

*Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: m.v.gvasaliya@mail.ru*

11 SSR- and 4 ISSR-primers were used to study the genetic diversity of tea somaclones induced from callus tissue, as well as cultured *in vitro* for a long time. Previously, they had been tested during genotyping of natural tea populations *in vivo* and confirmed their effectiveness. Amplification of genome-wide DNA fragments was performed by PCR method. All SSR-primers showed the absence of recessive alleles – a low level of heterozygosity in all samples, and as a result, a low level of polymorphism of primers ranging from 0 to 54 %. The greatest polymorphism was observed in primers L₄₀, L₅₇, L₀₇ and L₂₀ and amounted to 54, 36, 36 and 34%, respectively. Amplified SSR-fragments differed in size within 10 nucleotide pairs, no heterozygotes were detected in the population. Multilocus ISSR-primers showed a higher level of polymorphism, which amounted to 40–52 %. All somaclones included in the experiment were divided into three clusters, the presence of genetic differences with a coefficient of difference (0.05–0.1) was revealed. It was found that in tea plants induced from callus tissue, genetic variability is presumably of a point nature. The greatest variability of the whole group was found in sample No. 16. The collection of *in vitro* tea plants is regularly updated with new somatic clones that are induced from callus tissue. At the first stage, they are selected according to phenotypic characteristics, in particular morphometric indicators, and then studied at the molecular genetic level (with the involvement of PCR-analysis, cytometry method).

Key words: tea, somatic clones, callus tissue, SSR- and ISSR-primers, polymorphism, genetic variability, *in vitro*.

УДК 581.143.6

doi:10.31360/2225-3068-2022-81-98-106

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ
ДЕПОНИРОВАНИЯ *IN VITRO* ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА
CAMPANULA SCLEROPHYLLA KOLAK.**

Маляровская В.И., Шуркина Е.С.

*Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: malyarovskaya@yandex.ru*

Решение мировой проблемы сохранения биоразнообразия растений невозможно без поиска новых подходов. Дополнением к существующим традиционным методам сохранения биоразнообразия *ex situ* всё чаще применяются современные биотехнологические инструменты, обеспечивающие возможность устойчивого управления генетическими ресурсами. Одним из направлений сохранения биоразнообразия является создание генобанка *in vitro*, в виде

медленно растущих коллекций. Цель наших исследований – изучение влияния факторов культивирования на длительность депонирования эндемичного вида природной флоры Западного Кавказа *Campanula sclerophylla* Kolak. Впервые разработан способ сохранения растений эндемичного вида колокольчика твёрдолистного (*Campanula sclerophylla* Kolak.) в течение 360 суток в условиях культуры *in vitro*. Депонирование проводили при различной температуре (7, 9, и 22 °С), освещённости (100 и 1 200 лк), на питательной среде ½ МС, дополненной сорбитом, маннитом и абсцизовой кислотой (АБК). Растительный материал оценивали через 180 и 360 суток культивирования путём изучения морфометрических показателей микропобегов. Показано, что сохранению жизнеспособности и снижению кинетики роста микропобегов *Campanula sclerophylla* в течение 360 суток депонирования способствовало комплексное воздействие таких факторов, как температура 9 и 22 °С, освещённость (100 и 1 200 лк) и присутствие в питательной среде осмотических веществ (маннит, сорбит) и ингибитора роста (АБК). При этом наилучшие морфометрические показатели у микропобегов колокольчика твёрдолистного отмечены на варианте питательной среды ½ МС с содержанием сорбита и АБК в концентрации 1,0 мг/л и 2,0 мг/л, соответственно. При этом жизнеспособность эксплантов колокольчика твёрдолистного составила 47,1–65 %.

Ключевые слова: *Campanula sclerophylla*, факторы культивирования, маннит, сорбит, абсцизовая кислота, генобанк *in vitro*, медленно растущая культура.

Стратегия сохранения видов растений определяется рядом программных документов: «Global Strategy for Plant Conservation», направленных на комплексное сохранение биоразнообразия, составной частью которых является создание генобанка *in vitro*, в виде медленно растущих коллекций [7, 8, 13]. Известно, что хранение в условиях замедленного роста позволяет поддерживать биологический материал от нескольких месяцев до 2–3 лет без субкультивирования, в зависимости от используемой технологии и вида растения [15].

