

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ / PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.16>

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА МОРФОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA* × *ANANASSA DUCH.*) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Научная статья

Каширина К.А.<sup>1</sup>, Булдаков С.А.<sup>2</sup> \*

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0006-0646-3593;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-1566-1402;

<sup>1,2</sup> Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Южно-Сахалинск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (sarsarsar88[at]mail.ru)

**Аннотация**

В публикации приведены данные по влиянию регуляторов роста 6-БАП (6-бензиламинопурина) и ИМК (индолил-3-масляная кислота) в разных концентрациях на рост и развитие эксплантов земляники садовой сорта Наше Подмосковье в культуре *in vitro*. Изучаемые регуляторы роста добавлялись в питательную среду на основе Мурасиге-Скуга в целях ускорения развития микрорастений и увеличения коэффициента размножения. Установлено, что ИМК в зависимости от концентрации (0,125-0,5 мг/л) увеличивает высоту растений от 14,6 до 36,9%, соответственно, применение 6-БАП в количестве 1 мг/л до 13,1%. Количество побегов и коэффициент размножения по вариантам составлял 2,72-3,51 шт., с максимальным значением на ИМК 0,25 мг/л (прибавка к контролю 29%). Существенное увеличение числа листьев было в вариантах с ИМК 0,125 и 0,25 мг/л, что соответствует прибавке – на 21,9 и 28,7%, при этом наиболее мощная биомасса (больше контроля на 69,2%) была при использовании ИМК 0,25 мг/л. В целом индолил-3-масляная кислота в количестве 0,25 мг, добавленная на 1 л питательной среды, оказала наибольший стимулирующий эффект на рост и развитие микрорастений земляники садовой и может быть рекомендована к применению на этапе массового размножения.

**Ключевые слова:** земляника садовая, *in vitro*, микрорастения, регулятор роста.

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON MORPHOGENESIS OF GARDEN STRAWBERRY (*FRAGARIA* × *ANANASSA DUCH.*) PLANTS IN *IN VITRO* CULTURE

Research article

Kashirina K.A.<sup>1</sup>, Buldakov S.A.<sup>2</sup> \*

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0006-0646-3593;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-1566-1402;

<sup>1,2</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation

\* Corresponding author (sarsarsar88[at]mail.ru)

**Abstract**

This publication presents data on the effect of growth regulators 6-BAP (6-benzylaminopurine) and IMC (indolyl-3-butyric acid) in different concentrations on the growth and development of strawberry explants of the garden variety Nashe Podmoskovye in *in vitro* culture. The studied growth regulators were added to Murashige and Skoog-based nutrient medium in order to accelerate the development of microplants and increase the reproduction rate. It was found that IA depending on the concentration (0.125-0.5 mg/L) increased plant height from 14.6 to 36.9%, respectively, application of 6-BAP at 1 mg/L to 13.1%. The number of shoots and multiplication ratio of the variants was 2.72-3.51, with maximum value at IA 0.25 mg/l (29% increase over control). A significant increase in the number of leaves was in the variants with IA 0.125 and 0.25 mg/l, corresponding to a gain of 21.9 and 28.7%, with the most vigorous biomass (greater than the control by 69.2%) when IMC 0.25 mg/l was used. In general, indolyl-3-butyric acid in the amount of 0.25 mg added per 1 litre of nutrient medium had the greatest stimulating effect on the growth and development of garden strawberry microplants and can be recommended for use at the stage of mass reproduction.

**Keywords:** garden strawberry, *in vitro*, microplants, growth regulator.

**Введение**

Производство ягодной продукции как в стране, так и в Сахалинской области ежегодно возрастает. Из всего широкого видового разнообразия наибольшую долю представляет земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Увеличение площадей под ягодники требует от сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств закупку посадочного материала или самостоятельное его выращивание. При этом из большого сортового разнообразия высокой популярностью пользуются сорта со слабой усобразовательной способностью [1], [2]. Поэтому для их быстрого размножения применяют биотехнологический способ или микрклональное размножение в культуре *in vitro*, который широко себя зарекомендовал в зарубежных странах. Такой современный метод дает ряд преимуществ: быстрое получение однородного посадочного материала, исключение вирусных инфекций, экономическая выгода [3], [4], [5].

