

## ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ СЕМЕЙСТВА BRASSICACEAE

## EXPERIENCE IN GROWING MICROGREENS OF THE BRASSICACEAE FAMILY

**Ключевые слова:** выращивание микрозелени, функциональная пища, биологическая ценность, урожай, брокколи, редис, кресс-салат, руккола.

Производство съедобных растений в микромасштабах получает все большее распространение благодаря простоте управления ими, быстрому циклу, качеству урожая и фитохимической ценности съедобного продукта. Выращивать микрозелень можно в домашних условиях, обеспечивая потребности в большом количестве питательных веществ, что позволяет назвать ее суперпродуктом. Целью исследований являлось изучение технологии возделывания микрозелени семейства Brassicaceae на водном субстрате. Исследования проведены с марта 2021 по март 2022 г. на кафедре ландшафтной архитектуры Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии. Объектом исследований были семена культурных растений семейства Brassicaceae: Brassica oleracea Broccoli Group брокколи или спаржевая капуста сорт Фортуна, Raphanus sativus редис сорт Виолетта, Lepidium sativum кресс-салат сорт Данский и Eruca versicaria руккола сорт Сицилия. Выявлено, что из семян семейства Brassicaceae можно получать микрозелень через 6-12 дней. Такой продукт за короткий промежуток времени не успевает накапливать вредные вещества из атмосферы, что делает эту категорию свежих овощей идеальной для производства продуктов питания, предназначенных для очень чувствительных к нитратам потребителей. Установлено, что в зависимости от используемых семян изучаемых культур и их генотипа цикл выращивания микрозелени длится от 6 до 10 дней после прорастания. В зависимости от вида культуры ростки достигали высоты 5-10 см. Лабораторная всхожесть семян составляла 96-98%. Максимальная урожайность была сформирована на капусте брокколи. Показатели содержания сухого ве-

щества в побегах и корнях этой культуры составили 3,3 г/м<sup>2</sup>.

**Keywords:** growing microgreens, functional food, biological value, harvest, broccoli, radish, garden cress, arugula.

The production of edible plants on a microscale is getting popular due to their ease of management, fast cycle time, yield quality and phytochemical value of the edible product. Microgreens may be grown at home thus providing for high nutrient requirements and making them a superfood. The research goal was to study the technology of cultivation of microgreens of the Brassicaceae family on an aquatic substrate. The research was carried out from March 2021 through March 2022 at the Department of Landscape Architecture of the Kuzbass State Agricultural Academy. The research targets were the seeds of the following cultivated plants of the Brassicaceae family: sprouting broccoli variety Fortuna, radish variety Violetta, garden cress variety Dansky and arugula variety Sitsiliya. It has been found that it is possible to obtain microgreens from the seeds of the Brassicaceae family in 6-12 days. Such a product does not have time to accumulate harmful substances from the atmosphere in a short period of time which makes this category of fresh vegetables ideal for the production of food products intended for consumers who are very sensitive to nitrates. It has been found that depending on the seeds of the studied crops and their genotype, the microgreen growing cycle lasts from 6 to 10 days after germination. Depending on the species, the sprouts reached a height of 5-10 cm. The laboratory germination of seeds made 96-98%. The maximum yield was formed by broccoli. The dry matter content in the shoots and roots of this crop was 3.3 g m<sup>2</sup>.

**Кондратенко Екатерина Петровна**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: intermir42@mail.ru.

**Мирошина Татьяна Александровна**, к.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: intermir42@mail.ru.

**Витязь Светлана Николаевна**, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: intermir42@mail.ru.

**Kondratenko Ekaterina Petrovna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: intermir42@mail.ru.

**Miroshina Tatyana Aleksandrovna**, Cand. Pedagogic Sci., Assoc. Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: intermir42@mail.ru.

**Vityaz Svetlana Nikolaevna**, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: intermir42@mail.ru.

### Введение

В последние 20 лет наблюдается повышенный спрос на высококачественные овощи, что обусловлено растущим осознанием обществом их преимущества для здоровья, связанных с потреблением свежих продуктов с высокой питательной, функциональной ценностью и богатыми биологически активными соединениями, такими как ароматические вещества, фенольные кислоты и витамины. Микрозелень представляет собой новую функциональную пищу, характеризующуюся в целом более высоким содержанием фитонутриентов, чем их зрелые аналоги [1].