Создание банка *in vitro*, по мнению И.В. Митрофаной (2011), связано с рядом требований, предъявляемых к закладываемому на хранение материалу. Растения должны быть введены в культуру *in vitro*, освобождены от патогенов и для каждого культивара должны быть оптимизированы способы его микроразмножения [6, 9]. Также необходимо добавить, что многие микроразмножаемые растения обладают высокой скоростью роста, а это сопряжено с их частыми пересадками на свежие питательные среды. Так, по данным Крицкой (2013), экспланты *Silene cretacea* и *Potentilla vulgarica* во избежание старения культуры необходимо субкультивировать каждые 21 сутки [4]. Однако частые пересадки подвергают растения стрессу, что может привести к потере физиологической стабильности. В связи с этим разработана методика хранения

растений в состоянии замедленного роста является перспективным направлением для сохранения генофонда [2].

По мнению многих авторов, замедление роста обычно достигается за счёт модификации питательных сред или условий культивирования [1, 16, 17]. Так, часто в питательную среду вносят ингибиторы роста, которые могут оказывать осмотическое действие (маннит, сорбит, абсцизовую кислоту (АБК)) [3, 5, 7]. Известно, что введение маннита и сорбита позволило сохранить жизнеспособность сортов голубики высокой и сорта брусники обыкновенной в течение 4 месяцев без субкультивирований [10]. В то же время, использование в составе питательной среды АБК обеспечило поддержание растений *Solanum tuberosum* в хорошем состоянии в течение 12 месяцев, при высокой регенерационной способности – 80 % [12]. Также для замедления роста культур применяют пониженные температуры. Известно, что в условиях темноты и при 5 °С в беспересадочной культуре *in vitro* в течение 1 года успешно сохранялись растения *Quercus suber* [11].

Целью наших исследований было изучение влияния факторов культивирования на длительность депонирования эндемичного вида *Campanula sclerophylla*.

Объекты и методы исследований. Исчезающий эндемичный вид *Campanula sclerophylla*, культивируемый в условиях *in vitro*. Депонирование микропобегов *C. sclerophylla* проводили на питательной среде ½ МС [14], содержащей сорбит, маннит и АБК в концентрациях: 1,0; 1,0 и 2 мг/л, при температуре +7, +9 и +22 °С.

Варианты опыта:

- ½ МС сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л (температура воздуха 7, 9 и 22 °С, освещённость 100 и 1 200 лк);
- ½ МС маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л (температура воздуха 7, 9 и 22 °С, освещённость 100 и 1 200 лк);
- Контроль – ½ МС, без осмотиков (температура воздуха 7, 9 и 22 °С, освещённость 100 и 1 200 лк).

Состояние микропобегов *C. sclerophylla* оценивали через 180 и 360 суток культивирования с помощью морфометрических показателей (высота экспланта, количество листьев, количество и длина корней).

Растения культивировали при фотопериоде 16/8 часов и влажности 70 %. В опытах использовали микропобеги *Campanula sclerophylla* Коллак. (рис. 1), введённые в стерильную культуру, в каждой повторности не менее 15 шт. в 3-х повторениях.

Для статистической обработки полученных результатов использовали программное приложение Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. В наших исследованиях для замедления кинетики роста и сохранения жизнеспособности эксплантов колокольчика твёрдолистного использовали влияние следующих факторов: пониженную температуру +7 и +9 °С и оптимальную для культивирования положительную температуру 22 °С, низкую освещённость (100 и 1 200 лк) и наличие в питательной среде осмотиков и ингибитора роста. Проведённый скрининг депонируемых в течение 180 суток эксплантов показал замедление роста эксплантов в среднем в 2,5 раза по сравнению с контролем, в котором отмечался более активный рост микропобегов. Морфометрические показатели растений представлены в таблице 1, где показано комплексное влияние питательной среды, освещённости и температуры.

