaeum Jancz.  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | ВНИИСПК |
| 27 | 3864-46-62 | *R. nigrum* L. x *R.procumbens* Pall.  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | ВНИИСПК |
| 28 | DikxHud | *R.dikucha* Fisch. X *R.hudsonianum* Rich  Sect. *Eucoreosma* Jancz., R5 | ВНИИСПК |
| Подрод Grossularioides | | | |
| 22 | Гроссуляр | *R. grossularia* L. (G.reclinata (L.) Mill.  Sect. *Eugrossularia* Engh., H1 | ВНИИСПК |
| 23 | *R. divaricatum* Dougl. | *R. divaricatum* Dougl.  Sect. *Eugrossularia* Engh., H1 | ВНИИСПК |
| 5 | *R.buriense* Schmidt | *R.buriense* Schmidt  Sect. *Eugrossularia* Engh. (Sinnot, 1985) [14], H1 | Belmonte Arboretum |

\* таксономическая принадлежность гибридных видов определялась по родительским видам

Всего были проанализированы 6 микросателлитных локусов (таблица 2).

2. Микросателлитные локусы, задействованные в анализе.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| локус | Прямой праймер (5’-3’) | Обратный праймер (5’-3’) | Температура отжига, °С |
| e1-O01 | CCT TTC CAG AGA AAA CTC AAA CA | AAG TAT GGG AAC AAC GGC AG | 52 |
| e1-O21 | TCT CTC CAA CTG AGA AGG AAA A | GAT TTG TTC TTG TGC AGC GA | 50 |
| g1-K04 | TGT TCC CTG TTT CCT TCA AAA | GGA CGT GGA CGA TGA GAG TT | 52 |
| g1-M07 | TCCCGTTACTGGAGTGGTGT | CCATGGTTTTCCGATTTGTT | 52 |
| g2-H21 | TGC CCT TTT TGG TCA TTT TC | CAA TCG TCG ATG AAG GTC TG | 50 |
| g2-G12 | GTG ACC CAC CTA AAC CGT CC | GGA GTG GAG GGT TGG AAA AT | 52 |

\*-на генетической карте *Ribes nigrum* [7]

ПЦР анализ проводили в реакционной смеси объёмом 20 мкл содержащей 1х ПЦР буфер, 200мкМ нуклеотидов, 2 мкМ прямого праймера, 2мкМ обратного праймера, 0,3 ед Taq ДНК полимеразы и 10 нг ДНК в термоциклере GeneAmp PCR System 9700 («AppliedBiosystems», США). Реакцию амплификации проводили в режиме: предварительная денатурацией —5 мин (94 °С);35 циклов: денатурация — 30 сек. при 94 °С; отжиг праймера (см. таблицу 1), синтез ДНК — 30 сек. при 72 °С; завершающая элонгация 10 мин при 72 °С.

При анализе полиморфизма микросателлитных локусов использовали электрофоретическое разделение в 6 % денатурирующем ПААГ. Размеры фрагментов определяли, сравнивая с маркером молекулярных масс 10 bp DNA Ladder («Invitrogen™», США).

Редким считали аллель с частотой 0,2 и менее. При определении частоты аллеля, вероятности идентичности в соответствии с законом Харди-Вайберга HW P(ID) и вероятности идентичности при анализе сибсов Sib P(ID) использовали программу GENECAP [16]. Частоту ноль-аллеля (r) вычисляли по формуле r = (Hо.- Hн.)/(1 + Hо.). Построение дендрограммы осуществляли с помощью программы PAST [10]. Дендрограмму строили методом кластерного анализа (UPGMA , Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean [15] с использованием коэффициента Жаккарда, число репликаций — 1000.

**Результаты и обсуждение**

В наших исследованиях впервые проведена обширная работа по оценке переносимости микросателлитных локусов разработанных для смородины черной на другие виды *Ribes* L. (всего проанализировано 19 видов, а так же межвидовые гибриды). В целом, переносимость микросателлитных маркеров в пределах рода смородина хорошая. Практически на ДНК всех сортообразцов были амплифицированы все локусы, за исключением локуса g1-M07 в котором не было амплификации на ДНК *R x futurum* и *R.spicatum* Robs., в локусе e1-O21 не было амплификации у *R.spicatum var.spicatum*; в локусе e1-O01 - у *R. x fuscescens*.

