

## ВЛИЯНИЕ АУКСИНОВ НА РИЗОГЕНЕЗ СОРТОВ АКТИНИДИИ КОЛОМИКТА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

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

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия. Email: borodulina.irina@gmail.com

<sup>2</sup>ФГБНУ «НИИСС им. М.А. Лисавенко», Барнаул, Россия. Email: tplaksina@mail.ru

Изучено влияние регуляторов роста ауксиновой природы на укоренение актинидии коломикта в культуре *in vitro*. Данный вид актинидии является самым зимостойким, что в условиях Западной Сибири актуально, устойчив к вредителям. Отличается скороплодностью, начинает плодоносить с трехлетнего возраста. Этот вид живет более 50 лет. Объектами исследования явились две женские формы сортов актинидии – Мома и Превосходная. Плоды этих сортов имеют цилиндрическую форму, зеленого и темно-зеленого цвета, с продольными полосками. Вкус ягод у сорта Мома очень сладкий, с ананасным ароматом, у сорта Превосходная – кисло-сладкий. У сорта Мома плоды при созревании не осыпаются. Эксплантами служили микрочеренки с двумя почками. Испытано 12 вариантов питательных сред на основе среды Мурасиге-Скуга, дополненные тремя разными регуляторами роста ауксиновой природы (ИМК, ИУК и НУК). Установлено, что на этапе укоренения целесообразно использовать относительно невысокие концентрации ауксинов: 0,5–1,0 мкМ НУК и 1,0 мкМ ИМК. Для каждого сорта установлены эффективные концентрации и природа ауксина.

*Ключевые слова:* актинидия, культура *in vitro*, питательные среды, ауксины, концентрация, ризогенез

## INFLUENCE OF AUXINS ON RIZOGENESIS OF ACTINIDIA KOLOMIKTA CULTIVARS IN CULTURE *IN VITRO*

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

<sup>1</sup>Altai State University, Barnaul, Russia. Email: borodulina.irina@gmail.com

<sup>2</sup>Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia, Barnaul, Russia. Email: tplaksina@mail.ru

The influence of growth regulators of auxin nature on rooting of actinidia kolomikta in culture *in vitro* has been studied. This species of actinidia is the most-hardy that in conditions of Western Siberia is actual and resistant to pests as well. It differs by early ripening, bears from the three-year age. This species lives over 50 years. The objects of the study were two female forms of actinidia cultivars – Moma and Prevoskhodnaya. The fruits of these cultivars are cylindrical, green and dark-green, with longitudinal strips. The taste of berries of the cultivar Moma is very sweet, with pineapple aroma, as for Prevoskhodnaya – sour sweet. Fruits of the cultivar Moma are not deciduous, don't fell off at ripening. Micro cuttings with two buds were as explants. 12 variants of nutritional media on the base of medium Murashige Skoog, supplemented with growth regulators of auxin nature (IBA, IAA, NAA), were tested. It's established, that at the stage of rooting it's advisable to use relatively low concentrations of auxins: 0.5–1.0 μM NAA and 1.0 μM IBA. Effective concentrations and type of auxin are defined for each cultivar.

*Key words:* actinidia, culture *in vitro*, nutritional media, auxins, concentration, rizogenesis

### Следует цитировать / Citation:

Бородулина И.Д., Плаксина Т.В. (2016). Влияние ауксинов на ризогенез сортов Актинидии коломикта в культуре *in vitro*. *Acta Biologica Sibirica*, 2 (4), 102–109.

Borodulina, I.D., Plaksina, T.V. (2016). Influence of auxins on rizogenesis of Actinidia kolomikta cultivars in culture *in vitro*. *Acta Biologica Sibirica*, 2 (4), 102–109.

Поступило в редакцию / Submitted: 29.10.2016

Принято к публикации / Accepted: 24.11.2016

**crossref** <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v2i4.1627>

© Бородулина, Плаксина, 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

Актинидия коломикта является нетрадиционной ягодной культурой с высоким содержанием в плодах биологически активных веществ и антиоксидантов. Это поливитаминный вид. По своему лечебному спектру эта культура способна вытеснить многие медицинские препараты химического синтеза (Колбасина, 2003). Использование клонального микроразмножения позволяет достаточно быстро и в срок получать большое количество посадочного материала, особенно при ограниченном количестве маточных растений перспективных форм и сортов. Работы по изучению представителей

рода Актинидия Lindl. в культуре *in vitro* ведутся в разных научных учреждениях нашей страны – это ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина (Муратова и др., 2010), ГБС им. Н.В. Цицина РАН (Молканова и др., 2014), НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (Плаксина, Бородулина, 2016) и др. Исследователи отмечают востребованность и эффективность разработки методов устойчивого воспроизводства подобного рода культур для получения достаточного количества посадочного материала, с одной стороны, а также для сохранения и изучения генофонда, с другой стороны.

