

УДК 57.044

С.Н. ЛЕКУНОВИЧ, канд. биол. наук
доцент кафедры биотехнологии¹

М.П. ФЕДОРЕНКО

ассистент кафедры биотехнологии¹

¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 25 марта 2022 г.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕГЕНЕРАНТОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ СОРТА ДЖЕРСИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

*Представленная статья посвящена изучению влияния регуляторов роста на биометрические показатели регенерантов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) сорта Джерси в культуре *in vitro*.*

*Результаты исследований показывают, что при культивировании эксплантов *in vitro* самым высоким морфогенетическим потенциалом обладали экспланты на среде WPM с концентрацией зеатина 1,0 мг/л: на 45 сутки размер эксплантов составил 8,1 см и количество междоузлий – 7 шт, что выше других вариантов опыта.*

*При изучении действия ауксинов на динамику формирования корневой системы голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* установлено: лучшие результаты показала среда WPM с содержанием одновременно двух ауксинов – ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л по изучаемым показателям (длина корней – 11 мм, количество корней – 12 шт, процент укореняемости – 95 %).*

Ключевые слова: голубика высокорослая, регуляторы роста, питательная среда, концентрация, эксплант.

LEKUNOVICH S.N., PhD in Biol. Sc.

Associate Professor of the Department of Biotechnology¹

FEDORENKO M.P.

Assistant of the Department of Biotechnology¹

¹Polessky State University, Pinsk, Republic of Belarus

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE BIOMETRIC INDICATORS OF JERSEY BLUEBERRY REGENERANTS *IN VITRO* CULTURE

*The present article is devoted to the study of the effect of growth regulators on the biometric parameters of tall blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) regenerants in *in vitro* culture.*

*The research results show that when cultivating explants *in vitro*, explants on WPM medium with a zeatin concentration of 1.0 mg/l had the highest morphogenetic potential: on day 45, the size of the explants was 8.1 cm and the number of internodes was 7 pcs, which is higher than other options. experience.*

*When studying the effect of auxins on the dynamics of the formation of the root system of the tall blueberry cultivar Jersey in *in vitro* culture, it was established that the best results were shown by the WPM medium containing two auxins at the same time - IAA 0.25 mg/l + IAA 0.25 mg/l according to the studied parameters (length roots - 11 mm, the number of roots - 12 pieces, the percentage of rooting - 95%).*

Keywords: *blueberry, growth regulators, nutrient medium, concentration, explant.*

Введение. В природе существует два способа размножения растений: половой (семенной) и вегетативный. При половом размножении наблюдается пестрота семенного материала и длительность ювенильного периода, при вегетативном же размножении наоборот: генотип материнского растения сохраняется, а длительность ювенильного периода сокращается. Однако большинство видов растений плохо размножаются вегетативным способом, для них трудно получить стандартный посадочный материал, так как существует возможность накопления и передачи инфекции [2].

Достижения в области культуры клеток и тканей привели к созданию нового метода вегетативного размножения – клонального микроразмножения – получения в условиях *in vitro* неполным путем растений, генетически идентичных исходному экземпляру. Данный метод является экономически выгодным и рассматривается как один из основных промежуточных этапов современной технологии ускоренного производства качественного посадочного материала различных культур [2, 3, 6, 7, 8, 12].

Изолированные клетки и ткани культивируют на многокомпонентных питательных средах. Важным фактором, регулирующим дифференциацию и морфогенез изолированных тканей, является наличие в питательной среде регуляторов роста – ауксинов, цитокининов, гиббереллинов. Подбирая соотношение и концентрацию этих веществ, можно направленно регулировать их действие на растение [2, 3, 4, 6, 7, 8].

Ауксины – группа регуляторов роста, которые в течение раннего эмбриогенеза управляют формированием главной оси polarity, они также влияют на деление и дифференциацию клеток, рост клеток растяжением. Наиболее часто используемыми регуляторами роста в микроклональном размножении являются ИУК – индолил-3-уксусная кислота, ИМК – индолил-3-масляная кислота. В качестве гербицида используется синтетический ауксин 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота. Он уничтожает растения, действуя как особенно сильная форма ауксина, что вызывает нарушение

в морфогенезе и увеличенный синтез этилена [4].

Обязательный компонент питательных сред – вещества группы цитокининов: кинетин (6-фурфуриламинопурин), 6-бензиламинопурин (6-БАП), зеатин (природный цитокинин), N-изопентиленаминопурин (2ip). Эти вещества снимают апикальное доминирование и индуцируют развитие пазушных почек в культуре апексов, стимулируют рост покоящихся органов. Также цитокинины регулируют рост соматических зародышей и формирование растений, замедляют старение органов и повышают их устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды [2].

