

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТИПОВ  
И КОНЦЕНТРАЦИЙ ЦИТОКИНИНОВ НА ЭТАПЕ  
МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
РОДА *ACTINIDIA* LINDL.**

**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](https://orcid.org/0000-0003-4213-8705)*

*Мацькив А.О. [orcid.org/0000-0002-6851-242X](https://orcid.org/0000-0002-6851-242X)*

*Тутберидзе Ц.В. [orcid.org/0000-0002-1486-0787](https://orcid.org/0000-0002-1486-0787)*

Биотехнологические методы ускоренного размножения и сохранения ценных генотипов и создания генетически разнообразного материала для селекции имеют широкий практический выход, только в том случае, если обеспечивается стабильное массовое получение растений-регенерантов путём индукции органогенеза *in vitro*. В связи с повышенным интересом к нетрадиционной садовой культуре актинидии и успехам в её селекции возникает необходимость применения биотехнологических способов ускоренного микро-размножения. Виды рода *Actinidia* Lindl. садовые культуры, плоды которых содержат биологически активные вещества с антиоксидантными свойствами, в том числе витамины, катехины, пектины и многие другие органические соединения. Объект исследований: побеги с апикальными и латеральными почками сортов *Actinidia deliciosa* 'Hayward' и 'Monty' и вида *A. arguta* Planch., в фазе активного роста, размером 2,0–2,5 мм. Цель исследований – изучение влияния различных типов и концентраций цитокининов на особенности микроразмножения представителей рода *Actinidia* Lindl. Отработан этап микро-размножения сортов *Actinidia deliciosa* и *A. arguta* Planch. Установлен оптимальный состав регуляторов роста, повышающий коэффициент размножения микропобегов актинидии: для *A. deliciosa* 'Hayward' (4,2 шт./экспл.) и 'Monty' (3,8 шт./экспл.) на питательной среде с содержанием 6 БАП 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л; для *A. arguta* (4,5 шт./экспл.) на среде с кинетином в концентрации 1 мг/л и (3,6 шт./эксплант) на среде с 6 БАП 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л (второй пассаж). Установлено влияние различных факторов на коэффициент микро-размножения актинидии, влияние генотипических особенностей – 42 %, регуляторов роста – 30 %, а взаимодействие этих факторов – 23 %.

**Ключевые слова:** *Actinidia* Lindl., культура *in vitro*, цитокинины, регуляторы роста, микро-размножение, микропобеги, морфометрические показатели, морфогенез.

Род Актинидия (*Actinidia* Lindley) по разным данным включает до 60 видов [8]. Среди видов рода *Actinidia* в условиях влажных субтропиков России широкое распространение получила *Actinidia deliciosa*, которая имеется в составе коллекции ФИЦ СХЦ РАН [8], кроме неё в состав входят и другие виды: *A. arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. Ex Miq. и *A. kolomikta* (Rupr. Et Maxim) Maxim. В настоящее время в Субтропическом научном центре начаты активные работы по сохранению и размножению представителей рода *Actinidia* в условиях *in vitro*. Известно, что впервые клональное размножение актинидии было описано Harada (1975) ещё в 1975 году [14], однако и в наше время многих исследователей интересуют различные вопросы размножения и сохранения в условиях *in vitro* этой перспективной в садоводстве культуры [12, 15, 20, 25, 28]. Разработка и усовершенствование биотехнологических способов неразрывно связана с биологическими характеристиками растений различных систематических групп. Поэтому в первую очередь учёные из разных стран активно ведут исследования по изучению влияния сортовых и видовых особенностей, типов и концентраций регуляторов роста в питательной среде на регенерационный потенциал представителей рода *Actinidia* [2, 4, 5, 20, 25]. В настоящее время в научной литературе есть много сообщений об эффективности применения питательных сред дополненных различными комбинациями фитогормонов на индукцию органогенеза из эксплантов актинидии [20, 24, 25].

Особое место среди регуляторов роста в индукции органогенеза занимают цитокинины. Они имеют решающее значение для роста и развития растений, способствуют делению и дифференцировке клеток [10]. Различные типы цитокининов также могут стимулировать рост боковых почек и, таким образом, могут вызывать образование множественных (адвентивных) побегов, нарушая апикальное доминирование побегов [29]. При этом известно, что прямая регенерация в культуре тканей растений является требованием для любых успешных программ размножения и трансформации *in vitro*, поскольку регенерация посредством каллуса вызывает соматоклональные вариации [13]. Поэтому размножение пазушными почками является эффективной альтернативой клональному размножению.

В последние годы все больше усилий исследователей направлено на понимание механизма поглощения регуляторов роста растений, особенно цитокининовой природы.