Рост продолжительности жизни и требовательный современный образ жизни делают все более привлекательными здоровые и сбалансированные диеты, основанные на потреблении овощей и фруктов. Высоким спросом пользуются функциональные, богатые фитонутриентами и в основном сырые продукты. Микрозелень представляет собой такую новую функциональную пищу, которая сочетает в себе высокую сенсорную и биоактивную ценность, что позволяет сравнивать ее с аналогами из зрелых листьев [2]. Микрозелень появилась в рационе человека как украшение кулинарных блюд благодаря своей форме, нежности и ярким цветам. В настоящее время она привлекает исследователей как нутрицевтик. Спрос на микрозелень растет на мировом рынке не только как на декоративный элемент кулинарных блюд, но и как суперпродукт с высоким содержанием полезных для здоровья человека веществ [3].

Микрозелень – это небольшие овощи, максимум 10 см в длину [4], относящиеся к травянистым, ароматическим и дикорастущим съедобным растениям [5]. Их выращивают до появления первых настоящих листьев, собирают через 7-21 день после посева в зависимости от вида [6]. Микрозелень принадлежит к семействам Brassicaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Amarillydaceae, Amaranthaceae и Cucurbitaceae [7]. Плотность посева микрозелени может варьироваться от 1 до 4 семян на 1 см<sup>2</sup>, а иногда увеличиваться вдвое. Более высокая плотность приведет к удлинению побегов и уменьшению циркулирующего воздуха, что будет способствовать развитию грибов. Некоторые виды прорастают без проблем, в то время как другие нуждаются в предпосевной обработке [1, 3]. Микрозелень выращивают как на открытом воздухе, так и в защищенных условиях

окружающей среды, в почвенных или беспочвенных системах. Наиболее часто используемые субстраты для производства микрозелени в основном состоят из торфа, но также распространены синтетические волокна (такие как минеральная вата или полиэтилентерефталат, ПЭТ) и натуральные волокна (джут, целлюлоза, хлопок, волокна конопли) [5]. В контролируемых условиях выращивания используются разные световые источники: металлогалогенные и люминесцентные лампы, лампы накаливания, натриевые лампы высокого давления.

В исследовании итальянских ученых изучалось влияние использования питательного раствора или только дистиллированной воды на нутрицевтические свойства микрозелени салата (*Lactuca sativa* L.), выращенной на торфяных субстратах. Их результаты показали, что микрозелень салата можно эффективно выращивать, используя только субстратные питательные вещества, что приводит к снижению урожая в свежем виде на 27%, но значительному увеличению общего количества аскорбиновой кислоты (+187%), антоцианов (+35%) и общего содержания фенольных кислот (+26%). Наибольший интерес вызывает практически полное отсутствие нитратов в микрозелени [1].

Производство съедобных растений в микромасштабах получает все большее распространение благодаря простоте управления ими, быстрому циклу, качеству урожая и фитохимической ценности съедобного продукта. Важно отметить, что микрозелень представляет собой возможность связать забытые и малоиспользуемые виды растений, питание, а также сельскохозяйственную и диетическую диверсификацию.

**Целью** исследований являлось изучение технологии возделывания микрозелени семейства Brassicaceae на водном субстрате.

### Объекты и методы

Исследования были проведены в течение 2021-2022 гг. на кафедре ландшафтной архитектуры Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии. Объектом исследований были семена культурных растений семейства Brassicaceae: капуста брокколи сорт Фортуна, редис сорт Виолетта, кресс-салат сорт Данский и руккола сорт Сицилия.

В опыте использовали откалиброванные семена, без болезней и вредителей, которые не протравливались химическими препаратами.