Совместное внесение в среду регуляторов роста разных групп действует синергически или антагонистически. Например, кинетин усиливает каллусогенное действие ауксинов, но снижает их корнеобразующее влияние. Ауксины в низких концентрациях повышают действие цитокининов, направленное на образование адвентивных почек, а цитокинины в низких концентрациях усиливают корнеобразующее действие ауксинов [2, 6, 7, 11, 12].

Голубика высокорослая *Vaccinium corymbosum* L. в полудне 10 лет стала достаточно популярной ягодной культурой в нашей стране, появилось значительное количество фермерских хозяйств, заложивших промышленные плантации данной культуры на территории нашей страны. Непрерывный рост популярности к данной культуре, наблюдаемый в последние годы, обусловлен не только высокими питательными, диетическими, вкусовыми и эстетическими достоинствами данной ягоды, но и присущими им разнообразными и чрезвычайно ценными для здоровья лечебно-профилактическими свойствами [1, 9, 10]. Закладка новых плантаций на территории нашей страны продолжается, имеется потребность и в посадочном материале для экспорта в Российскую Федерацию.

Садовая голубика сорта Джерси (*Jersey*) – один из старейших и наиболее широко распространенных сортов. Эта позднеспелая разновидность весьма продуктивна, для нее характерны высокая зимостойкость и устойчивость к поздневесенним заморозкам и вирусам.

Сорт представлен хорошо оформленным кустарником, имеющим высокую декоративную ценность. Растение высокорослое, обычно достигает 1,5–2 м в высоту и 1,5–2,5 м в ширину. Взрослый кустарник плодоносит каждый год и дает обильный урожай – с одного растения, в среднем, собирают 4–6 кг ягод. Данный сорт является одним из лучших опылителей для других разновидностей голубики.

Корневище у Джерси мочковатое, густо разветвленное, расположено в слое земли глубиной 20–25 см. Волоски на корнях отсутствуют. Рост подземной части начинается весной, когда грунт прогревается до 5°C, что обычно происходит в фазе распускания почек. Коревая система растет до конца мая. Возобновление процесса происходит осенью, в период уборки урожая и до начала листопада [5, 13].

Листовые пластины довольно крупные, прилегающие. В длину достигают 8 см, а в ширину – 4 см. Края могут быть цельными или зубчатыми. Размещены листья на коротких черешках. По форме – эллиптические, окрас – светло-зеленый. Поверхность пластин гладкая, блестящая.

Плоды у Джерси небольшие или средние, весьма плотной структуры. Размер одного экземпляра в диаметре составляет примерно 2,5 см. Ягоды светло-голубые, круглой формы. Они пучками размещены на длинных ветках. Вкусовые качества оценивают намного выше, чем у других сортов. Ягода очень сладкая, в основном используется для переработки [5, 13].

Представленный сорт отлично развивается на большинстве типов почв. Но лучшими почвами для него считаются рыхлые смеси песка и торфа. Кроме того, для полноценного роста голубике Джерси необходим кислый или слабокислый уровень pH (3,5–5).

В связи с вышесказанным вопрос усовершенствования и оптимизации состава питательных сред для микроразмножения голубики высокорослой является актуальным.

Цель исследований заключалась в совершенствовании технологии выращивания голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro*. Для достижения цели были поставлены задачи:

1. подобрать концентрацию зеатина в составе двух типов питательных сред (WPM

и Андерсона) для лучшего побегообразования и увеличения количества междоузлий голубики высокорослой сорта Джерси;

2. оценить укореняемость голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* в зависимости от концентрации ауксинов в питательной среде WPM.

Объекты и методика исследования. Экспериментальные исследования проводились на базе отраслевой лаборатории ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве УО «Полесский государственный университет». Объектом исследования служили регенеранты голубики высокорослой сорта Джерси.

Общее количество анализируемых в эксперименте регенерантов составило не менее 150 штук для каждого варианта опыта с определенной концентрацией гормона (трехкратная повторность с 50 регенерантами на каждую стеклянную емкость).

