

## ВЛИЯНИЕ МАННИТА И АБСЦИЗОВОЙ КИСЛОТЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕПОНИРОВАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *ACTINIDIA LINDL.* ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ\*

В. И. МАЛЯРОВСКАЯ, Ц. В. ТУТБЕРИДЗЕ, Т. А. СИМОНЯН

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр  
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,  
ул. Яна Фабрициуса, 2/28, г. Сочи, 354002, Россия,  
e-mail: malyarovskaya@yandex.ru

### АННОТАЦИЯ

Субтропики России, благодаря природно-климатическим условиям, – единственный регион, где можно в промышленных масштабах выращивать *A. deliciosa* и другие виды рода *Actinidia* Lindl. В этом регионе растения и плоды актинидии не повреждаются вредителями и болезнями, что исключает целесообразность применения пестицидов. С целью увеличения количества посадочного материала для закладки плантаций необходимо применять оздоровленный высококачественный посадочный материал, выращенный с использованием современных биотехнологических методов. Цель исследований – изучение влияния маннита и абсцизовой кислоты на эффективность депонирования представителей *Actinidia* Lindl. при различных условиях культивирования. Показано, что способ минимализации роста растений актинидии при низкой положительной температуре и освещенности в условиях *in vitro* позволяет сохранить жизнеспособные микропобеги без субкультивирования в течение 90–120 сут. Установлено, что после депонирования микропобеги актинидии, пересаженные на питательную среду МС, обладали высокой восстановительной регенерационной способностью. Наибольший процент жизнеспособных микропобегов *A. arguta* (61,7–68,3 %) и *A. deliciosa* сорта Hayward (59,7–63,7 %) отмечен после субкультивирования (60–80 дней) с питательной среды, содержащей по 1 мг/л маннита и АБК, и в контроле (без маннита и АБК) при температуре +23 °C и освещенности 2000 лк.

**Ключевые слова:** *Actinidia deliciosa*, *A. arguta* Planch., депонирование, питательная среда, маннит, абсцизовая кислота, морфометрические показатели.

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день актуальной задачей для обеспечения продовольственной безопасности России является интенсификация производства плодово-ягодной продукции, привлечение перспективных культур и расширение их сортимента. Среди плодово-ягодных культур высокой пищевой ценностью обладают плоды разных видов актинидии, в том числе *Actinidia deliciosa* (A. Chevalier) Liang et Ferg. Они являются отличным источником витаминов и других биологически активных веществ, а также отличаются высокими антиоксидантными свойствами, оказывающими положительный эффект на организм человека [1, 2].

Род актинидия (*Actinidia* Lindl.) относится к семейству актинидиевых (Actinidiaceae Hutch.), включает 110 таксонов и 60 видов [3]. Из литературных источников известно, что на территории России актинидии в диком виде произрастают в Приморском и Хабаровском краях, на Сахалине и южных островах Курильской гряды. Особо теплолюбивыми, произрастающими в Юго-Восточной Азии, считаются: актинидия пурпурная *A. purpurea* (Maxim.), актинидия китайская *A. chinensis* (var. *hispida*) Planch., актинидия деликатесная *A. deliciosa* (A. Chevalier) Liang et Ferg. Влажные субтропики России, из-за своего географического положения, – единственный регион, где можно в промышленных масштабах выращивать *A. deliciosa* и другие виды рода *Actinidia* Lindl. Здесь растения и плоды актинидии не повреждаются вредителями и болезнями, что исключает целесообразность применения пестицидов. С целью увеличения количества посадочного материала для закладки плантаций необходимо применять оздоровленный высококачественный посадочный материал, выращенный с использованием современных биотехнологических методов.

\* Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СНЦ РАН № FGRW-2024-0008, рег. № 1023110900223-6-4.1.1, и FGWR-2024-0003, рег. № 124022000093-1.

