УДК 631.523:634.1:635.9 doi: 10.31360/2225-3068-2025-93-88-99
EDN GJRNAB

АДАПТАЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *ACTINIDIA* LINDL. К УСЛОВИЯМ *EX VITRO*

Маляровская В.И., Мацькив А.О., Тутберидзе Ц.В.

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

Маляровская В.И. orcid.org/0000-0003-4213-8705
Мацькив А.О. orcid.org/0000-0002-6851-242X
*Тутберидзе Ц.В. orcid.org/*0000-0002-1486-0787

При размножении актинидии в коммерческих масштабах отмечается низкая выживаемость растений-регенератов на этапе адаптации их из условий *in vitro* в нестерильные условия *ex vitro*. Это стрессовый этап для растений, который определяет их жизнеспособность. Поэтому часто для повышения иммунитета растений и их адаптационной способности используют различные биопрепараты. Цель наших исследований – изучение влияния биопрепаратов на приживаемость к нестерильным условиям *ex vitro* представителей рода *Actinidia.* На этапе адаптации применяли биопрепараты: циркон (0,25 мл/л); эпин-экстра (1,0 мл/л); ИМК (2,5 г/л). Показано, что при действии биопрепаратов на этапе адаптации стерильных растений актинидии к условиям *ex vitro,* наибольший рост и развитие (длина побегов, количество междоузлий и листьев), а также процент приживаемости (‘Hayward’ 73,2 %; *A. arguta* 79,8 %) получен при использовании индолил-3-масляной кислоты (ИМК) в концентрации 2,5 мг/л. Выявлена перспективность укоренения актинидии *ex vitro* и адаптации микропобегов без индукции ризогенеза в условиях *in vitro.* Установлено, что при адаптации к условиям *ex vitro* микропобегов *A. deliciosa* сорта ‘Hayward’ без корневой системы, наибольшие морфометрические показатели, как и в опыте с укоренёнными растениями, получены в варианте с обработкой ИМК (2,5 мг/л). Действие других изучаемых биопрепаратов было достоверно ниже и соответствовало уровню контроля. Отмечено, что приживаемость растений в зависимости от обработки препаратами варьировала от 36,7 % (контроль) до 63,2 % (ИМК 0,25 мг/л). Исключение этапа индукции ризогенеза *in vitro* и прямая адаптация к условиям *ex vitro* может ускорить процесс клонального микроразмножения и сократить затраты на производство посадочного материала актинидии.

***Ключевые слова*:** *A. deliciosa*, *A. arguta*, адаптация, культура *in vitro*, условия *ex vitro*, микропобеги, морфометрические показатели, приживаемость.

Введение. Актинидия (род *Actinidia* Lindl.,) благодаря питательным и органолептическим свойствам плодов очень популярна во всём мире [17, 20, 23]. Родом из Китая, этот род широко распространён от регионов с тропическим климатом до регионов с умеренно-холодным климатом [16, 23], и включает в себя более 70 видов. Среди них три вида, отличающиеся по своим морфологическим признакам, по цвету мякоти плода, известные как жёлтый (*Actinidia chinensis*) и зелёный (*A. deliciosa*), а также устойчивый (*A. arguta*) представляют наибольший коммерческий интерес [12].

A. arguta – это вид с самым большим географическим диапазоном выращивания, тогда как *A. deliciosa* и *A. chinensis* более теплолюбивые и это является их лимитирующим фактором для широкого распространения [23]. Что касается состава плодов, то между видами имеются небольшие различия. В целом они выделяются высоким содержанием витамина С (аскорбиновой кислоты) в дополнение к высокому уровню витамина Е, клетчатки, калия и фолиевой кислоты [22, 25]. Они также считаются источником углеводов, белков, фенольных соединений и каротиноидов, таких как лютеин [14, 15], которые, как известно, проявляют различную биологическую активность [22, 23, 25]. Среди них антиоксидантная способность является наиболее изученной, учитывая её корреляцию с содержанием в плодах актинидии витамина С и фенольных соединений [19, 21].

