

М.А. Должикова, аспирант

А. А. Павленко

А.В. Пикунова, кандидат биологических наук

О.Д. Голяева, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина

E-mail: dolzhikova@vniispk.ru

УДК 634.7:577.21

DOI:10.30850/vrsn/2021/4/ 20-23

## ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ СОРТОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ *RIBES RUBRUM*

В представленных исследованиях изучены генотипы 46 сортов смородины красной (*Ribes rubrum*) коллекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур по 14 микросателлитным локусам. Данные получены методом детекции – фрагментного анализа с помощью капиллярного электрофореза. Выделены сорта с редкими, уникальными аллелями и сочетаниями аллелей. В большинстве случаев у каждого генотипа для конкретного локуса было выявлено не более двух фрагментов, но в некоторых локусах у образцов амплифицировались три фрагмента (Орловчанка, Константиновская, Надежда – e3-B02; Мармеладница – g2-G12; Надежда – g2-J08; Светлица, Татьяна – g1-L12). Профили сортообразцов *Cascad* и *Red cross* идентичны друг другу, хотя и отличаются от остальных. Сорта Красный крест (*Red cross*) [(Вишневая (*Cherry*) × Белый виноград (*White Grape*))] и *Cascad* [(свободное опыление сорта Диплом (Вишневая × Белый виноград))] были выведены в США и имеют общих предков. Можно предположить, что в коллекции под разными названиями присутствует один и тот же генотип или, что данные пары сортов настолько схожи, что полиморфизм проанализированных локусов недостаточно для их различия. Для недопущения сдвига размера аллелей подобраны и предложены контрольные сорта, районированные на территории РФ – Газель (оригинатор ВНИИСПК: Чулковская × Маарсес Проминент) и Валентиновка (оригинатор ВНИИСПК: Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс). Полученные данные о полиморфизме микросателлитных локусов смородины красной могут быть использованы для дальнейшей идентификации.

**Ключевые слова:** смородина красная (*Ribes rubrum*), SSR-маркеры, полиморфизм, микросателлитные локусы, идентификация.

М.А. Dolzhikova, PhD student

A.A. Pavlenko

A.V. Pikunova, PhD in Biological sciences

O.D. Golyaeva, PhD in Agricultural sciences

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding

RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina

E-mail: dolzhikova@vniispk.ru

## STUDY OF POLYMORPHISM OF RED CURRANT VARIETIES MICROSATELLITE LOCUS

In the presented studies the genotypes of 46 varieties of red currant (*Ribes rubrum*) from the All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding (VNIISP) the collection were studied for 14 microsatellite locus. The data were obtained by the detection method of – fragment analysis using capillary electrophoresis. Varieties with rare, unique alleles and combinations of alleles have been identified. In most cases, no more than two fragments were identified for each genotype for a specific locus, but three fragments at some loci were amplified in the samples (Orlovchanka, Konstantinovskaya, Nadezhda – e3-B02; Marmeladnitsa – g2-G12; Nadezhda – g2-J08; Svetlitsa, Tatianina – g1-L12). The profiles of the cultivars *Cascad* and *Red cross* are identical to each other, although they differ from the others. The *Red cross* [(*Cherry* × *White Grape*) and *Cascad* [(free pollination of the variety *Diploma* (*Cherry* × *White grape*))] varieties were developed in the USA and have common ancestors. It can be assumed the collection under different names contains the same genotype or that these pairs of varieties are so similar that the polymorphism of the analyzed loci is not enough to distinguish them. To prevent a shift in the size of alleles control varieties were selected and proposed, zoned in the territory of the Russian Federation – *Gazelle* (originator of VNIISP: *Chulkovskaya* × *Maarses Prominent*) and *Valentinovka* (originator of VNIISP: *Rote Shpetlese* × *Jonker van Tets*). The data obtained on the polymorphism microsatellite loci Red currant can be used for further identification.