Многие исследования направлены на поиск новых и усовершенствование традиционных приемов размножения земляники садовой. Один из наиболее популярных – это применение регуляторов роста разной направленности действия [6], [7], [8]. Так, например, на первых этапах размножения рекомендуют использовать регулятор роста ауксиновой природы индолил-3-масляную кислоту (или ИМК) в концентрации 1,0 мг/л, что позволяет увеличить ростовые процессы у растений. Также часто применяют цитокининовый фитогормон 6-БАП (6-бензиламинопурин), который эффективен для увеличения коэффициента размножения в дозах у разных исследователей от 0,5 до 1,5 мг/л в зависимости от сорта [9], [10], [11], [12]. Учитывая, что одни и те же вещества в одинаковых концентрациях по-разному действуют на микрорастения у разных сортов, требуется определять оптимальную дозу для каждого сорта.

Цель работы – изучить влияние регуляторов роста растений на ускоренное размножение земляники садовой в культуре *in vitro*

### Методы и принципы исследования

Опыт по определению действия регуляторов роста на морфогенез земляники садовой проведен в биотехнологической лаборатории СахНИИСХ – филиала ВИР за период 2023-2024 гг. В качестве объекта исследований служил сорт земляники садовой – Наше Подмосковье (включен в реестр селекционных достижений РФ в 2021 г; патентообладатели ФГБНУ ФНЦ Садоводства и ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»), среднераннего срока созревания. За основу был взят классический рецепт питательной среды Мурасиге-Скуга (сокр. – МС), в которой добавлялись регуляторы роста в следующих соотношениях:

1. Контроль (МС + 6-БАП 0,5 мг/л).
2. МС + 6-БАП 1 мг/л.
3. МС + ИМК 0,5 мг/л.
4. МС + ИМК 0,25 мг/л.
5. МС + ИМК 0,125 мг/л.

В последующем в стерильных условиях бокса в пробирку каждого варианта помещался эксплант земляники садовой. Расчеренкованные штативы помещались в фитотрон на 28 дней с условиями выращивания: температура +22-24 °С, влажность воздуха 60%, освещенность 3600 Лк, фотопериод 16 часов. Наблюдения состояли из измерений высоты растений, количества побегов и листьев. В конце эксперимента определяли общий вес микрорастений.

Статистическая обработка данных сделана с использованием пакета анализа в программе Microsoft Excel.

### Основные результаты

Исследуемые препараты в разных концентрациях оказали существенное влияние на высоту микрорастений земляники садовой с первых дней роста (таблица 1).

На вторую неделю изучаемые регуляторы роста имели разнонаправленное действие. Высокая доза ИМК 0,5 мг/л немного замедляла рост растений на 3%. Понижения концентрации индолил-3-масляной кислоты до 0,25 мг/л оказало наибольшее стимулирующее влияние на увеличение высоты растений – на 17,8% от контроля. Через неделю во всех вариантах ИМК произошло улучшение показателей, с максимальной прибавкой на 30% в дозе 0,25 мг/л. К концу опыта установленная доза увеличивала высоту земляники садовой на 36,9%. При этом удвоение концентрации ИМК или ее двойное уменьшение были менее эффективны в 2,3 и 2,5 раза. Также 6-БАП в количестве 1 мг/л оказал благоприятное влияние на рост растений на каждую дату наблюдений в 13,1-13,8% от контроля.