При анализе 6 микросателлитных локусов у 28 представителей рода смородина всего амплицифировано 82 аллелля, в среднем 14 аллелей на локус (рис.1, таблица 3). При этом все локусы, оказались полиморфными. В наших исследованиях обнаружено достаточно большое число аллелей амплифицируемых в одно локусе. Ранее в наших исследованиях при анализе 13 микросателлитных локусов у 27 сортообразцов смородины черной в среднем было амплифицировано всего 5,2 аллеля на локус [3]. В работе Palmieri c соавторами [12] было протестировано 10 локусов на 91 сортообразце (включая черную, красную смородины и смородино-крыжовниковые гибриды) в среднем было амплифицировано всего 5,6 аллеля на локус. Значительно б*о*льшее число аллелей, амплифицируемых в одном локусе, обнаруженное в данных исследованиях, вероятно, обусловлено тем, что изучался генетически более отдаленный материал.

Рис 1. Электрофореграмма фрагментов амплификации микросателлитного локуса e1-O21 у представителей рода смородины. Внизу проставлены номера сортообразцов в соответствии с таблицей 1, м.м. — маркер молекулярных масс (10 bp DNA Ladder, «Invitrogen™», США), справа указаны размеры фрагментов, п.н.

Большая часть аллелей (96 %) встречается в проанализированной выборке с частотой менее, чем 0,2 и представляет редкие, в т.ч. уникальные аллели, что так же свидетельствует о большом разнообразии внутри выборки. В работе Cavanna с соавторами [9] на образцах представляющих 4 вида рода смородина и смородино-крыжовниковые гибриды 29 % выявленных аллелей встречались крайне редко - с частотой 0.014.

3. Характеристика микросателлитных локусов амплифицируемых на ДНК 28 представителей рода смородина (*Ribes* L.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Локус | n | Размер аллеля, п.н. (частота) | Но. | Нн. | r |
| e1-O21 | 9 | 290 (0,05), 293 (0,11), 296 (0,23), 299 (0,18), 302 (0,11), 307 (0,07), 311 (0,11), 315 (0,02), 318 (0,11) | 0,86 | 0,63 | 0,12 |
| g2-H21 | 14 | 259 (0,02), 261(0,07), 265(0,13), 267(0,24), 269(0,04), 271(0,17), 273(0,04), 275(0,04), 277(0,02), 279(0,02), 281(0,07), 282(0,04), 284(0,07), 291(0,02) | 0,87 | 0,64 | 0,12 |
| g1-M07 | 18 | 187(0,02), 195(0,05), 198(0,05), 200(0,05), 202(0,02), 204(0,02), 206(0,02), 209(0,16), 210(0,05), 211(0,07), 212(0,02), 214(0,09), 215(0,05), 217(0,09), 219(0,07), 222(0,02), 224(0,12), 223(0,02) | 0,92 | 0,65 | 0,14 |
| e1-O01 | 17 | 132(0,08), 134(0,10), 136(0,15), 138(0,06), 139(0,02), 141(0,04), 143(0,15), 145(0,10), 147(0,04), 149(0,04), 152(0,02), 153(0,02), 154(0,06), 156(0,04), 158(0,02), 161(0,02), 163(0,02) | 0,91 | 0,74 | 0,09 |
| g1-K04 | 11 | 270(0,02), 278(0,05), 280(0,02), 284(0,07), 286(0,14), 288(0,14), 290(0,33), 295(0,05), 297(0,07), 299(0,09), 304(0,02) | 0,83 | 0,59 | 0,13 |
| g2-G12 | 13 | 178(0,02), 182(0,06), 184(0,17), 186(0,08), 188(0,17), 190(0,06), 192(0,04), 194(0,06), 198(0,08), 200(0,10), 204(0,10), 206(0,2), 208(0,02) | 0,89 | 0,78 | 0,06 |
|  |  | Среднее значение | 0,88 | 0,67 | 0,11 |

Ожидаемая гетерозиготность (среднее значение 0,88) во всех локусах превышала наблюдаемую (среднее значение 0,67), что указывает на наличие гомозиготных генотипов или присутствие амплификации только на одной из гомологичных хромосом (наличие ноль аллеля). В то время как в исследованиях на сортах черной смородины средние значения находились на одном уровне (Но.= 0,65, Нн.= 0,61) [3].

Достаточно велика вероятность наличия ноль аллеля (в среднем по всем локусам 0,11), наименьшее значение вероятности наличия ноль аллеля в локусе g2-G12 (0,06). В то время как в исследованиях на сортах черной смородины среднее значение вероятности наличия ноль аллеля составило 0,028, при этом в трех локусах имело отрицательное значение [3].