**Key words:** red currants (*Ribes rubrum*), SSR-markers, polymorphism, microsatellite loci, identification.

Первое упоминание о красной смородине относят к 1492 году (южная Германия и Нидерланды). В России эта культура, судя по летописям, была известна нашим предкам уже в XI веке. [1]

На современном экономическом этапе развития садоводства в Российской Федерации роль сорта значительно возросла. Технологии выведения новых востребованных сортов стали центром исследований в научной деятельности. Смородина красная – одна из ценных кустарниковых пород, обладающая высокой степенью урожайности. В мире существует 160 сортов. В Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию,

входит 52 сорта красной смородины, в том числе 10 белоплодных. [4] Изучение полиморфизма микросателлитных локусов для дальнейшей идентификации существующих и новых сортов смородины красной в настоящее время – актуальная задача.

Подрод *Ribesia* объединяет 19 видов, четыре из которых введены в культуру. Они дали различные гибридные комбинации и стали родоначальниками современных сортов. Значение имеют *R. vulgare* Lam. – смородина обыкновенная и ее крупноплодная разновидность; *R. vulgare* Lam. spp. *macrocarpa* Jancz.; *R. Rubrum* L. – смородина красная; *R. pe-traeum* Wulf. – смородина скалистая (каменная)

и *R. multiflorum* Kit. – смородина многоцветковая. В происхождении некоторых сортов также принимали участие *R. artropurpureum* C.A.U. (смородина темно-пурпуровая) и *R. palczewskii* Pojark. (смородина Пальчевского). Генетические ресурсы подрода *Ribesia* (Berl.) Jancz. изучены слабо, что подтверждается существованием дикорастущих видов, превосходящих по ряду некоторых признаков культурные сорта. [6, 11]

Коллекция красной смородины ВНИИСПК включает более 80 сортов отечественной и зарубежной селекции. Создан и передан на государственное испытание 21 сорт, 13 из которых внесены в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию. Данные сорта улучшили сортимент смородины красной по Центрально-Черноземному региону. [2]

Виды *Ribes* имеют диплоидный геном, представленный восемью парами хромосом ( $2n=2x=16$ ). Размер генома, определенный с помощью проточной цитометрии, для *R. petraeum* Wulfen., *R. rubrum* L., *R. uva-crispa* L. в среднем составляет  $2C = 1,91$  пг, содержание GC-пар – 40,4 %. [8]

Идентифицируют сорта смородины красной по количественным и качественным признакам, которые существенно зависят от условий выращивания. Поэтому заключение о принадлежности посадочного материала к тому или иному сорту может быть ошибочным.

Наиболее эффективная и перспективная система маркирования – молекулярно-генетическая идентификация сортов с помощью молекулярных маркеров.

Для идентификации растений востребованы микросателлитные (SSR – Simple Sequence Repeats, STR – Simple Tandem Repeats) ДНК-маркеры, и все большее значение приобретают системы SNP маркирования. [7] Внутри каждого типа молекулярно-генетического маркера отдельные локусы отличаются друг от друга по полиморфизму и сложности выявления. [5]

Цель исследований – генотипирование сортов образцов смородины красной из коллекции ВНИИСПК по микросателлитным локусам для дальнейшей генетической паспортизации.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе приведены результаты генотипирования 46 сортов смородины красной коллекции ВНИИСПК по 14 микросателлитным локусам (табл. 1).

ДНК выделяли из молодых листьев СТАВ-методом. [9] Полимеразно-цепную реакцию проводили в смеси объемом 20 мкл, содержащей 1хПЦР буферный раствор, 200 мкМ нуклеотидов по 2 мкМ прямого и обратного праймера, 0,3 ед. Таq ДНК-полимеразы и 10 нг ДНК.

Реакция амплификации: предварительная денатурация – 5 мин. при 95°C; денатурация – 30 с при 95°C; отжиг праймера – 30 с; синтез ДНК – 30 с при 72°C (30 циклов); элонгация – 10 мин. при 72°C. Фрагменты разделяли на приборе ABI prism Genetic Analyzer 3010. Для учета первичных данных использовали программу Peak Scanner Software\_v01 (Peak Scanner™ Software Version 1.0. Part Number 4382253 Rev. A 12/2006).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проанализированы 73 сорта смородины красной отечественной и зарубежной селекции, из них 46 обладают редкими аллелями и уникальными сочетаниями аллелей, востребованные в производстве и районированные на территории РФ. Их амплифицировали по 14 наиболее информативным и воспроизводимым микросателлитным локусам (табл. 2).

