

ARTICLE УДК 58.085+581.143.6:582.814  
**ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ  
 ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА АКТИНИДИЯ**

Т.В. Плаксина<sup>1</sup>, И.Д. Бородулина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «НИИСС им. М.А. Лисавенко», Барнаул, Россия

Email: [tplaksina@mail.ru](mailto:tplaksina@mail.ru)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

Email: [borodulina.irina@gmail.com](mailto:borodulina.irina@gmail.com)

Изучено влияние регуляторов роста на клональное микроразмножение представителей рода *Актинидия* в культуре *in vitro*. Объектами исследования явились две женские формы сортов актинидии коломикта – Превосходная, Мома и мужская форма актинидии Джиральди. Эксплантами служили микрочеренки с двумя почками. Испытано 15 вариантов питательных сред на основе среды Мурасиге-Скуга, дополненные разными регуляторами роста (БАП, 2-ип, ТДЗ, ИМК, НУК, L-глутамин, аденин сульфат). Основным методом, используемый нами при клональном микроразмножении – активация развития уже существующих в растении меристем. Данный метод позволяет снизить до минимума частоту появления измененных форм. Установлено, что на этапе собственно размножения целесообразно использовать относительно невысокие концентрации цитокининов: 2–3 мкМ БАП и 4 мкМ 2-ип. Сочетание ауксинов с цитокининами приводило к снижению коэффициента размножения. Только для сорта Мома на среде с цитокинином и ауксином (2,5 мкМ БАП + 1,0 мкМ ИМК) коэффициент размножения был выше и составил 2,7±0,8. Статистически значимых различий в коэффициенте размножения, высоте побегов и количестве листьев между генотипами не выявлено.

*Ключевые слова:* клональное микроразмножение, актинидия, питательные среды, регуляторы роста, цитокинины, ауксины, концентрация, коэффициент размножения

**THE EFFECT OF GROWTH REGULATORS ON THE CLONAL MICROPROPAGATION  
 OF ACTINIDIA GENUS**

T.V. Plaksina<sup>1</sup>, I. D. Borodulina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia, Barnaul, Russia

Email: [tplaksina@mail.ru](mailto:tplaksina@mail.ru)

<sup>2</sup>Altai State University, Barnaul, Russia

Email: [borodulina.irina@gmail.com](mailto:borodulina.irina@gmail.com)

*Actinidia Kolomicta* is the most common and frost-resistant vine. Its fruit contains a record amount of ascorbic acid and by this feature it is superior to other *Actinidia* species and crops like raspberries, lemon, and blackcurrant. The influence of growth regulators on the clonal micropropagation in the *Actinidia* genus has been studied *in vitro*. Two female varieties of *Actinidia Kolomikta* (Excellent & Moma) and one male form *Actinidia Giraldi* were the objects of investigation. Microcuttings with two buds were used as explants. We tested 15 variants of Murashige-Skoog (MS) medium with different ratio of growth regulators BAP, TDZ, 2-ip, IBA, NAA, L-glytamen. Activation of meristems development was the main method of clonal micropropagation. This method provides the minimum frequencies of changed forms. The best result was observed on medium supplemented with low concentrations of cytokinins: 2–3 μM BAP and 4 μM 2-ip which promoted micropropagation. Combination of auxin with cytokinins has reduced the coefficient of micropropagation. The only for Moma variety on the medium containing 2,5 μM BAP + 1,0 μM IBA was higher (2,5 ± 0,8). We registered no significant relationship between the used type of cytokinin (BAP, 2-ip, or TDZ) and its concentration. High concentrations of BAP (10 μM) decreased *Actinidia* multiplication factor from 2,5 to 1,2 and increased callus formation. Use of TDZ was not effective nevertheless. We did not identify the significant statistics coefficients of multiplication, shoot length, and number of leaves between species genotypes.

*Key words:* clonal micropropagation, actinidia, culture media, growth regulators, cytokinins, auxins, concentration, the multiplication factor

**Следует цитировать / Citation:**

Плаксина Т.В., Бородулина И.Д. (2016). Влияние регуляторов роста на клональное микроразмножение представителей рода *Актинидия*. *Acta Biologica Sibirica*, 2 (3), 54–60

Plaksina T.V., Borodulina I.D. (2016). The effect of growth regulators on the clonal micropropagation of *Actinidia* genus. *Acta Biologica Sibirica*, 2 (3), 54–60.