Для массового размножения актинидии часто используют биотехнологические методы (культура тканей и органов) [5]. Однако при размножении этой культуры в коммерческих масштабах некоторые авторы отмечают низкую выживаемость регенератов при переносе из условий *in vitro* в нестерильные условия [11]. Многие исследователи выделяют важность некоторых аспектов при разработке этапа адаптации, таких как физиологические и анатомические изменения регенерантов, которые они претерпевают во время культивирования *in vitro* и на этапе перехода в условия *ex vitro* [11, 13, 24]. Поскольку растения-регенеранты по своим морфологическим особенностям являются нежными из-за высокой влажности в культуральном сосуде, низкой интенсивности света и гетеро- или миксотрофного питания, слабых защитных свойств восковых кутикул, физиологии устьиц и плохого фото-развития синтетического аппарата, то они становятся уязвимыми к физиологическим нарушениям при переносе их в условия *ex vitro* во время акклиматизации [24]. Следовательно, процесс акклиматизации должен быть постепенным и приспособленным ко многим изменениям в листьях, особенно по форме и распределению эпидермальных клеток, увеличению

толщины и дифференциации тканей мезофилла, структуре хлоропластов и их количеству, которые могут возникнуть для выживания растения в условиях *ex vitro* [18].

На ранней стадии акклиматизации скорость транспирации становится выше из-за плохого контроля устьиц и потери воды через кутикулы, что приводит к увяданию, некрозу листьев, старению и возможной гибели листьев, проростков или низкой выживаемости. Поэтому адаптация растений из культуры *in vitro* к нестерильным условиям *ex vitro* один из важных этапов клонального размножения [4, 6]. Это стрессовый этап для растений, который определяет их жизнеспособность. Часто для повышения иммунитета растений и их адаптационной способности используют различные биопрепараты. Так, для адаптации растений-регенерантов вида *Lilium caucasicum* применяли, такие препараты как плант – 2,5 г/л (92,1 %) и эпин – 0,5 мл/л (94,6 %) позволившие получить высокий процент адаптированных растений с хорошо развитой корневой системой и листовым аппаратом [6]. Для другого вида *Campanulla sclerophylla* применяли препарат – циркон в концентрации 0,25 мл/л, который улучшал рост и развитие растений и повышал процент приживаемости по сравнению с контролем (55,0 %), до 88,2 % [4].

Есть также мнение, что у некоторых видов актинидии, например, как у *A. arguta* процент приживаемости при адаптации к нестерильным условиям при соблюдении определённых условий (оптимальной влажности и субстрата) высокий. Вместе с тем мало данных по адаптации *Actinidia deliciosa.* Также из научной литературы известно, что ризогенез у многих видов растений может успешно образовываться в нестерильных условиях *ex vitro*, например, как у растений-регенерантов рода *Vaccinium* L. [1, 2, 7–10]. Так, по данным Liu C. и соавторов (2010) эффективность прямого укоренения *ex vitro* микропобегов голубики составила 80–100 % [9].

Исходя из выше сказанного, можно резюмировать, что для каждой отдельной культуры или вида с учётом их биологических особенностей часто требуется дополнительное изучение технологических этапов адаптации стерильных растений. В связи с этим ***целью наших исследований*** было изучение влияния биопрепаратов на приживаемость к нестерильным условиям представителей рода *Actinidia.*

Объекты и методы исследования. Исследования выполнены в лаборатории биотехнологии ФИЦ СНЦ РАН (2023–2024 г.г.). Работы проводили в асептических условиях по общепринятым методам [3]. Образцы актинидии были отобраны из коллекции лаборатории интродукции и сортоизучения субтропических и южных плодовых

культур. В качестве объектов исследования для адаптации к нестерильным условиям использовали растения сорта *Actinidia deliciosa* 'Hayward' и вида *A. arguta* Planch., размером 9,0–10,0 см (рис. 1а, б), с хорошо развитой корневой системой (1в) и без корней (1г).

Опыт по изучению режимов и подбору приёмов адаптации актинидии *ex vitro* проводили с использованием биопрепаратов:

1. Циркон – действующее вещество гидроксикоричные кислоты (ГКК), кофейные кислоты и её производные: цикориевые и хлорогеновые кислоты, выделенные из эхинацеи пурпурной. Препарат улучшает укоренение при адаптации, защищает растения от стрессов;

2. Эпин-экстра – принадлежит к классу брассиностероидов, природных гормонов растений, антистрессовый адаптоген, обладающий сильной ростостимулирующей активностью;

3. ИМК – регулятор роста, улучшает питание и укоренение растений.