В исследованиях для изучения идентификации генотипов применяли фрагментный анализ с помощью капиллярного электрофореза, как наиболее точный.

В локусе Cra-531 выявлено уникальное сочетание аллелей у сортов *Alfa* (165/177) и *Белая крупная* (162/165/177), e1-021 – *Валентиновка* (295/312) и *Дана* (295/317), e1-001 – *Белая Потапенко* (132/136), g1-M07 – *Дар Орла* (206/219), e3-B02 – *Константиновская* (165/168/171), Cra-489 – *Нива* (235/240), g2-H21 – *Rondom* (252/254), g1-L12 – *Светлица* (228/233/234), g1-L12 – *Татьянина* (212/213/226/228), gr2-J05 – *Щедрая* (179/185).

В локусе g2-J08 редкими аллелями отличаются сорта: *Вика* (176/185), *Jonkeer van Tets* (161/185),

Таблица 1.

Исследуемые микросателлитные локусы

Локус	ГС	Праймер		Температура, °C
		прямой	обратный	
g1-K04	1	TGT TCC CTG TTT CCT TCA AAA	GGA CGT GGA CGA TGA GAG TT	52
g1-M07	1	TCC CGT TAC TGG AGT GGT GT	CCA TGG TTT TCC GAT TTG TT	52
e1-001	6	CCT TTC CAG AGA AAA CTC AAA CA	AAG TAT GGG AAC AAC GGC AG	54
g2-H21	4	TGC CCT TTT TGG TCA TTT TC	CAA TCG TCG ATG AAG GTC TG	50
g2-G12	7	GTG ACC CAC CTA AAC CGT CC	GGA GTG GAG GGT TGG AAA AT	54
e1-021	4	TCT CTC CAA CTG AGA AGG AAA A	GAT TTG TTC TTG TGC AGC GA	50
g1-L12	5	CGA AGG TTG AAT CGG TGA GT	TTG TGA GCC GTA ACC ACG TA	52
g2-J08	2	CGC CGA GCT CTA ATC ACT GT	ATA GCC CAT GCC CAT ATT CA	54
Cra-489	3	TCT ATT ATC ACA CCC TCA ACA A	GTT TAT ACG ACA CAT CAA CTT TCC A	50
Cra-531	6	AGA AGT GAA AGT GGA AGA ACC	GTTTGTGTAAGGAAGACAGAGA	52
e3-B02	5	AAG ACG AAG ACG ACG ACG AT	CTG ATC TTT GCC GAA TGG TT	52
g2-L17	4	TTT GGA AAA CCT CCC CTT TT	GAG CTG TTG CTG TTG CCA TA	50
g1-A01	5	CGA AGG TTG AAT CGG TGA GT	CGT AGC CAC GTA GTT CCA CA	52
gr2-J05	1	CAA AAC TGA TTA GGG GAT CA	TTT GAA GAA GAG ATG GCG AAA	52

Таблица 2.