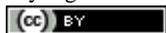
Поступило в редакцию / Submitted: 02.07.2016

Принято к публикации / Accepted: 05.08.2016

**crossref** <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v2i3.1455>

© Плаксина, Бородулина, 2016

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License

## ВВЕДЕНИЕ

Для большинства ягодных культур метод клонального микроразмножения разработан достаточно эффективно. Однако в связи с изменяющимся сортиментом и генотипическими особенностями культур уже разработанные технологии *in vitro* не всегда приемлемы и требуют постоянного совершенствования и корректировки (Матушкина, 2015). Актинидия коломикта является наиболее распространенной и морозостойкой лианой. В ее плодах содержится рекордное количество аскорбиновой кислоты (до 2250 мг/100 г сырой массы). По этому показателю а. коломикта превосходит другие виды актинидии (а. аргута, а. полигама) и такие культуры, как малина, лимон, черная смородина (Колбасина, 2003).

Кроме того, в плодах данного вида содержатся такие биологически активные вещества, как актинидин, С- и Р-активные катехины, большое количество макро- и микроэлементов. С.А. Муратова с соавторами (2010) отмечают разноречивость рекомендаций по минеральному и гормональному составу сред, используемых для клонального микроразмножения представителей рода Актинидия, что делает актуальным совершенствование основных этапов культивирования для видов и сортов данной культуры.

Целью данной работы явилось изучение влияния регуляторов роста на клональное микроразмножение представителей рода Актинидия.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа проводилась в ФГБНУ «НИИСС» им. М.А. Лисавенко, в лаборатории биотехнологии и цитологии. Объектом исследования явились две женские формы перспективных сортов актинидии коломикта – Превосходная и Мома, и мужская форма актинидии Джиральди, которые были получены из Волгоградского ботанического сада в виде пробирочных растений. Методы биотехнологических исследований базировались на классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1999).

Основным методом при клональном микроразмножении представителей рода Актинидия явилась активация в растении пазушного и адвентивного побегообразования. Этот метод считается наиболее надежным с точки зрения генетической стабильности размножаемых форм (Муратова и др., 2011). Эксплантами в экспериментах служили микрочеренки с двумя почками. Их помещали на питательную среду, содержащую макро- и микроэлементы по прописи Мурасиге и Скуга (МС), в состав которой вводили экзогенные регуляторы роста: 6-бензиламинопури (БАП), 2-изопентениладенин (2-ип), тидиазурон (TDZ), индолилмасляную кислоту (ИМК),  $\alpha$ -нафтилуксусную кислоту (НУК), L-глутамин (L/г) и аденин сульфат (а/с).

Всего было испытано 15 вариантов питательных сред. В каждом варианте на среды помещалось по 5–10 эксплантов. Культивирование осуществляли при фотопериоде 16/8 часов (день/ночь), освещенности 3 тыс. люкс, температуре 25°C. Результаты отмечали через 3–4 недели. Учитывали такие показатели: количество побегов, их высоту, количество листьев. Математическую обработку данных осуществляли стандартными методами с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первой части эксперимента проводилось изучение влияния типа и концентрации регуляторов роста цитокининовой природы (БАП, 2-ип и TDZ) на размножение представителей рода Актинидия в культуре *in vitro*. Анализ полученных данных показал, что строгой зависимости между используемым регулятором роста и его концентрацией не выявлено. Наибольший коэффициент размножения (от  $3,0 \pm 0,2$  до  $3,3 \pm 0,2$ ) у разных сортов и форм актинидии отмечен на среде с 2 мкМ БАП и 4 мкМ 2-ип (для сорта Превосходная); 2 мкМ БАП и 2 мкМ 2-ип (для сорта Мома); 3 мкМ БАП и 8,9 мкМ 2-ип (для а. Джиральди) (рис. 1). Подобные результаты были получены О.И. Молкановой с соавторами (2014) на пяти сортах а. коломикта.

Высокие концентрации БАП (до 10 мкМ) снижали коэффициент размножения актинидии с  $2,5 \pm 0,3$  до  $1,2 \pm 0,2$  и стимулировали образование каллуса в базальной части экспланта. Использование TDZ в концентрации 3 мкМ оказалось не эффективным. Это выразилось в низкой побегообразовательной способностью и очень сильным разрастанием каллуса в основании микрочеренков.

Минимальная индукция пазушного и адвентивного побегообразования отмечена у сорта Превосходная на среде с добавлением 3 мкМ TDZ ( $1,1 \pm 0,2$  шт./экспл.), для сорта Мома на среде с 8,9 мкМ 2-ип ( $1,5 \pm 0,2$  шт./экспл.), у а. Джиральди – с 2 мкМ 2-ип ( $1,2 \pm 0,1$  шт./экспл.).

