

ПЕРСПЕКТИВА МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ АКТИНИДИИ. ЭТАП ИНИЦИАЦИИ

А. А. ЗМУШКО, М. Д. МОРОЗОВА

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

Плоды рода *Actinidia* содержат большое количество биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами и являются ценным источником витаминов, катехинов, пектинов и многих других соединений. Базовая коллекция актинидии в отделе ягодных культур РУП «Институт плодоводства» в настоящее время представлена тремя зимостойкими видами (*A. kolomikta*, *A. arguta* и *A. polygama*). Для своевременного удовлетворения потребительского спроса на новые виды и сорта необходимо вместе с традиционными способами размножения широко внедрять новые технологии производства посадочного материала. Клональное микроразмножение и оздоровление растений является наиболее хорошо разработанным и широко применяемым в разных странах методом прикладной биотехнологии. В статье подробно рассмотрены все нюансы этапа инициации культуры *in vitro* актинидии, включая сроки изоляции экспланта, типы экспланта, схемы стерилизации, питательные среды этапа инициации и другие факторы.

Ключевые слова: *Actinidia*, киви, микроразмножение, культура *in vitro*, этап инициации.

ВВЕДЕНИЕ

Актинидия относится к семейству Актинидиевые (*Actinidiaceae*), роду Актинидия (*Actinidia* Lindl.). Представляет собой вьющийся кустарник (лиану) [1, 2]. В настоящее время в рамках рода *Actinidia* признано 66 видов и около 118 таксонов [3]. Большинство видов рода *Actinidia* – дикорастущие лианы субтропических лесов Юго-Восточной Азии. Наиболее распространены растения самых зимостойких видов – *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *A. arguta* Planch., *A. giraldii* Diels. и *A. polygama* (Sieb. et Zucc.) Maxim. [4].

Плоды рода Актинидия содержат большое количество биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами и являются ценным источником витаминов, катехинов, пектинов и многих других соединений [5]. По своему лечебному спектру эта культура способна вытеснить многие медицинские препараты химического синтеза. Особенно много в ней витамина С: в среднем 1000 мг/100 г свежих ягод. Также в ней содержится провитамин А (каротин), витамин Е, калий (около 250 мг) и грубая растительная клетчатка. Актинидия перспективна для садоводства, поскольку отличается стабильной урожайностью и высоким качеством плодов [6, 7].

По содержанию аскорбиновой кислоты *A. kolomikta* превосходит апельсин, лимон, сладкий перец и черную смородину. По исследованиям О. М. Блинниковой, ягоды всех изучаемых сортов *A. kolomikta* отличались рекордным содержанием аскорбиновой кислоты – 850–1255,5 мг/100 г. При этом в ягодах самых лучших сортов черной смородины содержится не более 300 мг/100 г аскорбиновой кислоты [8]. Аскорбиновая кислота регулирует окислительно-восстановительные процессы, оказывает выраженное антиоксидантное действие, участвует в регуляции углеводного обмена, процессе свертывания крови, нормализации проницаемости капилляров, биосинтетическом образовании стероидных гормонов, в процессах кроветворения и регенерации тканей. Аскорбиновая кислота улучшает антиоксидантную функцию печени, стимулирует железы внутренней секреции, регулирует пигментный обмен кожи, повышает устойчивость организма к инфекциям [9].

Большое значение в питании отводится и флавоноидам, которые широко представлены в продуктах растительного происхождения, в том числе ягодах актинидии. Научно доказано, что регулярное употребление биофлавоноидов обеспечивает достоверное снижение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [8]. Употребление 100 г ягод актинидии восполняет суточную потребность во флавоноидах на 56,4–96,0 %, в том числе в катехинах – на 93,3–179,3 % [10].

Особое значение приобретают ягоды актинидии как источник минеральных солей. Изучение минерального состава *A. kolomikta* показало высокое содержание в ее ягодах таких микроэлементов, как медь, цинк, марганец и железо, которые относятся к жизненно необходимым. Кроме того, в ягодах актинидии содержатся такие эссенциальные микроэлементы, как кобальт, марганец, хром, селен и йод [8]. Присутствуют в ягодах *A. kolomikta* и витамины группы В [9].

Биологически активное вещество актинидин, которое имеется в плодах всех видов актинидии, благотворно действует на желудочно-кишечный тракт, способствует перевариванию мяса [10].

Также актинидия широко используется как декоративная культура [11].