Генотипы сортов красной смородины по 14 микросателлитным локусам

Сорт	g1-K04	g1-M07	e1-001	Gr-489	Gr-531	e3-B02	g2-L17	g2-G12	g2-H21	e1-021	gr2-J05	g1-A01	g2-J08	g1-L12
Альфа	306/313	202/219	136	233/237	165/177	165	137	185/191	251/254	302/309	179/187	207/222	149/185	214/228
Ася	306/312	—	136/138	236	165/168	165/170	144	179/191	251/253	302/308	179/187	207/218	176	214/224
Бьяна	306/307	—	136/138	240	165/168	165	144	185	251/254	308/309	—	—	149/168	214/228
Белая крупная	306/307	202/219	134/136	233/240	162/165/177	162/165	135	189/191	253	302/308	187	222/228	168	228/234
Белая Потапенко	306	202	132/136	237	168/174	162/165	135/137	179/189	251	302	179/187	207/222	169	214/228
Валка	306/313	219	136	235	165/168	162/165	135/137	179/185	253/254	302/317	179/187	210/220	149/185	226
White sherry	306	—	134/138	237/241	162	162/165	144	185/191	249/251	302	187	222/228	180	228/234
Валентиновка	306/313	219	138/144	237	165/168	162/165	137	179/191	251/254	295/312	187	207/210	180	214/216
Вика	306/312	—	134	235	165/168	165/170	144	179/191	251/253	302/308	179/187	218/220	180	224/226
Газель	306/307	202	136	237	165/171	165	143	179/191	251/253	295/302	187	207/222	176	214/228
Cascade	306	202	136/138	237	162/168	162/165	137	179	251	302/309	179/187	207/220	168/185	214/226
Red cross	306	202	136/138	237	162/168	162/165	137	179	251	302/309	179/187	207/220	169/185	214/226
Weisse Hollandische	306	—	134/136	233/241	162/165	162/165	144	183/191	251/254	295/317	187	210/222	149/185	216/228
Дана	306/313	219	136	236	165	162/165	135	179/183	251/253	302/317	—	—	149/185	214/228
Дар Орла	306/313	206/219	136	240	165	165	135	179/191	251	302	187	207/222	169	214/228
Дарница	306/307	202/211	137/139	237	165/168	165	135/137	179/191	251	302	179/187	207/222	161/185	214/228
Jankheer van Tets	307/308	—	136	237	168/171	162/165	135	179/191	253	302	179/187	222	177	228
Константиновская	306/312	202	137/139	236/241	168/171	162/165	135	179/183	251	302/308	179/187	216/220	168/179/185	222/226
Коралл	306	202	132/138	233	168/174	162/165	135/137	179/189	251/253	302/309	179	211	141/165	226/228
Losap	306/307	211	136/138	237	162/165	165	125	179/185	251/254	302/308	187	207/216	153/172	214/222
Мармеладница	306/313	202/219	134/144	233/237	165/168	162/165	135/137	179/185/191	251	308/309	187	207/222	149/185	216
Мечта	306	202	136/138	237/241	162/165	162/165	135	179/183	251	302/308	179/187	—	168/179/185	222/226
Надежда	307/313	—	137/139	237/241	165/171	162/165/170	135	179/183	251	302/308	179/187	216/220	168	222/226
Натали	306/307	202	136/138	237	162/165	162/165	125	179/185	251/254	308/309	187	220/222	168	226/228
Нува	306/307	—	134/136	235/240	162	165/170	—	179/191	251/252	302/308	—	—	168/176	224/226
Озюлек	307/315	219	137/139	233/237	165	165	144	185/191	251/254	302/312	187	207/222	149/185	214/229
Орловская звезда	306/312	202	134	237	168/171	165/170	156	179/191	251/254	302/308	179	207/218	167/177	214/224
Орловчанка	306/313	202/219	134	233/237	165/171	162/165/172/80	135/144	179/185	251/254	295/302	179/187	207/222	169/176	228
Осиловская	306/313	202/219	134/136	233/237	165/168	165/29/168	135/137	179/185	251	308/309	187	207/222	149	214/224
Памать Губенко	306/307	—	132/138	237/241	162/174	30165	125/135	179/185	251/254	308	179/187	218/220	185	226
Транспарент Blanche	306	202	134	233/240	162/165	162/165	135	189/191	253	302/308	—	222/228	169	228/234
Пурпурная	307/313	202/211	136	235	165	165	125/144	185/191	251/254	308/312	187	207/222	180	214/228
Ранняя сладкая	307/308	—	137	236	168/171	162/165	—	179/191	251/253	302	179/187	207/222	168/177	213/229
Рачновская	306/312	202	136	236/241	168/171	165	135	179/191	253	302	179/187	222	177	228
Rovada	306/313	202/219	136/138	—	165/168	162/165	144	185/191	251/254	302/312	179/187	207/222	180	214/228
Ronald	306/307	202/211	136/138	233/241	165/168	162/165	144	183/191	252/254	302/312	187	207/216	168	214/222
Сахарная	306	202	136	236	165/168	162/170	128/137	179/191	251/253	302/309	187	207/218	169/176	214/224
Светлица	307/308	—	137/139	233/237	165/168	165	137	191	251	302	179/187	222/228	168/185	228/234
Селяновка	306	—	136/144	233/235	168	162/165	144	179/183	253/254	302/312	179/187	207/222	149/185	214/228
Тамбовская ранняя	306/307	202	134/136	233	162/165	162	144	179/191	249/251	302/309	187	216/228	180	222/234
Татьянина	307/308	—	137	237	168/171	162/165	128/137	179/191	251/253	302	179/187	207/222	168/177	228/234
White drape	307/308	—	135/137	233/241	162/165	162/165	135/137	179/191	249/251	302/309	187	220/228	166/180	226/234
Уральский сувенир	306	202	134/138	233/237	162	162/165	137	179/191	251	302/309	187	220/228	165/185	228/234
Чародейка	306/307	202	136/138	233/237	165/168	165	137	191	251	295/302	179/187	222/228	169/185	228/234
Челябинская красная	306	—	138	233/237	168/174	165	135/137	179	251	302/308	—	206/218	185	214/226
Щедрая	306	202	132/138	233/237	168/174	165	135	179	251/253	302/308	179/185	207/222	185	214/228