Целью данной работы явилось изучение влияния ауксинов на ризогенез представителей рода Актинидия в культуре *in vitro*.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа проводилась в ФГБНУ «НИИСС» им. М.А. Лисавенко, в лаборатории биотехнологии и цитологии. Объектами исследования явились две женские формы перспективных сортов актинидии коломикта – Превосходная и Мома. Методы биотехнологических исследований базировались на классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1999). Укоренение проводили на питательной среде по прописи Мурасиге и Скуга с уменьшенным вдвое содержанием макроэлементов ( $1/2MS$ ) (Murashige, Skoog, 1962), дополненной ауксинами в различной концентрации: индолилмасляная кислота (ИМК), индолилуксусная кислота (ИУК) и *a*-нафтилуксусная кислота (НУК). Всего было испытано 12 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. Показания снимали через 3–4 недели. Элементы учёта: количество корней (шт./экспл.), длина корней (см), наличие корней второго порядка (+/–), высота побега (см), количество листьев (шт./экспл.). Математическую обработку данных осуществляли стандартными методами с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Актинидия относится к культурам, относительно легко укореняемым в условиях *in vitro* (Матушкина, Пронина, 1989). Однако, Е.В. Малаева (2008) отмечает, что экспланты *a. kolomikta* менее активно развиваются на всех стадиях микроразмножения по сравнению с *a. arguta* и *a. polygama*. Изучение влияния ИМК на образование корней показало, что для обоих сортов наилучшие результаты были получены на среде с добавлением ИМК в концентрации 1 мкМ (рис. 1). Количество образовавшихся корней у растений-регенерантов сорта Мома на этой среде статистически значимо отличалось от всех остальных вариантов. Для сорта Превосходная внесение ИМК в концентрации 0,5 и 2,0 мкМ оказывало фактически одинаковое влияние на индукцию корнеобразования (9,3–11,1 шт./экспл.).

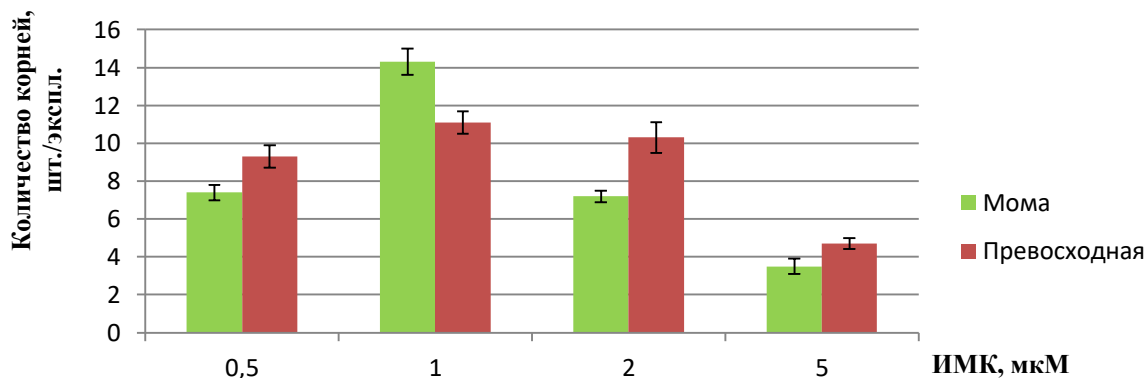


Рис. 1. Влияние концентрации ИМК на интенсивность ризогенеза сортов *a. коломикта* в культуре *in vitro*

Использование больших концентраций ИМК (5,0 мкМ) снижало активность ризогенеза у микрорастений изучаемых сортов. При этом образование корней происходило быстрее (в течении 2–3 недель), но уменьшилось их количество от 3 до 4 шт./экспл., так как в основании микрочеренка было отмечено сильное разрастание каллуса, который тормозил дальнейшее развитие корней. У образовавшихся корней отсутствовали корни второго порядка. На данной среде у регенерантов обоих сортов образовывались воздушные корни.