Изучение влияния концентрации зеатина в составе двух типов питательных сред (WPM и Андерсона) на длину побегов регенерантов голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* проводили по следующей схеме опыта:

- 1 – контроль WPM;
- 2 – основа WPM + зеатин 0,4 мг/л;
- 3 – основа WPM + зеатин 0,7 мг/л;
- 4 – основа WPM + зеатин 1,0 мг/л;
- 5 – контроль Андерсона;
- 6 – основа Андерсона + зеатин 0,4 мг/л;
- 7 – основа Андерсона + зеатин 0,7 мг/л;
- 8 – основа Андерсона + зеатин 1,0 мг/л.

Культивирование проводили в течение 45 суток при следующих условиях: температура 25°C, фотопериод 16 ч, освещенность 3000 лк. Фиксирование результатов проводились на 14, 28, 45 сутки: измеряли длину побегов, подсчитывали число междоузлий.

При изучении укоренения голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* регенеранты высаживались на питательные среды WPM с добавлением ауксина по следующей схеме:

- 1 – основа WPM + ИУК 0,5 мг/л;
- 2 – основа WPM + ИМК 0,5 мг/л;
- 3 – основа WPM + ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л.

Культивирование проводилось при освещенности 3000 лк, температуре 25°C, фотопериоде 16 часов. Фиксирование результатов

проводилось через 2, 4 и 6 недель. Учитывались следующие показатели: процент укоренившихся регенерантов, количество корней (шт.), средняя длина корней (мм).

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения исследования было установлено влияние концентрации зеатина в составе двух типов питательных сред (WPM и Андерсона) на длину побегов регенератов голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* (таблица 1).

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что добавление зеатина в питательную среду WPM в концентрации 1,0 мг/л на 45 сутки обеспечивает наибольшую длину побегов – 8,1 см, что в 1,4 раза больше чем в контроле. Использование концентрации зеатина 0,4 мг/л, 0,7 мг/л в питательной среде WPM обеспечивало средние показате-

ли длины побегов 7,0 см, 6,3 см соответственно, что в 1,2 и 1,1 раза больше по сравнению с контролем.

Добавление зеатина в питательную среду Андерсона в концентрации 0,7 мг/л способствовало получению максимальных показателей длины побега на 45 сутки – 6,2 см, что в среднем в 1,2 раза выше контрольного и опытных вариантов. При концентрации зеатина 0,4 и 1,0 мг/л в питательной среде Андерсона длина побегов регенерантов находилась на уровне контрольного варианта опыта.

При проведении исследования было изучено влияние концентрации зеатина в составе двух типов питательных сред (WPM и Андерсона) на число междоузлий голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* (таблица 2).

Таблица 1. – Динамика побегообразования голубики высокорослой сорта Джерси в зависимости от концентрации зеатина в питательной среде

Среда	Концентрация гормона, мг/л	Длина побегов регенератов, см		
		на 14 сутки	на 28 сутки	45 сутки
Контроль (основа WPM)	-	0,5 ± 0,1	3,4 ± 0,1	5,7 ± 0,1
WPM	1,0	2,0 ± 0,1	5,6 ± 0,2	8,1 ± 0,2
	0,7	0,6 ± 0,2	3,8 ± 0,1	6,3 ± 0,1
	0,4	1,1 ± 0,1	4,0 ± 0,1	7,0 ± 0,1
Контроль (основа Андерсона)	-	0,5 ± 0,1	3,6 ± 0,3	5,1 ± 0,6
Андерсона	1,0	0,5 ± 0,2	3,8 ± 0,8	5,3 ± 1,0
	0,7	0,8 ± 0,4	4,1 ± 0,5	6,2 ± 0,9
	0,4	0,3 ± 0,3	3,4 ± 0,7	5,0 ± 1,3

Таблица 2. – Динамика образования междоузлий голубики высокорослой сорта Джерси в зависимости от концентрации гормона в питательной среде

Тип питательной среды	Концентрация гормона, мг/л	Количество междоузлий, шт		
		на 14 сутки	на 28 сутки	на 45 сутки
Контроль (WPM)	-	1 ± 0,08	3 ± 0,23	4 ± 0,34
WPM	1,0	3 ± 0,01	5 ± 0,41	7 ± 0,45
	0,7	2 ± 0,04	4 ± 0,13	6 ± 0,35
	0,4	2 ± 0,01	3 ± 0,32	4 ± 0,51
Контроль (Андерсона)	-	1 ± 0,03	2 ± 0,26	4 ± 0,31
Андерсона	1,0	2 ± 0,05	4 ± 0,17	5 ± 0,32
	0,7	3 ± 0,09	5 ± 0,35	6 ± 0,65
	0,4	1 ± 0,21	3 ± 0,57	4 ± 0,72

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что добавление зеатина в питательную среду WPM в концентрации 1,0 мг/л на 45 сутки обеспечивает наибольшее количество междоузлий – 7 шт, что в 1,75 раза превышает контрольный вариант.

