

УДК 634.75:577.2:632.4

DOI 10.30679/2219-5335-2023-6-84-15-23

**ОЦЕНКА АЛЛЕЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ ГЕНА *FAOMT*
У СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ
ЗЕМЛЯНИКИ МЕЖСОРТОВОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Лыжин Александр Сергеевич
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории физиологии устойчивости
и геномных технологий
e-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9770-8731>

Лукьянчук Ирина Васильевна
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории частной генетики
и селекции
e-mail: irina.lk2011@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1626-840X>

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«ФНЦ имени И.В. Мичурина»,
Мичуринск, Россия*

Совершенствование аромата плодов – одно из перспективных направлений современной селекции земляники. Аромат плодов земляники – сложный признак, формирующийся сочетанием большого количества летучих ароматообразующих веществ. В представленном исследовании показаны результаты оценки аллельного состояния гена *FaOMT* биосинтеза мезифурана (соединение ароматического комплекса) у отборных форм земляники садовой селекции «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Биологическими объектами исследования являлись 22 отборные межсортные селекционные формы земляники садовой из 12 комбинаций скрещивания. Для идентификации аллельного состояния гена *FaOMT* использовали кодоминантный SCAR-маркер *FaOMT-SI/NO*. В результате проведённых исследований маркерный фрагмент функционального аллеля

UDC 634.75:577.2:632.4

DOI 10.30679/2219-5335-2023-6-84-15-23

**ASSESSMENT OF THE ALLELIC
STATE OF THE *FAOMT* GENE
IN STRAWBERRY BREEDING
FORMS OF INTERVARIETAL
ORIGIN**

Lyzhin Alexandr Sergeyevich
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of Physiology of Resistance
and Genomic Technologies Laboratory
e-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9770-8731>

Luk'yanchuk Irina Vasilevna
Cand. Agr. Sci.
Leading Researcher
of Private Genetics
and Breeding of Laboratory
e-mail: irina.lk2011@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1626-840X>

*Federal State Budget
Scientific Institution
«I.V. Michurin FSC»,
Michurinsk, Russia*

Improving the fruit aroma is one of the promising directions of modern strawberry breeding. The strawberry fruit aroma is a complex trait, formed by a combination of a large number of volatile compounds. The present study shows the results of assessing the allelic state of the *FaOMT* gene, determining biosynthesis of mesifurane (volatile compound) in strawberry selected forms created in the «I.V. Michurin FSC». The biological objects of the study were 22 strawberry selected intervarietal forms from 12 crossing combinations. The allelic state of the *FaOMT* gene was identified using codominant SCAR marker *FaOMT-SI/NO*. As a result of the studies, the marker fragment of the functional allele *FaOMT+* was identified in 86.4 % of forms. A heterozygous combination of alleles of the *FaOMT* gene (average level

FaOMT⁺ выявлен у 86,4 % форм. Гетерозиготным сочетанием аллелей (средний уровень накопления мезифурана в плодах) характеризуется 9,1 % форм, гомозиготным состоянием функционального аллеля – 77,3 %. Гомозиготным состоянием нефункционального аллеля *FaOMT*⁻ (мезифуран в плодах не продуцируется) характеризуются три генотипа (13,6 %). Наибольшую ценность для селекционного использования представляют формы с гомозиготным состоянием аллеля *FaOMT*⁺: 1/6-41 (Vima Zanta × Polka), 2/2-32, 2/2-41 (Faith × Tea), 3/2-62 (Vima Zanta × Привлекательная), 3/4-6, 3/4-7 (Malwina × Tea), 3/9-5, 3/9-12 (Florence × Faith), 5/1-105 (Polka × Vima Zanta), 5/2-23, 5/2-26, 5/2-32 (San Andreas × Monterey), 6/3-5, 6/3-21 (Kimberly × 9/2-2), 7/2-78 (Asia × Maya), 9/2-2, 9/2-7 (Kimberly × Honeoye). Они характеризуются максимальным уровнем накопления мезифурана в плодах и вовлечение их в гибридизацию позволяет передать целевой аллель 100 % гибридного потомства.