Изучение влияния НУК на корнеобразование показало, что максимальное количество корней у сорта Мома ( $10,8 \pm 0,8$  шт./экспл.) было отмечено на среде с добавлением этого ауксина в концентрации 1 мкМ. Близкие значения ( $9,4 \pm 0,9$  шт./экспл.) у данного сорта фиксировались на среде с 0,5 мкМ НУК. Повышение концентрации НУК до 2,0 и 5,0 мкМ незначительно снижало корнеобразование до  $7,6 \pm 0,5$  шт./экспл. и  $8,5 \pm 0,6$  шт./экспл., соответственно. Кроме того, использование НУК в концентрации 5,0 мкМ приводило к интенсивному каллусообразованию и возникновению воздушных корней.

Для сорта Превосходная оптимальной оказалась питательная среда с добавлением 0,5 мкМ НУК, так как на ней отмечены максимальные значения образованных корней ( $14,7 \pm 1,1$  шт./экспл.) среди всех исследуемых ауксинов и их концентраций (рис. 2). Минимальное количество корней  $4,2 \pm 0,4$  шт./экспл. фиксировалось в варианте с использованием 5,0 мкМ НУК, наблюдалось интенсивное развитие каллуса в основании микрочеренка, так же как и у сорта Мома.

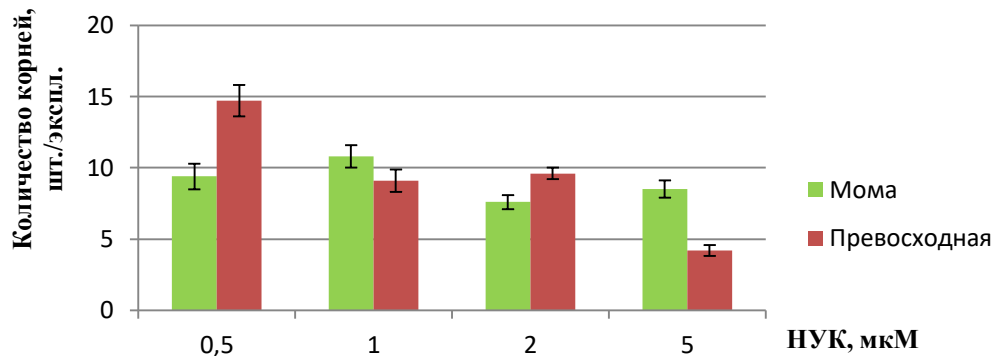


Рис. 2. Влияние концентрации НУК на интенсивность ризогенеза сортов а. коломикта в культуре *in vitro*

Анализ данных по изучению влияния ИУК на индукцию ризогенеза выявил, что наиболее эффективными для укоренения сортов оказались варианты с 0,5 и 1,0 мкМ этого ауксина (рис. 3). Для сорта Мома максимальные значения ( $12,2 \pm 0,8$  шт./экспл.) наблюдались на среде с добавлением 0,5 мкМ ИУК. При повышении концентрации ауксина до 1,0 мкМ количество образовавшихся корней оставалось на достаточно высоком уровне ( $10,8 \pm 0,7$  шт./экспл.). Для сорта Превосходная наиболее эффективной оказалась среда с 1,0 мкМ. Количество корней на этой среде составило  $12,6 \pm 0,7$  шт./экспл., что явилось одним из лучших показателей для всех вариантов сред.

Наименее эффективным для сорта Мома оказалось повышение концентрации ИУК до 2,0 и 5,0 мкМ. Количество корней на этих средах было практически одинаково –  $6,6 \pm 0,6$  и  $6,7 \pm 0,4$  шт./экспл., соответственно. При этом так же, как и с другими ауксинами, присутствие в среде 5 мкМ ИМК вызывало образование воздушных корней у обоих сортов.

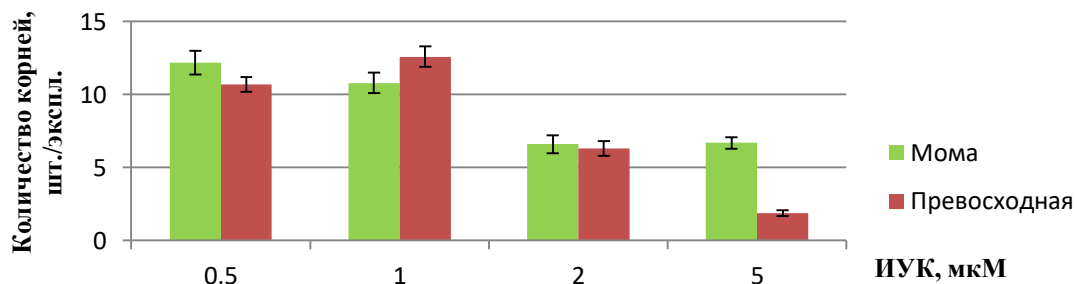


Рис. 3. Влияние концентрации ИУК на интенсивность ризогенеза сортов а. коломикта в культуре *in vitro*