При добавлении зеатина в питательную среду Андерсона лучший результат по количеству междоузлий был получен при концентрации 0,7 мг/л, при этом количество междоузлий составило 6 шт на 45 сутки (таблица 2), что в 1,5 раза превышает контрольный вариант.

Полученные результаты показывают, что максимальные показатели по анализируемым признакам, были получены на модифицированной питательной среде WPM с концентрацией зеатина 1,0 мг/л (высота растений по истечении 45 суток составляла 8,1 см, а количество междоузлий – 7 штук) и на модифицированной питательной среде Андерсона с концентрацией зеатина 0,7 мг/л (высота растений по истечении 45 суток составляла 6,2 см, а количество междоузлий – 6 штук). Регенеранты на питательных средах WPM с концентрацией зеатина 0,4 мг/л и 0,7 мг/л имели показатели близкие или незначительно превышающие показатели регенерантов на среде Андерсона с соответствующими концентрациями гормона.

Таким образом, внесение различных концентраций зеатина, в большинстве случаев, положительно влияло на побегообразование

и количество междоузлий во всех вариантах по сравнению с контрольными питательными средами без добавления гормона.

Результаты укоренения регенерантов голубики высокорослой сорта Джерси в культуре *in vitro* представлены в таблице 3.

Учитывали показатели: процент укоренившихся регенерантов, количество корней (шт.), среднюю длину корней (мм).

Анализ данных таблицы 3 показывает, что присутствие 2 гормонов из группы ауксинов в питательной среде WPM в концентрации 0,25 мг/л каждого, оказывает максимальный положительный эффект на развитие корневой системы регенерантов *in vitro*, по сравнению с увеличенной в 2 раза (0,5 мг/л) концентрацией каждого отдельного гормона. В данном варианте питательной среды оба гормона, взаимодействуя вместе, проявляют синергетический эффект, т.е. усиливают действие друг друга.

Лучший результат показала среда WPM с содержанием обоих гормонов (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л). В данном варианте через 2 недели был видимый отрыв от двух других вариантов (WPM (ИУК 0,5 мг/л)

WPM (ИМК 0,5 мг/л)) по количеству образовавшихся корней. Через шесть недель совместное действие двух гормонов проявилось более выражено: длина корней в варианте (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л) была в 1,3 раза больше чем в вариантах (WPM (ИУК 0,5 мг/л), WPM (ИМК 0,5 мг/л).

Таблица 3. – Формирование корневой системы сорта Джерси голубики высокорослой

Показатели	Питательная среда	Возраст регенерантов		
		2 недели	4 недели	6 недель
Количество корней, шт	WPM (ИУК 0,5 мг/л)	3 ± 0,01	6 ± 0,07	9 ± 0,12
	WPM (ИМК 0,5 мг/л)	2 ± 0,04	5 ± 0,09	9 ± 0,16
	WPM (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л)	5 ± 0,02	8 ± 0,09	12 ± 0,11
Длина корней, мм	WPM (ИУК 0,5 мг/л)	2 ± 0,02	5 ± 0,05	9 ± 0,13
	WPM (ИМК 0,5 мг/л)	2 ± 0,03	4 ± 0,11	8 ± 0,15
	WPM (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л)	3 ± 0,01	5 ± 0,04	11 ± 0,13
Укореняемость, %	WPM (ИУК 0,5 мг/л)	78 ± 0,05		
	WPM (ИМК 0,5 мг/л)	60 ± 0,13		
	WPM (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л)	95 ± 0,11		

Вариант среды WPM с содержанием обоих гормонов (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л) положительно повлиял на длину корней, увеличив показатель в среднем в 1,3 раза, по сравнению с другими вариантами опыта. Так, длина корней в данном варианте составила 11 мм, в то время как в вариантах WPM (ИУК 0,5 мг/л), WPM (ИМК 0,5 мг/л) показатель был несколько меньше – 8-9 мм.

Показатели развития корневой системы непосредственно повлияли и на укореняемость регенерантов. Согласно приведенных данных, наибольший процент укоренившихся растений наблюдался в варианте WPM (ИУК 0,25 мг/л + ИМК 0,25 мг/л) при присутствии в среде обоих гормонов, и составил 95%, что в 1,6 раза больше чем в варианте WPM (ИМК 0,5 мг/л), и в 1,2 раза больше чем в варианте WPM (ИУК 0,5 мг/л).