Таблица 1

**Морфометрические показатели микропобегов
Campanula sclerophylla через 180 суток культивирования**

Варианты питательной среды	Температура культивирования, °С (освещённость, лк)	Высота микропобега, см	Количество листьев, шт.	Количество корней, шт.	Длина корней, см
½ МС, сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	7 (100)	1,1 ±0,7	1,0 ±0,2	0,2 ±0,01	0,1 ±0,01
½ МС, маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	7 (100)	1,3 ±0,4	0,9 ±0,1	0,3 ±0,01	0,2 ±0,01
Контроль ½ МС	7 (100)	2,7 ±0,5	1,8 ±0,3	1,2 ±0,2	0,9 ±0,3
½ МС, сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	9 (100)	1,4 ±0,7	1,2 ±0,2	0,9 ±0,2	0,2 ±0,01
½ МС, маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	9 (100)	1,5 ±0,4	1,3 ±0,1	1,1 ±0,1	0,3 ±0,01
Контроль ½ МС	9 (100)	3,1 ±0,5	2,0 ±0,3	1,7 ±0,3	1,5 ±0,1
½ МС, сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	22 (1200)	3,9 ±0,3	2,7 ±0,3	2,1 ±0,2	1,9 ±0,2
½ МС, маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	22 (1200)	4,2 ±0,2	3,5 ±0,4	2,7 ±0,3	2,4 ±0,2
Контроль ½ МС	22 (1200)	5,3 ±0,4	4,6 ±0,2	3,9 ±0,3	3,1 ±0,3

Так, сохранение микропобегов колокольчика твёрдолистного при температуре 7–9 °С не только снижало их рост в 2,5 раза, но и оказывало существенное влияние на формирование листьев и корней, которое было минимальным (табл. 1). Наряду с этим при температуре 7 °С отмечали отмирание листьев и гибель эксплантов (68,7 %). Повышение температуры депонирования до 22 °С и освещённости до 1 200 лк также показало

эффективность снижения кинетики роста побегов в вариантах по сравнению с контролем, гибель эксплантов в среднем составила 36,3 %.

Полученные результаты показали, что при культивировании в течение 180 суток на питательной среде $\frac{1}{2}$ МС, дополненной сорбитом, маннитом и АБК при температуре 9 и 22 °С удалось поддерживать устойчивое жизнеспособное состояние сохраняемых побегов и растений колокольчика твёрдолистного при низкой интенсивности ростовых процессов.

Морфометрические показатели депонируемых в течение 360 суток растений колокольчика твёрдолистного представлены в таблице 2.

Таблица 2

Морфометрические показатели микропобегов *Campanula sclerophylla* через 360 суток культивирования

Вариант питательной среды	Температура культивирования, °С (освещённость, лк)	Высота микропобега, см	Кол-во листьев, шт.	Кол-во корней, шт.	Длина корней, см
$\frac{1}{2}$ МС сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	7 (100)	1,3 ±0,2	0,3 ±0,01	–	–
$\frac{1}{2}$ МС маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	7 (100)	1,5 ±0,1	0,4 ±0,01	–	–
Контроль $\frac{1}{2}$ МС	7 (100)	2,7 ±0,5	2,3 ±0,3	1,1 ±0,2	0,5 ±0,1
$\frac{1}{2}$ МС сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	9 (100)	2,2 ±0,1	1,5 ±0,2	1,1 ±0,2	0,3 ±0,1
$\frac{1}{2}$ МС маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	9 (100)	2,6 ±0,2	1,9 ±0,1	1,6 ±0,1	1,2 ±0,1
Контроль $\frac{1}{2}$ МС	9 (100)	3,9 ±0,5	2,2 ±0,2	1,9 ±0,1	1,5 ±0,2
$\frac{1}{2}$ МС сорбит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	22 (1200)	4,3 ±0,1	2,9 ±0,2	2,8 ±0,2	2,1 ±0,1
$\frac{1}{2}$ МС маннит 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л	22 (1200)	4,7 ±0,2	3,7 ±0,3	2,9 ±0,2	2,9 ±0,3
Контроль $\frac{1}{2}$ МС	22 (1200)	8,5 ±0,4	5,1 ±0,2	4,6 ±0,3	4,2 ±0,3

Как видно из данных таблицы 2 сохранение при пониженной температуре +7 °С способствовало снижению кинетики роста по сравнению с контролем (в 1,8 и 2,1 раз, соответственно), при этом у микропобегов отмечена массовая гибель корневой системы. При повышении температуры депонирования до +9 °С также наблюдали снижение кинетики роста побегов по сравнению с контролем: длина микропобега достигала 2,2–2,6 см, количество листьев – 1,5–1,8 шт./эксплант. Однако наилучшие показатели отмечены на варианте с $\frac{1}{2}$ МС, сорбит 1,0 мг/л +