В мировом производстве важными коммерческими видами киви являются *A. deliciosa* и *A. chinensis*. Иногда их объединяют как разновидности одного и того же вида. *A. deliciosa* была введена в культуру в конце XIX в., и первые коммерческие сады были заложены в Новой Зеландии примерно в 1930 г. Культивирование *A. chinensis*, вида, близкого к *A. deliciosa*, было успешно начато в Китае совсем недавно – в 1961 г. В настоящее время *A. deliciosa* обеспечивает около 85,0 % коммерчески производимых во всем мире киви, а *A. chinensis* – около 15,0 %. Также культивируются несколько других видов актинидий: *A. arguta*, *A. eriantha*, *A. kolomikta* и *A. polygama*, но они имеют намного меньшее коммерческое значение [12].

Что касается Беларуси, то базовая коллекция актинидии в отделе ягодных культур РУП «Институт плодоводства» в настоящее время представлена тремя зимостойкими видами (*A. kolomikta*, *A. arguta* и *A. polygama*) и рядом сортов (Ласунка, Киевская крупноплодная, Превосходная и др.). В 2007 г. сорта Киевская крупноплодная, полученный на основе *A. arguta*, и Превосходная, производный от *A. kolomikta*, включены в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь для приусадебного возделывания. В 2017 г. районированы также мужские сорта-опылители Камандор (*A. arguta*), Прывабны (*A. kolomikta*) [13, 14].

ВАЖНЫЕ ВИДЫ АКТИНИДИИ

***Actinidia deliciosa*.** Киви (*A. deliciosa*) – это крупная листопадная лоза, происходящая из долины Янцзы в Китае [15]. *A. deliciosa* также носит название киви, или актинидия киви [16]. Иногда ее называют актинидией деликатесной [17]. Сейчас она широко культивируется в Калифорнии, Италии, Японии, Франции, Греции, Испании, Австралии, Чили и Китае [15]. Успешному завоеванию этой культурой потребительского рынка способствовали исключительные вкусовые и питательные свойства плодов киви за счет содержания в них витаминов, сахаров и органических кислот [17]. Ограниченность ареала и приуроченность к субтропическому климату актинидии деликатесной обусловлены морозостойкостью растений в пределах $-15...-16$ °С, а также суммой активных температур свыше 3800 °С [18].

***Actinidia chinensis*.** Как и *A. deliciosa*, актинидию китайскую могут называть киви. Она обладает крупными (50–100 г) неопушёнными плодами [19]. Диетологи рекомендуют ее плоды из-за относительно высокого содержания витамина С, кальция, железа, фосфора и белка [20]. Этот вид недостаточно морозоустойчив, поэтому его внедрение в культивирование в условиях центральной Европы (около 50° широты) происходит очень медленно [21].

A. deliciosa и *A. chinensis* очень близкие виды. Они классифицировались как один и тот же вид до 1984 г., когда они были определены как два разных вида Лиангом и Фергюсоном (Liang and Ferguson, 1984). Вариант с гладкой кожицей и почти безволосыми плодами сохранил первоначальное название *A. chinensis*, а вариант с волосатыми плодами получил название *A. deliciosa*. Плоды *A. chinensis* обычно, хотя и не всегда, обладают желтой мякотью, тогда как плоды *A. deliciosa* имеют зеленую мякоть без исключения [22].

***Actinidia kolomikta*.** *A. kolomikta* распространена в Приморье, Приамурье, на Курильских островах, Сахалине, а также в Китае, Корее и Японии [5, 10, 23]. *A. kolomikta* – многолетняя древянистая лиана [24]. Культивируется на опоре. Она получила широкое распространение в средней полосе России в связи с ее высокой зимостойкостью: растения без повреждений переносят морозы до -35 °С [25].

Проведенные исследования позволяют охарактеризовать ягоды *A. kolomikta* как ценную поливитаминную культуру, которую необходимо использовать в производстве продуктов функциональной направленности. В ее ягодах отмечено рекордно высокое содержание аскорбиновой кислоты, богаты они и катехинами, тиамином, рибофлавином, холином, дефицитными эссенциальными микроэлементами. Высокое содержание витамина С в сочетании с витамином Р обеспечивает антиоксидантное и капилляроукрепляющее действие ягод [8]. У некоторых сортов этого вида, например Улада, содержание витамина С варьируется от 1600 до 1900 мг/100 г, а у сорта Чемпион – от 1824 до 2200 мг/100 г сырой массы плодов соответственно [26].

