

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад

В. И. Торчик, А. Ф. Келько, Г. А. Холопук

РИЗОГЕНЕЗ

**У ДЕКОРАТИВНЫХ
САДОВЫХ ФОРМ
ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ
И СПОСОБЫ ЕГО
ИНТЕНСИФИКАЦИИ**

Минск
«Беларуская навука»
2017

УДК [635.92:582.47]:631.535

Торчик, В. И. Ризогенез у декоративных садовых форм хвойных растений и способы его интенсификации / В. И. Торчик, А. Ф. Келько, Г. А. Холопук. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 218 с. – ISBN 978-985-08-2103-4.

В монографии обобщены результаты многолетнего изучения ризогенеза более чем 100 культиваров хвойных видов в условиях Беларуси. Приводятся данные о естественной регенерационной способности стеблевых черенков, влиянии на ризогенез эндогенных факторов (тип черенка, сроки заготовки, форма кроны, интенсивность роста побегов маточных растений), а также показана роль экзогенных факторов (условия хранения до посадки, биологически активные вещества и фунгициды, вертикальный температурный градиент, состав субстрата) в ризогенезе.

Приводятся рекомендации по интенсификации вегетативного размножения перспективных культиваров.

Для научных работников, специалистов по размножению растений, преподавателей и студентов.

Табл. 50. Ил. 48. Библиогр.: 293 назв.

Р е ц е н з е н т ы:

доктор биологических наук, доцент Н. В. Гетко,
доктор биологических наук В. В. Сарнацкий

ISBN 978-985-08-2103-4

© Торчик В. И., Келько А. Ф.,
Холопук Г. А., 2017

© Оформление. РУП «Издательский
дом «Беларуская навука», 2017

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БАВ	– биологически активные вещества
ВТГ	– вертикальный температурный градиент
ИМК	– индолил-3-масляная кислота
ИУК	– 3-индолилуксусная кислота
НУК	– 1-нафтилуксусная кислота
ПАБК	– парааминобензойная кислота
ЭПБ	– эпибрассинолид
ЯК	– янтарная кислота

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное зеленое строительство невозможно представить без многочисленных садовых форм древесных растений. Среди них особое место принадлежит культиварам хвойных, имеющим высокую декоративность на протяжении года и включающих растения с разнообразной формой кроны, размером и окраской хвои, системой ветвления и другими морфологическими признаками. С их помощью формируют основу практически любой декоративной композиции, создаваемой при озеленении объектов различного назначения.

Постоянно изменяющиеся условия проживания и эстетическое восприятие объектов жизнедеятельности населением требуют постоянного обновления ассортимента декоративных растений для использования в декоративном садоводстве. Эта проблема наиболее актуальна для условий Беларуси, где местная дендрофлора отличается сравнительно небольшим разнообразием видов и форм. В связи с этим основным источником формирования и обновления ассортимента садовых форм древесных растений является их привлечение из стран СНГ, Западной Европы и Балтии.

В результате многолетней интродукции в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» создана коллекция садовых форм хвойных растений, которая в настоящее время насчитывает более 250 культиваров. Большинство из них проявили достаточную устойчивость в местных условиях и сохранили высокую декоративность, что служит предпосылкой для их использования в зеленом строительстве [1–4].

Интродуценты на протяжении многих лет играют важную роль в садово-парковом строительстве Беларуси. Особенно востребованы культивары в условиях современных крупных городов, где постоянно сокращаются площади для создания традиционных зеленых устройств (парков, скверов, бульваров и т. д.). На смену им в практике зеленого строительства стали использовать мобильные формы с выращиванием растений в контейнерах, основу ассортимента которых составляют хвойные культивары. Однако широкая культура высокодекоративных растений по-прежнему сдерживается недостаточным количеством посадочного материала местной репродукции. В большей мере это касается трудно размножаемых форм, к которым относится большинство хвойных. Кроме того, многие декоративные формы представляют собой соматические мутации, декоративные качества которых сохраняются только при их вегетативном размножении путем черенкования.

Процесс образования придаточных корней у черенков сложный, малоизученный и в значительной степени зависит от климатических и погодных факторов. Такого рода исследования носят региональный характер и являются основополагающими при разработке оптимальных технологий размножения перспективных растений в новых природно-климатических условиях [5–8].

В настоящее время существует значительное количество научных работ по вегетативному размножению древесных растений, особенно лиственных. Однако большинство из них посвящено изучению видов, в то время как на размножение садовых форм внимание стали обращать сравнительно недавно. Кроме того, возникновение новых декоративных свойств у растений зачастую связано с глубокими физиологическими изменениями [9, 10], что может существенно сказываться на способности садовой формы к вегетативному размножению [10–14].

Вопросам размножения хвойных культиваров стеблевыми черенками в условиях нашей страны до недавнего времени также уделялось недостаточно внимания, вследствие чего отсут-

ствовали эффективные технологии производства посадочного материала. В связи с этим возникла необходимость изучения особенностей размножения ценных культиваров хвойных растений в условиях Беларуси и выявления путей интенсификации их репродукции.

В книге обобщен многолетний опыт изучения регенерационной способности у стеблевых черенков хвойных культиваров умеренной зоны, а также даны рекомендации по стимулированию ризогенеза.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РИЗОГЕНЕЗЕ И ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Ризогенез – это способность к заложению, росту и развитию корней на черенках, важнейшее биологическое свойство растений, обеспечивающее при вегетативном размножении воспроизводство исходного индивидуума с сохранением его основных морфологических признаков.

