

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108>

ИНТРОДУКЦИЯ КНЯЖЕНИКИ САДОВОЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Научная статья

Петрова И.И.^{1*}, Сивцев В.В.², Владимирова С.А.³, Слепцова Н.А.⁴, Захарова С.А.⁵, Петрова Н.И.⁶¹ORCID : 0009-0006-1716-7810;³ORCID : 0009-0008-5580-4934;^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ivanovna06[at]mail.ru)

Аннотация

В связи с потребностью в новых сортах ягодных культур и новых источниках природных витаминов отмечается внимание к проблемам выращивания княженики садовой. Природно-климатические условия Якутии весьма подходят княженике арктической, поскольку растение хорошо выдерживает холодные условия, заморозки, устойчиво к вредителям, зимние низкие температуры переносит под покровом снега. Цель исследования: изучить возможности интродукции княженики садовой в условиях криолитозоны. Проблема заключается в необходимости массового выращивания княженики арктической в культуре для удовлетворения нужд населения и малоизученностью и недостаточными исследованиями по введению в культуру ее в условиях криолитозоны. Исследования по микроразведению княженики *in vitro* проводились в Биоклональной и генетической лаборатории ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ. Опытным путем изучены три сорта княженики садовой, рассмотрена их морозостойкость, возможности получения здоровых материалов из саженцев княженики путем выращивания на питательной среде Мурасиге-Скуга, исследованы особенности интродукции новых для криолитозоны сортов княженики садовой: Анна, Астра, Элпе. Наибольшим процентом выживаемости в ходе микроразмножения на питательной среде обладает сорт княженики Астра – 28%. Для получения здорового и качественного посадочного материала эффективно размножение с использованием биотехнологий на питательной среде с добавлением регуляторов корнеобразования ИУК. Здоровые укорененные черенки при высадке *ex vitro* приживаются 100%. Интродуцированные с южных регионов хорошо выдерживают заморозки, зимостойки. Княженику садовую можно использовать в качестве эффектного почвопокровного растения.

Ключевые слова: княженика, интродукция, криолитозона, микроклональное размножение.

INTRODUCTION OF CULTIVATED ARCTIC RASPBERRY IN CRYOLITHOZONE CONDITIONS

Research article

Petrova I.I.^{1*}, Sivtsev V.V.², Vladimirova S.A.³, Sleptsova N.A.⁴, Zakharova S.A.⁵, Petrova N.I.⁶¹ORCID : 0009-0006-1716-7810;³ORCID : 0009-0008-5580-4934;^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russian Federation

* Corresponding author (ivanovna06[at]mail.ru)

Abstract

In regard to the need for new varieties of berry crops and new sources of natural vitamins, attention is being paid to the problems of cultivation of cultivated Arctic raspberry. The natural and climatic conditions of Yakutia are very suitable for it, as the plant can withstand cold conditions, frosts, is resistant to pests, and endures winter low temperatures under the cover of snow. The aim of the study: to study the possibilities of introduction of Arctic raspberry in the conditions of cryolithozone. The problem lies in the necessity of mass cultivation of Arctic raspberry in culture to meet the needs of the population, and insufficient research on its introduction into culture in cryolithozone conditions. Studies on *in vitro* microbreeding of Arctic raspberry were carried out in the Bioclinal and genetic laboratory of FSBEI HE Arctic State Technical University. Three varieties of the plant were studied experimentally, their frost resistance, possibilities of obtaining healthy materials from the seedlings by growing on Murashige-Skuga nutrient medium were studied, the features of introduction of new for the cryolithozone varieties of the plant: Anna, Astra, Elpe were researched. The highest percentage of survival rate during micropropagation on nutrient medium is possessed by the variety Astra – 28%. In order to obtain healthy and quality planting material, propagation using biotechnology on nutrient medium with the addition of rooting regulators IA is effective. Healthy rooted cuttings take 100% rooting when planted *ex vitro*. Introduced from southern regions well withstand frosts, winter-hardy. Cultivated Arctic raspberry can be used as a spectacular ground cover plant.