По своему лечебному спектру эта культура способна вытеснить многие медицинские препараты химического синтеза [27, 28]. Ягоды ценятся также за отличный вкус, высокое содержание сахара и низкую кислотность. Они хороши в варенье, конфитюрах, толченные с сахаром, сушеные [25].

A. kolomikta представляет определенный интерес как декоративное растение, так как ее листья демонстрируют розовые и белые пятна [29].

Actinidia arguta. *A. arguta* (на английском языке иногда носит названия baby kiwi, kiwiberry или hardy kiwi), встречается в Восточной Азии [30]. Растения произрастают в хвойных и смешанных лесах, на лесных прогалинах юга Уссурийского края, Японии, Кореи, Китая и являются наиболее крупным представителем рода. В благоприятных условиях достигает высоты до 30 м при диаметре ствола у корневой шейки 10–20 см. Стволы выглядят как мощные канаты, обвивающие соседние деревья [24].

A. arguta дает гладкие и безволосые плоды размером с виноград, массой 5–15 г. Кожица съедобна, поэтому употребляют эти фрукты целиком [22]. Плоды *A. arguta* сладкие, вкусные и очень питательные, содержат большое количество витамина С и считаются очень полезными для здоровья фруктами с рядом лечебных свойств. Главный коммерческий интерес для этого растения – его высокая устойчивость к низким температурам, а также состав плодов и органолептические свойства [30]. Оно может хорошо расти в местах, где лозы *A. deliciosa* или *A. chinensis* не могут выжить [22]. Однако *A. arguta* менее зимостойка, чем *A. kolomikta* [25].

В настоящее время *A. arguta* становится все более популярной культурой садоводства в России и Беларуси [31].

Actinidia polygama. *Actinidia polygama* является аборигенной в Японии и Корее. Это листопадный кустарник, растущий на берегу рек. Стебель вырастает до нескольких метров в длину и 5 см в диаметре [32]. Плоды *A. polygama* отличаются высоким содержанием каротиноидов (до 6,4 мг/100 г), в том числе β-каротина (до 4,47 мг/100 г) [26]. Плоды *A. polygama* уступают плодам *A. kolomikta* по содержанию аскорбиновой кислоты, но превосходят другие культуры [4].

Actinidia giraldii. *A. giraldii* имеет очень ограниченный ареал и встречается в природе в Уссурийской тайге на юге Дальнего Востока России и фенотипически сходна с *A. arguta* [4].

МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ АКТИНИДИИ

Для своевременного удовлетворения потребительского спроса на новые виды и сорта необходимо вместе с традиционными способами размножения широко внедрять новые технологии производства посадочного материала [33]. Клональное микроразмножение и оздоровление растений является наиболее хорошо разработанным и широко применяемым в разных странах методом прикладной биотехнологии. Этот способ тиражирования растений позволяет при наличии единичных маточных экземпляров наладить массовое производство высококачественного посадочного материала новых перспективных сортов и видов плодово-ягодных и декоративных культур, пользующихся повышенным спросом [34].

Метод клонального микроразмножения растений является в настоящее время ведущим методом оздоровления растений от хронических инфекций, одновременно решающим такие задачи, как повышение урожайности, генетической однородности, получение в короткий срок большого количества посадочного материала, планирование производства растений к назначенному сроку, обмен ценным генетическим материалом в мировом сообществе без риска занести карантинные заболевания и вредителей, хранение растений длительное время без контакта с внешними условиями среды [35].

ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Сроки изоляции экспланта. Одним из наиболее ответственных этапов работы по культуре ткани является выбор сроков изоляции экспланта [2]. Ягодные культуры лучше приживаются, когда в качестве первичных эксплантов используются апикальные почки и узлы побегов текущего года в фазе активного роста [33].

Данные об оптимальных сроках изоляции эксплантов актинидии противоречивы. С одной стороны, по данным Е. В. Малаевой, Л. Н. Коноваловой, О. И. Молкановой, оптимальным сроком изоляции эксплантов актинидии является фаза начала активного роста (апрель – май). Выход жизнеспособных эксплантов при этом составил 83,0 % [2]. И. Н. Пронина также для введения в культуру использовала верхушки побегов в фазе активного роста [11].