Ключевые слова: ЗЕМЛЯНИКА, СЕЛЕКЦИЯ, АРОМАТ ПЛОДОВ, МЕЗИФУРАН, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ, ГЕН *FAOMT*

of mesifurane accumulation in fruits) was detected in 9.1 % forms. The homozygous state of the functional allele was detected in 77.3% forms. The homozygous state of the non-functional allele *FaOMT*⁻ (mesifurane is not produced) is characterized by three genotypes (13.6 %). The greatest value for strawberry breeding use are forms with the homozygous state of the *FaOMT*⁺ allele: 1/6-41 (Vima Zanta × Polka), 2/2-32, 2/2-41 (Faith × Tea), 3/2-62 (Vima Zanta × Privlekatelnaya), 3/4-6, 3/4-7 (Malwina × Tea), 3/9-5, 3/9-12 (Florence × Faith), 5/1-105 (Polka × Vima Zanta), 5/2-23, 5/2-26, 5/2-32 (San Andreas × Monterey), 6/3-5, 6/3-21 (Kimberly × 9/2-2), 7/2-78 (Asia × Maya), 9/2-2, 9/2-7 (Kimberly × Honeoye). These forms are characterized by the maximum level of mesifurane biosynthesis in fruits and their involvement of which in hybridization allows the transmission of the target allele to 100 % of the hybrid seedlings.

Key words: STRAWBERRY, BREEDING, FRUIT AROMA, MESIFURANE, MOLECULAR MARKERS, *FAOMT* GENE

Введение. Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) – наиболее распространённая ягодная культура. Её популярность у населения в первую очередь обусловлена такими высокими потребительскими качествами плодов, как вкус и аромат. Вкус плодов земляники определяется соотношением компонентов биохимического состава, а их аромат – комбинацией летучих ароматообразующих органических веществ [1-3]. По оценкам различных исследователей в плодах земляники присутствует 350-370 летучих органических соединений. Большинство летучих органических соединений плодов земляники являются сложными эфирами (65,5-78,4 % от общего количества) [3, 4]. На накопление ароматообразующих соединений в плодах влияют генетические особенности сортов и форм, степень зрелости плодов,

складывающиеся погодно-климатические условия [5, 6]. В процентном отношении наибольший вклад в формирование аромата плодов земляники вносят 19 соединений, к числу которых относится 4-метокси-2,5-диметил-3-фуранон (мезифуран) [7-9]. Уровень накопления мезифурана в плодах земляники детерминирован локусом *FaOMT* [10], что позволяет прогнозировать проявление данного признака у гибридного потомства, а также проводить ускоренный отбор перспективных форм с использованием молекулярных маркеров.

Аллельные варианты локуса *FaOMT* функционально отличаются. Транскрипция аллеля *FaOMT+* приводит к высокому уровню биосинтеза мезифурана, транскрипция аллеля *FaOMT-* биосинтез мезифурана в плодах блокирует [11]. При этом современные сорта земляники существенно уступают дикорастущим видам и стародавним сортам по степени выраженности аромата плодов [12], что предположительно связано с генетической эрозией функциональных аллелей в процессе селекции.

В связи с этим, восстановление и улучшение аромата плодов является актуальной и важной задачей генетико-селекционного совершенствования сортимента земляники.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в 2022-2023 годах. Изучались 22 отборные межсортные селекционные формы земляники садовой из 12 комбинаций скрещивания, полученные в «ФНЦ им. И.В. Мичурина» с использованием эколого-географически отдалённых исходных форм (табл. 1).

Геномную ДНК выделяли из молодых листьев, экстракция проводилась СТАВ методом.

Для идентификации аллельного состояния гена *FaOMT* использовали кодоминантный SCAR-маркер *FaOMT-SI/NO* [10]. Ампликон 248 п.н. свидетельствует о наличии аллеля *FaOMT+* (активный), ампликон 217 п.н. –

аллеля *FaOMT*- (неактивный); присутствие двух ампликонов – о гетерозиготном сочетании аллелей [13].