Так, интересные результаты получены на модельном виде *Arabidopsis thaliana* Žd'árská М. с соавторами (2013), которые показали, что 6-бензиламинопурин (БАП) преимущественно регулирует белки, участвующие в углеводном и энергетическом обмене в побеге, а также в синтезе белка в

корне. Кроме того, ими обнаружено, что БАП влияет на эндогенный гормональный гомеостаз, опять же с сильной тканевой специфичностью. В побегах БАП повышает количество белков, участвующих в биосинтезе абсцизовой кислоты (АБК), тогда как в корнях цитокинин быстро активирует большинство белков в пути биосинтеза этилена [30].

Саñalr M.J. с соавторами (2000) изучали поглощение и метаболизм 6-бензиладенина на эксплантах *A. deliciosa*, выращенных в системе вентилируемых культур, позволяющей избежать оводнённости побегов. Ими было обнаружено, что 65 % от первоначального количества БАП исчезает в первые полчаса культивирования эксплантов, с превращением в последующем в семь различных глюкозидов [9]. Вскоре после этих исследований Moncaleon P. и другие (2001) продемонстрировали, что 6-бензиламинопуриин важен не только для различных фаз микроразмножения, но и регулирует развитие регенерантов. По их данным наиболее качественные побеги с точки зрения коэффициента размножения, массы и объёма каллуса, были получены при культивировании эксплантов в присутствии БАП в концентрации 4,4 мг/л. Однако по результатам Rugini и других (1991), среди изученных регуляторов роста зеатин оказался наиболее эффективным для индукции регенерационных процессов из каллусной культуры у *cv. Hayward* [18].

Многие исследователи считают, что цитокинины необходимы на этапе микроразмножения микропобегов актинидии. Так, Moncaleon P. с соавторами (1999) сообщили, что низкий уровень эндогенных цитокининов оказывает недостаточно эффективное воздействие для развития эксплантов этой культуры в условиях *in vitro* [17]. Аналогичные результаты были получены Саñalr M.J. и другими (2000), которые показали, что регуляторы роста растений, особенно цитокинины были эффективны для развития и роста побегов актинидии [9].

Малаева Е.В. с другими авторами (2009) также отмечают в своих исследованиях положительный эффект регулятора роста бензиламинопурина в концентрации 0,5–1,0 мг/л на индукцию органогенеза в эксплантах видов актинидии (*A. arguta*, *A. kolomikta* и *A. polygama*). Авторы наблюдали различные регенерационные способности у изученных видов *Actinidia* в культуре *in vitro*. Они установили, что экспланты *A. kolomikta* на этапе микроразмножения при использовании различных концентраций 6-БАП характеризовались меньшим коэффициентом размножения, чем у видов *A. arguta* и *A. polygama*. По мнению авторов регенерационный потенциал видов в культуре *in vitro* коррелирует с особенностями развития этих видов в естественных местах произрастания [3]. Ими также отмечено, что с повышением концентрации бензиламинопурина с 0,5

до 1,0 мг/л у изученных видов актинидии наблюдалось увеличение числа адвентивных микропобегов и коэффициента размножения.

Вместе с тем, из литературных данных также известно, что для микро-размножения сортов актинидии применяют питательные среды, дополненные цитокинином тидиазуроном [21].

В работе Плаксиной Т.В. и Бородулиной И.Д. (2016) показано, что использование только одного типа регулятора цитокининовой природы было более эффективно, чем их сочетание с другими регуляторами роста (ауксинами). В их эксперименте это отразилось как на коэффициенте размножения, так и на высоте микропобегов актинидии [7].

Существующая в настоящий момент в литературе разноречивость рекомендаций по многим факторам (химическим и физическим) культивирования представителей рода *Actinidia* делает актуальным совершенствование основных этапов микроразмножения перспективных сортов и видов данной культуры. Как следует из обзора научных источников, в зависимости от генетических особенностей представителей рода *Actinidia*, а также используемого растительного материала, отмечены невысокие коэффициенты размножения и медленная скорость роста микропобегов. Поэтому необходима модификация отдельных этапов микроразмножения с учётом генотипических особенностей этой культуры. В связи с этим **целью исследований** было изучение влияния различных типов и концентраций цитокининов на особенности микроклонального размножения представителей рода *Actinidia* Lindl.

**Объекты и методы исследований.** Исследования выполнены в отделе биотехнологии ФИЦ СНЦ РАН (2021–2023 гг.). Для введения в культуру *in vitro* образцы актинидии были отобраны из коллекции лаборатории интродукции и сортоизучения субтропических и южных плодовых культур.