Примечание. Выделены уникальные аллели и сочетания аллелей.

*Коралл* (141/165), *Надежда* (168/179/185), *Орловская звезда* (167/177), *Осиновская* (149), *White grape* (166/188) и *Уральский сувенир* (165/185), g1-A01 – *Blanka*, *Натали* и *Челябинская красная*, с размерами аллелей 210/220, 220/222 и 206/218 соответственно, g1-G12 – *Мармеладница* (179/185/191).

При амплификации по вышеуказанным локусам более чем у 40 сортообразцов наблюдали ее отсутствие хотя бы в одном из локусов.

Наибольшее количество неамплифицируемых образцов обнаружено в локусах g1-M07 (24), gr2-J05 (8), g1-A01 (5).

В большинстве случаев у каждого генотипа для конкретного локуса выявлено не более двух фрагментов, но в некоторых было три (*Орловчанка*, *Константиновская*, *Надежда* – e3-B02; *Мармеладница* – g2-G12; *Надежда* – g2-J08; *Светлица*, *Татьянина* – g1-L12).

В литературе есть информация об амплификации более чем двух аллелей в некоторых микросателлитных локусах у диплоидных форм, что связано с дупликацией на одной и той же или на разных хромосомах. [10]

Профили сортообразцов *Caskad* и *Red cross* идентичны друг другу, хотя и отличаются от остальных. Сорты *Красный крест* (*Red cross*) [(*Вишневая* (*Cherry*) × *Белый виноград* (*White Grape*))] и *Каскад* (*Caskad*) [(свободное опыление сорта *Диплом* (*Вишневая* × *Белый виноград*))] выведены в США и имеют общих предков. Можно предположить, что в коллекции под разными названиями присутствует один и тот же генотип или, что данные пары сортов настолько схожи, что полиморфизма проанализированных локусов недостаточно для их различия.

На основании полученных данных были подобраны сорта-контроли для идентификации генотипов красной смородины. Их используют, чтобы не допустить ошибок при сдвиге размеров аллелей (например, в зависимости от флуоресцентной метки ведущего праймера полученные фрагменты могут быть смещены на несколько пар нуклеотидов) при проведении исследований в разных лабораториях с небольшими изменениями методик. В качестве контролей предложены востребованные в производстве сорта – *Газель* (оригинатор ВНИИСПК: *Чулковская* × *Маарсес Проминент*) и *Валентиновка* (оригинатор ВНИИСПК: *Роте Шпетлезе* × *Йонкер ван Тетс*).