В качестве контроля наличия целевых аллелей гена *FaOMT* были использованы сорта земляники садовой с идентифицированным ранее аллельным состоянием гена *FaOMT*: Урожайная ЦГЛ (гомозиготное состояние функционального аллеля), Привлекательная (гетерозиготное сочетание аллелей), Олимпийская надежда (гомозиготное состояние нефункционального аллеля) [14].

Полимеразную цепную реакцию проводили в термоциклере T100 (Bio-Rad, США) с использованием описанных ранее набора реактивов и программ амплификации [15]. Детекцию результатов проводили методом электрофореза в 2 % агарозном геле. Размер ампликонов определяли путём сравнения с маркером молекулярного веса Step100 (Биолабмикс, Россия). Визуализацию результатов проводили с использованием системы гель-документации ChemiDoc XRS+ (Bio-Rad, США).

Таблица 1 – Анализируемые отборные формы земляники садовой

Отборная форма	Комбинация скрещивания
1/6-41	Vima Zanta × Polka
2/1-25	Quicky × Olympia
2/1-34	
2/2-32	Faith × Tea
2/2-41	
2/3-12	Scala × Tea
3/2-62	Vima Zanta × Привлекательная
3/4-6	Malwina × Tea
3/4-7	
3/9-5	Florence × Faith
3/9-12	
3/12-9	Алиса × Quicky
5/1-105	Polka × Vima Zanta
5/2-23	San Andreas × Monterey
5/2-26	
5/2-32	
6/3-5	Kimberly × 9/2-2 (Kimberly × Honeoye)
6/3-21	
7/2-78	Asia × Maya
9/2-2	Kimberly × Honeoye
9/2-7	
9/2-41	

Обсуждение результатов. В результате проведённых исследований установлено, что маркерный фрагмент функционального аллеля *FaOMT*⁺ присутствует у 86,4 % проанализированных генотипов. При этом у 89,5 % из них (77,3 % от общего количества) аллель *FaOMT*⁺ находится в гомозиготном состоянии (присутствует один ампликон – 248 п.н.), что свидетельствует о максимальном уровне накопления мезифурана в плодах. Гетерозиготным сочетанием аллелей (на электрофореграмме присутствуют два ампликона, средний уровень накопления мезифурана) характеризуются только две отборных формы – 2/1-25 из гибридной комбинации Quicky × Olympia и 9/2-41 из гибридной семьи Kimberly × Honeoye. Отборные формы 2/1-34 (Quicky × Olympia), 2/3-12 (Scala × Tea) и 3/12-9 (Алиса × Quicky) (13,6 %) в гомозиготном состоянии содержат аллель *FaOMT*⁻ (присутствует ампликон 217 п.н., мезифуран в плодах не синтезируется) (табл. 2).

Таблица 2 – Аллельное состояние гена *FaOMT* у отборных форм земляники селекции «ФНЦ им. И.В. Мичурина»

Отборная форма	<i>FaOMT</i> ⁺ (248 п.н.)	<i>FaOMT</i> ⁻ (217 п.н.)	Генотип
1/6-41	1	0	Гомозиготный (аллель <i>FaOMT</i> ⁺)
2/2-32	1	0	
2/2-41	1	0	
3/2-62	1	0	
3/4-6	1	0	
3/4-7	1	0	
3/9-5	1	0	
3/9-12	1	0	
5/1-105	1	0	
5/2-23	1	0	
5/2-26	1	0	
5/2-32	1	0	
6/3-5	1	0	
6/3-21	1	0	
7/2-78	1	0	
9/2-2	1	0	
9/2-7	1	0	
2/1-25	1	1	Гетерозиготный
9/2-41	1	1	
2/1-34	0	1	Гомозиготный (аллель <i>FaOMT</i> ⁻)
2/3-12	0	1	
3/12-9	0	1	

Сопоставление полученных результатов с проведённым ранее анализом исходных родительских форм [14] показало, что в комбинациях скрещивания Kimberly $\times$ 9/2-2, Polka $\times$ Vima Zanta, Vima Zanta $\times$ Polka и Vima Zanta $\times$ Привлекательная обе родительские формы характеризуются наличием функционального аллеля *FaOMT*⁺, что теоретически подтверждает возможность выделения в их потомстве форм с гомозиготным состоянием аллеля *FaOMT*⁺. Кроме того, у сорта Vima Zanta содержание мезифурана в плодах земляники также было выявлено анализом фактического содержания летучих органических веществ методом газовой хроматографии [6].