Таблица 1 - Влияние регуляторов роста растений на высоту микрорастений земляники садовой в культуре *in vitro*

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.16.1>

| Вариант                   | 14 день |                 | 21 день |                 | 28 день |                 |
|---------------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
|                           | см      | ± к контролю, % | см      | ± к контролю, % | см      | ± к контролю, % |
| Контроль (6-БАП 0,5 мг/л) | 1,01    | -               | 1,20    | -               | 1,30    | -               |
| 6-БАП 1 мг/л              | 1,15    | 13,8            | 1,36    | 13,3            | 1,47    | 13,1            |
| ИМК 0,5 мг/л              | 0,98    | -3,0            | 1,19    | -0,8            | 1,51    | 16,2            |
| ИМК 0,25 мг/л             | 1,19    | 17,8            | 1,56    | 30,0            | 1,78    | 36,9            |
| ИМК 0,125 мг/л            | 1,05    | 4,0             | 1,30    | 8,6             | 1,49    | 14,6            |
| НСР <sub>05</sub>         | 0,10    | -               | 0,11    | -               | 0,15    | -               |

Количество образованных побегов имеет аналогичную тенденцию как в высоте микрорастений. Двойная концентрация 6-БАП с 21 дня существенно стимулировала регенерацию побегов с максимальным эффектом на 28 день

наблюдений до 16,9% от контроля. Среди доз ИМК выделялась 0,25 мг/л, которая показала свою эффективность с первых дней опыта с максимальной прибавкой в 29% от контроля на 28 день (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние регуляторов роста растений на количество побегов микрорастений земляники садовой в культуре *in vitro*

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.16.2>

| Вариант                   | 14 день |                 | 21 день |                 | 28 день |                 |
|---------------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
|                           | шт.     | ± к контролю, % | шт.     | ± к контролю, % | шт.     | ± к контролю, % |
| Контроль (6-БАП 0,5 мг/л) | 2,40    | -               | 2,47    | -               | 2,72    | -               |
| 6-БАП 1 мг/л              | 2,37    | -1,3            | 2,79    | 13,0            | 3,18    | 16,9            |
| ИМК 0,5 мг/л              | 2,02    | -15,8           | 2,20    | -10,9           | 2,73    | 0,4             |
| ИМК 0,25 мг/л             | 2,76    | 15,0            | 3,11    | 25,9            | 3,51    | 29,0            |
| ИМК 0,125 мг/л            | 2,44    | 1,7             | 2,82    | 14,2            | 3,16    | 16,2            |
| НСР <sub>05</sub>         | 0,28    | -               | 0,30    | -               | 0,33    | -               |

Регуляторы роста оказали влияние на листообразование. За первые 2 недели роста количество листьев на одно микрорастение в среднем составляло по вариантам от 4,64 до 6,16 шт. Во всех исследуемых дозах наблюдалось ингибирование показателя до 18,5%. Только ИМК (0,25 мг/л) имел положительную тенденцию к увеличению количества листьев – на 5,3% от контроля (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние регуляторов роста растений на число листьев микрорастений земляники садовой в культуре *in vitro*

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.16.3>

| Вариант                   | 14 день |                 | 21 день |                 | 28 день |                 |
|---------------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
|                           | шт.     | ± к контролю, % | шт.     | ± к контролю, % | шт.     | ± к контролю, % |
| Контроль (6-БАП 0,5 мг/л) | 5,69    | -               | 6,18    | -               | 6,61    | -               |
| 6-БАП 1 мг/л              | 5,34    | -6,2            | 6,14    | -0,6            | 6,66    | 0,8             |
| ИМК 0,5 мг/л              | 4,64    | -18,5           | 5,48    | -11,3           | 6,75    | 2,1             |
| ИМК 0,25 мг/л             | 6,16    | 8,3             | 7,75    | 25,4            | 8,51    | 28,7            |
| ИМК 0,125 мг/л            | 5,62    | -1,2            | 7,00    | 13,3            | 8,06    | 21,9            |
| НСР <sub>05</sub>         | 0,60    | -               | 0,70    | -               | 0,79    | -               |

На 21 день произошло выделение вариантов ИМК в дозах 0,125 и 0,25 мг/л, под действием которых получено существенное увеличение числа листьев на 0,82 и 1,57 шт. В других исследуемых вариантах значения на уровне контроля как при 6-БАП (1 мг) или ниже – на 11,3% с ИМК (0,5 мг/л). На последний день наблюдений наиболее обильными были те же варианты (ИМК 0,125 и 0,25 мг/л), при этом прибавка достигала своей максимальной цифры в 21,9 и 28,7%.