Таким образом, наименьшие концентрации ИУК (0,5 и 1,0 мкМ) способствовали наибольшему образованию корней, а их повышение (до 2,0 и 5,0 мкМ) ингибировало ризогенез. В целом, концентрации исследуемых ауксинов оказали значительное влияние на количество и качество образовавшихся корней у исследуемых сортов. Наибольшее их количество было образовано на средах с наименьшими концентрациями – 0,5 и 1,0 мкМ; наименьшее – при повышенных концентрациях всех рассмотренных ауксинов (2,0 и 5,0 мкМ), которые вызывали индукцию каллусогенеза (рис. 4). Учитывая сортоспецифичность можно отметить, что для сорта Мома оптимальными являются концентрации с 0,5–1,0 мкМ, для сорта Превосходная – 0,5–2,0 мкМ. Все используемые ауксины в концентрации 5,0 мкМ вызывали индукцию воздушных корней, которые формировались не только ближе к основанию, но и по всей нижней части побега, в том числе и у основания листьев. Следовательно, данная концентрация ауксинов оказалась не подходящей для данного вида растения. С.А. Муратова с соавторами (2010) также отмечает эффективность использования низких концентраций ИМК (0,5–1,0 мг/л) для укоренения сорта Плоская а. коломикта в культуре *in vitro*.



Рис. 4. Развитие каллуса у основания побега растения-регенеранта сорта Мома при укоренении в культуре *in vitro*

Изучая влияние разных типов и концентраций ауксинов на длину образуемых корней у растений-регенерантов сортов а. коломикта, было отмечено, что в целом, длина корней во всех вариантах находилась в пределах 2–3,5 см.

Длина корней растений-регенерантов сорта Мома в вариантах с ИМК различалась незначительно – от 2,5 до 3,0 см, тогда как для сорта Превосходная более удачным было использование относительно невысоких концентраций данного ауксина: 2,7–3,0 см в присутствии 0,5 и 1,0 мкМ ИМК против 2,0–2,2 см при 2,0 и 5,0 мкМ. Максимальная длина корней ( $3,0 \pm 0,1$  см) у микрорастений сорта Мома фиксировалась при использовании ИМК в концентрации 0,5 мкМ, а у сорта Превосходная – на среде с добавлением 1,0 мкМ И (рис. 5).

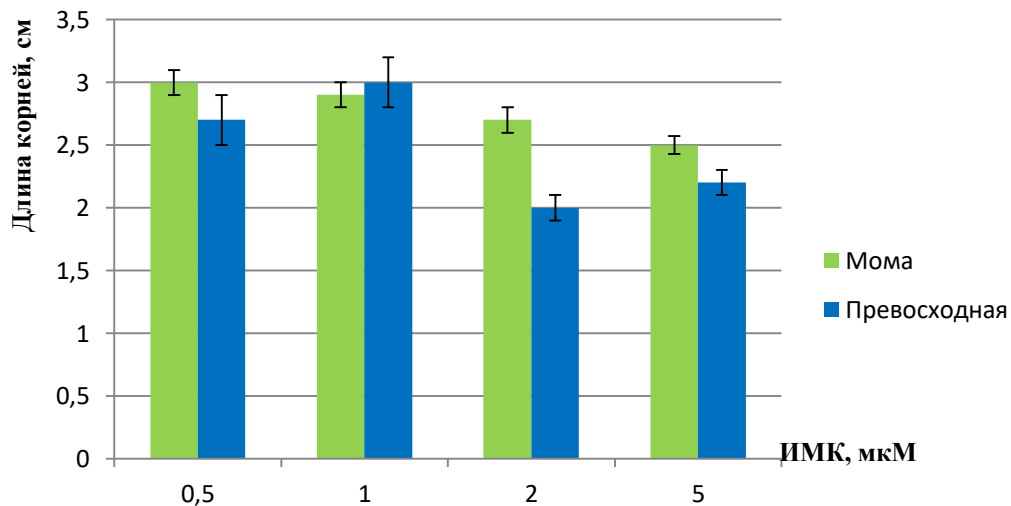


Рис. 5. Влияние концентрации ИМК на длину корней растений-регенерантов сортов а. коломикта в культуре *in vitro*

Влияние НУК на длину корней среди всех исследуемых ауксинов оказалось наиболее продуктивным, именно на средах с добавлением этого гормона формировались наиболее длинные корни у обоих сортов (рис. 6), при этом корни были хорошего качества (наличие корней второго порядка, отсутствие утолщенных корней).