Keywords: Arctic raspberry, introduction, cryolithozone, microclonal propagation.**Введение**

Княженика арктическая *Rubus arcticus* L. многолетнее травянистое растение семейства розоцветных (Rosaceae Luss.) высотой до 30 см [1]. Является важным пищевым, лекарственным растением. Плоды обладают характерным вкусом, высоко ценятся как источник витаминов. Произрастает в основном в северных широтах в труднодоступных местах. Урожайность нестабильная, поэтому массово не используется.

В последнее время в связи с потребностью в новых сортах ягодных культур и новых источниках природных витаминов отмечается внимание к проблемам выращивания данного растения. Природно-климатические условия

Якутии весьма подходят княженике арктической, поскольку растение хорошо выдерживает холодные условия, заморозки, устойчиво к вредителям, зимние низкие температуры переносит под покровом снега.

Цель исследования: изучить возможности интродукции княженики арктической в условиях криолитозоны.

Проблема заключается в необходимости массового выращивания княженики арктической в культуре для удовлетворения нужд населения и малоизученностью и недостаточными исследованиями по введению в культуру ее в условиях криолитозоны.

Исследования по микроразведению княженики *in vitro* проводились в Биоклональной и генетической лаборатории ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ.

Дальнейшее исследование *ex vitro* проводилось в полевых условиях в с. Батагай Якутии в течение трех лет.

Методы и принципы исследования

Изучены из литературных источников по морфологическим и ботаническим параметрам 5 перспективных сортов садовой княженики, рассмотрена их морозостойкость, проведена опытная работа по изучению возможностей получения здоровых материалов из саженцев княженики путем выращивания на питательной среде Мурасиге-Скуга, исследованы особенности интродукции новых для криолитозоны сортов княженики садовой: Анна, Астра, Элпе, Аура, София.

Материалы для исследования были приобретены в специализированном питомнике «Русский огород» в 2021 году в виде саженцев княженики пяти сортов. Заказ на саженцы в апреле 2021 года получен в количестве 24 саженцев. С целью получить здоровый посадочный материал часть растений использовали в виде исходного материала методом клонального микроразмножения *in vitro* на питательной среде Мурасиге-Скуга [2].

При выращивании на постоянное место саженцев княженики, полученных из питомника, использовались общепринятые методы: обработка фунгицидами, повторность, варианты, схема посадки и др [3].

На основе работ специалистов рассмотрены природные условия, в которых проводится опытная работа.

Основные результаты и обсуждение

В Якутии климат резко континентальный с продолжительным зимним суровым периодом и природно-климатические условия характеризуются как экстремальные [4]. Такие условия определяются ее географическим положением, доступностью теплых и холодных воздушных масс, рельефом и характером подстилающей поверхности. Резко континентальный климат проявляется низкими температурами зимой, высокими температурами летом, сухостью и большими колебаниями суточной сезонной температуры, малым количеством осадков [5]. Территория располагается в криолитозоне, где преобладают многолетнемерзлые породы [5].

Основным типом почв, на которых проводится исследование, являются мерзлотные таежные палевые почвы [6].

Княженика арктическая является обычным видом во многих районах Якутии. Но растет неравномерно, урожайность низкая, поэтому массово не собирается населением. Исследования княженики арктической в условиях Севера проводились специалистами Н.В. Синельниковой, М.Н. Пахомовым и др. [7].

Массовый сбор княженики затруднен вследствие труднодоступности и незначительной урожайности. Но ягодное растение востребовано, так как обладает оригинальным вкусом и видом, является отличным источником витаминов.

Исследователями предпринимались попытки выращивать княженику арктическую в культуре, которые не дали хороших результатов. В последнее время популярными стали гибриды, выведенные финскими и шведскими селекционерами путем гибридизации между княженикой арктической и североамериканской (звездчатой) костяникой. Саженцы садовой княженики разнообразных сортов предлагают специализированные питомники «Златпитомник», «Гаршинка», «Русский огород» и др.