В качестве объектов исследования для введения в культуру использовали побеги с апикальными и латеральными почками сортов *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ и ‘Monty’ и вида *A. arguta* Planch., в фазе активного роста, размером 2,0–2,5 мм. Стерилизацию и работу в асептических условиях проводили по классической методике [1]. Экспланты помещали на питательную среду, содержащую макро- и микроэлементы по прописи Мурасиге и Скуга [19]. Образование микропобегов и их размножение для получения стерильного материала проводили в течение 60 сут. в культуральной комнате при температуре +23 °С, влажности воздуха около 70 %, интенсивности освещения 3 000 Лк и продолжительности фотопериода 16/8.

В эксперименте по изучению влияния различных типов цитокининов на микроразмножение представителей рода *Actinidia* Lindley.,

использовали следующие концентрации: 6-бензиламинопурин (6-БАП) (2–3 мг/л), тидиазурон (TDZ) (0,5–1 мг/л), кинетин (1–2 мг/л) и гибберелловую кислоту (ГК<sub>3</sub>) (1–2 мг/л).

В процессе исследований измеряли и рассчитывали:

- 1 – коэффициент пролиферации, количество микропобегов/эксплант;
- 2 – длину побегов, мм;
- 3 – образование корней, %.

Статистическую обработку полученных результатов выполняли с использованием программы Statistica for Windows 10.0 (StatSoft, Inc.) и пакета анализа данных программы MS Excel (2007) с использованием методических материалов по Доспехову Б.А. (1985) и Плохинскому Н.А. (1978). Значения приводили как среднее при уровне значимости  $\alpha = 0.05$ . Для оценки степени влияния факторов культивирования *in vitro* использовали двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA).

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования влияния цитокининов на микроразмножение актинидии выявлено, что на регенерационную способность представителей рода *Actinidia* Lindley., существенное влияние оказывают регуляторы роста и сортовые особенности культуры. В зависимости от типа регулятора роста и его концентрации сорта *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ и ‘Monty’, и вид *A. arguta* Planch. проявляли различный морфогенетический потенциал, а именно способность к образованию и развитию микропобегов, которая варьировала в зависимости от генотипических особенностей (рис. 1).

В таблице 1 представлены морфометрические показатели микропобегов представителей *Actinidia* Lindley. (табл. 1). Как видно из таблицы, генотип растений оказывает существенное влияние на морфометрические показатели (количество и длину микропобегов), а также образование корней (табл. 1). Выявлено, что экспланты *A. arguta* развивались более активно по сравнению с сортами *A. deliciosa*, что коррелирует с энергией роста этого вида в естественных природных условиях. Наибольшие морфометрические показатели для этого вида отмечены на питательной среде с 6 БАП 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л, на которой длина микропобегов на 6,0–14,3 мм превышала показатели сортов ‘Hayward’ и ‘Monty’. Сравнительный анализ по изучению влияния различных регуляторов роста на пролиферацию эксплантов у всех генотипов актинидии показал, что наибольшая эффективность действия 6-бензиладенинаминопурина проявлялась в присутствии ГК<sub>3</sub> в концентрации 1 мг/л. Вместе с тем для *A. arguta* положительное действие регуляторов роста также наблюдали при повышении концентрации 6-БАП до 3 мг/л и ГК<sub>3</sub> до 2 мг/л, и на питательной среде с кинетином (1 мг/л). На средах

с содержанием экзогенных регуляторов роста 6-БАП и ГК<sub>3</sub> формируются утолщённые микропобеги длиной до 5 см с крупными листьями. При этом нами отмечено активное образование каллусной ткани на базальной части побегов актинидии (рис. 1.), что также отмечают и другие исследователи [6].



**Рис. 1.** Влияние типов регуляторов роста и их концентраций на морфогенетический потенциал *Actinidia deliciosa* (на примере сорта 'Hayward'):  
 а – контроль (МС без регуляторов роста); б – 6 БАП 2 мг/л; в – 6 БАП 3 мг/л;  
 г – 6 БАП 2 мг/л ГК<sub>3</sub> 1 мг/л; д – 6 БАП 3 мг/л ГК<sub>3</sub> 2 мг/л;  
 е – ТДЗ 0,5 мг/л; ж – ТДЗ 1 мг/л; з – Кинетин 1 мг/л

**Fig. 1.** Influence of types of growth regulators and their concentrations on the morphogenetic potential of *Actinidia deliciosa* (on the example of the Hayward variety):  
 a – control (MS without growth regulators); б – 6 BAP 2 mg/l; в – 6 BAP 3 mg/l;  
 д – 6 BAP 2 mg/l GC3 1 mg/l; д – 6 BAP 3 mg/l GC3 2 mg/l; e – TDZ 0.5 mg/l;  
 w – TDZ 1 mg/l; z – Kinetin 1 mg/l