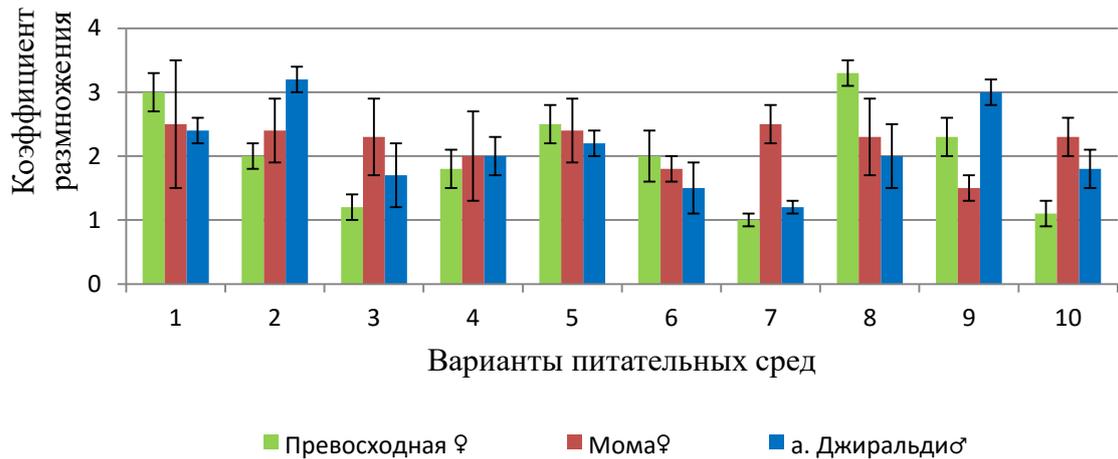


Рис. 1. Влияние цитокининов на коэффициент размножения представителей рода Актинидия в культуре *in vitro*

Условные обозначения:

- 1 – БАП 2 мкМ; 4 – БАП 5мкМ; 7 – 2-ip 2мкМ; 10 – TDZ 3мкМ
- 2 – БАП 3мкМ; 5 – БАП 8,9мкМ; 8 – 2-ip 4мкМ;
- 3 – БАП 4мкМ; 6 – БАП 10мкМ; 9 – 2-ip 8,9мкМ;

Более высокие побеги формировались на среде со средними концентрациями БАП и 2-ip (2–4 мкМ). В частности, для сорта Превосходная отмечались хорошие показатели на среде с добавлением БАП и 2-ip в концентрации 4 мкМ, где высота побегов составила 2,9±0,4 см и 3,6±0,3 см соответственно (рис. 2).

Для сорта Мома хорошее развитие побегов в высоту наблюдалось на средах с добавлением 2-ip в концентрациях 2 мкМ (3,4±0,3 см) и 4 мкМ (2,7±0,1 см). Актинидия Джиральди имела наилучшие показатели на средах с 3 мкМ БАП (1,7±0,2 см) и 4 мкМ 2-ip (2,2±0,4 см).

Укороченные побеги развивались на средах с пониженным содержанием цитокинина – 2 мкМ БАП (0,7±0,5 см – для Превосходной и 0,5±0,07 см – для Мома). У мужской формы а. Джиральди подобная реакция наоборот была на высокие концентрации как БАП, так и 2-ip – 8,9 мкМ (рис. 2).

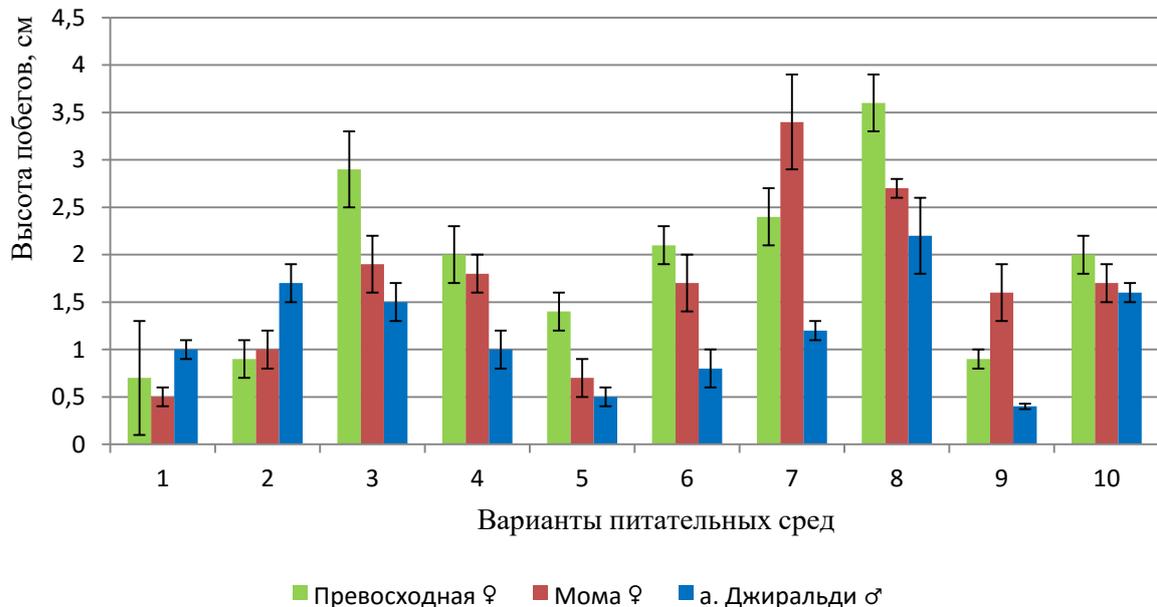


Рис. 2. Влияние цитокининов на высоту побегов микрочеренков актинидии в культуре *in vitro*