АБК 2,0 мг/л (рис. 2а, б). Микропобеги колокольчика твёрдолистного имели зелёный цвет, при этом отмечали появление отдельных участков с антоциановой окраской микропобега. По мнению некоторых авторов, это является физиологическим ответом эксплантов на длительное воздействие пониженных положительных температур [7, 8]. Сохранение растений при 22 °С и освещении 1 200 лк также снижало морфометрические показатели, но при этих условиях культивирования отмечено усыхание побегов и листьев (рис. 2в-д).



Рис. 1. Микропобег *Campanula sclerophylla* (размер исходных эксплантов, $h \approx 1,0$ см)

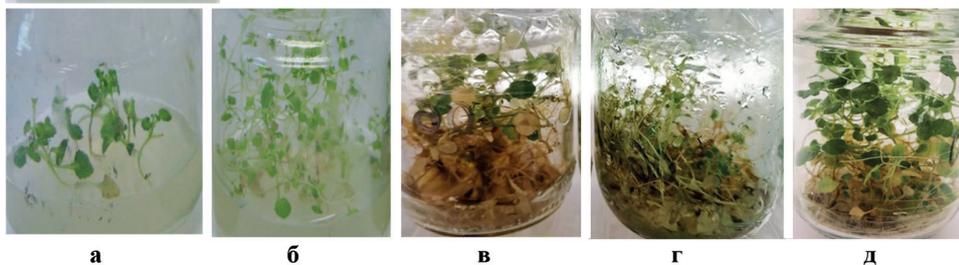


Рис. 2. *Campanula sclerophylla* через 360 суток культивирования:
а – ½ МС, сорбит – 1,0 мг/л + АБК – 2,0 мг/л, 9 °С, 100 лк;
б – контроль ½ МС, 9 °С, 100 лк;
в – ½ МС, маннит – 1,0 мг/л + АБК – 2,0 мг/л, 22 °С, 1 200 лк;
г – ½ МС, сорбит – 1,0 мг/л + АБК – 2,0 мг/л, 22 °С, 1200 лк;
д – контроль ½ МС, 22 °С, 1 200 лк

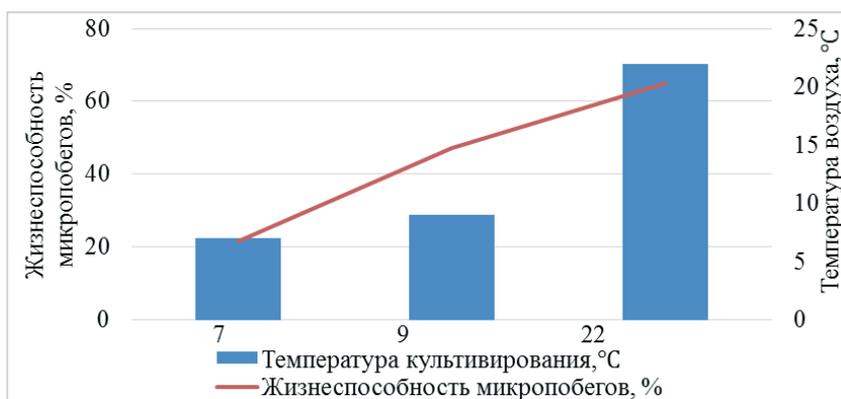


Рис. 3. Жизнеспособность микропобегов *Campanula sclerophylla* через 360 суток депонирования

На рисунке 2 представлены растения колокольчика твёрдолистного, культивируемые при различных режимах в течение 360 суток.

Проведённый скрининг депонируемых в течение 360 суток эксплантов колокольчика твёрдолистного показал, что на питательной среде $\frac{1}{2}$ МС при концентрации сорбита 1,0 мг/л + АБК 2,0 мг/л и низких положительных температурах 7–9 °С жизнеспособность эксплантов варьировала от 21 до 47,1 %, при оптимальной температуре 22 °С и пониженном освещении 1 200 лк жизнеспособность эксплантов достигала 65 %.