Более развитые растения земляники по основным биометрическим характеристикам не всегда имели большую биомассу (рисунок 1).

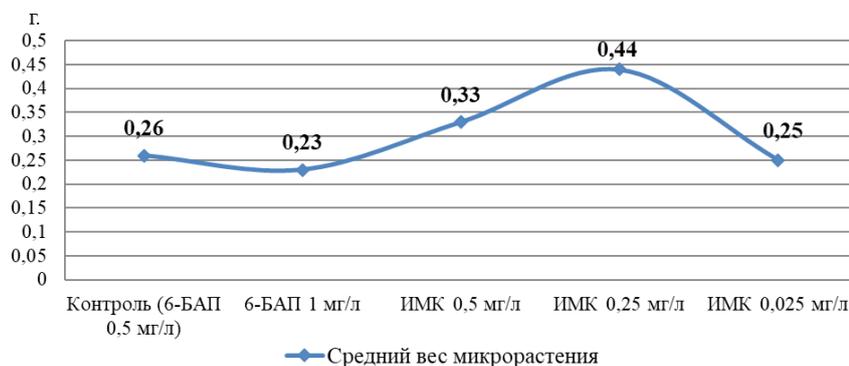


Рисунок 1 - Средний вес микрорастений земляники садовой в зависимости от применяемого регулятора роста  
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.16.4>

Средний вес одного микрорастения находился в пределах 0,23-0,44 г. Наиболее существенная прибавка по сравнению с контролем была с применением ИМК 0,5 и 0,25 мг/л, что соответствовало 26,9 и 69,2%. Остальные варианты были на уровне контроля. Существенное изменение веса с ИМК связано также с образованием корней, которые добавляют дополнительный вес к биомассе.

### Обсуждение

Наибольшее значение при микроклональном размножении в период активного тиражирования исходного материала имеет коэффициент размножения, который пропорционален количеству образованных побегов. Значения колеблются в зависимости от сортовых особенностей и состава питательной среды и в среднем могут составлять от 1,6 до 7,5 ед. В целом земляника садовая сорта Наше Подмосковье имеет среднюю побегообразовательную способность в 2,7 ед. При этом повешенная доза 6-БАП увеличивает коэффициент до 3,2 ед. Модифицированная питательная среда с добавлением ИМК имеет коэффициент размножения от 2,7 до 3,5 ед., наибольшее количество заложенных почек побегов достигается с применением ИМК 0,25 мг/л.

На четвертую неделю на вариантах с ИМК наблюдались первые признаки ризогинеза, которые распределялись в зависимости от дозы с максимальным количеством корней и их длины в дозе 0,25 мг/л. Поэтому индолил-3-масляная кислота перспективна в дальнейших исследованиях в целях применения на этапе адаптации и укоренения растений в субстрат.

### Заключение

В результате полученных данных исследуемые регуляторы роста (6-БАП и ИМК) в изучаемых концентрациях имели неоднозначное действие на биометрические показатели микрорастений земляники садовой в течение периода вегетации. Наибольшая отзывчивость на препараты достигается к 28 дню опыта. Стимуляторы роста положительно влияли на достоверное увеличение к контролю: высоты растений 14,6-36,9%, количества побегов 16,2-29,0%, числа листьев 21,9-28,7%.

Наиболее эффективный регулятор роста по всем исследуемым параметрам был ИМК 0,25 мг/л, что подтверждает и максимальный показатель биомассы микрорастения земляники садовой в 0,44 г. Поэтому для земляники садовой сорта Наше Подмосковье наиболее целесообразно применять ИМК в количестве 0,25 мг при добавлении на 1 л питательной среды на этапе массового размножения, что существенно увеличивает коэффициент размножения земляники садовой в 1,3 раза.