Для всех исследуемых генотипов отмечено отрицательное действие тидиазурона (0,5–1,0 мг/л), которое проявлялось в активной индукции каллусогенеза и витрификации микропобегов. Результаты наших исследований о неэффективности применения тидиазурона при размножении актинидии согласуются с данными других авторов [3]. Так, Е.В. Малаева с соавторами (2009) отмечают, что на питательной среде содержащей тидиазурон у актинидии наблюдалось развитие аномальных листьев, сильно укороченных побегов и их витрификации [3]. Об ингибирующем эффекте тидиазурона в литературе имеются многочисленные данные и по другим видам растений, так у *Cotoneaster wilsonii*

высокие концентрации ТДЗ (1,5–2,0 мг/л) при повторных субкультивированиях вызывали гипергидратированность побегов [26], такие же проблемы возникали при культивировании с добавлением ТДЗ и у других видов: *Psoralea corylifolia* [11] и *Eclipta alba* [23].

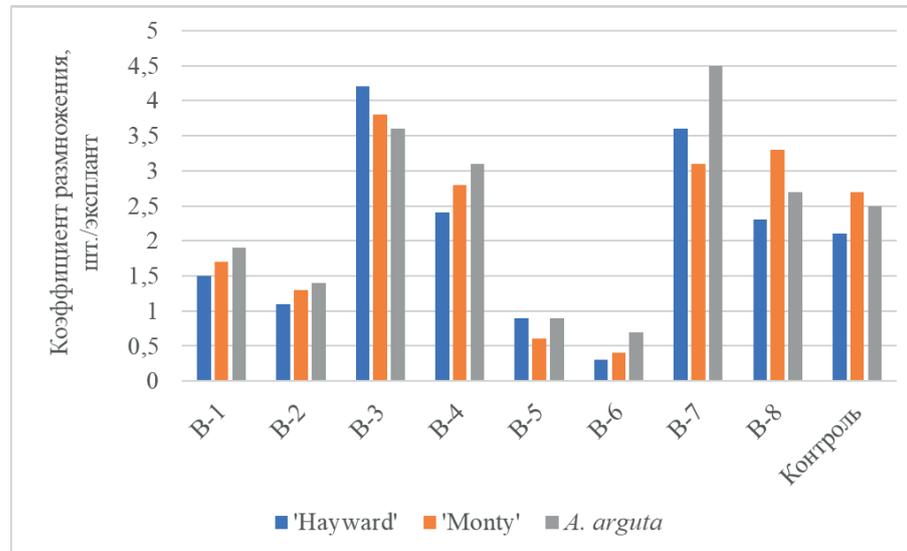
Известно, что эффективность укоренения *in vitro* во многом определяется биологической предрасположенностью изучаемых генотипов к вегетативному размножению. Муратова и другие (2010) считают, что с высокой частотой в культуре *in vitro* могут укореняться разные виды актинидии [6]. Нами отмечено спонтанное образование корней у всех изучаемых генотипов, однако процент укоренения варьировал в зависимости от типа и концентрации регуляторов роста. Так наибольший процент образования корней у сорта ‘Hayward’ отмечен в контроле (5,3 %) и на варианте с 6-БАП 2 мг/л (9,1 %), у сорта ‘Monty’ в контроле (3,1 %), а у *A. arguta* в контроле (5,7 %) и на варианте с содержанием 6 БАП 2 и мг/л ГК<sub>3</sub> 1 мг/л (9,3 %).

Установлен оптимальный состав регуляторов роста, повышающий коэффициент размножения микропобегов актинидии: для *A. deliciosa* ‘Hayward’ (4,2 шт./экспл.) и ‘Monty’ (3,8 шт./экспл.) на питательной среде с содержанием 6 БАП 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л; для *A. arguta* (4,5 шт./экспл.) на среде с кинетином в концентрации 1 мг/л и (3,6 шт./эксплант) на среде с 6 БАП 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л (рис. 2). По мнению Молкановой О.И. и других (2018) на регенерационную способность в культуре изолированных органов существенное влияние могут оказывать генетические особенности видов и сортов [4]. Так, среди изученных генотипов наименьший средний коэффициент размножения отмечен у сорта ‘Monty’ – до 3,8 побегов на эксплант за один пассаж. Ввиду медленного роста микропобегов этого сорта в культуре *in vitro*, продолжительность пассажей была увеличена до 60–70 дней. Возможно, это является генетической особенностью данного сорта актинидии.