Отборные формы 2/1-25 (гетерозиготный генотип) и 2/1-34 (гомозиготный генотип по аллелю *FaOMT*⁻) выделены в комбинации Quicky $\times$ Olympia. Исходная форма Quicky характеризуется отсутствием аллеля *FaOMT*⁺ [15], для сорта Olympia сведения об аллельном состоянии гена *FaOMT* отсутствуют (теоретически может быть три варианта аллельного состояния). Согласно имеющимся данным в комбинации Quicky $\times$ Olympia могут быть получены гибридные формы с двумя вариантами комбинации аллелей: гетерозиготное и гомозиготное по аллелю *FaOMT*⁻, что соответствует фактическим результатам.

Для отборных форм 9/2-2, 9/2-7 (гомозиготный генотип по аллелю *FaOMT*⁺) и 9/2-41 (гетерозиготное сочетание аллелей) родительскими генотипами являются сорт Kimberly (аллель *FaOMT*⁺ в гомозиготном состоянии) [14, 16] и Нопеоуе (данные отсутствуют). Для получения в потомстве гибридов с гетерозиготным и гомозиготным (*FaOMT*⁺) сочетанием аллелей сорт Нопеоуе должен иметь гетерозиготный генотип.

Отборная форма 3/12-9 выделена в комбинации Алиса $\times$ Quicky. Для теоретически возможного получения гомозиготных по аллелю *FaOMT*⁻ форм, у обоих родительских генотипов должен присутствовать данный ал-

лель. У сорта Quicky аллель *FaOMT*- в гомозиготном состоянии [14], следовательно, у сорта Алиса аллель *FaOMT*- может присутствовать в гомозиготном или гетерозиготном состоянии.

Для отборных форм, выделенных в комбинациях Faith × Tea, Scala × Tea, Malwina × Tea, Florence × Faith, San Andreas × Monterey и Asia × Maya соотнести фактические результаты с теоретической возможностью их получения невозможно, так как данные об аллельных вариантах локуса *FaOMT* у исходных родительских форм в литературных источниках отсутствуют, что требует проведения дополнительных исследований.

Заключение. В результате проведённого молекулярно-генетического анализа определены аллельные варианты гена *FaOMT* у ряда перспективных отборных форм земляники селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». У 77,3 % проанализированных генотипов функциональный аллель *FaOMT*+ находится в гомозиготном состоянии. К их числу относятся: 1/6-41 (Vima Zanta × Polka), 2/2-32, 2/2-41 (Faith × Tea), 3/2-62 (Vima Zanta × Привлекательная), 3/4-6, 3/4-7 (Malwina × Tea), 3/9-5, 3/9-12 (Florence × Faith), 5/1-105 (Polka × Vima Zanta), 5/2-23, 5/2-26, 5/2-32 (San Andreas × Monterey), 6/3-5, 6/3-21 (Kimberly × 9/2-2), 7/2-78 (Asia × Maya), 9/2-2, 9/2-7 (Kimberly × Нопеоуе). Указанные генотипы являются перспективными генетическими источниками для вовлечения в селекцию на улучшенный аромат плодов, так как позволяют передать функциональный аллель *FaOMT*+ 100 % гибридного потомства.

Литература

1. Identification of organic volatile markers associated with aroma during maturation of strawberry fruits / S.M. Padilla-Jiménez, et al. // Molecules. 2021. Vol. 26(2). 504. DOI: 10.3390/molecules26020504.
2. Зубкова, М.И., Макаркина М.А., Князев С.Д. Оценка сортов земляники по биохимическим и органолептическим качествам ягод в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. №.4(85). С. 9-15. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.9
3. Volatile Profile of Strawberry Fruits and Influence of Different Drying Methods on Their Aroma and Flavor: A Review / D. Abouelenein, et al. // Molecules. 2023. Vol. 28(15). 5810. DOI: 10.3390/molecules28155810.