Длительное сохранение растений в медленнорастущей культуре – один из этапов размножения в условиях *in vitro*. Замедления роста растений в условиях *in vitro* можно достичь за счет модификации питательных сред или условий культивирования – понижения температуры воздуха и освещенности [4–7]. В качестве ингибиторов роста в питательную среду часто добавляют осмотические вещества (маннит, сорбит) и абсцизовую кислоту. Использование биотехнологических приемов для длительного сохранения растений в условиях *in vitro* также тесно связано с их биологическими особенностями. Так, например, введение в питательную среду маннита и сорбита позволило сохранить жизнеспособность сортов голубики высокой и брусники обыкновенной в течение 4 месяцев без субкультивирований [8]. Есть также данные, что комплексное воздействие таких факторов, как температура +9 и +22 °C, освещенность 100 и 1200 лк, присутствие в питательной среде осмотических веществ (маннит, сорбит) и ингибитора роста – абсцизовой кислоты – способствовало сохранению жизнеспособности и снижению кинетики роста микропобегов *Campanula sclerophylla* в течение 360 сут депонирования [7].

Регенерационную способность представителей рода *Actinidia*, преимущественно *A. arguta* Planch., *A. kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *A. polygama* (Sieb. et Zucc.) Maxim., в условиях стерильной культуры активно изучают российские и зарубежные ученые [9–12]. Вместе с тем мало информации по микроразмножению и длительному сохранению *Actinidia deliciosa*.

Целью наших исследований являлось выявление влияния маннита и абсцизовой кислоты (АБК) на эффективность депонирования представителей *Actinidia Lindl.* при различных условиях культивирования.

## ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в лаборатории биотехнологии Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» в 2023–2024 гг. В эксперименте по изучению влияния различных факторов (температуры, освещенности, осмотического вещества (маннит) и АБК) на длительность культивирования в беспересадочной культуре в качестве объектов исследования использовали микропобеги *Actinidia deliciosa* сорта Hayward и вида *A. arguta* Planch. размером 1,5–2,0 см. Работа проведена в асептических условиях по классической методике [13]. Микропобеги актинидии высаживали на питательную среду по прописи 1/2 Мурасиге и Скуга (Murashige, Scoog, 1962) с добавлением маннита и АБК в концентрации 1–3 мг/л. Варианты опыта:

1. Маннит, 1 мг/л + АБК, 1 мг/л.
2. Маннит, 2 мг/л + АБК, 2 мг/л.
3. Маннит, 3 мг/л + АБК, 3 мг/л.
4. Контроль (1/2 МС без гормонов и осмотических веществ).

Учет проводили по следующим показателям: высота побегов, см; количество междуузлий, шт.; количество листьев, шт.; количество корней, шт.; длина корней, мм.

Длительное культивирование микропобегов актинидии проводили при разных режимах культивирования:

при пониженной температуре воздуха (+7 °C) и интенсивности освещения 1000 лк (холодильная камера Pozis-Paracels, Россия);

при температуре воздуха +23 °C и освещенности 2000 лк (культуральное помещение).

Исследования проводили в трехкратной повторности, в каждом варианте не менее 30 микропобегов. Математическая обработка данных проведена стандартными методами с использованием программы Microsoft Excel 2007.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате изучения влияния режимов культивирования и концентраций маннита и АБК на длительность сохранения (180 сут) в стерильных условиях микропобегов сорта Hayward и вида *A. arguta* установлено, что максимальный рост эксплантов наблюдался в стандартных

условиях при температуре +23 °С и освещенности 2000 лк (в контроле), при этом высота микропобегов увеличилась более чем в два раза и достигла 3,9 (Hayward) и 4,5 см (*A. arguta*) (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние маннита, АБК и режимов культивирования (+23 °С, освещенность 2000 лк) на морфометрические показатели представителей рода *Actinidia* (через 180 сут)**