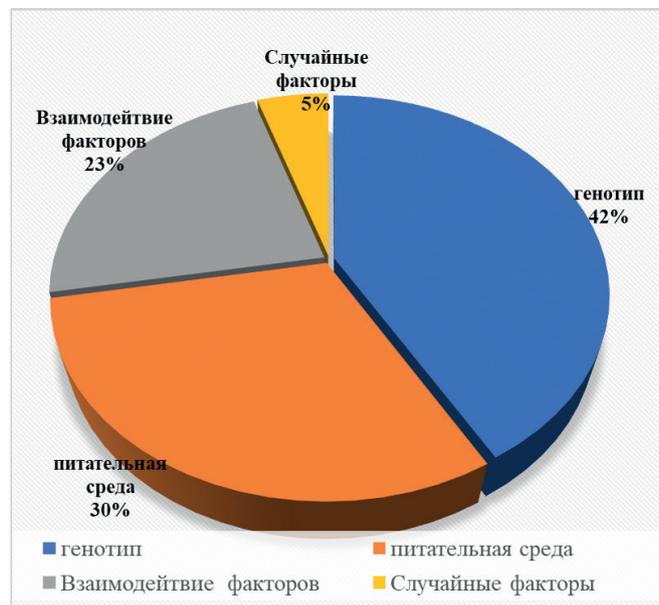
В результате исследований определена важная роль генетического фактора в реализации морфогенного потенциала представителей *Actinidia Lindley*. Так, для сортов *A. deliciosa* и *A. arguta* влияние генотипических особенностей на коэффициент микроразмножения составил 42 %, регуляторов роста – 30 %, а взаимодействие этих факторов – 23 % (рис. 3).

Таблица 1. Морфометрические показатели микропобегов представителей рода *Actinidia* LindleyTable 1. Morphometric indicators of micro-shoots of representatives of the genus *Actinidia* Lindley

Вид, сорт	Регуляторы роста, мг/л	Кол-во микропобегов, шт.	Длина микропобегов, мм	Образование корней, %
<i>Actinidia deliciosa</i> 'Hayward'	6 БАП 2 мг/л	1,1	21,1	9,1
	6 БАП 3 мг/л	1,3	15,2	2,5
	6 БАП 2 мг/л ГК <sub>3</sub> 1 мг/л	3,9	39,6	4,9
	6 БАП 3 мг/л ГК <sub>3</sub> 2 мг/л	2,3	24,3	2,6
	ТДЗ 0,5 мг/л	0,5	10,1	0,0
	ТДЗ 1 мг/л	0,4	3,10	0,0
	Кинетин, 1 мг/л	3,1	29,8	1,8
	Кинетин, 2 мг/л	1,8	15,5	0,0
	Контроль	1,7	23,4	5,3
<i>Actinidia deliciosa</i> 'Monty'	6 БАП 2 мг/л	0,9	11,1	1,1
	6 БАП 3 мг/л	0,3	10,2	2,5
	6 БАП 2 мг/л ГК <sub>3</sub> 1 мг/л	3,1	31,3	2,1
	6 БАП 3 мг/л ГК <sub>3</sub> 2 мг/л	2,7	29,8	1,7
	ТДЗ 0,5 мг/л	0,3	7,10	0,0
	ТДЗ 1 мг/л	0,2	6,90	0,0
	Кинетин, 1 мг/л	2,8	21,8	2,7
	Кинетин, 2 мг/л	2,2	21,7	0,0
	Контроль	2,3	27,9	3,1
<i>A. arguta</i>	6 БАП 2 мг/л	1,9	23,5	3,9
	6 БАП 3 мг/л	1,3	18,6	0,0
	6 БАП 2 мг/л ГК <sub>3</sub> 1 мг/л	3,8	45,6	9,3
	6 БАП 3 мг/л ГК <sub>3</sub> 2 мг/л	3,4	41,9	4,8
	ТДЗ 0,5 мг/л	0,8	10,1	0,0
	ТДЗ 1 мг/л	0,6	10,6	0,0
	Кинетин, 1 мг/л	3,1	39,1	3,8
	Кинетин, 2 мг/л	2,7	27,5	0,0
	Контроль	2,8	32,7	5,7
НСР <sub>05</sub>		0,7	1,1	



**Рис. 2.** Коэффициент размножения (шт./эксплант) микропобегов *Actinidia* Lindley в зависимости от концентрации и типа регулятора роста ( $HCP_{0.9} = 0,9$ )  
**Fig. 2.** Reproduction coefficient (pcs./explant) of *Actinidia* Lindl micro-shoots depending on the concentration and type of growth regulator ( $LSD_{0.9} = 0.9$ )



**Рис. 3.** Доли влияния факторов, генотипических особенностей и регуляторов роста на коэффициент микроразмножения *Actinidia* Lindley  
**Fig. 3.** The proportion of the influence of factors, genotypic features and growth regulators on the micro-multiplication coefficient of *Actinidia* Lindley

**Выводы.** Таким образом, на основе изменения морфометрических показателей и коэффициента размножения микропобегов актинидии в условиях *in vitro* на этапе собственно микроразмножения установлены видо- и сортоспецифические особенности к различным типам и концентрациям экзогенных регуляторов роста цитокининовой природы. Установлено, что эффективная пролиферация пазушных побегов и максимальные количественные показатели были получены у *A. deliciosa* на питательной среде с содержанием 6-БАП в концентрации 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л, у *A. arguta* на средах с добавлением кинетина в концентрации 1 мг/л и 6-БАП 2 мг/л и ГК<sub>3</sub> 1 мг/л.