4. Genomic characterization of the fruity aroma gene, *FaFAD1*, reveals a gene dosage effect on γ -decalactone production in strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) / Y. Oh, et al. // *Frontiers in plant science*. 2021. Vol. 12. 639345. DOI: 10.3389/fpls.2021.639345.
5. Rey-Serra P., Mnejja M., Monfort A. Inheritance of esters and other volatile compounds responsible for the fruity aroma in strawberry // *Frontiers in plant science*. 2022. Vol. 13. 959155. DOI: 10.3389/fpls.2022.959155.
6. Characteristic-aroma-component-based evaluation and classification of strawberry varieties by aroma type / L. Sheng, et al. // *Molecules*. 2021. Vol. 26(20). 6219. DOI: 10.3390/molecules26206219.
7. A roadmap for research in octoploid strawberry / V.M. Whitaker, et al. // *Horticulture Research*. 2020. Vol. 7. 33. DOI: 10.1038/s41438-020-0252-1.
8. Почицкая И.М., Росляков Ю.Ф., Комарова Н.В., Рослик В.Л. Исследование компонентов, формирующих органолептические характеристики плодов и ягод // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. № 49(1). С. 50-61. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-50-61.
9. Cultivation conditions change aroma volatiles of strawberry fruit / Y. Li, et al. // *Horticulturae*. 2021. Vol. 7(4). 81. DOI: 10.3390/horticulturae7040081.
10. Isolation, cloning and expression of a multifunctional O-methyltransferase capable of forming 2, 5-dimethyl-4-methoxy-3 (2H)-furanone, one of the key aroma compounds in strawberry fruits / M. Wein, et al. // *The Plant Journal*. 2002. Vol. 31(6). P. 755-765. DOI: 10.1046/j.1365-313X.2002.01396.x.
11. Genetic analysis of strawberry fruit aroma and identification of O-methyltransferase *FaOMT* as the locus controlling natural variation in mesifurane content / Y. Zorrilla-Fontanesi, et al. // *Plant physiology*. 2012. Vol. 159(2). P. 851-870. DOI: 10.1104/pp.111.188318.
12. Genetic Analysis of Methyl Anthranilate, Mesifurane, Linalool, and Other Flavor Compounds in Cultivated Strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) / C.R. Barbey, et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. 615749. DOI: 10.3389/fpls.2021.615749.
13. Validation of a PCR test to predict the presence of flavor volatiles mesifurane and γ -decalactone in fruits of cultivated strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) / E. Cruz-Rus, et al. // *Molecular breeding*. 2017. Vol. 37(10). 131. DOI: 10.1007/s11032-017-0732-7.
14. Lyzhin A.S., Luk'yanchuk I.V., Zhbanova E.V. Polymorphism of the *FaOMT* and *FaFAD1* genes for fruit flavor volatiles in strawberry varieties and wild species from the genetic collection of the Michurin Federal Research Center // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. Vol. 24(1). P. 5-11. DOI: 10.18699/VJ20.588.
15. Лыжин А.С., Лукьянчук И.В. Анализ перспективных гибридных форм земляники по генам *FaOMT* и *FaFAD1* аромата плодов // *Таврический вестник аграрной науки*, 2021. № 3(27). С. 117-124. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-117-124.
16. Luk'yanchuk I. Molecular genetic analysis of strawberry genotypes for the *FaOMT* fruit aroma gene // *BIO Web Conf*. 2020. Vol. 25. 03003. DOI: 10.1051/bioconf/20202503003.