Вегетативное размножение растений стало известно много веков назад благодаря наблюдениям за естественной способностью растений к самовозобновлению несеманным способом (например, путем укоренения веток, соприкасающихся с поверхностью земли, или с помощью клубней и луковиц), когда человек перешел к оседлому образу жизни и начал вести хозяйство [15]. Первые подробные записи о вегетативном размножении растений относятся примерно к 300 г. до н. э., когда древнегреческий естествоиспытатель Теофраст в своей работе «Исследование о растениях» описывал размножение растений, преимущественно древесных, стеблевыми черенками и прививкой. Римский писатель-эрудит Плиний Старший в труде «Естественная история» (1 в. н. э.) говорил о размножении разнообразных растений стеблевыми черенками, корневыми отпрысками и отводками [16]. Таким образом, способы вегетативного размножения известны, практикуются и совершенствуются уже более 2000 лет.

Сегодня наиболее широко используемым и несложным в исполнении способом вегетативного размножения декоративных древесных растений является укоренение стеблевых черенков (черенкование). Оно позволяет получить корнесобственный посадочный материал со всеми признаками материнского организма

из отделенных от него побегов, помещенных в особые условия, которые призваны обеспечивать поддержание жизнедеятельности черенка, его укоренение и рост молодого растения до момента пересадки на доращивание [15].

В основе черенкования лежит способность растений к регенерации и восстановлению целостности организма и утраченных органов из единичных соматических клеток или их комплексов [17]. Процесс регенерации у черенков начинается с образования субериновой пленки на поверхности среза, под которой формируется пробковый слой, что обеспечивает защиту черенка от проникновения в его ткани патогенных микроорганизмов и потерь влаги. Суберинизация и опробковение – первичные процессы эндогенной стадии ризогенеза, которая включает также каллусогенез и непосредственно ризогенез. В результате активного деления клеток на поверхности среза происходит утолщение нижней части черенка и формирование однородной паренхиматической беловатой ткани – каллуса [5, 6, 18].

В образовании каллуса могут принимать участие все живые ткани в районе поврежденного участка, и тогда вся поверхность среза одновременно покрывается каллусом (сплошное расположение каллуса), но в основном его развитие связано с деятельностью камбия. В последнем случае каллус сначала имеет форму кольцеобразного валика, который по мере разрастания может постепенно обволакивать всю поверхность среза (валикообразное расположение каллуса) [19–22]. При этом связи между типом расположения каллуса и способностью к адвентивному корнеобразованию у черенков не установлено, а отмечена лишь обратная зависимость между размером каллуса и укореняемостью черенков [20, 23]. Это может служить диагностическим признаком регенерационной способности черенков того или иного культивара при данном сроке размножения и укоренении в определенных условиях.

Черенки разных видов и форм растений имеют различные темпы и характер каллусогенеза, что определяется генетическими факторами, степенью одревеснения черенка, его размерами, содержанием питательных веществ, началом корнеобразования,

внешними условиями [21]. Так, у черенков растений с высокой регенерационной способностью, а также черенков, обработанных биологически активными веществами в оптимальной концентрации, образуется каллус небольших размеров в короткие сроки или же корнеобразование происходит без каллусогенеза, а у черенков растений со средней или низкой регенерационной способностью либо у черенков, заготовленных в неблагоприятные сроки, продолжительность формирования каллуса возрастает в несколько раз, и его размеры также увеличиваются [5, 24].

Каллус главным образом выполняет защитную функцию, а также является временнымместилищем питательных веществ, которые могут в дальнейшем использоваться для развития придаточных корней [5]. И чем быстрее происходит заживление среза на черенке, тем меньше возможность развития патогенной микрофлоры в его тканях и, соответственно, выше вероятность укоренения. Однако формирование каллуса еще не свидетельствует о том, что черенок укоренится. Например, стеблевые черенки псевдотсуги Мензиса *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco образуют за 30–40 дней крупный каллус, после чего могут в течение нескольких лет сохранять свежий вид и даже формировать прирост, но без появления корней [25].

Заключительным процессом эндогенной стадии корнеобразования является собственно ризогенез [24]. При этом у черенков большинства видов древесных растений отмечается образование бугорка меристемных клеток в камбиальной зоне на вершине сердцевинного луча. В результате митотических делений инициальных клеток камбиальной зоны образуется масса клеток, которая постепенно приобретает конусовидную форму. Далее происходит дифференциация меристемных клеток и формирование корневого зачатка со всеми тканевыми структурами корня – покровной ткани, коры, центрального цилиндра, клеток корневого чехлика. Формируются проводящие ткани, устанавливается их связь с проводящими тканями черенка, что, по мнению З. М. Асадулаева [26], возможно благодаря заложению бугорка меристемных клеток в непосредственной близости к флоэме и ксилеме материнской оси центрального цилиндра. После дифференциации

центрального цилиндра и заложения в нем камбия корневой зачаток переходит к вторичному радиальному росту. Развитие и рост корневого зачатка приводит к раздвижению клеток коревой паренхимы и покровных тканей и выходу его за пределы черенка. Таким образом завершается эндогенная стадия ризогенеза [11, 26–29].