В условиях Якутии особенности интродукции садовой княженики не исследованы, однако востребованность в садовой княженике высокая, так как в республике широко развито приусадебное садоводство. Интродукция княженики также позволила бы обеспечить удобным почвопокровным растением, которое не требует постоянной стрижки.

В настоящее время наиболее востребованными сортами княженики садовой являются следующие сорта: Анна, Астра, Аура, Элпе, София и др. По морфологическим особенностям выделяют следующие основные отличия у сортов княженики [8] (см. таблицу 1):

Таблица 1 - Морфологическая характеристика сортов садовой княженики

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108.1>

Сорт	Высота (см)	Компактность куста	Лист	Цветок	Плоды ягода	Корень
Анна	15	компактный	тройчатые морщинистые два прилистника	розовые обоеполые 2 см	красная очень ароматная сладкая с кислинкой мелкий 1-2 г	корневище
Астра	25-75	травянистый трехгранный	тройчатые длинные черешки с	розово-красные одиночные	пурпурные ароматные похожи на	тонкое корневище

		й прямостояч ий	прилистник ами морщинист ые тонкие	малоцветко вая кисть обоеполые венчик с 5- ю лепестками	плоды малины	
Аура	15	разветвлен ный	похожи на листья земляники	розовый	красные ароматные вкусные	корневище
Элпее	35	прямой	тройчатые	розовый	красный с сизым налетом сладкий мелкие	корневище
София	15-20	компактны й	тройчатые сморщенны е	розовые	круглые красные кисло- сладкие средние	корневище

Из таблицы видно, что в основном высота гибридов от 15 до 30 см, кроме Астры, вырастающей до 75 см. У гибридов Астра, Анна, Элпее, София куст компактный в отличие от княженики Аура. Лист у садовой княженики тройчатый, цветок малиново-розовый яркий, очень вкусные плоды представлены сборной костянкой до 2 гр.

В основном за вегетационный период все сорта успевают цвести и плодоносить (см. таблицу 2):

Таблица 2 - Биологическая характеристика сортов садовой княженики

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108.2>

Сорт	Цветение	Опыление	Созревание	Продолительно сть плодоношения
Анна	3 декада июня	перекрестное	сентябрь	июнь – август
Астра	обильное цветение с конца мая	перекрестное	среднее конец июля	июль – август
Аура	июнь - август	перекрестное	позднее	длительная август – октябрь
Элпе	конец мая - июнь	перекрестное	август	август
София	в конце июня в течение 20 дней	перекрестное	среднее	позднее до заморозков

Таблица показывает, цветение красивыми небольшими розово-малиновыми цветками разное, обильное: начинается с конца мая Элпе, заканчивая в августе – Аура. Опыление у всех сортов перекрестное, требуется посадка нескольких сортов для переопыления. Созревание разное: среднеспелые – Астра и София, позднеспелые – Анна, Аура и Элпе. Наибольшая продолжительность плодоношения у Ауры, София до заморозков, меньшая продолжительность у Элпе.

По самоплодности сорта княженики различаются, а по морозостойкости не имеют различий (см. таблицу 3):

Таблица 3 - Самоплодность и морозостойкость (зимостойкость) (°C) садовой княженики

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108.3>

Сорт	Самоплодность	Зимостойкость °C
Анна	частично самоплодный	до -40
Астра	частично самоплодный	до -40
Аура	самобесплодный	до -40
Элпе	самобесплодный	до -40
София	самобесплодный	до -40

Сорта Анна и Астра частично самоплодны. По морозостойкости все представленные сорта одинаковы выдерживают до -40°C [8].

Опытное исследование по микроразведению княженики проводилось на базе Биоклональной и генетической лаборатории ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ. Объекты исследования саженцы княженики трех сортов Анна, Астра, Элпе, которые были получены из специализированных питомников.

Первый этап исследования: получение здоровых материалов из саженцев княженики путем выращивания на питательной среде. Для обеспечения полноценного питания растений проводилось черенкование. Использовали побег с почками. Для приготовления питательной среды использовали методику Мурасиге-Скуга [2].