Условные обозначения:

- 1 – БАП 2 мкМ; 4 – БАП 5мкМ; 7 – 2-ip 2мкМ; 10 – TDZ 3мкМ
- 2 – БАП 3мкМ; 5 – БАП 8,9мкМ; 8 – 2-ip 4мкМ;
- 3 – БАП 4мкМ; 6 – БАП 10мкМ; 9 – 2-ip 8,9мкМ;

Анализ данных о количестве листьев у растений-регенерантов показал, что этот показатель сильно варьировал и зависел от вида актинидии, сорта, типа и концентрации используемых регуляторов роста.

У сорта Превосходная наибольшее количество листьев ( $7,8 \pm 0,3$  и  $9,1 \pm 0,5$  шт.) отмечено при добавлении в питательную среду соответственно  $8,9$  мкМ БАП и  $4$  мкМ 2-ip (рис. 3). У сорта Мома наиболее интенсивное формирование листьев наблюдалось на среде с пониженным содержанием БАП –  $4$  мкМ ( $7,0 \pm 0,9$  шт.) и на среде с  $3$  мкМ TDZ ( $8,7 \pm 0,4$  шт.).

У а. Джиральди наилучшие показатели отмечены так же на средах с низким содержанием БАП –  $2$  мкМ и  $3$  мкМ ( $8,5 \pm 0,5$  и  $9,8 \pm 0,7$  шт. соответственно). Минимальное число листьев у растений-регенерантов сорта Превосходная отмечено на среде с добавлением  $8,9$  мкМ 2-ip; для сорта Мома –  $8,9$  мкМ БАП; для а. Джиральди –  $4$  мкМ БАП.

Таким образом, наиболее оптимальным для микроразмножения сорта Превосходная является добавление в питательную среду 2-ip в концентрации  $4$  мкМ; для сорта Мома 2-ip –  $2$  мкМ, а для а. Джиральди – БАП  $3$  мкМ.

Для получения более высоких коэффициентов размножения питательные среды часто обогащают кроме препаратов цитокининовой природы веществами из группы ауксинов (Harada, 2000; Муратова и др., 2011). Кроме того, ряд авторов (Сидорович, Кутас, 1996; Вечернина, 2004) считает, что внесение в состав питательной среды аминокислоты L-глутамина и предшественника цитокининов аденин сульфата не менее  $100$  мг/л значительно повышает регенерационную способность культивируемых тканей.

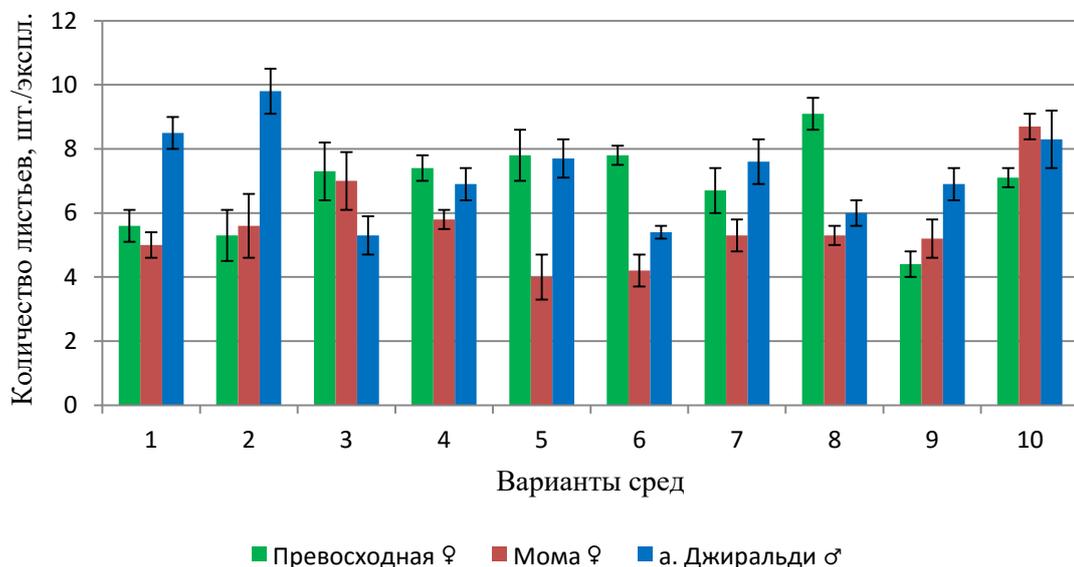


Рис. 3. Влияние цитокининов на облиственность микрочеренков актинидии в культуре *in vitro*