### Благодарности

Авторы выражают благодарность Правительству Сахалинской области за оказанную финансовую поддержку молодых ученых в проведении и обнародовании исследований.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Acknowledgement

The authors express their gratitude to the Government of Sakhalin Oblast for the financial support of young scientists in conducting and publicizing the research.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Дунаева С.Е. Образцы ягодных и плодовых культур и их дикорастущих родичей в коллекции *in vitro* ВИР / С.Е. Дунаева, С.Ю. Орлова, О.А. Тихонова [и др.] // Биотехнология и селекция растений. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 43–51.

2. Барсукова Е.Н. Перспективы выращивания земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в Приморском крае с использованием микроклонального размножения / Е.Н. Барсукова, Т.Н. Чекушкина // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. — 2021. — № 3 (217). — С. 45–51.
3. Banerjee D. Micro propagation on strawberry: a review / D. Banerjee, V. Singh, R. Thakur // E3S Web of Conferences. — 2023. — Vol. 453. — P. 01019.
4. Ambros E. Silicon chelates from plant waste promote in vitro shoot production and physiological changes in strawberry plantlets / E. Ambros, E. Karpova, O. Kotsupiy [et al.] // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. — 2021. — Vol. 145. — № 2. — P. 209–221.
5. Karpushina M.V. Comparative assessment of the efficiency of propagation of strawberry varieties under in vitro conditions / M.V. Karpushina, M.A. Amosova // Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia. — 2023. — № 79 (1). — P. 82–92.
6. Маркова М.Г. Влияние регулятора роста НВ-101 и экспериментальных светодиодных фитооблучателей на ризогенез земляники садовой (*Fragaria ananassa* Duch) в условиях in vitro / М.Г. Маркова, Е.Н. Сомова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 4 (60). — С. 28–33.
7. Амброс Е.В. Влияние антиоксидантов и регуляторов роста на органогенез побегов в культуре апикальных меристем *Fragaria × ananassa* (Duchesne ex weston) / Е.В. Амброс, Е.И. Чертенкова, С.Ю. Толузакова [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. — 2021. — Т. 11. — № 4 (39). — С. 549–560.
8. Маркова М.Г. Совершенствование клонального микроразмножения ягодных культур / М.Г. Маркова, Е.Н. Сомова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2021. — Т. 16. — № 1 (61). — С. 39–44.
9. Мацнева О.В. Влияние регуляторов роста на укоренение земляники садовой in vitro / О.В. Мацнева, Л.В.Ташматова, Т.М. Хромова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2022. — № 3. — С. 57–60.
10. Карпушина М.В. Технологический процесс микроклонального размножения посадочного материала земляники садовой сорта Мальвина / М.В. Карпушина, М.А. Амосова // Плодоводство и виноградарство Юга России. — 2022. — № 78 (6). — С. 263–274.
11. Макаров С.С. Оценка влияния регуляторов роста цитокининовой группы на морфогенез растений земляники крупноплодной гибрида F1 всемирный дебют при размножении методом in vitro / С.С. Макаров, А.И. Чудецкий, А.А. Панкратова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 6 (74). — С. 50–52.
12. Есаулко А.Н. Изучение эффективности новых питательных сред для производства растений земляники in vitro / А.Н. Есаулко, А.К. Раджабов, Т.С. Айсанов [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2022. — № 5. — С. 21–34.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Dunaeva S.E. Obrazcy jagodnyh i plodovyh kul'tur i ih dikorastushhih rodichej v kollekcii in vitro VIR [Samples of berry and fruit crops and their wild relatives in the in vitro VIR collection] / S.E. Dunaeva, S.Ju. Orlova, O.A. Tihonova [et al.] // Biotehnologija i selekcija rastenij [Biotechnology and Plant Breeding]. — 2018. — Vol. 1. — № 1. — P. 43–51. [in Russian]
2. Barsukova E.N. Perspektivy vyrashhivaniya zemljaniki sadovoj (*Fragaria × ananassa* Duch.) v Primorskom krae s ispol'zovaniem mikroklonal'nogo razmnozhenija [Prospects for the cultivation of garden strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) in the Primorsky Territory using microclonal reproduction] / E.N. Barsukova, T.N. Chekushkina // Vestnik Dal'nevostochnogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences]. — 2021. — № 3 (217). — P. 45–51. [in Russian]
3. Banerjee D. Micro propagation on strawberry: a review / D. Banerjee, V. Singh, R. Thakur // E3S Web of Conferences. — 2023. — Vol. 453. — P. 01019.
4. Ambros E. Silicon chelates from plant waste promote in vitro shoot production and physiological changes in strawberry plantlets / E. Ambros, E. Karpova, O. Kotsupiy [et al.] // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. — 2021. — Vol. 145. — № 2. — P. 209–221.
5. Karpushina M.V. Comparative assessment of the efficiency of propagation of strawberry varieties under in vitro conditions / M.V. Karpushina, M.A. Amosova // Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia. — 2023. — № 79 (1). — P. 82–92.
6. Markova M.G. Vlijanie reguljatora rosta NV-101 i jeksperimental'nyh svetodiodnyh fitoobluchatelej na rizogenez zemljaniki sadovoj (*Fragaria ananassa* Duch) v uslovijah in vitro [Influence of the growth regulator NV-101 and experimental LED phyto-emitters on the rhizogenesis of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) in vitro] / M.G. Markova, E.N. Somova // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy]. — 2019. — № 4 (60). — P. 28–33. [in Russian]
7. Ambros E.V. Vlijanie antioksidantov i reguljatorov rosta na organogenez pobegov v kul'ture apikal'nyh meristem *Fragaria × ananassa* (Duchesne ex weston) [Influence of antioxidants and growth regulators on the organogenesis of shoots in the culture of apical meristems *Fragaria × ananassa* (Duchesne ex weston)] / E.V. Ambros, E.I. Chertenkova, S.Ju. Toluzakova [et al.] // Izvestija vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija [News of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. — 2021. — Vol. 11. — № 4 (39). — P. 549–560. [in Russian]
8. Markova M.G. Sovershenstvovanie klonal'nogo mikrorazmnozhenija jagodnyh kul'tur [Improvement of clonal micro-propagation of berry crops] / M.G. Markova, E.N. Somova // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Kazan State Agrarian University]. — 2021. — Vol. 16. — № 1 (61). — P. 39–44. [in Russian]
9. Macneva O.V. Vlijanie reguljatorov rosta na ukorenenie zemljaniki sadovoj in vitro [Influence of growth regulators on the rooting of garden strawberries in vitro] / O.V. Macneva, L.V.Tashmatova, T.M. Hromova // Vestnik rossijskoj sel'skohozjajstvennoj nauki [Bulletin of the Russian Agricultural Science]. — 2022. — № 3. — P. 57–60. [in Russian]