Рис. 6. Укорененные растения-регенеранты а. коломикта сортов Мома (слева) и Превосходная (справа)

Максимальная длина корней у сорта Мома среди всех изученных вариантов отмечалась на среде с добавлением 1,0 мкМ НУК и составляла  $3,5 \pm 0,08$  см (рис. 7). На этой же среде было зафиксировано и достаточно большое количество корней ( $10,8 \pm 0,8$  шт./экспл.). У сорта Превосходная самые длинные корни образовались при использовании 2,0 мкМ НУК, на этой среде их длина составляла  $3,3 \pm 0,07$  см. В остальных вариантах (с 0,5; 1,0 и 5,0 мкМ НУК) длина корней была практически одинаковой (около 2,5 см) и на 1 см меньше максимального значения.

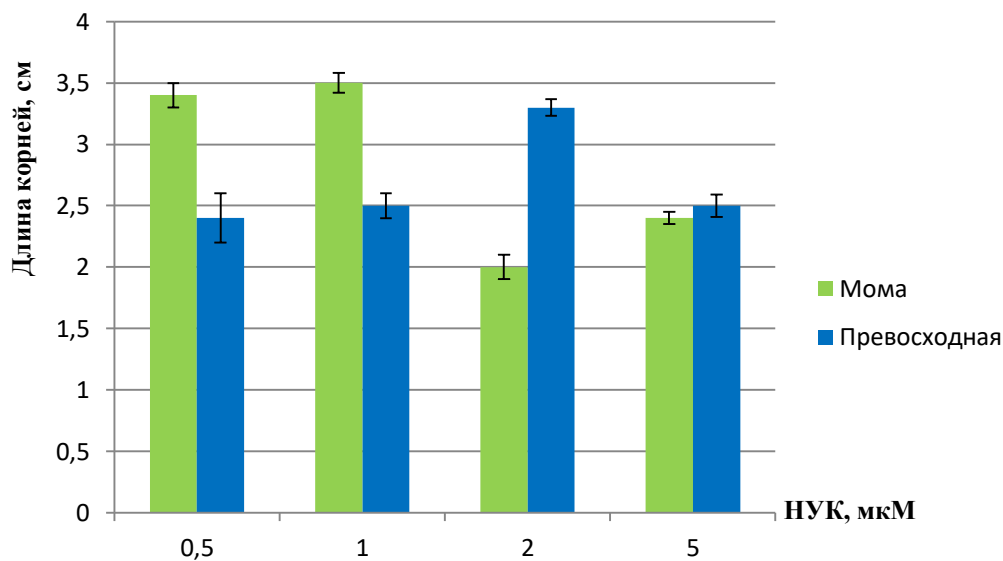


Рис. 7. Влияние концентрации НУК на длину корней растений-регенерантов сорта а. коломикта в культуре *in vitro*

ИУК, в отличие от НУК, оказала наименьшее влияние на стимуляцию роста корней в длину. На средах с этим регулятором роста отмечались самые низкие показатели (от 1,6 до 2,7 см), особенно у микрорастений сорта Превосходная.

Более длинные корни у сорта Мома формировались в вариантах с 0,5 мкМ ИМК, при этом длина образовавшихся корней, в среднем, составила  $2,7 \pm 0,1$  см. При использовании других концентраций ИМК значения были ниже на 0,3 см и в целом мало отличались друг от друга (рис. 8). Для сорта Превосходная максимальная длина корней наблюдалась в присутствии 2,0 мкМ данного ауксина и составляла  $2,6 \pm 0,08$  см.

Среди всех рассмотренных ауксинов с концентрацией 1,0 мкМ, ИУК оказалась менее эффективной по изучаемому признаку. Высокая концентрация регулятора роста (5,0 мкМ) ингибировала рост корней и изменяла их морфологию.