Следует отметить, что кроме камбиальных клеток в образовании корневых зачатков могут принимать участие клетки других меристематических тканей. Так, у хвойных чаще всего зачатки корней формируются в камбии, реже – в эндодерме или других тканях, очень редко в каллусе, хотя корни при этом могут выходить из каллуса [5, 21].

Рост придаточных корней за пределами черенка составляет экзогенную стадию ризогенеза и включает фазу образования корней I порядка ветвления и фазу образования корней последующих порядков ветвления [20, 24, 30].

На поверхность черенка придаточные корни могут выходить из разных участков его заглубленной в субстрат части, что зависит от генетических, а также ряда эндогенных и экзогенных факторов. В связи с этим выделяют различные типы топографии адвентивных корней на черенках. Например, у черенков плодовых древесных растений – узловое, междоузловое, пяточное и смешанное расположение корней [26], у черенков лещины и розы в зависимости от сортовых особенностей отмечается рост корней из каллуса, над каллусом по побегу либо смешанное расположение [19, 31], у черенков некоторых декоративных форм хвойных видов – рост корней из каллуса, расположенного на поверхности среза, над каллусом или смешанное расположение в зависимости от культивара [23, 32].

Следует отметить, что тип расположения придаточных корней не связан с укореняемостью черенков [23], и, как отмечает, З. М. Асадулаев [26], корневые системы, образованные адвентивными корнями различной топографии, обеспечивают в будущем различную интенсивность роста и развития растения, а также приживаемость укорененных черенков после пересадки на доращивание. Так, более разветвленные корневые системы, которые

формируются у плодовых древесных растений при смешанном расположении придаточных корней, способствуют в дальнейшем более быстрому развитию молодого растения, нежели в случае образования узловых придаточных корней.

Таким образом, изучение морфологических особенностей каллусогенеза и адвентивного корнеобразования у стеблевых черенков декоративных хвойных интродуцентов позволяет выявить их регенерационную способность в зависимости от ряда эндогенных и экзогенных факторов и установить влияние этих факторов на продолжительность прохождения фаз экзогенного ризогенеза, что служит научной основой для разработки эффективных технологий производства посадочного материала ценных культиваров в питомниках Беларуси.

Следует отметить, что стеблевые черенки разных видов растений, сортов или форм и даже черенки, взятые с разных частей одного растения, проявляют различную активность регенерации и восстановления целостности организма, которая зависит от генетических факторов и условий укоренения [18, 33].

Цель изучения способности стеблевых черенков форм древесных растений к укоренению – установление общих закономерностей корнеобразования у черенков форм отдельных видов. Так, Е. В. Билык [34], опираясь на закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, разработанный Н. И. Вавиловым [35], предположила, что данные об укореняемости стеблевых черенков одной формы определенного вида позволяют судить об укореняемости стеблевых черенков других форм этого вида. Однако экспериментальная работа автора показала существенные различия в способности к корнеобразованию у стеблевых черенков форм одного вида. При этом укореняемость черенков форм ели сизой *Picea glauca* (Moench) Voss. составляет 11–77%, ели европейской *Picea abies* (L.) Karst. – 0–72%, ели сибирской *Picea obovata* Ldb. – 21–40% [34]. Аналогичные результаты по изучению особенностей корнеобразования у черенков различных форм, принадлежащих к одному виду, получены многими исследователями [2, 6, 33, 36–41], что подтверждает зависимость активности регенерации и восстановления утраченных органов от генетических

факторов. Однако при наличии существенной разницы в укореняемости черенков форм одного вида все же выявлены некоторые закономерности в их способности к корнеобразованию в зависимости от жизненной формы. Так, стеблевые черенки стелющихся и низкорослых кустарников укореняются лучше, чем черенки небольших или высокоствольных деревьев [12, 34].

В целом по степени регенерационной способности стеблевых черенков растения делят на легко-, средне- и трудноукореняемые, укореняемость черенков которых составляет соответственно 80–100, 40–79 и менее 40% [12, 42, 43]. Однако такая классификация довольно условна, так как активность адвентивного ризогенеза у черенков в значительной степени зависит от ряда эндогенных и экзогенных факторов [42, 44–47] и в первую очередь от сроков заготовки черенков [2, 8, 48–51].

Чаще всего исследователи рекомендуют заготовку черенков в весенний период (апрель–май) [42, 52–60], однако для некоторых видов лучший результат достигается при размножении в середине лета [61, 62] либо при зимнем черенковании в условиях отапливаемой теплицы [44, 64–71]. Таким образом, оптимальный срок размножения для отдельных форм и видов следует устанавливать экспериментально.