Вероятными причинами наличия ноль аллелей и недостаточной наблюдаемой гетерозиготности в данной выборке могут быть следующие: более высокая гомозиготность диких видов из-за неконтролируемого близкородственного скрещивания; амплификация локусов только на одной хромосоме из-за использования ДНК-маркеров, разработанных для смородины черной. Для изучения конкретных видов следует использовать более информативные локусы, в которых амплифицируются оба аллеля.

На основании полученных данных с помощью программы PAST проведен кластерный анализ. Получена дендрограмма сходства 28 представителей рода (рис 2).

Рис. 2 Дендрограмма сходства 28 образцов рода *Ribes* L., построенная на основании данных о полиморфизме микросателлитных локусов

В нижней части дендрограммы находятся практически только представители красных смородин (секция *Ribesia*, R7), и крыжовник отклоненный (*R. grossularia*). В средней части дендрограммы сгруппировались преимущественно представители черных смородин (секция *Eucoreosma*, R5), в эту же группу вошла Йошта (гибрид смородины черной и крыжовника), крыжовник буреинский (*R.buriense* из секции Eugrossularia) и смородина кистистая (*R. spicatum* var *spicatum*, из секции *Ribesia*, R7). На более дальнем генетическом расстоянии к этой группе присоединяются смородина душистая (*R. odoratum,* секция *Symphocalyx,* R2*)* и смородина кроваво-красная (*R.sanguineum,* секция *Colobotrya*, R3). Отдельную ветвь сформировала смородина железистая (*R.glandulosum*, секции *Heritiera*). Это единственный представитель данной секции, задействованный в нашем анализе. В верхней части дендрограммы на наиболее дальнем генетическом расстоянии кластеризуются разнородные образцы, включающие представителей различных секций и даже подродов: секции *Berisia* (*R. glaciale*, *R. giraldi*, *R. kamorovi*), *Symphocalyx* (*R. aureum*), *Сoreosma* (*R.fuscescens* – гибрид между *R.bracteosum* и *R. nigrum*), и представителя подрода крыжовников (*R.divaricatum*). Тем не менее, важно отметить, что кластеризация описанных выше больших групп имеет малые значения бутстрепп поддержки.

Отсутствие кластеризации подтвержденной высокими значениями бустреппа по секциям или подродам, с одной стороны, может быть связано с высоким генетическим разнообразием исследуемого материала и несовершенством существующих таксономических классификаций. С другой стороны, более масштабные исследования большего количества представителей различных секций по большему числу локусов могут дать другую картину кластеризации.

В дендрограмме есть несколько небольших (2-3 образца) кластеров с достаточно высокими значениями бутстреп поддержки. Наибольшее сходство (на уровне similarity – чуть менее 0,6) показали два сорта черной смородины – Гамма (представляет собой сложный гибрид на основе *R.nigrum* c привлечением других видов рода в качестве далеких предков) и Ртищевская (*R.nigrum)*, они формируют группу с бутстрепп поддержкой 82. На несколько более отдаленном уровне сходства (чуть менее 0,48) с бутстрепп поддержкой 70 группируются представители красной смородины: вид смородина Варшевича (*R.warzhewizhi*) и сорта Голландская Белая (*R.sativum*), Файя Плодородная (*R.sativum* var *macrocarpum*). Еще одну группу с высокой бутстрепп поддержкой (60%) формируют виды секции *Ribesia* (R7) смородина многоцветковая (*R. multiflorum*), гибридный вид смородины красной и смородины Варшевича (*R.x futurum*), смородина колосистая (*R.spicatum*). Еще на более дальнем генетическом расстоянии неожиданным образом кластеризуются вместе с бутстрепп поддержкой 53 представители разных подродов *R.fuscensens* (гибридная форма между представителями подрода черных смородин *R.nigrum* и *R.bracteosum*) и *R.glaciale* из подрода *Berisia*.

Необходимо отметить, что 3 представителя крыжовника - крыжовник отклоненный (*R. grossularia*), крыжовник раскидистый (*R.divaricatum)*, крыжовник буреинский (*R. burejensis*), задействованные в данном исследовании вместе не группируются, что, вероятно, связано с их отдаленным родством. Крыжовник отклоненный наиболее распространенный вид – занимает обширный ареал в Европе и Северной Америке. Крыжовник раскидистый – один из местных североамериканских видов, он отличается устойчивостью к мучнистой росе. Крыжовник буреинский – азиатский вид – отличается высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью [4].