С другой стороны, Е. А. Туть и М. Т. Упадышев также подбирали оптимальные сроки изоляции эксплантов. Они осуществляли изоляцию эксплантов в сроки, соответствующие фазам глубокого и вынужденного покоя (декабрь – февраль), начала плодообразования (июнь) и налива плодов (июль). Они установили, что регенерационная способность эксплантов актинидии разных видов на этапе введения в культуру зависела от срока изоляции. Так, в летний период возрастала способность растительных тканей к недифференцированному росту, так как почки находились в менее дифференцированном состоянии и число имеющихся в них пазушных меристем было меньше, чем в фазы покоя. Наибольшая приживаемость эксплантов достигалась при изоляции меристематических верхушек в фазы глубокого и вынужденного покоя. В фазы плодообразования и налива плодов средняя приживаемость по трем видам актинидии снижалась примерно в 2–4 раза. Вместе с тем меристемы женской формы *A. kolomikta* характеризовались высокой приживаемостью при изоляции в фазы покоя и начала образования плодов [36].

В целом меристематические верхушки у *A. kolomikta* приживались лучше, чем у *A. arguta* и *A. polygama* – в 2,4 и 2,9 раза соответственно. Экспланты женской формы *A. kolomikta* по всем срокам изоляции в среднем характеризовались в 3 раза более высокой приживаемостью, чем мужской формы. Однако при изоляции эксплантов *A. kolomikta* в фазу глубокого покоя различия по приживаемости между женской и мужской формами не проявлялись [36].

Для *A. arguta* и *A. polygama* сроки изоляции эксплантов в фазы глубокого и вынужденного покоя также оказались более благоприятными по сравнению с другими сроками [36].

Анализ показал, что экспланты актинидии (в среднем по трем видам), изолированные в фазу покоя, лучше развивались: высота экспланта была на 30–40 %, а число листьев – в 3,2–4,1 раза больше, чем при изоляции в фазу образования плодов. Экспланты *A. kolomikta* и *A. polygama* формировали примерно одинаковое число листьев, *A. arguta* – на 32–36 % меньше [36].

Стерилизация растительного материала. Необходимым условием успешного введения в культуру *in vitro* является достижение полной стерильности исходного растительного материала с сохранением его жизнеспособности. В настоящее время разработано большое количество разнообразных схем стерилизации [33].

Гипохлорит кальция является наиболее часто используемым средством для стерилизации поверхности и обычно применяется в виде разбавленного раствора. Например, для узловых сегментов он может применяться в концентрации 4 %, на протяжении 20 мин (предварительно экспланты погружают в 80%-ный этанол, 5 мин) [29]. L. Velayandom, A. M. Hirsch, D. Fortune применили меркрил-лаурил (mercryl lauryle) к побегам для стерилизации узловых сегментов с последующим погружением в раствор криптонола (0,3 %, 15 мин) и гипохлорит кальция (4 %, 30 мин), и затем экспланты промыли пять раз стерильной водой [37]. J. Kovacs экспланты с одним узлом погружал на 2 мин в 70%-ный этанол, стерилизовал в течение 20 мин в растворе 4%-ного гипохлорита кальция и трижды промывал стерильной дистиллированной водой [21]. И. Н. Пронина стерилизацию объектов проводила 6%-ным раствором гипохлорита кальция в течение 2 мин [11].

P. L. Monette для 3-сантиметровых верхушек побегов использовал гипохлорит натрия (0,6 %), усиленный добавлением смачивающего агента Tween 20 [38]. Misun Kim Kim et al. также использовали гипохлорит натрия. Ветви 10-летней лозы *Actinidia deliciosa* сорта Hayward были помеще-

ны в воду на 3 нед. Верхушки недавно появившихся побегов без листьев погружали в 70%-ный этанол на 1 мин, затем стерилизовали в течение 7 мин в 1%-ном растворе гипохлорита натрия, содержащем одну каплю Tween 20. После того как они были промыты 4 раза в стерильной дистиллированной воде, экспланты помещали в пробирки, содержащие среду MS (Murashige and Skoog, 1962) [3]. С. А. Муратова и др. использовали коммерческий препарат гипохлорита натрия «Белизна», при разведении стерильной водой в объемном соотношении 1:1...1:3 (в зависимости от типа экспланта). Данное средство малотоксично для человека и растений и позволяет широко варьировать временной диапазон обработки с учетом степени лигнификации тканей эксплантов [33].

Если источник растительного материала имеет высокий уровень загрязнения, то требуются более жесткие методы стерилизации. Была достигнута эффективная поверхностная стерилизация эксплантов киви для узловых сегментов побегов стериклином (stéricline) (0,001 %), 70%-ным этанолом в течение 1 мин, промыванием стерильной водой и последующим погружением на 5 мин в 0,4%-ный раствор $HgCl_2$ с добавлением 2–3 капель Tween 20, далее промывали раствором $CaCl_2$ (0,25 %) и дважды промывали стерильной дистиллированной водой [29]. Е. А. Туть и М. Т. Упадышев стерилизовали почки актинидии в растворах 0,1%-ной сулемы ($HgCl_2$) в течение 8 мин [36].