При этом важно отметить, что при заготовке черенков в позднезимний или ранневесенний период в случае отсутствия обогреваемых культивационных сооружений возникает необходимость их хранения до момента посадки на укоренение, пока температура наружного воздуха не достигнет 17–20 °С [2]. В Беларуси такие условия создаются, как правило, в мае. Главная цель при этом – сохранить черенки до посадки в том же физиологическом состоянии, что и в момент заготовки, обеспечив защиту от распространения фитопатогенных организмов и потерь влаги, так как обезвоживание в процессе хранения и поражение грибными болезнями приводят в дальнейшем к снижению способности к корнеобразованию [72, 73]. Для замедления физиологических процессов в черенках исследователи рекомендуют хранить их при низкой положительной температуре, например, на леднике, в холодильнике, подвале [2, 42, 52, 74]. Однако при этом некоторые

авторы утверждают, что черенки в одних условиях могут сохраняться лучше, чем в других, и отмечают, что, например, черенки форм клена остролистного *Acer platanoides* L. лучше хранить на леднике, чем в холодильнике [75]. Кроме того, ряд исследователей для защиты черенков от распространения болезней и потерь влаги во время хранения рекомендуют использовать для обработки срезов антитранспиранты на основе парафина, к которому добавляются вещества, придающие данному материалу большую пластичность (например, воск) [72]. Следует отметить, что указанные исследования проводились в отношении зимних черенков листовенных древесных растений. У большинства же хвойных видов хвоя на зиму не опадает, и испарение влаги у них во время хранения более интенсивное, так как осуществляется и через срезы, и через хвою, поэтому проблема потери влаги черенками в данном случае, на наш взгляд, более актуальна. В связи с этим важна степень обезвоживания черенков хвойных культиваров в процессе хранения, а также обработка их антитранспирантами и протравителями фунгицидного действия для сохранения способности к адвентивному корнеобразованию.

Готовность маточного растения к черенкованию разными авторами предлагается определять различными способами. Например, Р. Х. Турецкая [76] отмечает возможность определения срока черенкования по содержанию воды и водопоглощающей способности побегов, активности пероксидазы, содержанию аскорбиновой кислоты в побегах, а также содержанию азота и углеводов. Последний способ поддерживается также Н. А. Любинским [77]. При этом, однако, сами авторы установили, что черенки одних видов растений (яблоня, вишня, дуб и др.) лучше укореняются, когда в их тканях содержится значительное количество крахмала, в то время как черенки других видов растений (липа и др.) – когда крахмал практически отсутствует. Кроме того, D. B. Rowe и соавт. [78] показали, что даже у черенков, заготовленных с разных растений одного вида, наблюдаются различные зависимости укореняемости от обеспеченности азотом. Так, черенки сосны ладанной *Pinus taeda* L., взятые с одних растений, лучше всего укоренились при максимальной обеспеченности азотом, с других растений –

наоборот, при минимальной, что авторы связывают с генетическими различиями между отдельными растениями. Д. А. Комиссаров [21] указывает на то, что срок черенкования древесных растений можно устанавливать по стадиям развития чечевичек на коре побегов, однако у некоторых видов растений чечевички на побегах отсутствуют.

Учитывая указанные недостатки приведенных способов определения сроков черенкования, а также то, что их использование в производственных условиях представляется достаточно трудоемким и непрактичным, наиболее простым способом признано определение оптимального срока черенкования в связи с интенсивностью роста побегов маточного растения, когда они имеют наиболее высокую физиологическую готовность к регенерации и формированию корней [5, 44, 79, 80]. При этом выделяют периоды глубокого покоя (начало января), вынужденного покоя (февраль–март), начала роста побегов, интенсивного роста побегов и окончания роста побегов [2]. Для многих форм хвойных видов свойственно также летнее затухание роста побегов, которое в условиях Беларуси отмечается в июле, после чего интенсивность роста побегов кратковременно возрастает и затем постепенно угасает [2, 81]. Каждая фаза развития характеризуется содержанием в тканях растения определенного количества фитогормонов различных групп, которые обуславливают активность всех физиологических процессов, протекающих в организме растения [82, 83], в том числе и готовность стеблевых черенков к адвентивному корнеобразованию.

В настоящее время выделяют несколько групп фитогормонов:

1) ауксины – регулируют рост стебля, образование и рост корней посредством контроля интенсивности деления клеток, обеспечивают цветение, развитие плодов, опадение листьев и плодов, торможение развития боковых почек, что, в свою очередь, обуславливает апикальное доминирование, а также участвуют в других процессах; вырабатываются в растущих тканях растения;

2) цитокинины – регулируют образование хлорофилловых зерен, синтез нуклеиновых кислот и белков, деление клеток, процессы мобилизации питательных веществ к местам их нако-

пления (растущие семена, плоды, клубни) и являются антагонистами ауксинов в отношении роста, т. е. подавляют развитие корней и активируют рост всех почек растения; синтезируются в корнях;

3) гиббереллины – обуславливают удлинение стеблей, стимулируя растягивание клеток, регулируют некоторые процессы покоя семян и вегетативных органов, цветения и плодоношения; синтезируются в молодых частях растения;

4) абсцизовая кислота – отвечает за переход растений в состояние покоя, индуцируя замедление метаболизма, регулирует степень устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды; синтезируется во всех тканях;

5) этилен – газообразный фитогормон, присутствующий в растении в растворенной форме; регулирует процессы увядания цветков, созревания плодов и листопада; выделяясь одними растениями, оказывает влияние на другие растения;

6) брассиностероиды – сравнительно недавно открытая группа фитогормонов; содержатся в тканях растения в крайне малой концентрации (мкг/л) и участвуют в регуляции многих физиологических процессов, в том числе активируют устойчивость к стрессам;

7) гидроксикоричные кислоты – слабоизученная группа фитогормонов; повышают устойчивость растений к патогенам;

8) жасмоновая кислота – отвечает за реакцию сверхчувствительности (реакция защиты от патогенов, при которой в начале болезнетворного процесса ткани отмирают не только в очаге поражения, но и в прилегающих участках, что препятствует распространению заражения на здоровые ткани) [82, 84–93].