Условные обозначения:

- |                |                  |                   |                |
|----------------|------------------|-------------------|----------------|
| 1 – БАП 2 мкМ; | 4 – БАП 5 мкМ;   | 7 – 2-ip 2 мкМ;   | 10 – TDZ 3 мкМ |
| 2 – БАП 3 мкМ; | 5 – БАП 8,9 мкМ; | 8 – 2-ip 4 мкМ;   |                |
| 3 – БАП 4 мкМ; | 6 – БАП 10 мкМ;  | 9 – 2-ip 8,9 мкМ; |                |

Для сорта Превосходная на данной питательной среде коэффициент размножения составил  $1,7 \pm 0,2$  и статистически не отличался от таковых в других вариантах, кроме среды 2, где он был ниже на  $0,5$ . Экспланты сорта Мома хорошо развивались при комбинации  $2,5$  мкМ БАП с  $0,1$  мкМ ИМК, а так же на среде с  $1$  мкМ БАП в сочетании с L/г и а/с (коэффициент размножения был одинаковым, соответственно  $2,7 \pm 0,8$  и  $2,7 \pm 0,2$ ). Для а. Джиральди отмечено наиболее интенсивное побегообразование на среде с  $0,5$  мкМ БАП +  $0,2$  мкМ ИМК + L/г и а/с по  $100$  мг/л (коэффициент размножения –  $2,7 \pm 0,3$ ), и с  $1$  мкМ БАП + L/г и а/с по  $100$  мг/л ( $2,5 \pm 0,3$ ), что имело статистически значимые различия по сравнению с другими вариантами.

При микроразмножении растений *in vitro*, важен такой показатель, как длина микропобега. От этого зависит коэффициент размножения, а в дальнейшем укоренение эксплантов и их адаптация к условиям *ex vitro*.

Растения-регенеранты сорта Превосходная имели самые высокие побеги ( $2,3 \pm 0,2$  см) на среде с использованием  $5$  мкМ БАП +  $0,5$  мкМ ИУК (рис. 5); у сорта Мома ( $2,4 \pm 0,3$  см) – на среде с  $2,5$  мкМ БАП +  $0,1$  мкМ ИМК; у а. Джиральди наиболее эффективно оказалось применение  $1$  мкМ БАП + L/г + а/с по  $100$  мг/л ( $2,2 \pm 0,2$  см).

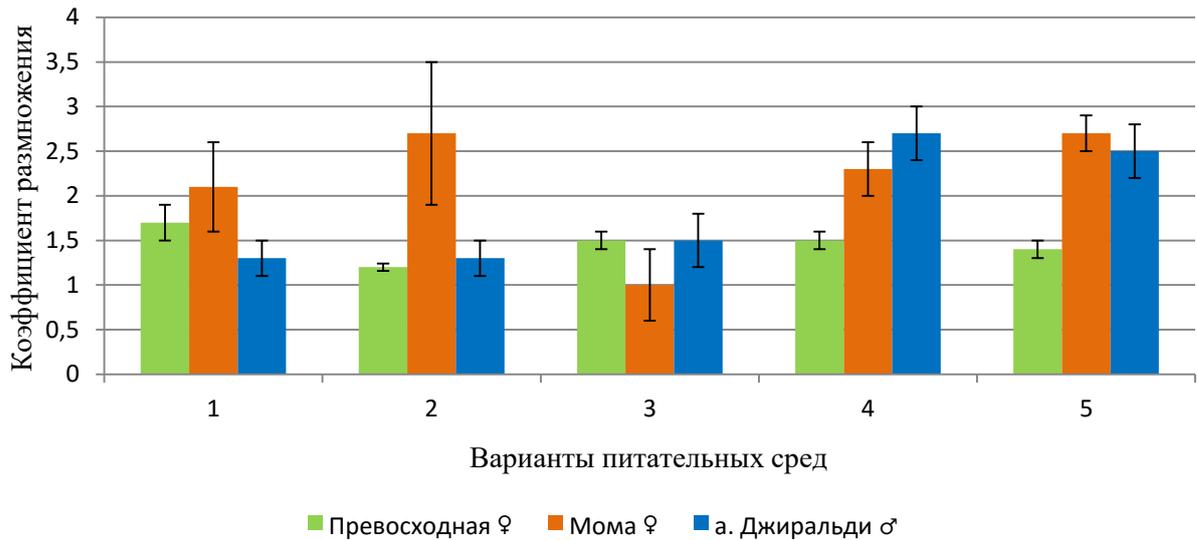


Рис. 4. Влияние цитокининов и ауксинов на коэффициент размножения представителей рода *Актинидия* в культуре *in vitro*