В результате мы получили черенки трех сортов по четыре повторности. Выделенные экспланты культивировали в световой комнате при температуре $+22...+25^{\circ}\text{C}$, интенсивности света 1500–2000 лк.

Наблюдения за развитием черенков проводили в стерильных условиях в лаборатории. Через 14 дней рассчитывали жизнеспособность эксплантов по соотношению живых эксплантов к общему количеству введенных в культуру. В каждом варианте по 4 экспланта [11]. В результате наблюдений за развитием растений получили следующие показатели по количеству корней и количеству новых листьев на побегах (см. таблицу 4).

Таблица 4 - Сравнение количества листьев и корней трех сортов княженики на 14 и 28 день

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108.4>

	Анна		Астра		Элпе	
	14 дн.	28 дн.	14 дн.	28 дн.	14 дн.	28 дн.
Количество листьев, шт. в среднем	5	7	4	5	2	5
Количество корней, шт. в среднем	10	15	7	13	5	9

Сравнили длину корней трех сортов княженики на 14 и 28 день (мм) (см. таблицу 5):

Таблица 5 - Сравнение длины корней трех сортов княженики на 14 и 28 день

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108.5>

	Анна		Астра		Элпе	
	14 дн.	28 дн.	14 дн.	28 дн.	14 дн.	28 дн.
Длина корней (общая в мм)	14	75	10	73	10	58

Выживаемость княженики Анна составила 42%. В среднем на 14 дней появился в среднем 1 лист у выживших растений, на 28 день наблюдали увеличение до 2 листьев среди выживших. Общее количество листьев показывает способность экспланта к самостоятельному фотосинтезу.

Количество корней на выживших в среднем 2,5 шт. Общая длина корней на выживших 7,4 мм. Хорошая корневая система способствует самостоятельному поглощению воды с растворенными питательными веществами при адаптации полученных саженцев к постоянному месту посадки.

Полученные черенки с листьями и корнями, а также саженцы княженики, полученные из питомников, были высажены нами на опытном участке 26 мая. В первый 2021 год оба варианта хорошо прижились на глиняной земле с добавлением перегноя. Растения высажены по общепринятой методике рядовым методом. Расстояние между саженцами составляло 20 см, между рядами 60 см. Уход заключался в прополке сорняков и поливе. Наблюдали за наращиванием листьев, появлением цветков, плодоношением. При хорошем уходе добились 100 %-ной приживаемости обоих вариантов. В первый год произошло наращивание зеленой массы, появились плоды в единичном количестве (см. таблицу 6):

Таблица 6 - Развитие фенологических фаз садовых сортов княженики

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.108.6>

Сорт	Цветение	Созревание	Продолжительность плодоношения
Анна	начало июля	сентябрь	август – сентябрь
Астра	начало июля	конец июля	июль – август

Элпе	конец июня	август	август
------	------------	--------	--------

Таблица показывает, что все три сорта начали цветение практически одновременно конец июня – начало июля. Созревание произошло вариативно: Астра созревание первых ягод пришлось на конец июля, Элпе созрел в августе, Анна позже всех сортов в сентябре. Наибольшую продолжительность плодоношения показал сорт Анна.

Кусты сортов княженики оказались по сорту компактными. По виду очень декоративными. В следующих 2022 и 2023 гг. продолжилось нарастание надземной массы кустов княженики вдвое у сортов Анна и Астра. Чуть меньше у Элпе. У каждого кустика княженики появилось множество отпрысков за счет наращивания корневой массы.

Увеличение розетки княженики дает возможность ежегодно увеличивать посадочный материал в 3-4 раза. Каждый укорененный саженец хорошо цветет и плодоносит в год посадки. Наблюдения за ростом и развитием княженики показали неприхотливость растения, устойчивость к засухе, способность быстро занимать окружающее пространство, способность быть декоративным весь вегетационный период.

Заключение

Наибольший процент выживаемости микроразмножения на питательной показал сорт княженики Астра – 28 %.