Посев семян осуществляли с марта 2021 г. по март 2022 г. в четырехкратной повторности. Норма высева семян составила 5 г на 75 см<sup>2</sup>. Растения выращивались при температуре +18...+24°C без дополнительного освещения на подоконнике. Минеральные удобрения не вносили. Для выращивания микрозелени использовалась гидропонная установка с применением двухканального компрессора на водопроводной воде, которая не содержала тяжелых металлов, загрязняющих веществ и патогенных микроорганизмов (кишечная палочка, сальмонелла). Для обеспечения хорошего прорастания корневой системы и оптимального роста и развития проростков уровень аэрации составлял 20-30% от общего объема. Среда для выращивания микрозелени имела значение – рН от 5,5 до 6,5. Энергию прорастания определяли для капусты брокколи и редиса на 3-и, кресс-салата – на 4-е и рукколы – на 7-е сутки; лабораторную всхожесть семян брокколи и кресс-салата определяли на 10-е, редиса – на 7-е и рукколы – на 14-е сут. в соответствии с ГОСТ 12038-84.

Цвет, запах, вкус микрозелени устанавливали по ГОСТ Р 54692-2011 (для брокколи), ГОСТ 34216-2017 (редис), ГОСТ 34215-2017 (кресс-салат и руккола). Также определялась густота посева (шт/см<sup>2</sup>). Сбор микрозелени проводили на 10-е сут., устанавливая ее урожайность. Сухое вещество в корнях и ростках опре-

деляли по ГОСТ 33977-2016, математическую обработку – по Б.А. Доспехову.

### Результаты и обсуждение

При производстве микрозелени качество семян имеет большое значение, так как от их качества зависят скорость и равномерность прорастания, а также конечный результат цикла выращивания. Для предотвращения заражения сорняками, которые могут оказаться несъедобными или ядовитыми, семена были без примеси, с чистотой 100%. Нами изучены посевные качества семян исследуемых культур. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Анализ результатов определения качества семян изучаемых культур позволил выявить, что показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести варьируют в пределах 86-94 и 96-98% соответственно, что свидетельствует о высоком биоэнергетическом потенциале посевного материала. Наибольшие значения лабораторной всхожести семян отмечены у капусты брокколи и рукколы, наименьшие – у кресс-салата.

В ходе анализа урожайности используемых для выращивания микрозелени растений установлено, что она зависит от вида культуры. Максимальная урожайность была сформирована на капусте брокколи. Показатели содержания сухого вещества в побегах и корнях этой культуры составили 3,3 г/м<sup>2</sup> (табл. 2).

Таблица 1

**Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян микрозелени, %, среднее за 2021-2022 гг.**

Культура	Сорт	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть
Капуста брокколи	Фортуна	94±2,0	98±2,0
Редис	Виолетта	86±1,5	96±1,5
Кресс-салат	Данский	89±3,0	98±3,0
Руккола	Сицилия	93±2,0	98±2,0

Таблица 2

**Урожайность микрозелени, среднее за 2021-2022 гг.**

Культура	Сорт	Густота посева, шт/см <sup>2</sup>	Сырая фитомасса, г/м <sup>2</sup>		Содержание сухого вещества, г/м <sup>2</sup>	
			побеги	корни	побеги	корни
Капуста брокколи	Фортуна	12	5,6±0,01	1,1±0,005	2,8±0,01	0,5±0,005
Редис	Виолетта	6	3,7±0,01	0,5±0,005	1,9±0,01	0,3±0,005
Кресс-салат	Данский	11	2,4±0,01	0,5±0,005	1,2±0,01	0,3±0,005
Руккола	Сицилия	12	1,3±0,01	0,3±0,005	0,7±0,01	0,1±0,005

Минимальная урожайность отмечалась на культуре руккола сорта Сицилия (рис.). Сырая фитомасса этой культуры и сухого вещества составляли 1,6 и 0,8 г/м<sup>2</sup> соответственно. Выявлено, что во всех вариантах опыта содержание воды в побегах и корнях микрорзелени больше в 2 раза по сравнению с сухой фитомассой в каждой исследуемой культуре.

Установлено сильное варьирование сырой масса и содержание сухих веществ по видам культуры. Таким образом, изученные показатели

сильно изменялись в зависимости от генотипических особенностей.