Условные обозначения: 1 – БАП 1,0 мкМ + ИМК 0,1 мкМ;  
 2 – БАП 2,5 мкМ + ИМК 0,1 мкМ;  
 3 – БАП 5,0 мкМ + НУК 0,5 мкМ;  
 4 – БАП 0,5 мкМ + ИМК 0,2 мкМ + L/г и а/с по 100 мг;  
 5 – БАП 1,0 мкМ + L/г и а/с по 100 мг

Наименьшие значения высоты ведущего побега варьировало от  $0,5 \pm 0,03$  до  $1,5 \pm 0,4$  см. Для сорта Превосходная менее эффективно использование 2,5 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК. Для сорта Мома и а. Джиральди – 1,0 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК.

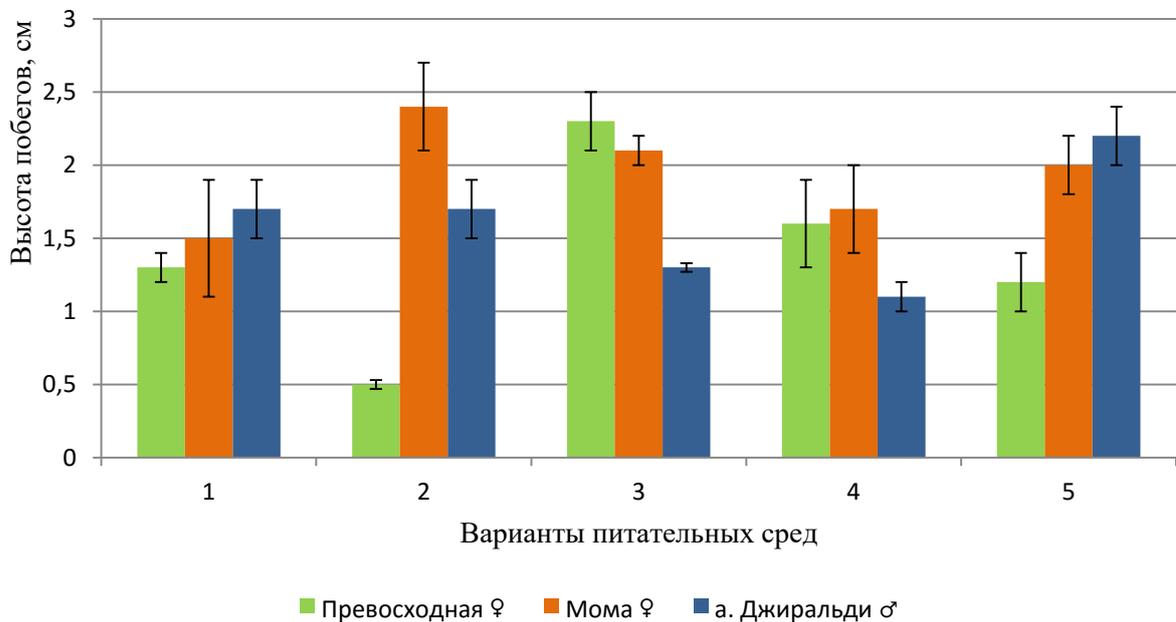


Рис. 5. Влияние цитокининов и ауксинов на высоту побегов микрочеренков *актинидии* в культуре *in vitro*

Условные обозначения: 1 – БАП 1,0 мкМ + ИМК 0,1 мкМ;  
 2 – БАП 2,5 мкМ + ИМК 0,1 мкМ;  
 3 – БАП 5,0 мкМ + НУК 0,5 мкМ;  
 4 – БАП 0,5 мкМ + ИМК 0,2 мкМ + L/г и а/с по 100 мг;  
 5 – БАП 1,0 мкМ + L/г и а/с по 100 мг

Анализируя данные совместного действия цитокинина с ауксином на облиственность побегов отмечено, что максимальное количество листьев для всех представителей *актинидии* наблюдалось на

тех же средах, где был зафиксирован наивысший коэффициент размножения. Так, у сорта Превосходная наибольшее число листьев ( $9,0 \pm 1,0$  шт./экспл.) наблюдалось в варианте 1 с добавлением 1 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК (рис. 6). Для сорта Мома – на среде с использованием 2,5 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК ( $10,5 \pm 1,0$  шт./экспл.). А для а. Джиральди – в варианте 4 с 0,5 мкМ БАП + 0,2 мкМ ИМК + L/Г и а/с по 100 мг/л ( $10,9 \pm 0,9$  шт./экспл.).