В качестве субстрата использовали пропаренную до 90 °С смесь торфа и песка в соотношении 3 : 1. Растительные образцы высажены в субстрат, обработанный растворами биопрепаратов:

– вариант 1 – циркон (0,25 мл/л);
– вариант 2 – эпин-экстра (1,0 мл/л);
– вариант 3 – ИМК (2,5 г/л);
– контроль (вода без биопрепарата).

Адаптацию проводили в культуральном помещении в пластиковых контейнерах при температуре +22 ±2 °С, влажности воздуха в первые три недели 85 % и освещённости 3 тыс. лк (рис. 2).

Результаты воздействия биопрепаратов оценивали через 30 дней по следующим показателям:

– приживаемость растений **%**;
– высота растений, *см*;
– количество междоузлий, *шт*.

Математическая обработка данных проведена стандартными методами с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение. В эксперименте по адаптации растений актинидии к нестерильным условиям установлено, что за период 50 дней, скорость роста у различных генотипов была не одинаковой. Так, обработка субстрата ИМК в концентрации 2,5 мг/л обеспечила наибольший прирост растений *A. arguta* и составила 15,8 см, в то время как у сорта 'Hayward' прирост был на 2,9 см ниже (12,9 см), различия с контролем и обработкой эпин-экстра 1,0 мл/л существенны (табл. 1).

а б

в г

Рис. 1. Растения сорта *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ (а) и вида *A. arguta* Planch. (б), подготовленные для адаптации к нестерильным условиям, (в) с корневой системой и (г) без корней (1г)

Fig. 1. Plants of *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ (a) and species of *A. arguta* Planch. (b) prepared for adaptation to non-sterile conditions, (c) with root system and (d) without roots (1g)

Рис. 2. Адаптация актинидии

Fig. 2. Adaptation of actinidia

Таблица 1. Влияние типов и концентраций биопрепаратов на рост и приживаемость растений представителей рода *Actinidia*

Table 1: Effect of types and concentrations of biologics on growth and rooting of *Actinidia* genus representatives

Биопрепараты (варианты)	Длина побегов, *см*	Количество междоузлий, *шт.*	Количество листьев, *шт.*	Приживаемость растений, *%*
A. arguta				
циркон 0,25 мл/л	12,1 ±1,9	6,1 ±1,7	8,80 ±1,5	68,8
эпин-экстра 1,0 мл/л	8,70 ±2,1	3,7 ±1,1	7,90 ±1,7	58,3
ИМК 2,5 г/л	15,8 ±2,4	7,3 ±1,9	11,8 ±2,9	79,8
контроль	7,60 ±1,8	4,1 ±1,2	6,70 ±1,3	60,2
НСР	2,2	1,8	2,1	-
A. deliciosa ‘Hayward’				
циркон 0,25 мл/л	9,70 ±1,3	5,1 ±1,7	7,1 ±1,3	61,8
эпин-экстра 1,0 мл/л	7,30 ±2,1	3,4 ±1,1	5,3 ±1,1	57,6
ИМК 2,5 г/л	12,9 ±1,9	6,9 ±1,3	9,1 ±2,3	73,2
контроль	6,90 ±1,5	3,3 ±0,9	5,1 ±1,2	56,9
НСР	1,9	1,3	1,8	–

Меньше прирост чем в варианте с ИМК у изучаемых генотипов отмечен при обработке субстрата цирконом 0,25 мл/л, 12,1 см (*A. arguta*) и 9,7 см (‘Hayward’). В тоже время, действие препарата эпин-экстра на рост побегов актинидии оказалось менее эффективным, на уровне контроля (без биопрепаратов) и различия между ними несущественны. При этом по количеству междоузлий и листьев выявлены существенные различия в варианте с обработкой субстрата и растений ИМК от других изучаемых биопрепаратов и контроля.