Иногда используются и другие стерилизующие агенты. Например, Е. В. Малаева, Л. Н. Коновалова, О. И. Молканова для получения стерильной культуры актинидии использовали «Лизоформин 3000» в концентрации 5 %, время экспозиции 3 мин. При данном режиме стерилизации выход жизнеспособных эксплантов был максимальным и составлял около 90 % [2].

Е. А. Туть и М. Т. Упадышев отметили, что в основном гибель эксплантов актинидии происходила вследствие бактериальной (35–65 % случаев) и грибной (25–42 %) инфекций, на другие причины приходилось 10–15 % случаев. Как известно, для актинидии характерны почки, скрытые в мякоти листовой подушки, что создает определенные трудности при стерилизации и вычленении меристем. К тому же у них (в особенности у *A. kolomikta*) вязкий клеточный сок, прилипающий к инструментам во время изоляции. Возможно, с этими морфологическими и биохимическими особенностями связана низкая приживаемость эксплантов и их высокая инфицированность [36].

Питательные среды. Для большинства плодово-ягодных культур, в том числе и актинидии, на этапе введения в культуру *in vitro* не требуется специально подобранных сред [2]. Е. В. Малаева, Л. Н. Коновалова, О. И. Молканова на этапе инициации рекомендуют использовать универсальную питательную среду Мурасиге – Скуга с добавлением БА в концентрации 0,5–1 мг/л, 20–40 г/л сахарозы, 6–8 г/л агара [2]. Е. А. Туть и М. Т. Упадышев высаживали экспланты на питательную среду с макроэлементами по Мурасиге и Скугу (1962), микроэлементами по Хараре [36]. Другие авторы предлагают использовать среду Quoirin M. et al. (1979), модифицированную Standardi A. (1981) [29].

Иногда в среду для инициации добавляют другие гормоны, помимо БА: ауксины (ИМК) и цитокинины (зеатин, тидиазурон (ТДЗ), 2-изопентениладенин (2-iP)) [21, 36].

Е. А. Туть и М. Т. Упадышев добавляли в среду гидролизат казеина (500 мг/л) [36].

Влияние пола. Е. А. Туть, М. Т. Упадышев указали, что пол актинидии в ряде случаев значительно влиял на регенерационные процессы у эксплантов: меристемы женской формы вида коломикта не только лучше приживались на питательной среде, но и формировали более обильную розетку по сравнению с мужской. Разница по числу образовавшихся листьев и высоте побегов у женской и мужской форм актинидий была почти 3-кратной. Исключение составили виды *A. polygama* (экспланты мужской формы характеризовались более мощным вегетативным развитием, чем женской) и *A. arguta*, у которого развитие меристематических верхушек практически не зависело от пола растения-донора [36].

Лаг-период и образование каллуса. Е. А. Туть, М. Т. Упадышев изучали размножение актинидии и лимонника китайского на искусственных питательных средах. Они указали, что отличительной особенностью актинидии и лимонника был довольно длительный лаг-период, характеризующийся полным отсутствием ростовых процессов, который в зависимости от вида составлял 12–20 сут (у *A. arguta*, *A. purpurea*, *A. chinensis* и *A. giraldii* он короче, у *A. kolomikta* – длиннее).

Через 30–35 сут после введения в культуру отмечали образование розеток листьев, причем, как правило, на частях экспланта, контактирующих с питательной средой. Спустя 15–20 сут после посадки в местах среза микрочеренка формировался каллус диаметром до 8 мм. У мужской формы *A. kolomikta* 5/5 интенсивный недифференцированный рост приводил к ингибированию органогенеза. В этой связи важен подбор питательной среды, препятствующей сильному каллусогенезу. Это тем более актуально, что у *A. chinensis* и *A. giraldii* наблюдали образование микропобегов непосредственно из каллусной ткани [36].