Минимальное количество листьев ( $4,7 \pm 0,4$  шт./экспл.) у сорта Превосходная отмечалось на среде с более высокой концентрацией цитокинина – 2,5 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК. У сорта Мома – на среде с 0,5 мкМ БАП + 0,2 мкМ ИМК + L/Г и а/с по 100 мг/л ( $5,2 \pm 0,3$  шт./экспл.). Для а. Джиральди меньше листьев ( $7,8 \pm 0,6$  шт./экспл.) было на среде с использованием 1,0 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК.

Таким образом, для а. коломикта сорта Превосходная лучшим сочетанием регуляторов роста является 1,0 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК; для сорта Мома – 2,5 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК; а для мужской формы а. Джиральди – 0,5 мкМ БАП + 0,2 мкМ ИМК + L/Г и а/с по 100 мг/л.

Сравнительный анализ состава регуляторов роста в питательной среде показал, что использование одного типа регулятора цитокининовой природы было более эффективно, по сравнению с их сочетанием с другими регуляторами роста. Это отразилось как на коэффициенте размножения, так и на высоте микропобегов.

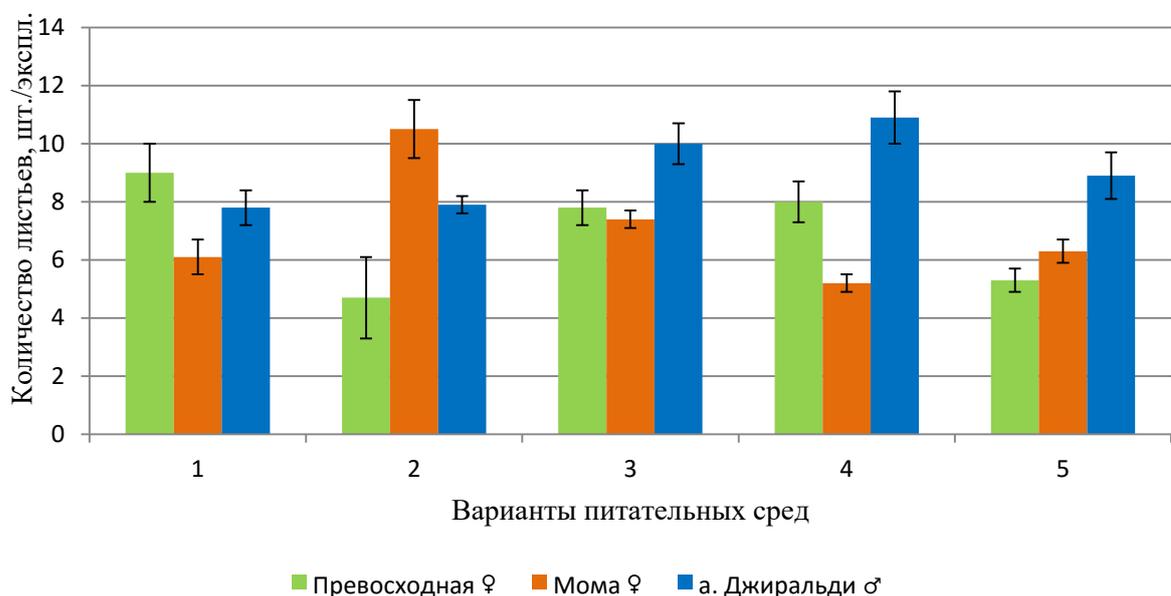


Рис. 6. Влияние цитокининов и ауксинов на облиственность побегов микрочеренков актинидии в культуре *in vitro*

Условные обозначения: 1 – БАП 1,0 мкМ + ИМК 0,1 мкМ;  
 2 – БАП 2,5 мкМ + ИМК 0,1 мкМ;  
 3 – БАП 5,0 мкМ + НУК 0,5 мкМ;  
 4 – БАП 0,5 мкМ + ИМК 0,2 мкМ + L/Г и а/с по 100 мг;  
 5 – БАП 1,0 мкМ + L/Г и а/с по 100 мг

На регенерационную способность в культуре изолированных органов существенное влияние оказывают генетические особенности видов и сортов (Молканова и др., 2014). Сравнительный анализ представителей а. коломикта (женские формы) и а. Джиральди (мужская форма) показал, что существенных различий в коэффициенте размножения, росте и развитии между видами и сортами не выявлено, хотя генотипы имели свои особенности: сорт Мома лучше развивался на среде дополненной цитокининами совместно с ауксинами (2,5 мкМ БАП + 0,1 мкМ ИМК), а сорт Превосходная и мужская форма а. Джиральди обладали большим морфогенетическим потенциалом на средах, содержащих один тип цитокинина (4 мкМ 2-ип – для Превосходной и 3 мкМ БАП – для а. Джиральди).