Установлено также, что высокий процент приживаемости был получен у представителей рода *Actinidia* при обработке субстрата ИМК 79,8 % (*A. arguta*) и 73,2 % (‘Hayward’). Препарат эпин-экстра действовал на уровне контроля (58,3–60,2 %), приживаемость при обработке субстрата им составила 59,2 % (*A. arguta*) и 57,6 % (‘Hayward’), соответственно. Вместе с тем, необходимо отметить, что все используемые при адаптации растений актинидии биопрепараты показали положительный эффект, превысив этот показатель в контроле или по своему действию были на уровне с ним (рис. 3).

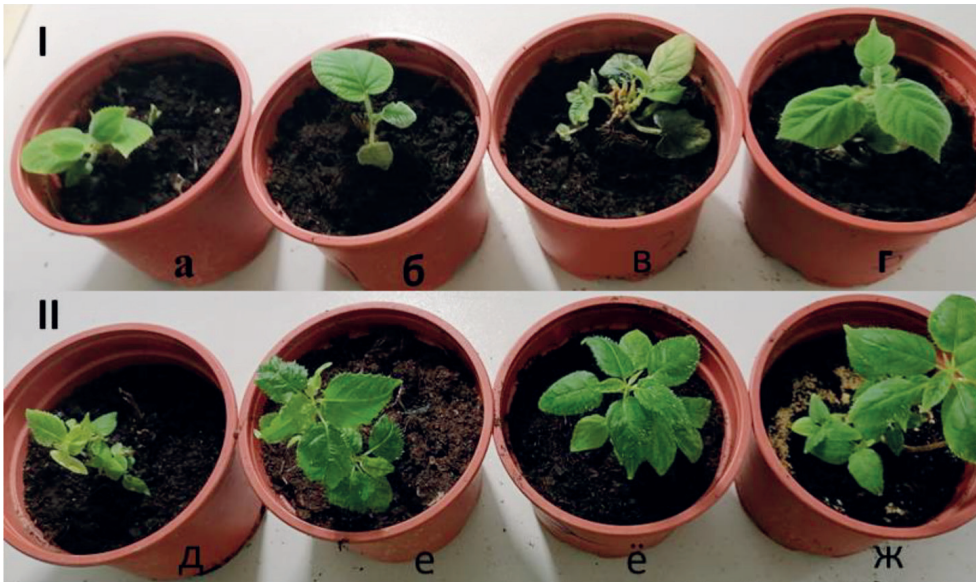

Рис. 3. Влияние биопрепаратов на этапе адаптации к нестерильным условиям *Actinidia deliciosa* 'Hayward'
I.: а – контроль; б – циркон (0,25 мл/л); в – эпин-экстра (1,0 мл/л); г – ИМК (2,5 г/л) и вида *A. arguta* Planch:
II. а – контроль; б – циркон (0,25 мл/л); в – эпин-экстра (1,0 мл/л); г – ИМК (2,5 г/л) (через 50 дней)

Fig. 3. Adaptation to non-sterile conditions of *Actinidia deliciosa* 'Hayward'
I.: a – control; b – zircon (0.25 ml/l); c – epin-extra (1.0 ml/l); d – IBA (2.5 g/l) and species of *A. arguta* Planch:
II. a – control; b – zircon (0.25 ml/l); c – epin-extra (1.0 ml/l); d – IBA (2.5 g/l) (after 50 days)

Образование каллусной ткани на базальном конце микропобега даёт начало корневым зачаткам, стимулирующим у растений развитие полноценной корневой системы. Так при адаптации к условиям *ex vitro* микропобегов *A. deliciosa* 'Hayward' без корневой системы, отмечено, что наибольшие результаты, как и в опыте с укоренёнными растениями, получены в варианте с обработкой ИМК (2,5 мг/л) (табл. 2). Действие других изучаемых биопрепаратов было достоверно ниже, на уровне контроля. Приживаемость растений в зависимости от обработки препаратами варьировала от 36,7 % (контроль) до 63,2 % (ИМК 0,25 мг/л).

Визуально по своим морфологическим показателям растения без корневой системы не отличаются от укоренённых *in vitro* (рис. 4).