Из перечисленных фитогормонов ключевую роль в формировании адвентивных корней у черенков играют ауксины – первые из открытых растительных гормонов.

Идея о существовании вещества, которое контролирует формирование придаточных корней у черенков, была выдвинута немецким физиологом J. Sachs. В 1880 г. он предположил, что в листьях вырабатывается специфический гормон, который перемещается сверху вниз к основанию черенка и стимулирует здесь

образование корней [44]. В 1925 г. Н. А. А. Van der Lek экспериментально показал, что данное вещество продуцируется почками и переносится вниз по флоэме. Позже, в 1934 г., F. Went выделил экстракт из листьев растений и обработал им черенки, что привело к увеличению количества сформировавшихся на них корней [94]. Такой результат явился предпосылкой к дальнейшей работе в направлении химической идентификации гормона и выделения его в чистом виде. В том же году голландскому химику F. Kögl удалось выделить это вещество, названное ауксином, и путем химического анализа выяснить, что оно тождественно 3-индолилуксусной кислоте (ИУК), синтез которой был известен с 1885 г. [82, 95]. Было также установлено, что ауксин содержится в пыльце растений, семядолях прорастающих семян, молодых семяпочках и плодах, а также в человеческой моче и культурах гриба *Rhizopus* [44, 82, 94]. Практически сразу после химической идентификации данного гормона начался поиск веществ, аналогичных по действию с ауксином, но имеющих иную химическую структуру. В растительном материале таких веществ обнаружено не было, однако были открыты синтетические соединения, сходные по действию с ауксином, среди которых индолил-3-масляная (ИМК) и 1-нафтилуксусная кислоты (НУК) [95].

Сегодня синтетические регуляторы роста из группы ауксинов широко используются при вегетативном размножении растений для стимулирования адвентивного корнеобразования у черенков, которое проявляется в сокращении продолжительности прохождения стадий эндогенного и экзогенного ризогенеза, увеличении доли выхода укорененных черенков и улучшении качества формируемых ими корневых систем [38, 41, 96–110].

Сушность их действия заключается в том, что при обработке черенка регулятор роста поступает в его ткани и включается в обмен веществ, способствуя при этом перераспределению питательных веществ, имеющихся в черенке, и перемещению их в базальную часть, где они расходуются на клеточное деление и формирование корней [5, 76, 82, 111].

Обработка черенков может проводиться несколькими способами: путем погружения их базальной части в пудру на основе

мелкоизмельченного талька, содержащую регулятор роста, либо в спиртовой или водный раствор [15, 16, 103, 112]. Первый способ используется редко. Ряд авторов [43, 113] отмечают его более низкую эффективность по сравнению с эффективностью применения растворов. В то же время R. P. Meahl [114] утверждает, что перед нанесением ростовой пудры черенки следует обрабатывать раствором спирта, так как это обеспечит лучшее поглощение ими физиологически активного вещества из порошка, однако в работах других авторов подобные рекомендации нам не встречались, поэтому эффективность данного приема вызывает некоторые сомнения. Д. А. Комиссаров [21] указывает на то, что пудру, содержащую регулятор роста, целесообразно применять для обработки черенков некоторых травянистых растений, которые плохо переносят намачивание в водных растворах. В настоящее время широко известны ростовые пудры под коммерческими названиями «Корневин», а также разработанные в Польше «Ukorzeniacz A», «Ukorzeniacz AB», «Ukorzeniacz B» и некоторые другие. Эффективность использования ростовых пудр «Ukorzeniacz» изучалась в основном польскими исследователями при размножении листовых декоративных кустарников в летний период полуодревесневшими черенками. Было показано, что препараты способствуют повышению выхода укорененных черенков и качества формируемых ими корневых систем при размножении одних видов (например, пузыреплодник калинолистный *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. формы 'Dart's Gold' и 'Diabolo', барбарис Тунберга *Berberis thunbergii* DC. формы 'Green Carpet' и 'Red Rocket', лапчатка кустарниковая *Potentilla fruticosa* L. форма 'Goldfinger' и др.) [39, 115–118] и не оказывают влияния на ризогенез у черенков других видов (например, жимолость Стэндиша *Lonicera standishii* Carr.) [119].

Сравнительное исследование особенностей адвентивного корнеобразования у черенков хвойных растений, а именно тиса ягодного *Taxus baccata* L. и форм туи западной *Thuja occidentalis* L., под влиянием их обработки ростовой пудрой «Ukorzeniacz AB» и водными растворами синтетических ауксинов проводилось О. Г. Усолицевой [120, 121]. В результате автором было установлено,

что большее количество укорененных черенков при размножении указанных видов и форм дает обработка черенков синтетическими ауксинами в виде растворов, нежели нанесение на срезы ростовой пудры, хотя в последнем случае и наблюдалось некоторое положительное действие данного технологического приема на укоренение черенков.

При обработке спиртовым раствором регулятора роста основания черенков погружают на глубину 1,5–3,5 см на 5–20 с в концентрированный раствор, но чаще всего используют слабоконцентрированные водные растворы при экспозиции 12–24 ч [5, 16, 52, 112, 122, 123].