Морфометрические показатели	Вариант 1 Маннит, 1 мг/л + АБК, 1 мг/л		Вариант 2 Маннит, 2 мг/л + АБК, 2 мг/л		Вариант 3 Маннит, 3 мг/л + АБК, 3 мг/л		Контроль	
	Hayward	<i>A. arguta</i>	Hayward	<i>A. arguta</i>	Hayward	<i>A. arguta</i>	Hayward	<i>A. arguta</i>
Высота побегов, см	2,9 ± 0,01	3,3 ± 0,03	1,5 ± 0,01	2,2 ± 0,01	2,1 ± 0,02	1,5 ± 0,02	3,9 ± 0,03	4,5 ± 0,03
Количество листьев, шт.	2,3 ± 0,02	3,7 ± 0,02	1,9 ± 0,02	2,1 ± 0,02	1,5 ± 0,01	1,7 ± 0,02	4,3 ± 0,04	5,1 ± 0,04
Количество корней, шт.	1,3 ± 0,01	2,3 ± 0,01	—	2,7 ± 0,02	—	0,7 ± 0,01	3,3 ± 0,03	5,2 ± 0,02
Длина корней, см	1,4 ± 0,01	1,8 ± 0,02	—	1,6 ± 0,01	—	0,2 ± 0,01	3,1 ± 0,02	4,5 ± 0,01
Количество междуузлий, шт.	3,1 ± 0,03	3,8 ± 0,01	2,1 ± 0,02	3,3 ± 0,03	1,5 ± 0,01	1,7 ± 0,03	3,5 ± 0,02	4,3 ± 0,04
Жизнеспособность микропобегов <i>Actinidia</i> , %	51,3	57,4	41,8	45,2	31,5	33,8	53,9	57,8

Также у изучаемых генотипов на питательной среде с содержанием маннита и АБК в концентрации 1 мг/л отмечен рост микропобегов 2,9 и 3,3 см соответственно. Вместе с тем в вариантах с повышенным содержанием изучаемых веществ (варианты № 2 и 3) через 90 сут рост микропобегов у актинидии прекратился, отмечено пожелтение и опадение листьев. При этом процент жизнеспособности микропобегов актинидии в зависимости от варианта питательной среды варьировал: для сорта Hayward – от 31,5 (вариант № 3) до 53,9 % (контроль); для *A. arguta* – от 33,8 (вариант № 3) до 57,8 % (контроль).

Выявлено, что микропобеги актинидии, культивируемые в условиях пониженной температуры (+7,7 °С) и освещенности (1000 лк), по всем морфометрическим показателям были ниже, чем в опыте со стандартными условиями культивирования (табл. 2).

**Таблица 2. Влияние маннита, АБК и режимов культивирования (+7 °С, освещенность 1000 лк) на морфометрические показатели представителей рода *Actinidia* (через 180 сут)**

Морфометрические показатели	Вариант 1 Маннит, 1 мг/л + АБК, 1 мг/л		Вариант 2 Маннит, 2 мг/л + АБК, 2 мг/л		Вариант 3 Маннит, 3 мг/л + АБК, 3 мг/л		Контроль	
	Hayward	<i>A. arguta</i>	Hayward	<i>A. arguta</i>	Hayward	<i>A. arguta</i>	Hayward	<i>A. arguta</i>
Высота побегов, см	2,1 ± 0,01	2,4 ± 0,03	2,0 ± 0,02	2,1 ± 0,01	1,8 ± 0,02	1,9 ± 0,02	3,2 ± 0,04	3,8 ± 0,02
Количество листьев, шт.	2,3 ± 0,02	2,8 ± 0,02	1,1 ± 0,01	1,7 ± 0,02	1,7 ± 0,01	—	2,7 ± 0,03	2,9 ± 0,01
Количество корней, шт.	—	1,1 ± 0,01	—	3,1 ± 0,04	—	1,1 ± 0,02	—	2,3 ± 0,01
Длина корней, см	—	0,5 ± 0,01	—	1,7 ± 0,01	—	0,5 ± 0,01	—	0,8 ± 0,01
Количество междуузлий, шт.	2,4 ± 0,01	2,7 ± 0,03	1,9 ± 0,02	2,1 ± 0,02	1,5 ± 0,02	1,7 ± 0,03	3,1 ± 0,03	3,3 ± 0,04
Жизнеспособность микропобегов <i>Actinidia</i> , %	43,1	47,7	31,2	35,8	21,3	23,8	43,9	49,8

Процент жизнеспособных микропобегов также был ниже, чем в опыте с повышенной температурой и освещенностью, и варьировал для сорта Hayward от 21,3 до 43,9 %; для *A. arguta* – от 23,8 до 49,8 %.