а б

Рис. 4. Адаптация к нестерильным условиям *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ (без корневой системы, с образованием на конце базального побега каллуса): а – обработка эпин-экстра 1,0 мл/л; б – ИМК 2,5 г/л

Fig. 4. Adaptation to non-sterile conditions of *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ (without root system, with callus formation at the end of basal shoot): a – epin-extra treatment 1.0 ml/l; b – IBA 2.5 g/l

Доли влияния факторов на приживаемость растений к нестерильным условиям на основании статистического анализа распределились следующим образом: наибольшее влияние 36 % оказывали генотипические особенности растений, взаимодействие факторов (генотип и биопрепараты) 31 %, 27 % – влияние только биопрепаратов, на долю случайных факторов приходится – 6 % (рис. 5).

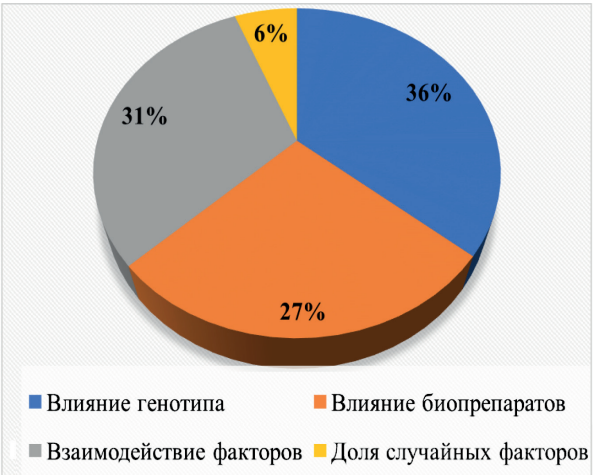

Рис. 5. Доля влияния факторов на приживаемость *Actinidia* к нестерильным условиям *ex vitro*

Fig. 5. The influence of factors on the survival rate of *Actinidia* to non-sterile *ex vitro* conditions

Таблица 2. Влияние типов и концентраций биопрепаратов на рост и приживаемость растений *A. deliciosa* ‘Hayward’ без корневой системы

Table 2. Effect of biologics types and concentrations on growth and survival ability of *A. deliciosa* ‘Hayward’ plants

Биопрепараты (варианты)	Длина побегов, *см*	Количество междоузлий, *шт.*	Количество листьев, *шт.*	Приживаемость растений, *%*
A. deliciosa ‘Hayward’				
циркон 0,25 мл/л	7,30 ±1,5	4,9 ±1,2	5,7 ±1,3	51,1
эпин-экстра 1,0 мл/л	5,80 ±1,3	3,2 ±1,1	4,5 ±1,1	47,2
ИМК 2,5 г/л	10,5 ±1,4	6,1 ±1,3	8,2 ±1,3	63,2
контроль	5,90 ±1,5	3,1 ±0,8	4,4 ±1,2	36,7
НСР	1,7	1,3	1,5	–

Выводы. Таким образом при изучении действия биопрепаратов на этапе адаптации стерильных растений актинидии к условиям *ex vitro,* установлено, что наибольший процент приживаемости растений актинидии получен при использовании ИМК в концентрации 2,5 мг/л (‘Hayward’ 73,2 %; *A. arguta* 79,8 %), который даёт положительный эффект улучшая рост и развитие растений. Также выявлена перспективность укоренения актинидии *ex vitro* и адаптации микропобегов без индукции ризогенеза в условиях *in vitro.*

Использование при адаптации *ex vitro* прямого укоренения микропобегов актинидии может повысить рентабельность производства оздоровленного посадочного материала по сравнению с полным этапом микроразмножения. Также исключение этапа индукции ризогенеза *in vitro* и прямая адаптация к условиям *ex vitro* может ускорить процесс клонального микроразмножения и сократить затраты на производство посадочного материала актинидии.

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

Список литературы/References

1. Божидай Т.Н., Кухарчик Н.В. Особенности размножения *in vitro* и укоренения *ex vitro* голубики сорта Northblue, Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2014; 4: 28-31. [Bozhidai T.N., Kukharchik N.V. Features of *in vitro* propagation and rooting *ex vitro* blueberry variety Northblue, Proceedings the national academy of sciences of Belarus. Biological sciences series. 2014; 4 : 28-31. (In Rus)].