Установлено, что запах и вкус микрорзелени всех изучаемых культур был свойствен данным ботаническим сортам, без постороннего запаха и/или привкуса. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Ранее изученные показатели биологической ценности микрорзелени свидетельствуют о том, что капуста брокколи, редис, кресс-салат и руккола богаты полноценными белками, углеводами и обладают низкой калорийностью (табл. 5).

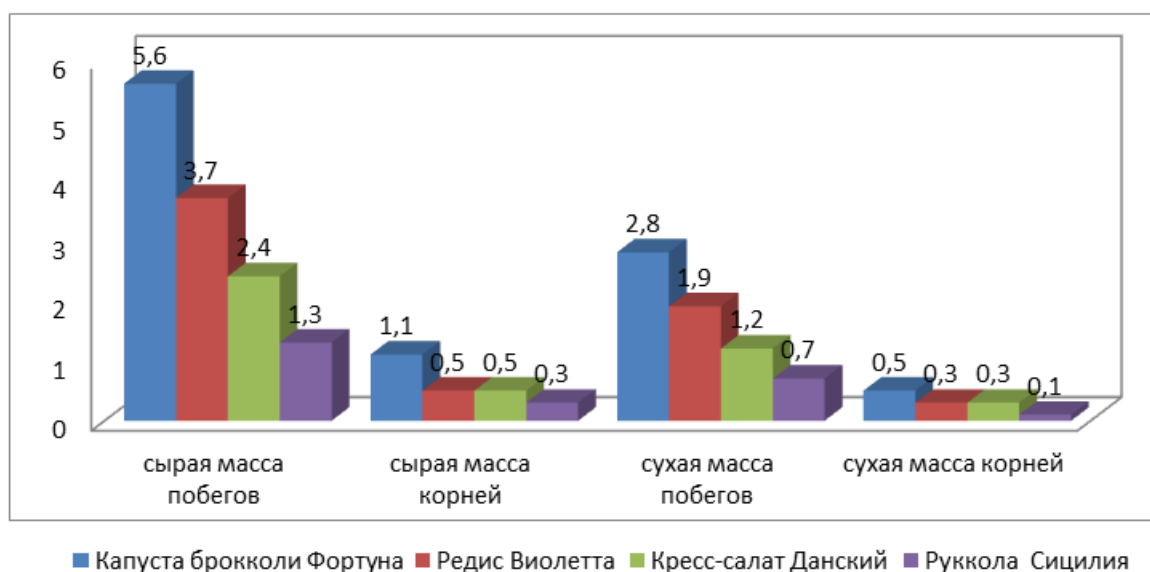


Рис. Урожайность микрорзелени, г/м<sup>2</sup>, среднее за 2021-2022 гг.

Таблица 3

Кoeffициент вариации в среднем по видам культуры

Показатели	max	min	Среднее	V, %
Густота посева	12	6	10,25	50,0
Сырая фитомасса	6,7	1,6	3,85	76,1
Содержание сухих веществ	3,3	0,8	1,95	75,7

Таблица 4

Органолептическая оценка, время прорастания и уборки урожая микрорзелени семейства Brassicaceae

Культура	Цвет	Вкус	Время прорастания, дн.	Уборка урожая, дн.
Капуста брокколи	Листья ярко-зеленые, стебли слегка розовые	С легкой горчинкой	1-2 дня	7-10
Редис	Листья зеленые, стебли белые	Острый	1-2 дня	6-7
Кресс-салат	Листья зеленые, стебли желтовато-белые	Перечный, острый	3-5	5-7
Руккола	Листья нежно-зеленые, стебли светло-пурпурные	Острый	2-3	7-10

В процессе выращивания максимальное накопление белков и углеводов отмечено в мик-

рорзелени капусты брокколи. Жира накапливается в процессе вегетации незначительное коли-

чество в изучаемых культурах – от 0,1 до 0,7 г на 100 г продукта. Калорийность на 100 г продукта составляет в зависимости от вида культуры от 14,9 до 34 ккал. Кроме того, согласно утверждениям Xiao et al. [8], микрозелень Brassicaceae является хорошим источником антиоксидантных фитохимических веществ, хотя есть существенные различия внутри и между

видами. Она является ценным источником аскорбиновой кислоты, филлохинона, каротиноидов, токоферолов, глюкозинолатов и полифенолов. В целом микрозелень содержит большее количество питательных веществ и полезных для здоровья людей микроэлементов, чем их зрелые аналоги.