Выводы. В результате исследования впервые разработан метод длительного культивирования *in vitro* эндемичного исчезающего вида природной флоры *Campanula sclerophylla*. Установлена способность растений колокольчика твёрдолистного снижать кинетику роста и сохранять высокую жизнеспособность в условиях низкой положительной температуры (9 °С) и освещённости (100 лк) на питательной среде $\frac{1}{2}$ МС, дополненной осмотиком сорбитом в концентрации 1,0 мг/л и ингибитором АБК в концентрации 2,0 мг/л. Комплексное использование этих факторов в течение 360 суток депонирования способствовало сохранению морфогенетического потенциала и способности к регенерации микропобегов до 47,1 %. При этом необходимо отметить, что несмотря на повышенные биометрические показатели эксплантов длительно культивируемых на питательной среде $\frac{1}{2}$ МС (контроль) (при 9 и 22 °С и освещённости 100 и 1 200 лк), данные условия культивирования также можно рекомендовать для депонирования растений *Campanula sclerophylla*.

*Работа выполнена в рамках реализации
ГЗ ФИЦ СЦ РАН № FGRW-2022-0005*

Список литературы

1. Белокурова В.Б., Листван Е.В., Майстров П.Д., Сикура Й.Й., Глеба Ю.Ю., Кучук Н.В. Использование методов биотехнологии растений для сохранения и изучения биоразнообразия мировой флоры // Цитология и генетика. – 2005. – Т. 39. – № 1. – С. 41-51.
2. Вечернина Н.А. Сохранение биологического разнообразия редких, исчезающих видов, уникальных форм сортов растений методами биотехнологии: дис...д-ра биол. наук. – Барнаул, 2006. – 325 с.
3. Коломиец Т.М., Маляровская В.И., Губаз С.Л., Самарина Л.С. Разработка режимов среднесрочного хранения *in vitro* эндемичного вида *Campanula sklerophylla* Kol. // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия Кавказа: матер. конф. – Сухум, 2016. – С. 240-244.
4. Крицкая Т.А., Кашин А.С. Использование метода культуры *in vitro* для сохранения некоторых редких и исчезающих кальцефильных видов растений Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2013. – Т. 13. – Вып. 4. – С. 65-73. – ISSN 2541-8971.

5. Крицкая Т.А., Кашин А.С. Особенности длительного депонирования культуры *in vitro* некоторых редких и исчезающих видов растений Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2016. – Т. 16. – Вып. 1. – С. 74-80. – <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2016-16-1-74-8>.
6. Митрофанова И.В. Соматический эмбриогенез и органогенез как основа биотехнологии получения и сохранения многолетних садовых культур. – Киев: Аграрна наука, 2011. – 344 с.
7. Митрофанова И.В., Иванова Н.Н., Митрофанова О.В., Лесникова-Седошенко Н.П. Особенности депонирования хризантемы садовой в условиях *in vitro* // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 131. – С. 110-117. – <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.131.2019.15>.
8. Митрофанова И.В., Митрофанова О.В., Иванова Н.Н., Браилко В.А., Лесникова-Седошенко Н.П. Моделирование контролируемых условий, необходимых для адаптации и длительного хранения растительного материала декоративных, ароматических и плодовых культур в генобанке *in vitro*: методические рекомендации. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 69 с.
9. Основы создания генобанка *in vitro* видов, сортов и форм декоративных, ароматических и плодовых культур: монография / под ред. д.б.н. И.В. Митрофановой. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 260 с. – ISBN 978-5-907118-87-4.
10. Сидорович Е.А., Кутас Е.Н., Филипеня В.Л. Влияние осмотических ингибиторов на сохранение жизнеспособности интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro* // Докл. АН Беларуси. – 1995. – Т. 39. – № 1. – С. 63-66.
11. Romano A., Martins-Loução M.A. *In vitro* cold storage of cork oak shoot cultures // Plant Cell, Tissue and Organ. Culture. – 1999. – Vol. 59. – P. 155-157.
12. Fartais L., Strajeru S., Avramiuc M. Conservarea explantelor de cartof pe mediu cu inhibitor osmotic (Manitol) // Cer. Genet, Veg. si Anim. – 1998. – № 5. – P. 231-236.
13. Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020. [Electronic Resources]. – Access mode: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=13378>. (accessed: 6.04.2022).
14. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. – 1962. – Vol. 15. – № 3. – P. 473-497. – <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
15. Cruz-Cruz C.A., González-Arno M.T., Engelmann F. Biotechnology and Conservation of Plant Biodiversity // Resources. – 2013. – Vol. 2. – P. 73-95. – <https://doi.org/10.3390/resources2020073>.
16. Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* – 2011. – Vol. 47. – P. 5-16. – <https://doi.org/10.1007/s11627-010-9327-2>.
17. Tassy C., Feuillet C., Barret P. A method for the medium-term storage of plant tissue samples at room temperature and successive cycles of DNA extraction // *Plant Mol. Biol. Rep.* – 2006. – Vol. 24. – P. 247-248. – <https://doi.org/10.1007/BF02914064>.