Публикация подготовлена в рамках реализации  
ГЗ ФИЦ СЦ РАН № FGWR-2021-0008

#### Список литературы/ References

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999, 160. [Butenko R.G. Biology of cells of higher plants *in vitro* and biotechnology on their basis. Moscow: FBC-PRESS, 1999, 160. (In Rus)].
2. Крахмалева И.Л., Козак Н.В., Молканова О.И. Особенности клонального микроразмножения перспективных сортов разных видов и форм рода *Actinidia* Lindl., Плодоводство и ягодоводство России. 2019; 58 : 246-252. [Krakhmaleva I.L., Kozak N.V., Molkanova O.I. Features of clonal micropropagation of promising varieties of different species and forms of *Actinidia* Lindl. Fruit and berry growing in Russia. 2019; 58 : 246-252. (In Rus)]. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-58-246-252].
3. Малаева Е.В., Коновалова Л.Н., Молканова О.И. Использование биотехнологических методов для сохранения и поддержания коллекции актинидии в культуре *in vitro*, Плодоводство и ягодоводство России. 2009; 21 : 212-218. [Malaeva E.V., Konovalova L.N., Molkanova O.I. The use of biotechnological methods for preservation and maintenance of *Actinidia* collection in culture *in vitro*. Fruit and berry growing in Russia. 2009; 21 : 212-218. (In Rus)].
4. Молканова О.И., Королёва О.В., Стахеева Т.С., Крахмалёва И.Л., Мелешук Е.А. Совершенствование технологии клонального микроразмножения ценных плодовых и ягодных культур для производственных условий, Достижения науки и техники АПК, 2018; 32(9) : 66-69. [Molkanova O.I., Koroleva O.V., Stakheeva T.S., Krakhmaleva I.L., Meleshchuk E.A. Improvement of clonal micropropagation technology of valuable fruit and berry crops for production conditions. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex, 2018; 32(9) : 66-69. (In Rus)]. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10915].
5. Молканова О.И., Крахмалёва И.Л. Сохранение и размножение представителей рода *Actinidia* Lindl. в культуре *in vitro*, Биологическое разнообразие и интродукция растений, 2021; 1 : 122-126. [Molkanova O.I., Krakhmaleva I.L. Conservation and reproduction of representatives of the genus *Actinidia* Lindl. in culture *in vitro*. Biodiversity and plant introduction, 2021; 1 : 122-126. (In Rus)]. DOI: 10.24412/cl-36598-2021-1-122-126].
6. Муратова С.А., Шорников Д.Г., Янковская М.Б., Папихин Р.В. Совершенствование метода клонального микроразмножения актинидии и лимонника китайского, Современное садоводство. 2010; 1(1) : 96-100. [Muratova S.A., Shornikov D.G., Yankovskaya M.B., Papikhin R.V. Improvement of clonal micropropagation method of *Actinidia* and *Schisandra chinensis*. Modern Horticulture. 2010; 1(1) : 96-100. (In Rus)].