Заключение. На основании полученных результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. При подборе оптимального состава питательной среды для микроразмножения регенерантов голубики высокорослой сорта Джерси наиболее целесообразно использовать питательную среду WPM с концентрацией зеатина 1,0 мг/л, для достижения максимальной длины побегов регенерата и количества междоузлий.

2. В случае необходимости применения среды Андерсона для микроразмножения регенерантов голубики высокорослой сорта Джерси следует использовать концентрацию зеатина в количестве 0,7 мг/л, также для достижения максимальной длины побегов регенерата и количества междоузлий.

3. При подборе оптимального гормонального состава питательной среды WPM для укоренения регенерантов голубики высокорослой сорта Джерси наиболее целесообразно использовать в составе среды и ИУК и ИМК в концентрации по 0,25 мг/л каждого для достижения максимальных показателей развития корневой системы регенерантов и их укореняемости.

Список литературы

1. Буткус, В. Ф. Биологическая и биохимическая характеристика голубики высокорослой / В. Ф. Буткус, З. П. Буткене, Я. Д.

- Мажейкайте // Тр. Акад. наук Литов. ССР. Сер. В. – 1985. – № 1 (89). – С. 39-50.
2. Валиханова, Г. Ж. Биотехнология растений / Г. Ж. Валиханова – М.: Алматы, 1996. – 94 с.
3. Высоцкий, В. А. Выращивание посадочного материала *in vitro* в производственных условиях / В. А. Высоцкий, А. А. Шипунова // Промышленное производство оздоровленного посадочного материала плодовых, ягодных и цветочно-декоративных культур: материалы науч.-практ. конф., Москва, 20–22 нояб. 2001 г. / Рос. Акад. с.-х. наук. Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – 2001. – С. 75–76.
4. Гамбург, К. З. Ауксины в культурах тканей и клеток растений / К. З. Гамбург, Н. И. Рекославская, С. Г. Швецов. – Новосибирск, 1990. – 243 с.
5. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. Минск, 2018. – 240 с.
6. Калинин, Ф. Л. Технология микроразмножения растений / Ф. Л. Калинин, Г. П. Кушнир, В. В. Сарнацкая. – Киев: Наукова думка, 1992. – 232 с.
7. Катаева, В. В. Клональное микроразмножение растений / В. В. Катаева, Р. Г. Бутенко. – М.: Наука, 1983. – 97 с.
8. Катаева, Н. В. Клональное размножение растений в культуре тканей / Н. В. Катаева, В. А. Аветисов // Культура клеток растений: сб. ст. Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – М., 1981. – С. 137–149.
9. Курагодникова, Г. А. Особенности вегетативной продуктивности голубики высокорослой в условиях ЦЧР / Г. А. Курагодникова, А. О. Якименко // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – № 3.
10. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – М.: Беларус. навука, 1998. – 176 с.
11. Кухарчик, Н. В. Культура *in vitro* в размножении и оздоровлении плодовых и ягодных растений / Н. В. Кухарчик, С. Э. Семенов, Е. В. Колбанова // Актуальные проблемы освоения достижений науки в промышленном плодоводстве: материалы Международ. науч.-практ. конф., Самохва-

ловичи, 21–22 авг. 2002 г. / Бел НИИ пло-
доводства. – Минск, 2002. – С. 107–114.

12. Матушкина, О. В. Клональное микрораз-
множение плодовых и ягодных культур в
системе производства высококачественно-
го материала / О. В. Матушкина, И. Н.
Пронина // Научные основы эффективного
садоводства: науч. труды / ВНИИС им. И.
В. Мичурина; под общ. ред. В. А. Гудков-
ского. – Воронеж Кварт, 2006. – С. 327–
342.
13. Сачивко, Т. В. Сортовые особенности
продуктивности интродуцированных сор-
тов голубики / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак
// Агропромышленные технологии
Центральной России. – 2019. – № 1(11). –
С. 54–58.