Также нами установлено, что добавление 2–3 г/л маннита и АБК в питательную среду оказывало ингибирующее действие на рост микропобегов актинидии при разных режимах культивирования и сокращало период депонирования на 60 сут.

В то же время Irina Pavlova с соавторами (2021 г.) в своих исследованиях показали, что растения другой культуры – винограда – способны к морфогенезу в условиях низкой положительной температуры и крайне низкой освещенности. Растения культивировали пять месяцев без изменения показателя длины побегов. При этом жизнеспособность растений в этих условиях во многом зависит от сортовых особенностей культуры [14].

Скрининг депонируемых микропобегов актинидии показал, что после их субкультивирования со среды с маннитом и АБК на питательную среду МС процент восстановления жизнеспособности был неодинаков. Выявлено, что наибольший процент жизнеспособных микропобегов у *A. deliciosa* сорта Hayward и вида *A. arguta* был отмечен при субкультивировании со среды, содержащей маннит, 1 мг/л + АБК, 1 мг/л – 61,7 и 68,3 % соответственно, и в контроле – 59,7 и 63,7 % соответственно (рис. 1).

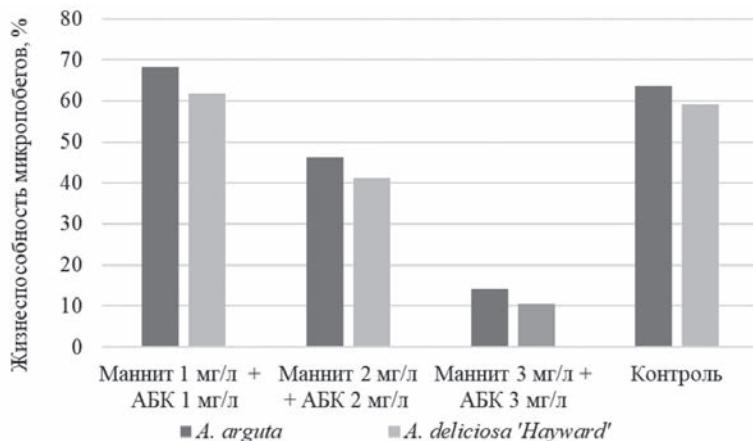


Рис. 1. Жизнеспособность микропобегов представителей рода *Actinidia* после субкультивирования со среды с осмотическими веществами (культурирование при температуре +23 °C и освещенности 2000 лк) на питательную среду МС, %

В опыте с пониженной температурой и освещенностью процент жизнеспособных микропобегов был ниже и варьировал у *A. deliciosa* сорта Hayward с 0,5 (маннит, 3 мг/л + АБК, 3 мг/л) до 35,5 % (контроль), у *A. arguta* – с 0,9 (маннит, 3 мг/л + АБК, 3 мг/л) до 41,2 % (контроль) (рис. 2). При этом, как и в опыте с повышенной температурой и освещенностью, наилучшие результаты были у генотипов актинидии на варианте с содержанием маннита, 1 мг/л + АБК, 1 мг/л и в контроле (без маннита и АБК).