Влияние генотипа. Нужно отметить, что разные виды актинидии могут иметь различные требования к питательной среде на этапе инициации. Например, Е. А. Туть и М. Т. Упадышев высаживали экспланты на питательную среду с макроэлементами по Мурасиге и Скугу (1962), микроэлементами по Хараде, гидролизатом казеина (500 мг/л), миоинозитом (100 мг/л), никотиновой кислотой (0,5 мг/л), аскорбиновой кислотой (1 мг/л), тиамин (0,5 мг/л), пиридоксин (0,5 мг/л), сахарозой (30 г/л) и агар-агаром (7 г/л). Испытывали следующие регуляторы роста: 6-бензиламинопури (БА) (0,025–1,0 мг/л), зеатин (0,1–0,5 мг/л), ТДЗ (0,05–1,0 мг/л), 2-иР (0,5–5,0 мг/л) и настойку семян лимонника (НСЛ) (1,0–6,0 мл/л). Наибольшую приживаемость меристем в среднем по трем видам актинидии обеспечивал ТДЗ: на средах с БА и 2-иР она была в 2,1–2,2 раза ниже, чем на среде с ТДЗ. При этом проявлялась видовая специфичность: максимальная приживаемость меристем *A. arguta* (75 %) достигалась на среде с 2-иР (5 мг/л), *A. kolomikta* (60 %) – с ТДЗ (0,1 мг/л), *A. polygama* (60 %) – с ТДЗ (0,05 мг/л) [36].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актинидия относится к семейству Актинидиевые (*Actinidiaceae*), роду Актинидия (*Actinidia* Lindl.). Плоды рода Актинидия содержат большое количество биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами и являются ценным источником витаминов, катехинов, пектинов и многих других соединений. В статье рассмотрены такие виды актинидии, как *A. deliciosa*, *A. chinensis*, *A. arguta*, *A. kolomikta*, *A. polygama* и *A. giraldii*. Базовая коллекция актинидии в отделе ягодных культур РУП «Институт плодородия» в настоящее время представлена тремя зимостойкими видами (*A. kolomikta*, *A. arguta* и *A. polygama*).

В статье рассмотрены особенности введения актинидии в культуру *in vitro*. Проанализированы такие элементы методики, как сроки изоляции экспланта, схемы стерилизации, подбор оптимальной питательной среды.

Данные об оптимальных сроках изоляции эксплантов актинидии противоречивы. По данным одних авторов, оптимальным сроком изоляции эксплантов актинидии является фаза начала активного роста (апрель – май). По данным других авторов, наибольшая приживаемость эксплантов достигалась при изоляции меристематических верхушек в фазы глубокого и вынужденного покоя.

Для стерилизации эксплантов актинидии используются гипохлорит кальция, гипохлорит натрия, сулема и другие стерилизующие агенты. На этапе инициации используют либо среду Мурасиге – Скуга, либо питательную среду с макроэлементами по Мурасиге и Скугу, микроэлементами по Хараде, либо среду Quoirin M. et al., модифицированную Standardi A. В зависимости от вида растения, его сорта и даже пола в питательные среды добавляют широкий спектр фитогормонов: ауксины (ИМК) и цитокинины (зеатин, тидиазурон, 2-изопентениладенин).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макарова, Н. В. Изучение химического состава и антиоксидантной активности актинидии / Н. В. Макарова, Г. И. Соболев, А. Н. Дмитриева // Изв. вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – № 2 (3). – С. 39–42.
2. Малаева, Е. В. Оптимизация технологии клонального микроразмножения представителей рода *Actinidia* Lindl. / Е. В. Малаева, Л. Н. Коновалова, О. И. Молканова // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы VIII Междунар. форума, Благовещенск, 8–10 июня 2015 г. : в 2 ч. / Дальневосточ. гос. аграр. ун-т ; редкол.: А. Я. Дурнев [и др.]. – Благовещенск, 2015. – Ч. 2. – С. 252–256.
3. Rapid shoot propagation from micro-cross sections of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) / M. Kim [et al.] // J. of plant biol. – 2007. – Vol. 50. – № 6. – P. 681–686.