Таблица 5

**Содержание белков, жиров и углеводов в микрозелени**

Культура	Содержание, г/100 г			Энергетическая ценность, ккал
	белки	жиры	углеводы	
Капуста брокколи	3,0	0,4	7,0	34,0
Редис	1,1	0,1	2,4	14,9
Кресс-салат	2,6	0,7	5,5	32,0
Руккола	2,6	0,7	2,1	25,0

**Выводы**

В результате научных исследований установлено, что из семян семейства Brassicaceae можно получать через 6-12 дней микрозелень. Такой продукт за короткий промежуток времени не успевает накапливать вредные вещества из атмосферы. При выращивании микрозелени не нужно применять минеральные удобрения, пестициды и, таким образом, можно получать экологически чистую, биологически полезную продукцию с невысокими материальными затратами.

Установлено, что в зависимости от используемых семян изучаемых культур и их генотипа цикл выращивания микрозелени длится от 6 до 10 дней после прорастания. В зависимости от вида культуры ростки достигали высоты 5-10 см. Лабораторная всхожесть составляла 96-98%. Максимальная урожайность была сформирована на капусте брокколи. Показатели содержания сухого вещества в побегах и корнях этой культуры составили 3,3 г/м<sup>2</sup>. Минимальная урожайность отмечалась на культуре руккола сорта Сицилия. Сырая фитомасса этой культуры и сухого вещества составляли 1,6 и 0,8 г/м<sup>2</sup> соответственно.

**Библиографический список  
References**

1. Pannico, Antonio & Graziani, Giulia & El-Nakhel, Christophe & Giordano, Maria & Ritieni, Alberto & Kyriacou, Marios & Rouphael, Youssef. (2021). Nutritional stress suppresses nitrate content and positively impacts ascorbic acid concentration

and phenolic acids profile of lettuce microgreens. *Italus Hortus*. 27. 41-52. DOI: 10.26353/j.itahort/2020.3.4152.

2. Kondratenko E. P. Microgreens - biologically complete product of the XXI century / E. P. Kondratenko, S. N. Vityaz, T. A. Miroshina and A.S. Kuznetsov. *BIO Web Conf.*, 42 (2022) 01002 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224201002>.

3. Giordano, Maria & El-Nakhel, Christophe & Ciriello, Michele & Nocerino, S. & Kyriacou, Marios & De Pascale, Stefania & Rouphael, Youssef. (2021). Brassicaceae genotype background dominates the qualitative and mineral profile of six microgreens species grown in controlled environment. *Acta Horticulturae*. 243-250. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1321.32.

4. Rocchetti, G., Tomas, M., Zhang, L., Zengin, G., Lucini, L., and Capanoglu, E. (2020). Red beet (*Beta vulgaris*) and amaranth (*Amaranthus* sp.) microgreens: effect of storage and in vitro gastrointestinal digestion on the untargeted metabolomic profile. *Food Chem* 332, 127415. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127415>.

5. Kyriacou, M.C., El-Nakhel, C., Pannico, A., Graziani, G., Soteriou, G.A., Giordano, M., Palladino, M., Ritieni, A., De Pascale, S., and Rouphael, Y. (2020). Phenolic constitution, phytochemical and macronutrient content in three species of microgreens as modulated by natural fiber and synthetic substrates. *Antioxidants (Basel)*. 9 (3), 252. <https://doi.org/10.3390/antiox9030252>.

6. Ghora, M.D., Babu, D.R., and Srividya, N. (2020). Nutrient composition, oxalate content and nutritional ranking of ten culinary microgreens. *J.*

*Food Compos. Anal.* 91, 103495.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103495>.