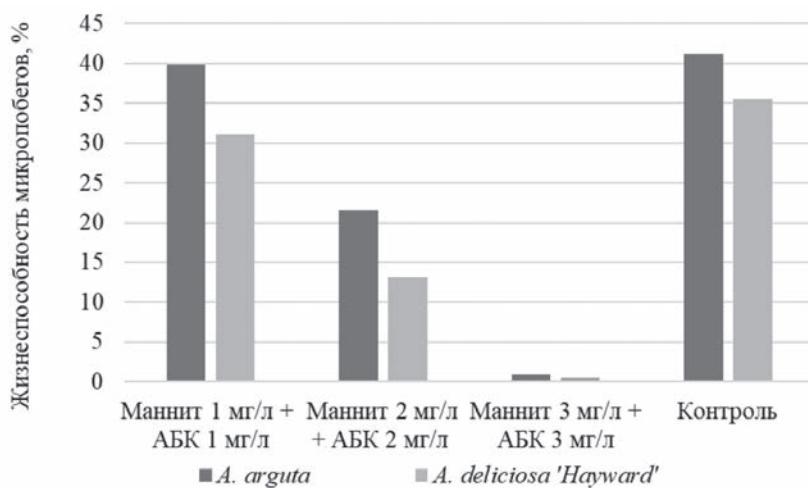


Рис. 2. Жизнеспособность микропобегов представителей рода *Actinidia* после субкультивирования со среды с маннитом и АБК (культурирование при температуре +7 °C и освещенности 1000 лк) на питательную среду МС, %

## ВЫВОДЫ

В результате изучения режимов культивирования, влияния маннита и АБК на период депонирования актинидии в условиях культуры *in vitro* установлено, что виды актинидии отличались по жизнеспособности и интенсивности морфогенеза. Выявлено также, что способ минимализации роста растений актинидии при низкой положительной температуре и освещенности в условиях *in vitro* является приемлемым и позволяет сохранить жизнеспособные микропобеги без субкультивирования в течение 90–120 сут. Кроме того, после депонирования микропобеги актинидии, пересаженные на питательную среду МС, обладали высокой восстановительной регенерационной способностью. Так, высокий процент жизнеспособных микропобегов *A. arguta* (61,7–68,3 %) и *A. deliciosa* сорта Hayward (59,7–63,7 %) отмечен после субкультивирования (60–80 дней) с питательной среды, содержащей по 1 мг/л маннита и АБК, и в контроле (без маннита и АБК) при температуре +23 °C и освещенности 2000 лк.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беседина, Т. Д. Экологическая характеристика интродуцированных сортов *A. deliciosa* в условиях влажных субтропиков России / Т. Д. Беседина, Ц. В. Тутберидзе, С. В. Добежина // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 100 (06). – С. 79–86.
2. Беседина, Т. Д. Научно обоснованный сортимент актинидии деликатесной для возделывания во влажных субтропиках России / Т. Д. Беседина, Ц. В. Тутберидзе, Н. С. Киселева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – № 59. – С. 108–118. – DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-108-118.
3. Ferguson, A. R. Kiwifruit (*Actinidia*) / A. R. Ferguson // Acta Horticulturae. – 1990. – Vol. 290. – P. 603–653.
4. Разработка режимов среднесрочного хранения *in vitro* эндемичного вида *Campanula sklerophylla* Kolak. / Т. М. Коломиец, В. И. Маляровская, С. Л. Губаз, Л. С. Самарина // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия Кавказа : материалы юбилейн. междунар. науч. конф., Сухум, 6–10 сент. 2016 г. / Ин-т ботаники Акад. наук Абхазии, Гл. ботан. сад им. Н. В. Цицина, Абхаз. отд-ние Рус. ботан. о-ва ; редкол.: Э. Ш. Губаз (отв. ред.) [и др.]. – Сухум, 2016. – С. 240–244.
5. Крицкая, Т. А. Особенности длительного депонирования культуры *in vitro* некоторых редких и исчезающих видов растений Саратовской области / Т. А. Крицкая, А. С. Кашин // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. – 2016. – Т. 16, вып. 1. – С. 74–80. – DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-1-74-8.
6. Особенности депонирования хризантемы садовой в условиях *in vitro* / И. В. Митрофанова, Н. Н. Иванова, О. В. Митрофанова, Н. П. Лесникова-Седошенко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 131. – С. 110–117. – DOI: 10.25684/NBG.boolt.131.2019.15.
7. Маляровская, В. И. Влияние факторов культивирования на длительность депонирования *in vitro* эндемичного вида *Campanula sclerophylla* Kolak. / В. И. Маляровская, Е. С. Шуркина // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2022. – № 81. – С. 98–106. – DOI: 10.31360/2225-3068-2022-81-98-106.
8. Сидорович, Е. А. Влияние осмотических ингибиторов на сохранение жизнеспособности интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitisideia* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас, В. Л. Филипеня // Доклады Академии наук Беларусь. – 1995. – Т. 39, № 1. – С. 63–66.
9. Modeling and optimizing culture medium mineral composition for *in vitro* propagation of *Actinidia arguta* / R. Hameg, T. A. Arteta, M. Landin [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2020. – Vol. 11. – P. 2088.
10. Малаева, Е. В. Использование биотехнологических методов для сохранения и поддержания коллекции актинидии в культуре *in vitro* / Е. В. Малаева, Л. Н. Коновалова, О. И. Молканова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2009. – Т. 21. – С. 212–218.
11. Крахмалева, И. В. Особенности клonalного микроразмножения разных форм перспективных сортов *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim. / И. В. Крахмалева, О. И. Молканова, Е. В. Малаева // Бюллетень ГНБС. – 2019. – Вып. 133. – С. 80–86. – DOI: 1036305/0513-1634-2019-80-86.
12. Крахмалева, И. Л. Изменение микрометрических признаков устьичного аппарата видов рода актинидия (*Actinidia arguta*, *A. kolomikta*, *A. polygama*) при культивировании *in vitro* и адаптации *ex vitro* / И. Л. Крахмалева, О. И. Молканова, Ю. К. Виноградова // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». – 2024. – № 1 (73). – С. 123–136.
13. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р. Г. Бутенко. – М. : ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
14. The effect of cultivation conditions on the growing processes of grape plants *in vitro* / I. Pavlova, E. Luschay, M. Kosyuk [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2021. – Vol. 39. – DOI: 10.1051/bioconf/20213903001.