4. Коновалова, Л. Н. Оценка ресурсного потенциала и оптимизация технологии клонового размножения представителей семейства *Actinidiaceae* Van-Tiegh / Л. Н. Коновалова, Е. В. Малаева, О. И. Молканова // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 6. – С. 42–46.
5. Колбасина, Э. И. Актинидия и лимонник в России: (биология, интродукция, селекция) / Э. И. Колбасина; отв. ред. С. К. Темирбекова; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства, Моск. отд.-ние. – М.: [б. и.], 2000. – 264 с.
6. Малаева, Е. В. Биологические и молекулярно-генетические особенности дальневосточных видов рода *Actinidia* Lindl.: дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Е. В. Малаева. – М., 2008. – 136 л.
7. Матькова, Е. Ю. Микрклональное размножение представителей рода актинидия / Е. Ю. Матькова, И. Д. Бородулина, Т. В. Плаксина // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета : сб. / Алт. гос. ун-т. – 2011. – Вып. 8. – С. 170–172.
8. Блиникова, О. М. Характеристика функциональной активности разных ботанических сортов ягод Актинидии коломикта / О. М. Блиникова // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Самара, 18 дек. 2018 г. / Сам. гос. с.-х. акад. – Кинель, 2018. – С. 345–348.
9. Блиникова, О. М. Необходимость использования ягод актинидии коломикта в производстве функциональных пищевых продуктов / О. М. Блиникова // Вопр. питания. – 2016. – Т. 85, № S2. – С. 181–182.
10. Блиникова, О. М. Ягоды актинидии – уникальный источник биологически активных веществ / О. М. Блиникова, Л. Г. Елисеева, Е. Ю. Ковешникова // Пищевая пром.-сть. – 2014. – № 6. – С. 19–21.
11. Пронина, И. Н. Микрклональное размножение актинидии коломикта / И. Н. Пронина // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур : материалы Междунар. науч.-метод. конф., Воронеж, 12–14 авг. 2003 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т садоводства; редкол.: В. А. Гудковский [и др.]. – Воронеж, 2003. – С. 235–237.
12. Datson, P. M. *Actinidia* / P. M. Datson, A. R. Ferguson // *Wild crop relatives: genomic and breeding resources* / ed. C. Kole. – Berlin; Heidelberg, 2011. – Chap. 1. – P. 1–20.
13. Фролова, Л. В. Агробиологические особенности актинидии в условиях Беларуси / Л. В. Фролова, Д. Б. Радкевич, М. Л. Пигуль // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. XXI Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2018. – С. 256–257.
14. Сорта плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, включенные в Государственный реестр сортов и находящиеся на испытании в Государственной инспекции по испытанию и охране сортов растений / РУП «Ин-т плодоводства»; отв. за вып. В. В. Васеха. – Самохваловичи : [б. и.], 2017. – 27 с.
15. Nasib, A. An optimized and improved method for the *in vitro* propagation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) using coconut water / A. Nasib, K. Ali, S. Khan // *Pakistan j. of botany*. – 2008. – Vol. 40, № 6. – P. 2355–2360.
16. Зеленков, В. Н. Содержание макро- и микроэлементов в растениях актинидии / В. Н. Зеленков, Э. И. Колбасина // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты : сб. науч. тр. / Рос. акад. естеств. наук. – М., 2002. – Вып. 6. – С. 164–173.
17. Вегетативное размножение *Actinidia deliciosa* в условиях субтропиков России при применении стимуляторов роста / А. В. Рындин [и др.] // С.-х. биология. – 2014. – Т. 49, № 3. – С. 59–64.
18. Беседина, Т. Д. Современные способы управления продукционным потенциалом *Actinidia deliciosa* (киви) в условиях влажных субтропиков России / Т. Д. Беседина, Ц. В. Тутберидзе, Г. Б. Тория // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 31. – С. 150–156.
19. Елисеева, Л. Г. Сравнительная характеристика потребительских свойств селекционных сортов актинидии вида коломикта / Л. Г. Елисеева, О. М. Блиникова // Товаровед продовольств. товаров. – 2011. – № 7. – С. 20–26.
20. Harada, H. *In vitro* culture of *Actinidia chinensis* Pl. as a technique for vegetative multiplication / H. Harada // *J. of Hortic. Sci.* – 1975. – Vol. 50, № 1. – P. 81–83.
21. Kovac, J. Micropropagation of *Actinidia kolomikta* / J. Kovac // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. – 1993. – Vol. 35, № 3. – P. 301–303.
22. Nishiyama, I. Fruits of the *Actinidia* Genus / I. Nishiyama // *Advances in Food and Nutrition Res.* – 2007. – Vol. 52. – P. 293–324. – [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(06\)52006-6](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(06)52006-6).
23. Курагодникова, Г. А. Комплексная хозяйственно-биологическая оценка сортов актинидии в ЦЧР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Г. А. Курагодникова; Мичурин. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2009. – 23 с.
24. Интродукция малораспространенных культур плодоводства в условиях Беларуси (клюква крупноплодная, голубика высокорослая, актинидия аргута, актинидия коломикта, актинидия полигамная) : моногр. / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 209 с.
25. Демина, Т. Г. Актинидия – перспективная ягодная культура / Т. Г. Демина, Е. П. Козлова // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России : материалы Всерос. науч.-метод. конф., Орел, 19–22 июня 2006 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур; редкол.: М. Н. Кузнецов (отв. ред.) [и др.]. – Орел, 2006. – С. 88–89.
26. Биологические особенности дальневосточных видов рода *Actinidia* Lindl. / О. И. Молканова [и др.] // Вестн. Удмуртс. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. – 2014. – Вып. 1. – С. 42–43.
27. Бородулина, И. Д. Влияние ауксинов на ризогенез сортов актинидии коломикта в культуре *in vitro* / И. Д. Бородулина, Т. В. Плаксина // *Acta Biol. Sibirica*. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 102–109.
28. Колбасина, Э. И. Ягодные лианы и редкие кустарники / Э. И. Колбасина. – М.: Изд. дом МСП, 2003. – 108 с.
29. Micropropagation of Kiwi (*Actinidia* spp.) / M. A. Revilla [et al.] // *Biotechnology in agriculture and forestry* / ed. Y. P. S. Bajaj. – Berlin; Heidelberg, 1992. – Vol. 18. – P. 399–423.
30. Selecting an efficient proliferation medium for *Actinidia arguta* 'Issai' explants / R. Hameg [et al.] // *Acta Horticulturae*. – 2018. – Vol. 1218. – P. 565–572.