Реакция черенка на обработку регулятором роста во многом зависит от концентрации используемого вещества. Оптимальная концентрация оказывает стимулирующее действие и способствует увеличению активности регенерации и формирования корней у черенков, в то время как повышенная концентрация может вызвать ингибирование процессов деления клеток либо гибель черенков, т. е. является токсичной [124–127]. Оптимальная концентрация регулятора роста определяется опытным путем и зависит от степени одревеснения черенков, способа их обработки, используемого вещества, а также вида размножаемого растения [112].

Так, для обработки одревесневших черенков требуется более высокая концентрация регулятора роста, чем для зеленых черенков; спиртовые растворы должны быть более концентрированными, чем водные растворы. И, наконец, по мере возрастания токсичности синтетических ауксинов (ИУК < ИМК < НУК) их концентрация в препарате для обработки черенков должна уменьшаться. В целом концентрация водных растворов регуляторов роста может колебаться в пределах 50–400 мг/л для ИУК, 10–100 мг/л для ИМК и 5–80 мг/л для НУК, а спиртовых растворов – 5–30, 1–50 и 0,5–50 мг/мл соответственно [16, 104, 112].

Следует отметить, что накопленный объемный фактический материал по использованию синтетических ауксинов для стимулирования корнеобразования у черенков свидетельствует о том, что нельзя рекомендовать какое-либо одно вещество как наиболее

эффективное для всех видов растений, так как черенки отдельных видов растений и даже форм одного вида по-разному реагируют на обработку тем или иным препаратом [53, 55, 71, 115, 124, 128–134]. Кроме того, различные регуляторы роста могут способствовать формированию разных корневых систем [121, 135–137]. Так, например, под влиянием ИМК образуется более разветвленная корневая система, чем после обработки НУК [82, 138]. Наряду с этим для укоренения черенков сосны Банка *Pinus banksiana* Lamb., как утверждают R. D. Browne, C. G. Davidson и S. M. Enns [139], лучше использовать их обработку НУК, нежели другими препаратами, а по данным M. Ohira и соавт. [140] при черенковании другого вида сосны – сосны Тунберга *Pinus thunbergii* Parl., более эффективным является применение ИМК, нежели НУК. Следует отметить, что ряд авторов наблюдали после обработки черенков ИМК больший положительный эффект, чем после применения других синтетических ауксинов [20, 141, 142].

При черенковании некоторых видов растений использование регуляторов роста нецелесообразно, так как не приводит к ожидаемому эффекту [41, 115, 143–145], либо вообще не рекомендуется [146, 147]. Так, G. Houle и P. Babeux [147] исследовали влияние ИМК на укоренение черенков ивы плосколистной *Salix planifolia* Purch. и выяснили, что обработка 0,01%-ным водным раствором приводит к снижению количества укорененных черенков на несколько процентов по сравнению с контролем, а в дальнейшем развитии наблюдается угнетение роста корневой системы и надземной части, что проявляется в уменьшении биомассы и количества сформированных корней и побегов. Увеличение концентрации ИМК в растворе до 1% вызывает снижение укореняемости на 20% по сравнению с контролем, биомассы корней и побегов – в 2 и 4 раза соответственно.

В целом же, по данным ряда исследователей, при размножении многих хвойных видов обработка черенков регуляторами роста в оптимальной концентрации способствует увеличению выхода укорененных черенков, а также формированию более развитых корневых систем, что благоприятно сказывается на приживаемости новых растений после пересадки укорененных черенков

на дорашивание [16, 43, 122, 148–156]. Необходимо лишь экспериментально установить наиболее подходящие вещества и их оптимальные концентрации для обработки черенков отдельных видов и форм растений со средней и низкой регенерационной способностью.

Некоторые исследователи рекомендуют использовать для стимулирования адвентивного корнеобразования у черенков древесных растений смесь регуляторов роста [134, 140]. В то же время D. L. Cores и N. L. Mandel [151] подчеркивают, что это не всегда целесообразно и оправданно с экономической точки зрения, так как обязательно приводит к возрастанию затрат на производство посадочного материала, но не всегда способствует значимому увеличению выхода укорененных черенков по сравнению с таковым в случае использования технологии, предусматривающей обработку черенков каким-либо одним веществом.

Наряду с этим синтетические регуляторы роста обладают существенными недостатками, среди которых повышенная токсичность, что требует от работника осторожного обращения с ними на производстве, в частности, защиты дыхательных путей, глаз и кожи. Исследователями выявлено отрицательное действие синтетических ауксинов на клетки живых организмов, в том числе генетический аппарат. Эти соединения индуцируют различные хромосомные aberrации – отставание хромосом, обломки хромосом и др. [157, 158]. К недостаткам следует также отнести и высокую стоимость синтетических регуляторов роста. Все это служит основанием для поиска других более дешевых и экологически безопасных биологически активных веществ (БАВ), способных повысить активность адвентивного ризогенеза у черенков ценных растений, но не отличающихся по своей эффективности от синтетических ауксинов.

Так, А. Т. Нурманбетова и соавт. [159] использовали для обработки черенков ряда представителей родов пихта *Abies* Mill., ель *Picea* Dietr. и сосна *Pinus* L. растворы меда, сока алоэ, смеси меда и сока алоэ, экстракты из клубней картофеля. Однако эффективность применения этих веществ остается спорной. V. A. Agam-podi и B. Jayawardena [160] исследовали возможность исполь-

зования кокосового молока при черенковании драцены *Dracaena purplecompacta* L. Кокосовое молоко богато питательными веществами и содержит фитогормоны, в том числе и ауксин. Авторами было установлено, что результаты укоренения, полученные после применения растворов кокосового молока и синтетической ИУК, аналогичны.