**THE EFFECT OF MANNITOL AND ABSCISIC ACID ON STORAGE EFFICIENCY OF ACTINIDIA LINDL.  
UNDER DIFFERENT CULTIVATION CONDITIONS**

V. I. MALYAROVSKAYA, T. V. TUTBERIDZE, T. A. SIMONYAN

**Abstract**

Due to its natural and climatic conditions, the subtropical region of Russia is the only area in the country suitable for industrial-scale cultivation of *A. deliciosa* and other *Actinidia* Lindl. species. In this region, *Actinidia* plants and fruits are not affected by pests or diseases, eliminating the need for pesticide application. To establish plantations, it is essential to use sanitized, high-quality planting material produced via modern biotechnological methods. The aim of the study was to investigate the effect of mannitol and abscisic acid on the storage efficiency of *Actinidia* Lindl. under various cultivation conditions. It was shown that growth minimization of *Actinidia* plants under low positive temperature and light intensity *in vitro* allows for the preservation of viable microshoots for 90–120 days without subculturing. It was found that after storage the microshoots of *Actinidia* transplanted to the MS nutrient medium had a high regenerative ability. The highest percentage of viable microshoots of *A. arguta* (61.7–68.3 %) and *A. deliciosa* ‘Hayward’ (59.7–63.7 %) was recorded after subculturing (60–80 days) from a nutrient medium containing 1 mg/L of mannitol and ABA, and in the control (without mannitol and ABA) under light conditions of 2000 lux and an ambient temperature of +23 °C.

*Keywords:* *Actinidia deliciosa*, *A. arguta* Planch., storage, culture medium, mannitol, abscisic acid, morphometric parameters.

*Поступила в редакцию 24.03.2025*