**Выводы**

Протестированные микросателлитные локусы, амплифицируют практически все задействованные в анализе виды и межвидовые гибриды рода *Ribes* L., что позволяет их рекомендовать для изучения различных представителей рода смородина.

Для большинства локусов, отмечена тенденция к снижению наблюдаемой гетерозиготности и повышению вероятности наличия ноль аллеля.

В проанализированном материале обнаружен высокий процент (96%) редких аллелей, которые в дальнейшем могут быть использованы для разработки систем идентификации представителей рода *Ribes* L.

Группировка по секциям или подродам подтвержденная высокими значениями бутстреппа отсутствует.

**Благодарности**

Благодарим Theo H.J. Damen (Independent scholar, Generaal Foulkesweg 94, 6703DS, Wageningen, Netherlands) за разрешение на сбор материала коллекции Belmonte Arboretum (<http://belmontearboretum.nl/>, Wageningen, The Netherlands) и сотрудничество.

**Библиография**

1. Князев С. Д., Огольцова Т. П. Селекция смородины черной на современном этапе. — Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского инсти¬тута селекции плодовых культур, 2004. 238с.
2. Огольцова Т. П. Селекция черной смородины-прошлое, настоящее, будущее. Тула: Приок. кн. изд-во, 1992. 384c.
3. Пикунова А.В., Князев С.Д., Бахотская А.Ю., Кочумова А. А. Полиморфизм микросателлитных локусов у сортов черной смородины (*Ribes nigrum* L.) из коллекции ВНИИСПК // Сельскохозяйственная биология. 2015. №1. С.46-54.
4. Седов Е.Н. (общ.ред) Помология IV, Т. Смородина, крыжовник Орёл: ВНИИСПК, 2009.468c.
5. Antonius K., Karhu S., Kaldmae H. et al. Development of the Northern European Ribes core collection based on a microsatellite (SSR) marker diversity analysis // Plant Genet Res. 2012. 10(1):70-73
6. Brennan R., Jorgensen L., Gordon S.L., et al. The development of a PCR-based marker linked to resistance to the blackcurrant gall mite (Cecidophyopsis ribis Acari: Eriophyidae) // Theor. Appl. Genet., 2009, 118: 205-211 (doi: 10.1007/s00122-008-0889-x).
7. Brennan R., Jorgensen L., Hackett C., et al. The development of a genetic linkage map of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) and the identification of regions associated with key fruit quality and agronomic traits // Euphytica. 2008. Vol. 161. P. 19–34.
8. Brennan R.M., Jorgensen L., Woodhead M., Russell J. Development and characterisation of SSR markers in Ribes species // Mol Ecol Notes.2002. 2:327–330
9. Cavanna M., Torello Marinoni D., Beccaro G.L., Bounous G. Microsatellite-based evaluation of Ribes spp. Germplasm // Genome. 2009. 52:839-848
10. Hammer I., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. 4(1): 9 (http://palaeoelectronica. org/2001\_1/past/issue1\_01.htm).
11. Kalia R.K., Rai M.K., Kalia S., et al. Microsatellite markers: an overview of the recent progress in plants // Euphytica, 2011, 177(3): 309-334 (doi: 10.1007/s10681-010-0286-9).
12. Palmieri L., Grando M.S., Sordo M., et al. Establishment of molecular markers for germplasm management in a worldwide provenance Ribes spp. Collection // Plant Omics J. 2013. 6(3):165–174
13. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. — Toronto.: MacMillan and Co., 1954. 999 pp.
14. Sinnott Q. P. A revision of Ribes L. subg. Grossularia (Mill.) per. Sect. Grossularia (Mill.) Nutt. (Grossulariaceae) in North America // Rhodora. 1985. Vol. 87. P. 189–286.
15. Sneath P.H.A., Sokal R.R. Numerical taxonomy: theprinciples and practice of numerical classification. San Francisco, 1973.
16. Wilberg M.J., Dreher B.P. Genecap: a program for analysis of multilocus genotype data for non-invasive sampling and capture-recapture population estimation // Molecular Ecology Notes. 2004. 4(4): 783-785.

Статья «ПОЛИМОРФИЗМ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА СМОРОДИНА (*Ribes* L.). » публикуется впервые

7 ноября 2017г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Пикунова А.В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Князев С.Д.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Голяева О.Д.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Курашев О.В.