2. Божидай Т.Н. Ризогенез *ex vitro* растений-регенерантов клюквы, Субтропическое и декоративное садоводство. 2018; 65 : 105-109. [Bozhidai T.N. Rhizogenesis ex vitro of cranberry regenerant plants, Subtropical and ornamental horticulture. 2018; 65 : 105-109. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2018-65-105-109.
3. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999; 160. [Butenko R.G. Biology of higher plant cells in vitro and biotechnology on their basis. M.: FBC-PRESS, 1999; 160. (In Rus)].
4. Коломиец Т.М., Маляровская В.И., Самарина Л.С. и др. Адаптация растений *Campanula sclerophylla* Kolak. *in vitro* к нестерильным условиям среды, Субтропическое и декоративное садоводство. 2016; 58 : 95-99. [Kolomiets T.M., Maliarovskaya V.I., Samarina L.S., et al. Adaptation of plants Campanula sclerophylla Kolak. in vitro to non-sterile environmental conditions, Subtropical and ornamental horticulture. 2016; 58 : 95-99. (In Rus)].
5. Маляровская В.И., Мацькив А.О., Тутберидзе Ц.В. Особенности влияния типов и концентраций цитокининов на этапе микроразмножения представителей рода *Actinidia* Lindl., Субтропическое и декоративное садоводство. 2023; 85 : 132-144. [Malyarovskaya V.I., Matskiv A.O., Tutberidze Ts.V. Features of the influence of cytokinin types and concentrations at the stage of micropropagation of representatives of the genus Actinidia Lindl., Subtropical and ornamental horticulture. 2023; 85 : 132-144. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2023-85-132-144.
6. Маляровская В.И., Самарина Л.С. Особенности адаптации *Lilium caucasicum* (Miscz.) Grossh. к условиям *ex vitro*, Субтропическое и декоративное садоводство. 2018; 66 : 120-125. [Maliarovskaya V.I., Samarina L.S. Features of adaptation of Lilium caucasicum (Miscz.) Grossh. to ex vitro conditions, Subtropical and ornamental horticulture. 2018; 66 : 120-125. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2018-66-120-125.
7. Isutsa D.K., Pritts M.P., Mudge K.W. Rapid propagation of blueberry plants using ex vitro rooting and controlled acclimatization of micropropagules, HortScience. 1994; 29(10) : 1124-1126. DOI: 10.21273/hortsci.29.10.1124.
8. Meiners J., Schwab M., Szankowsk I. Efficient in vitro regeneration for Vaccinium species. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2007; 89 (2–3) : 169-176. DOI: 10.1007/s11240-007-9230-7.
9. Liu C., Callow P., Rowland L.J., et al. Adventitious shoot regeneration from leaf explants of southern highbush blueberry cultivars, Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2010; 103(1) : 137-144. DOI: 10.1007/s11240-010-9755-z.
10. Mihaljević S., Salopek-Sondi B. Alanine conjugate of indole-3-butyric acid improves rooting of highbush blueberries, Plant, Soil and Environment. 2012; 58(5) : 236-241. DOI: 10.17221/34/2012-PSE
11. Bairu M.W., Kane M.E. Physiological and developmental problems encountered by *in vitro* cultured plants, Plant Growth Regul. 2011; (63) : 101-103. DOI: 10.1007/s10725-011-9565-2.
12. Giangrieco I., Proietti S., Moscatello S., et al. Influence of Geographical Location of Orchards on Green Kiwifruit Bioactive Components, Journal of Agriculture and Food Chemistry. 2016; 64(48) : 9172-9179. DOI: 10.1021/acs.jafc.6b0393010.1021/acs.jafc.6b03930.s001.
13. Hazarika B.N. Morpho-physiological disorders in in vitro culture of plants, Scientia Horticulturae. 2006; 108 : 105-120. DOI: 10.1016/J.SCIENTA.2006.01.038.
14. He X., Fang J., Chen X., et al. *Actinidia chinensis* Planch.: A review of chemistry and pharmacology, Frontiers in Pharmacology. 2019; 10 : 1-18. DOI: 10.3389/fphar.2019.01236.
15. Henare S.J. The Nutritional Composition of Kiwifruit *(Actinidia* spp.), In Nutritional