31. Биохимический состав плодов интродуцированных сортов актинидии аргута (*Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq.) в Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / ФГБНУ ВСТИСП ; редкол.: И. М. Куликов (гл. ред.) [и др.]. – М., 2017. – Т. 49. – С. 274–277.

32. *Actinidia polygama* (Japanese name Matatabi): *in vitro* culture, micropropagation, and the production of monoterpenes and triterpenoids / Y. Shoyama [et al.] // Biotechnology in Agriculture and Forestry / ed. Y. P. S. Bajaj. – Berlin ; Heidelberg, 1997. – Vol. 41. – P. 1–13.

33. Совершенствование метода клонального микроразмножения актинидии и лимонника китайского / С. А. Муратова [и др.] // Современ. садоводство. – 2010. – № 1 (1). – С. 96–100.

34. Оптимизация методов клонального микроразмножения садовых культур / С. А. Муратова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. тр. / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: В. А. Высоцкий, Л. В. Алексеенко. – М., 2011. – Т. 26. – С. 375–382.

35. Воздействие ранее не применявшихся в клональном микроразмножении регуляторов роста на микропобеги сливы *in vitro* / Л. Л. Бунцевич [и др.] // Политемат. сетевой электрон. науч. журн. Куб. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 115. – С. 1039–1046.

36. Тутъ, Е. А. Особенности микроразмножения актинидии и лимонника китайского / Е. А. Тутъ, М. Т. Упадышев // С.-х. биология. – 2008. – Т. 43, № 3. – С. 96–101.

37. Velayandom, L. Tissue culture of nodal stem segments of *Actinidia chinensis* (L.) Planchon, as a method of micropropagation / L. Velayandom, A. M. Hirsch, D. Fortune // Comptes rendus de l'Acad. des Sci. Ser. 3. Sciences de la Vie. – 1985. – Vol. 301, № 12. – P. 597–600.

38. Monette, P. L. Micropropagation of kiwifruit using non-axenic shoot tips / P. L. Monette // Plant Cell Tissue Organ Culture. – 1986. – Vol. 6, № 1. – P. 73–82.

THE PROSPECT OF ACTINIDIA MICROPRODUCTION. INITIATION STAGE

A. A. ZMUSHKO, M. D. MOROZOVA

Summary

The fruits of the *Actinidia* genus contain a large amount of biologically active substances with antioxidant properties and serve as a valuable source of vitamins, catechins, pectins and many other compounds. The basic collection of actinidia available in the berry crop department of the Institute for Fruit Growing is currently represented by three winter-hardy species (*A. kolomikta*, *A. arguta* and *A. polygama*). In order to meet consumer demand for new species and varieties in a timely manner, it is necessary to widely introduce new technologies for the production of planting material along with traditional methods of reproduction. Micropropagation and plant health improvement is the most advanced and widely used methodology of applied biotechnology in different countries. The article analyses in detail all the nuances of the *in vitro* culture initiation stage of actinidia, including the timing of explant isolation, explant types, sterilization schemes, nutrient growth media of the initiation stage, and other factors.

Keywords: *Actinidia*, kiwifruit, micropropagation, *in vitro* culture, initiation stage.

Поступила в редакцию 30.03.2022