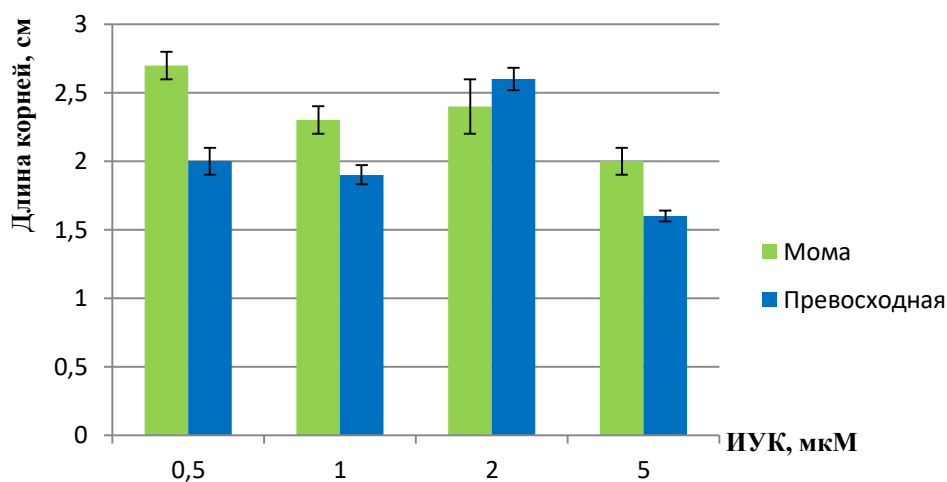


Рис. 8. Влияние концентрации ИУК на длину корней растений-регенерантов сортов а. коломикта в культуре *in vitro*

При укоренении растений-регенерантов важно учитывать и другие морфологические показатели микрочеренков, такие как высота побега и количество листьев на нем. Используемый тип и концентрация ауксинов не должны оказывать тормозящее действие на их рост и развитие.

При изучении влияния ауксинов на высоту побега при укоренении отмечено, что все экспланты микрочеренков при культивировании на данных средах вытягивались в длину. Прирост побега на всех используемых средах составил около 1,0–2,5 см. В целом, все среды для укоренения оказывали положительное влияние на морфологию растений-регенерантов.

Наиболее высокие побеги для сорта Мома формировались на средах с 0,5, 1,0 и 2,0 мкМ ИМК ( $2,5 \pm 0,06$ ;  $2,6 \pm 0,08$  и  $2,6 \pm 0,1$  см, соответственно) и при использовании 0,5 и 2,0 мкМ ИУК ( $2,7 \pm 0,1$  и  $2,7 \pm 0,1$  см, соответственно). Для сорта Превосходная наиболее оптимальным по рассматриваемому признаку стало применение 0,5 мкМ ИУК. Этот тип ауксина в данной концентрации стимулировал максимальную высоту побега, которая в среднем составила  $3,1 \pm 0,2$  см (рис. 9). На этой же среде для данного сорта отмечалось максимальное количество корней ( $14,7 \pm 1,1$  шт./экспл.).

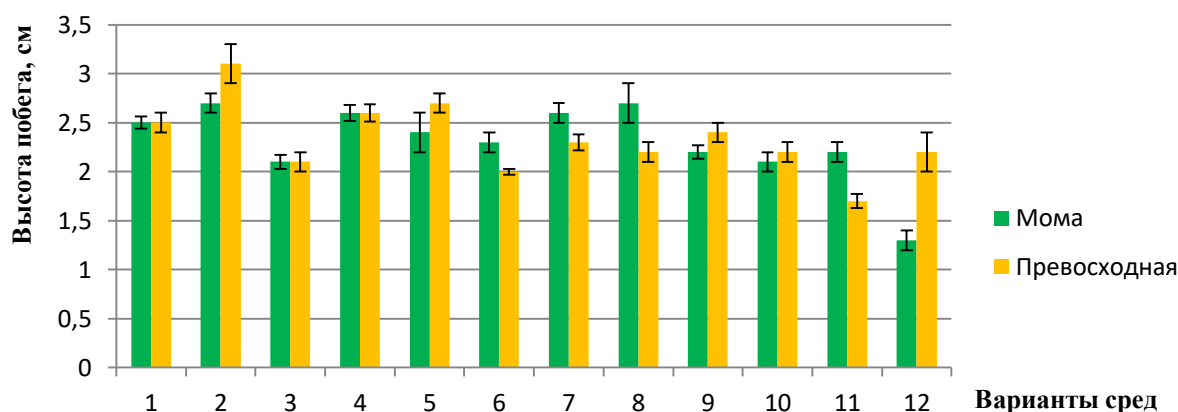


Рис. 9. Влияние типа и концентрации ауксинов на высоту побегов растений-регенерантов сортов а. коломикта при укоренении в культуре *in vitro*