**INFLUENCE OF CULTIVATION FACTORS
ON THE DURATION OF *IN VITRO* DEPOSITION OF AN ENDEMIC
SPECIES *CAMPANULA SCLEROPHYLLA* KOLAK.**

Malyarovskaya V.I., Shurkina Ye.S.

*Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: malyarovskaya@yandex.ru*

Solving the global problem of plant biodiversity conservation is impossible without finding new approaches. In addition to the existing traditional methods of *ex situ* biodiversity conservation, modern biotechnological means are increasingly being used to ensure the possibility of sustainable management for genetic resources. One of the directions in biodiversity conservation is the creation of *in vitro* gene bank, in the form of slowly growing collections. The purpose of our research is to study the influence of cultivation factors on the duration of deposition of an endemic species grown in the natural flora of the Western Caucasus, *Campanula sclerophylla* Kolak. For the first time, a method has been developed to preserve plants of the endemic species *Campanula sclerophylla* Kolak. under *in vitro* conditions for 360 days. Deposition was carried out at different temperatures (7, 9, and 22 °C), illumination (100 and 1 200 lux), on a Murashige and Skoog medium (½ MS) supplemented with sorbitol, mannitol and abscisic acid (ABA). The plant material was evaluated after 180 and 360 days of cultivation by studying the morphometric parameters of micro-shoots. It is shown that the preservation of viability and reduction of the growth kinetics in micro-shoots of *Campanula sclerophylla* during 360 days of deposition was facilitated by the complex effect of factors such as temperature 9 and 22 °C, illumination (100 и 1 200 lx) and the presence of osmotic substances (mannitol, sorbitol) and growth inhibitor (ABA) in the nutrient medium. Moreover, the best morphometric indicators in the micro-shoots of *Campanula sclerophylla* Kolak. were recorded on ½ MS with the content of sorbitol and ABA (1.0 mg/l and 2.0 mg/l, respectively). At the same time, the viability of *Campanula sclerophylla* explants was 47.1–65 %.

Key words: *Campanula sclerophylla*, cultivation factors, mannitol, sorbitol, abscisic acid, *in vitro* gene bank, slow-growing culture.

УДК 581.14.6:634.738

doi:10.31360/2225-3068-2022-81-106-115

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭТАПА РИЗОГЕНЕЗА ПРИ КЛОНАЛЬНОМ МИКРОРАЗМНОЖЕНИИ КЛЕМАТИСА

Муратова С.А., Папихин Р.В., Хорошкова Ю.В.

*Мичуринский государственный аграрный университет,
г. Мичуринск, Тамбовская обл., Россия, e-mail: smuratova@yandex.ru*

В статье рассмотрены результаты научных исследований по изучению влияния β-индолилмасляной кислоты (ИМК) и ультразвука (УЗ) на эффективность ризогенеза микрочеренков клематиса сорта 'Purpurea Plena Elegans' в условиях *in vitro*. Максимальная частота укоренения клематиса при введении ауксина в питательную среду ризогенеза достигнута на среде MS УК с содержанием сахарозы 20 г/л при 0,25 и 0,5 ИМК. При таком способе индукции ризогенеза частота укоренения микрочеренков клематиса составляла 56,3–57,9 %, при этом, больше всего корней на укоренённый микрочеренок образовалось на безгормональной среде и среде с самой низкой концентрацией ауксина, также на этих