7. Caracciolo, F., El-Nakhel, C., Raimondo, M., Kyriacou, M.C., Cembalo, L., De Pascale, S., and Rouphael, Y. (2020). Sensory attributes and consumer acceptability of 12 microgreens species.

*Agronomy (Basel)*. 10 (7), 1043  
<https://doi.org/10.3390/agronomy10071043>.

8. Xiao Z., Rausch S. R., Luo Y., Sun J., Yu L., Wang Q., Stommel J. R., *LWT - Food Science and Technology*, 101, 731-737 (2019).



УДК 582.973:631.527:470.54

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-24-28

Н.С. Евтушенко, С.А. Макаренко, А.В. Шмыгов

N.S. Evtushenko, S.A. Makarenko, A.V. Shmygov

## СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДНЫХ СЕМЕЙ ЖИМОЛОСТИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

### BREEDING EVALUATION OF HYBRID HONEYSUCKLE FAMILIES IN THE MIDDLE URALS

**Ключевые слова:** жимолость синяя, *Lonicera caerulea* L., селекция, гибридизация, гибридные сеянцы, крупноплодность, устойчивость сеянцев к тле.

Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L., *Caprifoliaceae*) – перспективная ягодная культура. В настоящее время находится на этапе широкого внедрения в промышленное производство, которое предъявляет особые требования к новым сортам. Потенциальные возможности культуры далеко не исчерпаны, что вызывает большой интерес к жимолости у селекционеров как в Российской Федерации, так и за рубежом. Объектом наших исследований служили сеянцы трех семей жимолости, полученные из семян от свободного опыления сортоформ I-9-4, I-15-19 и Сибирячка селекции ОГУП «Бакчарское». Перспективность семей оценивалась по количеству и качеству выделенных из них отборных гибридных сеянцев. Учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам. По комплексу признаков (величине и массе плода, урожайности, зимостойкости, вкусу плодов, общему состоянию растений, габитусу куста) выделено 10 отборных сеянцев. Отдельные гибридные сеянцы в засушливый год по массе плодов превзошли современные крупноплод-

ные сорта, выращиваемые в одинаковых полевых условиях, что свидетельствует о наличии у жимолости синей потенциала крупноплодности для получения новых форм, превосходящих по данному признаку районированные сорта.

**Keywords:** sweet-berry honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.), plant breeding, hybridization, hybrid seedlings, fruit weight, large-fruit trait, aphid resistance.

Sweet-berry honeysuckle (*Lonicera caerulea* L., *Caprifoliaceae*) is a promising berry crop. Commercial berry production imposes special requirements on new varieties. The possibilities of honeysuckle breeding are unrestricted, and there is interest in honeysuckle not only in Russia, but in other countries. The research targets were seedlings of three hybrid families of honeysuckle. They were obtained by free pollination of varieties I-9-4, I-15-19, and Sibiryachka from the company OGUP "Bakcharskoe". Ten selected seedlings were identified for the complex of traits: fruit size and weight, yield, winter hardiness, fruit taste, general condition of plants, and bush habit. Some hybrid seedlings on dry years surpassed modern large-fruited varieties grown under the same field conditions in terms of fruit weight.

**Евтушенко Надежда Степановна**, к.с.-х.н., ст. науч. сотр., ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН», г. Екатеринбург, Российская Федерация, e-mail: sadovodnauka@mail.ru.

**Макаренко Сергей Александрович**, д.с.-х.н., гл. науч. сотр., ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН», г. Екатеринбург, Российская Федерация, e-mail: sadovodnauka@mail.ru.

**Шмыгов Александр Васильевич**, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН», г. Екатеринбург, Российская Федерация, e-mail: sadovodnauka@mail.ru.

**Evtushenko Nadezhda Stepanovna**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg, Russian Federation, e-mail: sadovodnauka@mail.ru.

**Makarenko Sergey Aleksandrovich**, Dr. Agr. Sci., Chief Researcher, Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg, Russian Federation, e-mail: sadovodnauka@mail.ru.

**Shmygov Aleksandr Vasilevich**, Junior Researcher, Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg, Russian Federation, e-mail: sadovodnauka@mail.ru.