Условные обозначения: 1 – 0,5 мкМ ИМК; 2 – 0,5 мкМ ИУК; 3 – 0,5 мкМ ИУК; 4 – 1 мкМ ИМК; 5 – 1 мкМ ИУК; 6 – 1 мкМ ИУК; 7 – 2 мкМ ИМК; 8 – 2 мкМ ИУК; 9 – 2 мкМ ИУК; 10 – 5 мкМ ИМК; 11 – 5 мкМ ИУК; 12 – 5 мкМ ИУК

Анализ данных выявил, что концентрации используемых ауксинов незначительно влияют на этот показатель, а зависит от типа ауксина. Наименьшие результаты получены на средах с добавлением ИУК. Так, для сорта Мома самая низкая высота побега отмечалась на средах с 0,5 и 5,0 мкМ ИУК ( $2,1 \pm 0,07$  и  $1,3 \pm 0,1$  см), а на средах с 1,0 и 2,0 мкМ ИУК значения были невысокие:  $2,3 \pm 0,1$  и  $2,2 \pm 0,07$  см, соответственно. Использование 5,0 мкМ ИМК так же не вызывало значительного роста побегов у сорта Мома ( $2,1 \pm 0,1$  см).

Микрорастения сорта Превосходная формировали короткие низкие побеги при использовании 0,5 и 1,0 мкМ ИУК ( $2,1 \pm 0,1$  и  $2,0 \pm 0,03$  см, соответственно). Но минимальные значения получались при культивировании микрочеренков на среде с 5,0 мкМ НУК –  $1,7 \pm 0,07$  см.

Количество листьев у растений-рагенерантов на этапе укоренения варьировало от 4,0 до 8,0 шт./экспл. На рисунке 10 показано, что у обоих сортов статистически значимо выделяются показатели облиственности побега только на среде с использованием 1,0 мкМ НУК ( $7,8 \pm 0,4$  шт./экспл. – у Мома и  $8,6 \pm 0,6$  шт./экспл. – у Превосходной), остальные варианты сред оказывали практически одинаковое влияние на образование листьев.

Достаточная облиственность побегов у сорта Мома наблюдалась на среде с 0,5 мкМ НУК ( $6,3 \pm 0,4$  шт./экспл.), у сорта Превосходная – с 0,5 мкМ НУК ( $6,4 \pm 0,5$  шт./экспл.), а так же при добавлении в питательную среду ИМК в концентрации 1,0 мкМ ( $6,6 \pm 0,5$  шт./экспл.) (рис. 10).

Наименьшие показатели для обоих исследуемых сортов наблюдались на средах с 5,0 мкМ всех типов ауксинов, а так же при использовании 0,5 и 2,0 мкМ ИУК. Для сорта Мома эти значения варьировали от  $3,5 \pm 0,3$  до  $4,2 \pm 0,3$  шт./экспл. листьев; для сорта Превосходная – от  $3,3 \pm 0,2$  до  $4,5 \pm 0,3$  шт./экспл.

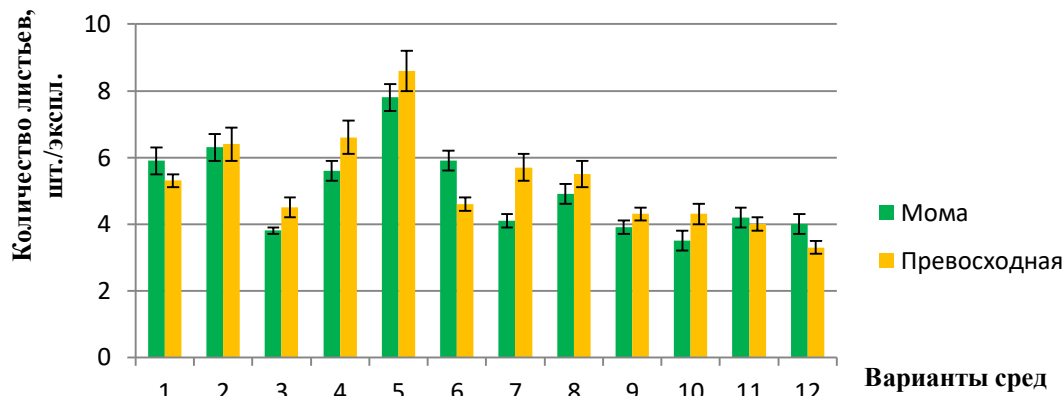


Рис. 10. Влияние типа и концентрации ауксинов на облиственность растений-регенерантов сортов а. коломикта при укоренении в культуре *in vitro*