References

1. Butkus V. F., Butkene Z. P., Mazheykayte
YA. D. Biologicheskaya i biokhimicheskaya
kharakteristika golubiki vysokorosloy [Bio-
logical and biochemical characteristics of tall
blueberry]. *Tr. Akad. nauk Litov. SSR* [Pro-
ceedings of the Academy of Sciences of the
Lithuanian SSR.]. Ser. V. 1985, no. 1 (89),
pp. 39–50. (In Russian)
2. Valikhanova G. ZH. *Biotehnologiya rasteniy*
[Plant Biotechnology]. M.: Almaty, 1996, 94
p. (In Russian)
3. Vysotskiy V. A., Shipunova A. A. Vyrash-
chivaniye posadochnogo materiala in vitro v
proizvodstvennykh usloviyakh [Cultivation
of planting material in vitro under production
conditions]. *Promyshlennoye proizvodstvo
ozdorovlennogo posadochnogo materiala
plodovykh, yagodnykh i tsvetochno-
dekorativnykh kul'tur* [Industrial production
of healthy planting material of fruit, berry
and flower-ornamental crops]. Moskva, 20–
22 noyab. 2001. 2001, pp. 75–76. (In Rus-
sian)
4. Gamburg K.Z., Rekoslavskaya N.I., Shvetsov
S.G. *Auksiny v kul'turakh tkaney i kletok ras-
teniy* [Auxins in plant tissue and cell cul-
tures]. Novosibirsk, 1990, 243 p. (In Russian)
5. *Gosudarstvennyy reyestr sortov Respubliki
Belarus'* [State Register of Varieties of the
Republic of Belarus]. Gosudarstvennaya in-
spektsiya po ispytaniyu i okhrane sortov ras-
teniy [State Inspectorate for Testing and Pro-
tection of Plant Varieties]. Minsk, 2018, 240
p. (In Russian)
6. Kalinin F. L., Kushnir G.P., Sarnatskaya V.V.
*Tekhnologiya mikroklonal'nogo razm-
nozheniya rasteniy* [Plant micropropagation
technology]. Kiyev: Naukova dumka, 1992,
232 p. (In Russian)
7. Katayeva V.V., Butenko R.G. *Klonal'noye
mikrorazmnozheniye rasteniy* [Clonal micro-
propagation of plants]. M.: Nauka, 1983, 97
p. (In Russian)
8. Katayeva N.V., Avetisov V.A. *Klonal'noye
razmnozheniye rasteniy v kul'ture tkaney*
[Clonal reproduction of plants in tissue cul-
ture]. *Kul'tura kletok rasteniy* [Culture of
plant cells: collection of articles. Art.]. nst. of
plant physiology. K. A. Timiryazeva. M.
1981, pp. 137–149. (In Russian)
9. Kuragodnikova G.A., Yakimenko A.O. *Oso-
bennosti vegetativnoy produktivnosti голу-
biki vysokorosloy v usloviyakh TSCHR* [Pe-
culiarities of vegetative productivity of high-
bush blueberry under the conditions of the
Central Chernobyl Region]. *Nauka i Obra-
zovaniye* [Science and Education]. 2021, vol.
4, no. 3. (In Russian)
10. Kurlovich T.V., Bosak V.N. *Golubika
vysokoroslaya v Belarusi* [Blueberry tall in
Belarus]. M.: Belarus. navuka, 1998, 176 p.
(In Russian)
11. Kukharchik N.V., Semenas S.E., Kolbanova
Ye.V. *Kul'tura in vitro v razmnozhenii i
ozdorovlenii plodovykh i yagodnykh rasteniy*
[Culture in vitro in the reproduction and
health of fruit and berry plants]. *Aktual'nyye
problemy osvoyeniya dostizheniy nauki v
promyshlennom plodovodstve* [Actual prob-
lems of mastering the achievements of sci-
ence in industrial fruit growing]. Samokh-
valovichi, 21–22 avg. 2002. Minsk, 2002, pp.
107–114. (In Russian)
12. Matushkina O.V., Pronina I.N. *Klonal'noye
mikrorazmnozheniye plodovykh i yagodnykh
kul'tur v sisteme proizvodstva vysoko-
kachestvennogo materiala* [Clonal micro-
propagation of fruit and berry crops in the
production system of high-quality material].
Nauchnyye osnovy effektivnogo sadovodstva
[Scientific foundations of effective garden-
ing]. Voronezh Kvarta, 2006, pp. 327–342.
(In Russian)
13. Sachivko T.V., Bosak V.N. *Sortovyye oso-
bennosti produktivnosti introdutsirovannykh
sortov golubiki* [Varietal characteristics of
the productivity of introduced blueberry vari-

eties]. *Agropromyshlennyye tekhnologii
Tsentral'noy Rossii* [Agroindustrial technolo-

gies of Central Russia]. 2019, no. 1(11), pp.
54-58. (In Russian)

Received 25 March 2022