Composition of Fruit Cultivars. 2015; 337-370. Elsevier Inc.
16. Huang H. Kiwifruit. Kiwifruit: The Genus *Actinidia*. Elsevier Inc., Amsterdam, 2016; 265-295. DOI: 10.1016/C2014-0-02728-1.
17. Latocha P., Łata B., Stasiak A. Phenolics, ascorbate and the antioxidant potential of kiwiberry vs. common kiwifruit: The effect of cultivar and tissue type, Journal of Functional Foods. 2015; 19 : 155-163. DOI: 10.1016/j.jff.2015.09.024.
18. Lavanya M., Venkateshwarlu B., Devi B.P. Acclimatization of neem microshoots adaptable to semi sterile conditions, Indian J. Biotech. 2009; 8 : 218-222.
19. Leontowicz H., Leontowicz M., Latocha P., et al. Bioactivity and nutritional properties of hardy kiwi fruit *Actinidia arguta* in comparison with *Actinidia deliciosa* 'Hayward' and *Actinidia eriantha* 'Bidan', Food Chemistry. 2016; 196 : 281-291. DOI: 10.1016/j. foodchem.2015.08.127.
20. Nishiyam I., Yamashita Y., Yamanaka M., et al. Varietal Difference in Vitamin C Content in the Fruit of Kiwifruit and Other Actinidia Species, J. Agric. Food Chem. 2004. 52(17) : 5472-5475. DOI: 10.1021/jf049398z.
21. Park Y.-S., Namiesnik J., Vearasilp K., et al. Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars, Food Chemistry, 2014; 165 : 354-361. DOI: 10.1016/j. foodchem.2014.05.114.
22. Perez-Burillo S., Oliveras M.J., Quesada J., et al. Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit, Food Research International. 2017; 105 : 461-472. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.11.022.
23. Pinto D., Delerue-matos C., Rodrigues F. Bioactivity, phytochemical profile and prohealthy properties of *Actinidia arguta*: A revie, Food Research International. 2020; 136 : 109449. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109449.
24. Pospisilova J., Ticha I., Kadlecek P., et al. Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* condition, Biol Plant. 1999; 42 : 481-497. DOI: 10. 1023/A: 10026 88208 758.
25. Richardson D.P., Ansell J., Drummond L.N. The nutritional and health attributes of kiwifruit: A revie, European Journal of Nutrition. 2018; 57(8) : 2659-2676. DOI: 10.1007/s00394-018-1627-z.

ADAPTATION OF *ACTINIDIA* LINDL. REPRESENTATIVES TO *EX VITRO* CONDITIONS

Malyarovskaya V.I., Matskiv A.O., Tutberidze Ts.V.

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

When actinidia is propagated on a commercial scale, there is a low survival rate of regenerate plants at the stage of their adaptation from *in vitro* conditions to non-sterile *ex vitro* conditions. This is a stressful stage for plants, which determines their viability. Therefore, various biological products are often used to enhance plant immunity and their adaptive ability. The purpose of our research is to study the effect of biologics on the survival to non–sterile *ex vitro* conditions of *Actinidia* genus representatives. At the stage of adaptation, the following biologics were used: zircon (0.25 ml/l); epin-extra (1.0 ml/l); IBA (2.5 g/l). It was shown that

under the action of biologics at the stage of adaptation of sterile actinidia plants to *ex vitro* conditions, the greatest growth and development (shoot length, number of internodes and leaves), as well as survival rate (‘Hayward’ 73.2 %; *A. arguta* 79.8 %) was obtained using indolyl-3-butyric acid (IBA) in concentrations of 2.5 mg/l. The prospects of actinidia rooting *in vitro* and microgrowth adaptation without induction of rhizogenesis *in vitro* were revealed. It was established that when adapting to *ex vitro* conditions, *A. deliciosa* microshoots of ‘Hayward’ cultivar without a root system, the highest morphometric indicators, as in the experiment with rooted plants, were obtained in the variant with IBA treatment (2.5 mg/l). The effect of other biological products studied was significantly lower and corresponded to the control level. It was noted that the survival rate of plants, depending on the treatment with drugs, ranged from 36.7 % (control) to 63.2 % (IBA 0.25 mg/l). The exclusion of induction of rhizogenesis *in vitro* and direct adaptation to *ex vitro* conditions can accelerate the process of clonal micropropagation and reduce the cost of producing actinidia planting material.

Key words: *A. deliciosa*, *A. arguta*, adaptation, *in vitro* culture, *ex vitro* conditions, microshoots, morphometric indices, rooting rate.