Условные обозначения: 1 – 0,5 мкМ ИМК; 2 – 0,5 мкМ НУК; 3 – 0,5 мкМ ИУК; 4 – 1 мкМ ИМК; 5 – 1 мкМ НУК; 6 – 1 мкМ ИУК; 7 – 2 мкМ ИМК; 8 – 2 мкМ НУК; 9 – 2 мкМ ИУК; 10 – 5 мкМ ИМК; 11 – 5 мкМ НУК; 12 – 5 мкМ ИУК

Таким образом, анализ влияния типа и концентрации ауксинов на интенсивность ризогенеза, морфологию корней и растений-регенерантов, показал, что для а. коломикта сорта Мома оптимальными ауксинами, при которых хорошо развиваются не только корни, но и само растение-регенерант, являются ИМК и НУК в концентрации 1,0 мкМ. Для сорта Превосходная наиболее подходящие для укоренения среды – с 0,5 мкМ НУК и 1,0 мкМ ИМК.

Полученные нами данные согласуются с результатами исследований С.А. Муратовой с соавт. (2010) и О.И. Молкановой с соавт. (2014), которые указывают на эффективность использования низких концентраций ИМК (0,5–1,0 мг/л) или ИУК (1,0 мг/л) в среде для укоренения а. коломикта, но различаются с исследованиями О.И. Молкановой с соавт. (2014), выявивших преимущество использования в качестве ауксина ИУК по сравнению с ИМК.

## ВЫВОДЫ

На этапе укоренения для женских форм сортов актинидии коломикта Мома и Превосходная наиболее эффективными являются невысокие концентрации ауксинов: 1,0 мкМ ИМК или НУК – для сорта Мома; 0,5 мкМ НУК или 1,0 мкМ ИМК – для сорта Превосходная. Статистически значимых отличий между формами не выявлено.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.

Колбасина Э.И. Ягодные лианы и редкие кустарники. – М., 2003. – 112 с.

Малаева Е.В. Биологические и молекулярно-генетические особенности дальневосточных видов рода *Actinidia* Lindl.: Автореф. дис. на соиск. ...канд. биол. наук. – М., 2008. – 21 с.

Матушкина О.В., Пронина И.Н. Особенности клонального микроразмножения ягодных культур // Пути интенсификации садоводства и селекция плодовых и ягодных культур. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1989. – С. 167–170.

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.

Плаксина Т.В., Бородулина И.Д. Влияние регуляторов роста на клональное микроразмножение представителей рода Актинидия // Acta Biologica Sibirica, 2016. – Том 2. – № 3. – С. 54–60.

Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiol. plant., 1962. – Vol. 15. – № 3. – P. 473–497.

## REFERENCES

- Butenko, R.G. (1999). *Biologiya kletok vyisshih rasteniy in vitro i biotekhnologii na ih osnove*. Moscow: FBK-PRESS (in Russian).
- Kolbasina, E.I. (2003). *Yagodnyie lianyi i redkie kustarniki*. Moscow (in Russian).
- Malaeva, E.V. (2008). *Biologicheskie i molekulyarno-geneticheskie osobennosti dalnevostochnyih vidov roda Actinidia Lindl.* Thesis of Doctoral Dissertation. Moscow (in Russian).
- Matushkina, O.V., Pronina, I.N. (1989). *Osobennosti klonalnogo mikrorazmnozheniya yagodnyih kultur* (pp. 167–170). In: *Puti intensivatsii sadovodstva i selektsiya plodovyih i yagodnyih kultur*. Tula: Priokskoe knizhnoe izdatelstvo (in Russian).
- Molkanova, O.I., Kozak, N.V., Konovalova, L.N., Malaeva, E.V. (2014). *Biologicheskie osobennosti dalnevostochnyih vidov roda Actinidia Lindl.* Vestnik Udmurtskogo universiteta, 1, 42–43. (in Russian).
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. plant.*, 15(3), 473–497.
- Muratova, S.A., Shornikov, D.G., Yankovskaya, M.B., Papihin, R.V. (2010). *Sovershenstvovanie metoda klonalnogo mikrorazmnozheniya aktinidii i limonnika kitayskogo*. *Sovremennoe sadovodstvo*, 1(1), 96–100. (in Russian).
- Plaksina, T.V., Borodulina, I.D. (2016). *Vliyanie regulyatorov rosta na klonalnoe mikrorazmnozhenie predstaviteley roda Aktinidiya*. *Acta Biologica Sibirica*, 2(3), 54–60. (in Russian).