Сорт Превосходная по способности к размножению занимал промежуточное положение между сортом Мома и мужской формой актинидии Джиральди, несмотря на то, что по скорости роста побегов он отставал от других форм. Возможно, это является особенностью данного сорта.

## ВЫВОДЫ

На этапе собственно размножения представителей рода Актинидия целесообразно использовать относительно невысокие концентрации цитокининов: 2–3 мкМ БАП и 4 мкМ 2-ип. Введение в питательную среду ауксинов совместно с цитокининами приводит к снижению коэффициента

размножения (максимальный  $2,7 \pm 0,2$  – на средах с цитокининами и ауксинами против  $3,3 \pm 0,2$  – на средах с цитокининами).

Статистический анализ не выявил существенных различий в коэффициенте размножения, длине побега, количестве листьев между видами и сортами, хотя генотипы и имели свои особенности. Сорт Мома лучше развивался на среде дополненной цитокинином и ауксином ( $2,5 \text{ мкМ}$  БАП +  $0,1 \text{ мкМ}$  ИМК), а сорт Превосходная и мужская форма а. Джиральди обладали большим морфогенетическим потенциалом на средах, содержащих один цитокинин ( $4 \text{ мкМ}$  2-ип и  $3,0 \text{ мкМ}$  БАП, соответственно).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
- Вечернина Н.А. Методы биотехнологии в селекции, размножении и сохранении генофонда растений. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2004. – 202 с.
- Колбасина Э.И. Ягодные лианы и редкие кустарники. – М., 2003. – 112 с.
- Матушкина О.В., Пронина И.Н., Матушкин С.А., Ярмоленко Л.В. Особенности размножения *in vitro* некоторых ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России, 2015. – Т. XXXXI. – С. 245–249.
- Молканова О.И., Козак Н.В., Коновалова Л.Н., Малаева Е.В. Биологические особенности дальневосточных видов рода *Actinidia* Lindl. // Вестник Удмуртского ун-та, 2014. – Вып. 1. – С. 42–43.
- 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). – С. 96–100.
- Муратова С.А., Янковская М.Б., Соловых Н.В., Шорников Д.Г., Будаговский А.В., Папихин Р.В. Оптимизация методов клонального микроразмножения садовых культур // Плодоводство и ягодоводство России, 2011. – Т. 26. – С. 375–382.
- Сидорович Е.А., Кутас Е.Н. Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений. – Минск: Изд-во «Навука і тэхніка», 1996. – 246 с.
- Narada H. *In vitro* organ culture of *Actinidia chinensis* Pl. as a technique for vegetative multiplication // J. Hort. Sci., 1975. Vol. 50. – P. 81–83.

### REFERENCES

- Butenko, R.G. (1999). *Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotekhnologii na ih osnove*. Moscow: FBK-PRESS. (in Russian).
- Narada, H. (1975). *In vitro* organ culture of *Actinidia chinensis* Pl. as a technique for vegetative multiplication. *J. Hort. Sci.*, 50, 81–83.
- Kolbasina, E.I. (2003). *Yagodnye liany i redkie kustarniki*. Moscow. (in Russian).
- Matushkina, O.V., Pronina, I.N., Matushkin, S.A., Yarmolenko, L.V. (2015). Osobennosti razmnozheniya *in vitro* nekotoryh yagodnyh kul'tur. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 41, 245–249. (in Russian).
- Molkanova, O.I., Kozak, N.V., Konovalova, L.N., Malaeva, E.V. (2014). Biologicheskie osobennosti dal'nevostochnykh vidov roda *Actinidia* Lindl. *Vestnik Udmurtskogo universiteta*, 1, 42–43. (in Russian).
- Muratova, S.A., Shornikov, D.G., Yankovskaya, M.B., Papihin, R.V. (2010). Sovershenstvovanie metoda klonal'nogo mikrorazmnozheniya aktinidii i limonnika kitajskogo. *Sovremennoe sadovodstvo*, 1(1), 96–100. (in Russian).
- Muratova, S.A., Yankovskaya, M.B., Solovyh, N.V., Shornikov, D.G., Budagovskij, A.V., Papihin, R.V. (2011). Optimizaciya metodov klonal'nogo mikrorazmnozheniya sadovykh kul'tur. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 26, 375–382. (in Russian).
- Sidorovich, E.A., Kutas, E.N. (1996). *Klonal'noe mikrorazmnozhenie novykh plodovo-yagodnykh rastenij*. Minsk: Navuka i tehkhnika. (in Russian).
- Vechernina, N.A. (2004). *Metody biotekhnologii v selekcii, razmnozhenii i sohranении genofonda rastenij*. Barnaul: Altai State University. (in Russian).