7. Плаксина Т.В., Бородулина И.Д. Влияние регуляторов роста на клональное микроразмножение представителей рода Актинидия, *Acta Biologica Sibirica*, 2016; 2(3) : 54-60. [Plaksina T.V., Borodulina I.D. The effect of growth regulators on the clonal micropropagation of *Actinidia* genus. *Acta Biologica Sibirica*, 2016; 2(3) : 54-60. (In Rus)]. DOI: 10.14258/abs.v2i3.1455.
8. Тутберидзе Ц.В. Новые сорта актинидии во влажных субтропиках России, *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2018; 67 : 113-118. [Tutberidze Ts.V. New varieties of *Actinidia* in the humid subtropics of Russia, *Subtropical and decorative gardening*. 2018; 67 : 113-118 (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2018-67-113-11.
9. Cañal M.J., Fernández H., Fernández P., Centeno M.L., Fernández B. Uptake and metabolism of 6-benzyladenine in ventilated cultures of kiwifruit plants, *Plant Growth Regulation*, 2000; 30 : 209-214. DOI: 10.1023/A:1006328819324.
10. Dello I.R., Linhares F.S., Scacchi E., Casamitjana-Martinez E., Heidstra R., Costantino P., et al. Cytokinins determine *Arabidopsis* root-meristem size by controlling cell differentiation, *Curr Biol*. 2007; 17 : 678-682.
11. Faisal M., Anis M. Thidiazuron induced high frequency axillary shoot multiplication in *Psoralea corylifolia*, *Biol Plant*, 2006; 50 : 437-440. DOI: 10.1007/s10535-006-0064-7.
12. Ferguson A.R., Seal A.G., Mc Neilage M.A., Fraser L.G., Harvey C.F., Beatson R.A. Kiwifruit. In: Janick, J. and Moore, J.N. (eds) *Fruit Breeding, Vine and Small Fruits*. Wiley. New York, 1996 : 371-417.
13. Ganesan M., Jayabalan N. Influence of cytokinins, auxins and polyamines on *in vitro* mass multiplication of cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. SVPR2), *Indian J. Exp Biol*. 2006; 44 : 506-513.
14. Harada H. *In vitro* organ culture of *Actinidia chinensis* PL as a technique for vegetative multiplication, *Journal of Horticultural Science*. 1975; 50 : 81-83.
15. Kumar S., Sharma D.R. *In vitro* propagation of kiwifruit, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2002; 77 : 503-508.
16. Marino G., Bertazza G. Micropropagation of *Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward' and 'Tomuri', *Scientia Horticulturae*. 1990; 45 : 65-74.
17. Moncaleon P., Cañal M.J., Feito I., Rodriguez A., Fernandez B. Cytokinins and mineral nutrition in *Actinidia deliciosa* (kiwi) shoots cultured *in vitro*, *J. Pl. Physiol*. 1999; 155 : 606-612. DOI: 10.1016/s0176-1617(99)80061-3.
18. Moncaleon P., Rodriguez A., Fernandez B. *In vitro* responses of *Actinidia deliciosa* explants to different BA incubation periods, *Pl. Cell Tissue Organ Culture*, 2001; 67 : 257-266. DOI: 10.1023/A:1012732429147.
19. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures, *Physiologia Plantarum*. 1962; 15 : 473-497.
20. Oliveira M.M., Fraser L.G. *Actinidia* spp. kiwifruit. In: Litz, R.E. (ed.) *Biotechnology of Fruit and Nut Crops*. CAB International, Wallingford, UK, 2005 : 2-27.
21. Prado M.J., Herrera M.T., Vazquez R.A., Romo S., Gonzalez M.V. Micropropagation of two selected male kiwifruit and analysis of genetic variation with AFLP markers, *Hort. Science* 2005; 40 : 740-746.
22. Quoirin M., Lepoivre P. Etude de milieux adaptés aux cultures *in vitro* de *Prunus*, *Acta Horticulturae* 1977; 78 : 437-442.
23. Ray A., Bhattacharya S. An improved micropropagation of *Eclipta alba* by *in vitro* priming with chlorocholine chloride, *Plant Cell Tissue Organ Cult*. 2008; 92 : 315-319. DOI: 10.1007/s11240-007-9328-y.
24. Revilla M.A., Rey M.A., Gonzalez-Rio F., González M.V., Díaz-Sala C., Rodriguez R. Micropropagation of kiwi (*Actinidia* spp.). In: Bajaj, Y.P.S. (ed.) *High-Tech and Microprop-*

- agation II, Biotechnology in Agriculture and Forestry. Springer, Berlin, 1992; 18 : 399-423.
25. Rugini E., Gutierrez-Pesce P. Micropropagation of kiwifruit (*Actinidia* spp.). In: Jain S.M. and Ishii K. (eds) Micropropagation of Woody Trees and Fruits. Springer, Dordrecht, Netherlands, 2003; 647-669.
26. Sivanesan I., Song JY., Hwang SJ., Jeong BR. Micropropagation of *Cotoneaster wilsonii* Nakai-a rare endemic ornamental plant, Plant Cell Tissue Organ Cult. 2011; 105 : 55-63. DOI: 10.1007/s11240-010-9841-2.
27. Standardi A. Micropropagazione dell'*Actinidia chinensis* Planch. mediante coltura *in vitro* di apici meristemati, Frutticoltura. 1981; 43 : 23-27.
28. Wang T., Gleave A.P. Applications of biotechnology in kiwifruit (*Actinidia*). In: Agbo, E.C. (ed.) Innovations in Biotechnology. InTech, Rijeka, Croatia, 2012 : 3-30.
29. Yew C.K., Balakrishnan B., Sundasekaran J., Subramaniam S. The effect of cytokinins on *in vitro* shoot length and multiplication of *Hymenocallis littoralis*, J. Med Plants Res. 2010; 4 : 2641-2646. DOI: 10.5897/JMPR09.356.
30. Žd'árská M., Zatloukalová P., Benítez M., Šedo O., Potěšil D., Novák O., Svačinová J., Pešek B., Malbeck J., Vašíčková J., Zdráhal Z., Hejátko J. Proteome analysis in *Arabidopsis* reveals shoot- and root-specific targets of cytokinin action and differential regulation of hormonal homeostasis, Plant Physiol. 2013; 161(2) : 918-30. DOI: 10.1104/pp.112.202853.
31. Zhong W., Zhou J., Tang D., Huang Y. et al. Establishment of Tissue Culture System of *Actinidia deliciosa* Cultivar 'Guichang', J. of Chemistry. 2021; 1(9). DOI: 10.1155/2021/9951949.