Для получения здорового и качественного посадочного материала эффективно размножение с использованием биотехнологий на питательной среде с добавлением регуляторов корнеобразования ИУК.

Здоровые укорененные черенки при посадке *in vivo* приживаются 100%.

Интродуцированные с южных регионов хорошо выдерживают заморозки, зимостойки.

Княженику садовую можно использовать в качестве эффектного почвопокровного растения.

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.

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. Макаров С.С. Разработка технологии клонального микроразмножения лесных ягодных растений и введение их в культуру на выработанных торфяниках: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук / С. С. Макаров; науч. конс. С. А. Родин; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Москва, 2019. — URL: http://elib.timacad.ru/dl/full/s08062023Makarov_ar19.pdf (дата обращения: 07.10.2023)
2. Murashige T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiologia Plantarum*. — 1962. — Vol. 15. — P. 437-497.
3. Белевцова В.И. Земляника в Якутии: методическое пособие / В.И. Белевцова; отв. ред. А.Г. Емельянова; Фед. агентство науч. организаций, Якут. науч.-исслед. Ин-т сел. Хоз-ва. — 2-е изд., испр. и доп. — Якутск: Адверди, 2017. — 24 с.
4. Кириллина К.С. Разработка региональной климатической программы для Республики Саха (Якутия): автореферат дис. ... кандидата географических наук: 25.00.30 / Кириллина Кюннай Святославовна. — Санкт-Петербург, 2017. — 24 с.
5. Егоров Е.Г. Географическое положение Республики Саха (Якутия) и его уникальность / Е.Г. Егоров, Г.А. Пономарева, Е.Н. Федорова // *Региональная экономика: теория и практика*. — 2009. — № 14. — С. 16-21.
6. Волков В.С. Экзогенные геологические процессы в криолитозоне / В.С. Волков, Т.В. Кезина // *Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки*. — 2014. — № 67.
7. Синельникова Н.В. Княженика (*Rubus arcticus* L.) в долине реки Колыма – сезонное развитие и плодоношение / Н.В. Синельникова, М.Н. Пахомов // *Вестник КрасГАУ*. — 2023. — № 4(193). — С. 100-105. — DOI 10.36718/1819-4036-2023-4-100-105.
8. Васильева В.А. Оценка агрохимических показателей мерзлотной лугово-Черноземной почвы Центральной Якутии по итогам двух туров обследования (2016, 2021 гг.) / В.А. Васильева, Д.В. Софронова, В.В. Чичигинов // *International Agricultural Journal*. — 2022. — Т. 65, № 6. — DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_55.
9. Макаров С.С. Получение посадочного материала *Rubus arcticus* L. Методом клонального микроразмножения / С.С. Макаров, Г.В. Тяк, И.Б. Кузнецова [и др.] // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. — 2021. — № 6(384). — С. 89-99. — DOI 10.37482/0536-1036-2021-6-89-99.
10. Алексеев Л.В. Методика регенерации плодовых и ягодных растений в культуре экплантов различного происхождения / Л.В. Алексеев, В.А. Высоцкий; под ред. И.М. Куликова. — М.: ВСТИСП, 2008. — 28 с.
11. Петрова И.И. Размножение садовых сортов княженики *in vitro* / И.И. Петрова, В.В. Сивцев // *International Agricultural Journal*. — 2022. — Т. 65, № 6. — DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_40.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Makarov S.S. Razrabotka tekhnologii klonal'nogo mikrorazmnozheniya lesnyh yagodnyh rastenij i vvedenie ih v kul'turu na vyrabotannyh torfyanikah [Development of Technology for Clonal Micro-propagation of Forest Berry Plants and Their Introduction into Culture on Treated Peat Bogs: abstract of the dis. ... of Candidate of Agricultural Sciences] / S. S. Makarov; scientific. cons. S. A. Rodin; Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (Moscow). — Moscow, 2019. — URL: http://elib.timacad.ru/dl/full/s08062023Makarov_ar19.pdf (accessed: 07.10.2023) [in Russian]