References

1. Identification of organic volatile markers associated with aroma during maturation of strawberry fruits / S.M. Padilla-Jiménez, et al. // *Molecules*. 2021. Vol. 26(2). 504. DOI: 10.3390/molecules26020504.
2. Zubkova, M.I., Makarkina MA, Knyazev S.D. Strawberry assessment for biochemical and organoleptic features of berries in the Orel region // *Bulletin of Agrarian Science*. 2020. № 4(85). P. 9-15. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.9. (*in Russian*)
3. Volatile Profile of Strawberry Fruits and Influence of Different Drying Methods on Their Aroma and Flavor: A Review / D. Abouelenein, et al. // *Molecules*. 2023. Vol. 28(15). 5810. DOI: 10.3390/molecules28155810.

4. Genomic characterization of the fruity aroma gene, *FaFAD1*, reveals a gene dosage effect on γ -decalactone production in strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) / Y. Oh, et al. // *Frontiers in plant science*. 2021. Vol. 12. 639345. DOI: 10.3389/fpls.2021.639345.
5. Rey-Serra P., Mnejja M., Monfort A. Inheritance of esters and other volatile compounds responsible for the fruity aroma in strawberry // *Frontiers in plant science*. 2022. Vol. 13. 959155. DOI: 10.3389/fpls.2022.959155.
6. Characteristic-aroma-component-based evaluation and classification of strawberry varieties by aroma type / L. Sheng, et al. // *Molecules*. 2021. Vol. 26(20). 6219. DOI: 10.3390/molecules26206219.
7. A roadmap for research in octoploid strawberry / V.M. Whitaker, et al. // *Horticulture Research*. 2020. Vol. 7. 33. DOI: 10.1038/s41438-020-0252-1.
8. Pochitskaya I.M., Roslyakov Y.F., Komarova N.V., Roslik V.L. Sensory Components of Fruits and Berries // *Food production: techniques and technology*. 2019. № 49(1). P. 50-61. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-50-61. (in Russian)
9. Cultivation conditions change aroma volatiles of strawberry fruit / Y. Li, et al. // *Horticulturae*. 2021. Vol. 7(4). 81. DOI: 10.3390/horticulturae7040081.
10. Isolation, cloning and expression of a multifunctional O-methyltransferase capable of forming 2, 5-dimethyl-4-methoxy-3 (2H)-furanone, one of the key aroma compounds in strawberry fruits / M. Wein, et al. // *The Plant Journal*. 2002. Vol. 31(6). P. 755-765. DOI: 10.1046/j.1365-313X.2002.01396.x.
11. Genetic analysis of strawberry fruit aroma and identification of O-methyltransferase *FaOMT* as the locus controlling natural variation in mesifurane content / Y. Zorrilla-Fontanesi, et al. // *Plant physiology*. 2012. Vol. 159(2). P. 851-870. DOI: 10.1104/pp.111.188318.
12. Genetic Analysis of Methyl Anthranilate, Mesifurane, Linalool, and Other Flavor Compounds in Cultivated Strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) / C.R. Barbey, et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. 615749. DOI: 10.3389/fpls.2021.615749.
13. Validation of a PCR test to predict the presence of flavor volatiles mesifurane and γ -decalactone in fruits of cultivated strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) / E. Cruz-Rus, et al. // *Molecular breeding*. 2017. Vol. 37(10). 131. DOI: 10.1007/s11032-017-0732-7.
14. Lyzhin A.S., Luk'yanchuk I.V., Zhibanova E.V. Polymorphism of the *FaOMT* and *FaFAD1* genes for fruit flavor volatiles in strawberry varieties and wild species from the genetic collection of the Michurin Federal Research Center // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. Vol. 24(1). P. 5-11. DOI: 10.18699/VJ20.588.
15. Lyzhin A.S., Lukyanchuk I.V. Analysis of promising strawberry hybrid forms by *FaOMT* and *FaFAD1* fruit aroma genes // *Taurida Herald of the Agrarian Science*. 2021. № 3(27). P. 117-124. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-117-124. (in Russian)
16. Luk'yanchuk I. Molecular genetic analysis of strawberry genotypes for the *FaOMT* fruit aroma gene // *BIO Web Conf*. 2020. Vol. 25. 03003. DOI: 10.1051/bioconf/20202503003.