**SPECIFICS OF THE INFLUENCE  
OF CYTOKININ TYPES AND CONCENTRATIONS DURING  
MICROPROPAGATION STAGE OF THE GENUS *ACTINIDIA* LINDL.  
REPRESENTATIVES**

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

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

Biotechnological methods of accelerated reproduction and preservation of valuable genotypes and creation of genetically diverse material for breeding may have a wide practical yield, only if stable mass production of regenerant plants is provided by induction of *in vitro* organogenesis. Due to the increased interest in non-traditional horticultural crop of kiwifruit and its successful breeding, there is a need for applying biotechnological methods of accelerated micropropagation. Species of the genus *Actinidia* Lindl. are garden crops whose fruits contain biologically active substances with antioxidant properties, including vitamins, catechins, pectins and many other compounds. Research object: shoots with apical and lateral buds of *Actinidia deliciosa* cultivars 'Hayward' and 'Monty' and *A. arguta* Planch. species, in active growth phase, 2.0–2.5 mm in size. The aim of the research was to study the influence of different cytokinin types and concentrations on micropropagation characteristics of the genus *Actinidia* Lindl. representatives. The stage of *Actinidia deliciosa* and *A. arguta* Planch micropropagation has been tried and tested. The

optimum composition of growth regulators, increasing shoot multiplication factor, has been established for kiwifruit: *A. deliciosa* 'Hayward' (4.2 units/exl.) and 'Monty' (3.8 units/exl.) on 6 BAP (2 mg/l) and GA<sub>3</sub> (1 mg/l) containing nutrient medium, for *A. arguta* (4.5 pcs/exl) on medium with kinetin at 1 mg/l and (3.6 pcs/exl) and on 6 BAP (2 mg/l) and GA<sub>3</sub> (1 mg/l) containing medium (second passage). The influence of various factors on kiwifruit micropropagation rate has been found, the influence of genotypic features – 42 %, growth regulators – 30 %, and interaction of these factors – 23 %.

**Key words:** *Actinidia deliciosa*, *in vitro*-culture, cytokinins, growth regulators, micropropagation, microshoots, morphometric indicators, morphogenesis.

УДК 635.9: 631.523:575.18:631.526.32      doi: 10.31360/2225-3068-2023-85-144-168

## **«ЛЕБЕДИНОЕ ОЗЕРО» – НОВЫЙ СОРТ ЛИЛИЙ СЕЛЕКЦИИ ФИЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА**

**Соколова М.А.**

*Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина,  
г. Мичуринск, Россия, e-mail: marina-111012@rambler.ru*

Проблема пополнения сортимента цветочных культур отечественными сортами весьма актуальна. Расширение сортимента необходимо проводить за счёт создания и включения в Государственный реестр селекционных достижений РФ новых отечественных сортов с высокими уровнями декоративных и хозяйственно-ценных признаков. Представлены результаты селекции лилий в ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина» (Россия, Тамбовская обл., г. Мичуринск). Получен новый, среднеранний сорт Азиатских гибридов лилий – 'Лебединое Озеро'. В 2016 году на Государственное сортоиспытание РФ был передан новый сорт лилий 'Лебединое Озеро'. В качестве контрольного сорта выбран районированный сорт 'Акцент'. Исследования проводили на участке селекции опытно-производственного отдела ФГБНУ «ФНЦ имени И.В. Мичурина», на базе лаборатории цветоводства. Почва – мощный глубоководно-выщелоченный чернозём, сформированный на лессовидной песчаной почве, по механическому составу суглинистый, имеет рН солевой вытяжки 5,4 и обладает хорошими физическими свойствами. Посадка по схеме 70 × 12 см, на глубину 15 см. Повторность трёхкратная. Сорт 'Лебединое Озеро' характеризуется высокими уровнями декоративных и хозяйственно-ценных признаков. Растения высотой 100–110 см. Цветоносный побег зелёный с антоциановыми вкраплениями, листья зелёные, глянцевые. Соцветие – кистевидное, количество цветков в соцветии от 5 до 15 шт. с диаметром цветка 15–16 см. Цветки направлены вверх, звёздчатой формы, двухцветной окраски – бледно-жёлтые с красно-фиолетовыми мазками и пятнышками на оранжевом фоне. Цветёт с начала третьей декады июня. Имеет среднюю устойчивость к ботритиозу и фузариозу. Основное направление