Таким образом, в результате генотипирования 46 сортов смородины красной по 14 микросателлитным локусам были выявлены уникальные аллели и сочетания аллелей, на основе которых можно составить идентификационные формулы изучаемых сортов для дальнейшей генетической паспортизации.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аладина, О.Н. Пособие для садоводов-любителей / О.Н. Аладина. – М.: Издательство Ниола-Пресс, 2007. – 256 с.
2. Голяева, О. Д. Основные итоги селекции красной смородины во ВНИИСПК / О.Д. Голяева, О.В. Панфилова // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2020. – Т. 7. – № 1–2. – С. 49–51.
3. Горбунов, А.Б. Химический состав ягод видов и межвидовых гибридов красной смородины в условиях культуры / А.Б. Горбунов, Т.А. Кукушкина // Химия растительного сырья. – 2019. – №. 3. – С. 83–93.

4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1. – Сорты растений. – М.: – 2021. – 515 с.
5. Календарь, Р.Н. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение / Р.Н. Календарь, В.И. Глазко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34. – № 4. – С. 279–296.
6. Сорокопудов, В.Н. Красная смородина в Лесостепи Приобья / В.Н. Сорокопудов, А.Е. Соловьева, А.С. Смирнов. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2005. – 120 с.
7. Хлесткина, Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции / Е.К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 17. – № 4/2. – С. 1044–1054.
8. Chiche, J. Genome size, heterochromatin organisation, and ribosomal gene mapping in four species of Ribes / J. Chiche, S.C. Brown, J.C. Leclerc, S. Siljak-Yakovlev // Canadian journal of botany. – 2003. – V. 81. – № 11. – P. 1049–1057.
9. Doyle, J.J. Isolation of plant DNA from fresh tissue / J.J. Doyle, J.L. Doyle // Focus. – 1990. – V. 12. – P. 13–15.
10. Galli, Z. Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers / Z. Galli, G. Halász, E. Kiss et al. // HortScience. – 2005. – V. 40. – № 7. – P. 1974–1977.
11. Janczewski, E. Monograph of the currants Ribes L / E. Janczewski // Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Geneve. – 1907. – V. 35. – P. 199–517.

#### LIST OF SOURCES

1. Aladina, O.N. Posobie dlya sadovodov-lyubitelej / O.N. Aladina. – M.: Izdatel'stvo Niola-Press, 2007. – 256 s.
2. Golyaeva, O.D., Osnovnye itogi selekcii krasnoj smorodiny vo VNIISPК / O.D. Golyaeva, O.V. Panfilova // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. – 2020. – T. 7. – № 1–2. – S. 49–51.
3. Gorbunov, A.B. Himicheskiy sostav jagod vidov i mezovidovyh gibridov krasnoj smorodiny v usloviyah kul'tury / A.B. Gorbunov, T.A. Kukushkina // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2019. – № 3. – S. 83–93.
4. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. – T. 1. – Sorta rastenij. – M. – 2021. – 515.
5. Kalendar', R.N. Tipy molekulyarno-geneticheskikh markerov i ih primenenie / R.N. Kalendar', V.I. Glazko // Fiziologiya i biokhimiya kul'turnyh rastenij. – 2002. – T. 34. – № 4. – S. 279–296.
6. Sorokopudov, V.N. Krasnaya smorodina v Lesostepi Priob'ya / V.N. Sorokopudov, A.E. Solov'eva, A.S. Smirnov. – Novosibirsk: Agro-Sibir', 2005. – 120 s.
7. Hlestkina, E.K. Molekulyarnye markery v geneticheskikh issledovaniyah i v selekcii / E.K. Hlestkina // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2015. – T. 17. – № 4/2. – S. 1044–1054.
8. Chiche, J. Genome size, heterochromatin organisation, and ribosomal gene mapping in four species of Ribes / J. Chiche, S.C. Brown, J.C. Leclerc, S. Siljak-Yakovlev // Canadian journal of botany. – 2003. – V. 81. – № 11. – P. 1049–1057.
9. Doyle, J.J. Isolation of plant DNA from fresh tissue / J.J. Doyle, J.L. Doyle // Focus. – 1990. – V. 12. – P. 13–15.
10. Galli, Z. Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers / Z. Galli, G. Halász, E. Kiss et al. // HortScience. – 2005. – V. 40. – № 7. – P. 1974–1977.
11. Janczewski, E. Monograph of the currants Ribes L / E. Janczewski // Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Geneve. – 1907. – V. 35. – P. 199–517.