В последние годы возрос интерес к такому экологически безопасному БАВ, как янтарная кислота (ЯК), которая представляет собой низшую дикарбоновую кислоту [161] и является обязательным компонентом обмена веществ в организме животных и растений [162]. Ее промышленное производство осуществляется из природного янтаря, путем химического синтеза или при помощи биосинтеза микроорганизмами, причем последний способ более предпочтителен, так как исключает использование токсичных и взрывоопасных соединений, необходимых для химического синтеза данного вещества [163, 164].

ЯК находит широкое применение в пищевой промышленности [165–168], медицине [169–172], животноводстве [173–176], растениеводстве [177–179]. Она активизирует метаболические процессы в организме, повышая устойчивость к различным стрессам, улучшает тканевое дыхание, увеличивая потребление кислорода клетками и объем энергии, необходимый для биосинтеза [163, 176, 178, 180, 181]. Учитывая такое регуляторное действие ЯК, по-видимому, возможно ее использование при вегетативном размножении растений для обработки черенков с целью стимулирования у них адвентивного ризогенеза.

Сегодня вопрос о влиянии ЯК на корнеобразование у черенков изучен недостаточно. Так, Т. В. Хромова и И. П. Петрова [182] при размножении рябины *Sorbus* L. использовали для обработки черенков водный раствор ЯК с концентрацией вещества 0,002%. Однако это не позволило повысить выход укорененных черенков. Можно предположить, что причиной послужила недостаточно высокая концентрация раствора. Так, В. Б. Логгинов [183] при прививке форм ели европейской *Picea abies* L. использовал для обработки срезов привоя 0,01%-ный раствор ЯК, что оказало положительный эффект на срастание прививок. Положительное

влияние ЯК на корнеобразование у черенков винограда было выявлено В. В. Кропоткиной [184, 185]. Однако автор для обработки черенков использовал сверхмалые дозы вещества и воздействие ультразвуковым излучением для увеличения эффективности поглощения ЯК тканями черенка, поэтому по результатам данного исследования можно сделать вывод, что обработка ЯК благоприятно сказывается на укоренении черенков, но еще необходимо установить концентрации водных растворов вещества для обработки черенков обычным способом.

В научной литературе имеются указания на то, что положительное влияние на корнеобразование у стеблевых черенков древесных растений может оказывать добавление к регулятору роста фунгицидов [186, 187]. Так, Ф. Я. Поликарпова и В. В. Пилюгина [6] утверждают, что раствор ИМК в смеси с фунгицидом системного действия бенлатом-Т в 0,2%-ной концентрации способствует увеличению количества укорененных черенков плодовых кустарников на 10–25% по сравнению с использованием раствора ИМК без добавления фунгицида.

Такие препараты в виде ростовых пудр были выпущены в Республике Польша под коммерческим названием «Ukorzeniacz» с добавлением фунгицидов, среди которых: «Ukorzeniacz В», состав – 0,2% НУК, 0,1% беномила и 1,0% каптана; «Ukorzeniacz В2», состав – 0,2% НУК, 2,5% беномила.

Беномил представляет собой фунгицид системного действия, рекомендуемый для борьбы с широким спектром возбудителей грибных и бактериальных заболеваний растений, среди которых серая гниль, различные виды пятнистостей, мучнистая роса, фузариоз, вертициллез, бактериоз и др. [188, 189]. Каптан – фунгицид контактного действия, эффективный в борьбе с возбудителями парши и различных видов пятнистостей [190].

А. Карцзыńska и А. Кубиńska [116] исследовали влияние указанных ростовых пудр на укоренение черенков горечавки бесстебельчатой *Gentiana acaulis* L. при размножении в осенний период. Авторами установлено, что эффективность использования для обработки черенков «Ukorzeniacz В2» выше, чем «Ukorzeniacz В», о чем свидетельствовало повышение укореняемости в первом

варианте на 42,3% по сравнению с укореняемостью во втором варианте. Учитывая, что данные препараты содержали одинаковое количество НУК, можно сделать вывод, что на укоренение черенков оказало влияние наличие системного фунгицида бенонила в ростовой пудре «Ukorzeniacz B2» в большей концентрации, чем в пудре «Ukorzeniacz B». Отсюда очевидно положительное действие системных фунгицидов на адвентивный ризогенез у черенков.

В целом вопрос о влиянии химических средств защиты растений от фитопатогенных грибов на формирование придаточных корней у черенков древесных растений в настоящее время остается недостаточно изученным.

Следует отметить, что действие регуляторов роста в значительной степени зависит от естественной способности черенков к укоренению, а их использование является лишь дополнительным фактором, способствующим усилению активности корнеобразования у черенков, но не гарантирующим успех размножения [76, 77]. В связи с этим необходимо проводить черенкование в оптимальные сроки, а также учитывать ряд других факторов, влияющих на ризогенез: внешние условия, создаваемые для черенков в процессе укоренения.