10. Karpushina M.V. Tehnologicheskij process mikroklonal'nogo razmnozhenija posadochnogo materiala zemljaniki sadovoj sorta Mal'vina [Technological process of microclonal reproduction of planting material of strawberry garden variety Malvina] / M.V. Karpushina, M.A. Amosova // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii* [Fruit Growing and Viticulture of the South of Russia]. — 2022. — № 78 (6). — P. 263–274. [in Russian]

11. Makarov S.S. Ocenka vlijanija reguljatorov rosta citokininovoj gruppy na morfogenez rastenij zemljaniki krupnoplodnoj gibrida F1 vseмирnyj debut pri razmnozhenii metodom in vitro [Assessment of the effect of cytokinin group growth regulators on the morphogenesis of large-fruited strawberry plants of the F1 hybrid world debut in in vitro reproduction] / S.S. Makarov, A.I. Chudeckij, A.A. Pankratova // *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. — 2018. — № 6 (74). — P. 50–52. [in Russian]

12. Esaulko A.N. Izuchenie jeffektivnosti novyh pitatel'nyh sred dlja proizvodstva rastenij zemljaniki in vitro [Studying the effectiveness of new nutrient media for the production of strawberry plants in vitro] / A.N. Esaulko, A.K. Radzhabov, T.S. Ajsanov [et al.] // *Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii* [Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy]. — 2022. — № 5. — P. 21–34. [in Russian]