2. Murashige T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiologia Plantarum*. — 1962. — Vol. 15. — P. 437-497.
3. Belevcova V.I. Zemlyanika v YAkutii: metodicheskoe posobie [Strawberries in Yakutia: methodical manual] / V.I. Belevcova; ed. by A.G. Emel'yanov; Federal Agency of Scientific Organizations, Yakutsk Research Institute of Rural Agriculture. — 2nd ed., rev. add. — YAkutsk: Adverdi, 2017. — 24 p. [in Russian]
4. Kirillina K.S. Razrabotka regional'noj klimaticheskoy programmy dlya Respubliki Saha (YAkutiya): [Development of a Regional Climate Program for the Republic of Sakha (Yakutia): abstract of the dissertation of the Candidate of Geographical Sciences: 25.00.30] / Kirillina Kyunnej Svyatoslavovna. — Saint Petersburg, 2017. — 24 p. [in Russian]
5. Egorov E.G. Geograficheskoe polozhenie Respubliki Saha (YAkutiya) i ego unikal'nost' [The Geographical Location of the Republic of Sakha (Yakutia) and Its Uniqueness] / E.G. Egorov, G.A. Ponomareva, E.N. Fedorova // *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice]. — 2009. — № 14. — P. 16-21. [in Russian]
6. Volkov V.S. Ekzogennyye geologicheskie processy v kriolitozone [Exogenous Geological Processes in the Cryolithozone] / V.S. Volkov, T.V. Kezina // *Vestnik Amurskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the Amur State University. Series: Natural and Economic Sciences]. — 2014. — № 67. [in Russian]
7. Sinel'nikova N.V. Knyazhenika (*Rubus arcticus* L.) v doline reki Kolyma – sezonnoe razvitie i plodonoshenie [Arctic Raspberry (*Rubus arcticus* L.) in the Kolyma River Valley – Seasonal Development and Fruiting] / N.V. Sinel'nikova, M.N. Pahomov // *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of the KrasSAU]. — 2023. — № 4(193). — P. 100-105. — DOI 10.36718/1819-4036-2023-4-100-105 [in Russian].
8. Vasil'eva V.A. Ocenka agrohimicheskikh pokazatelej merzlotnoj lugovo-CHernozemnoj pochvy Central'noj YAkutii po itogam dvuh turov obsledovaniya (2016, 2021 gg.) [Assessment of Agrochemical Indicators of Permafrost Meadow-chernozem Soil of Central Yakutia Based on the Results of Two Rounds of the Survey (2016, 2021)] / V.A. Vasil'eva, D.V. Sofronova, V.V. CHichiginarov // *International Agricultural Journal*. — 2022. — V. 65, № 6. — DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_55. [in Russian]
9. Makarov S.S. Poluchenie posadochnogo materiala *Rubus arcticus* L. Metodom klonal'nogo mikrorazmnozheniya [Obtaining Planting Material of a *Rubus arcticus* L. by Clonal Micropropagation] / S.S. Makarov, G.V. Tyak, I.B. Kuznecova [et al.] // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal* [News of Higher Educational Institutions. Forest Journal]. — 2021. — № 6(384). — P. 89-99. — DOI 10.37482/0536-1036-2021-6-89-99. [in Russian]
10. Alekseenko L.V. Metodika regeneracii plodovyh i yagodnyh rastenij v kul'ture eksplantov razlichnogo proiskhozhdeniya [The Method of Regeneration of Fruit and Berry Plants in the Culture of Explants of Various Origins] / L.V. Alekseenko, V.A. Vysockij; ed. by I.M. Kulikov. — M.: VSTISP, 2008. — 28 p. [in Russian]
11. Petrova I.I. Razmnozhenie sadovyh sortov knyazheniki in vitro [Reproduction of Garden Varieties of Arctic Raspberry in Vitro] / I.I. Petrova, V.V. Sivcev // *International Agricultural Journal*. — 2022. — V. 65, № 6. — DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_40. [in Russian]