Так, в отделенных от материнского растения побегах продолжается процесс транспирации, а поглощение воды корнями прекращается, поэтому во избежание высыхания черенков и их гибели необходимо снизить интенсивность потери воды до минимума, что достигается в условиях теплицы при поддержании высокой влажности воздуха с помощью установки искусственного тумана [44, 191]. При этом следует отметить, что для черенков хвойных растений рекомендуется использование прерывистого искусственного тумана, в отличие от постоянного искусственного тумана, необходимого для укоренения зеленых черенков многих лиственных видов. Режим работы установки зависит от температуры воздуха, интенсивности освещения, степени одревеснения черенков, видовых особенностей растений и должен поддерживать влажность воздуха в пределах 65–85% [5, 128, 153, 192].

Распыление воды, кроме того, приводит к снижению температуры воздуха в культивационном сооружении на 5–7 °С [5]. Это оказывает существенное влияние на укоренение, так как высокая температура воздуха может привести к росту надземной части черенков до заложения придаточных корней, что увеличит потерю воды и питательных веществ и в результате приведет к гибели черенков. В связи с этим необходимо создать такие температурные условия, которые способствуют в первую очередь формированию придаточных корней и тормозят рост побегов, а именно положительный вертикальный температурный градиент (ВТГ), когда температура субстрата на несколько градусов выше температуры воздуха. Такие условия поддерживаются при помощи подогрева субстрата. Более высокая температура субстрата по сравнению с температурой воздуха обеспечивает высокую интенсивность дыхания клеток в нижней части черенка, что способствует гидролизу внутренних запасов питательных веществ и освобождению энергии, необходимой для биосинтеза. В результате этих процессов происходит интенсивное деление клеток, быстрое заживление среза черенка и образование каллуса, а также заложение придаточных корней, что в итоге приводит к увеличению укореняемости по сравнению с таковой в условиях без подогрева субстрата [6, 44, 112, 193]. Следует отметить, что при наступлении экзогенной стадии адвентивного ризогенеза, когда корневая система нормально выполняет свои функции, необходимо отключение подогрева субстрата и обеспечение отрицательного ВТГ, естественного для растений [194, 195].

Благоприятное влияние на корнеобразование у черенков положительного ВТГ доказано рядом исследователей [128, 196–201], однако при этом нельзя утверждать, что подогрев субстрата обязательно будет стимулировать процессы адвентивного ризогенеза [2, 202–205]. Кроме того, для черенков разных видов растений оптимальная температура субстрата может существенно различаться. Так, наибольшая укореняемость черенков тиса мексиканского *Taxus globosa* Schlttl. (53%) отмечается при температуре субстрата 18 °С, в то время как при увеличении температуры до 23 °С укореняемость снижается на 20% [206]. Для укоренения

черенков пуансеттии прекрасной *Poinsettia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. оптимальная температура субстрата составляет 24–28 °С [207], винограда обыкновенного *Vitis vinifera* L. – 27 °С [208], авокадо американского *Persea americana* Mill. – 27–30 °С [209]. Таким образом, при подборе оптимальной температуры субстрата для укоренения черенков необходимо учитывать экологические особенности растения. Так, для укоренения черенков тропических и субтропических растений требуется более высокая температура, чем для черенков растений умеренного климата [210]. При этом следует отметить, что в литературе недостаточно сведений об оптимальной температуре субстрата для корнеобразования у черенков хвойных видов.

На укоренение черенков оказывает влияние не только температура субстрата, но и его состав. Подбор оптимального состава субстрата для укоренения черенков является важным этапом при разработке эффективных технологий размножения декоративных растений [211–214]. Субстрат наряду с выполнением механической функции – фиксации черенков – должен обладать определенными физико-химическими свойствами для обеспечения черенков достаточным количеством влаги и воздуха, а также элементами минерального питания до момента пересадки укорененных черенков на доращивание.

Наиболее доступным субстратом для укоренения черенков является промытый песок. Он достаточно плотный, чтобы удерживать черенки в вертикальном положении, хорошо аэрируемый, относительно свободный от возбудителей грибных и бактериальных заболеваний, но содержит мало питательных веществ, поэтому черенки в данном субстрате образуют длинную, неразветвленную корневую систему, что отрицательно сказывается на их приживаемости после пересадки для доращивания [44, 122]. В связи с этим в качестве субстрата часто используют в различном соотношении смесь песка с верховым торфом [112, 215, 216]. Однако при этом следует учитывать, что торф наряду с такими качествами, как отсутствие патогенной микрофлоры и обеспеченность элементами минерального питания, обладает высокой водоудерживающей способностью [217–219], поэтому большое

его количество в смеси может стать причиной ее переувлажнения и ухудшения аэрации, что вызывает загнивание базальных частей черенков или корней вскоре после их образования [44, 220].

В качестве субстрата используют также перлит, вермикулит, представляющие собой природные минералы, их смеси с торфом, опилки, сфагновый мох и другие материалы [146, 221–224], а также двухслойный субстрат, в котором нижний слой представлен питательной средой (например, перегноем или смесью торфа с грунтом), а верхний – средне- или крупнозернистым песком толщиной 3–6 см [13, 34, 122]. В отношении эффективности применения последнего субстрата в литературе имеются противоречивые данные. Так, Е. В. Билык [34] получила лучшие результаты при черенковании ели колючей *Picea pungens* Engelm., используя двухслойный субстрат, тогда как в хвойных опилках, перлите, торфе и их смесях выход укорененных черенков был ниже, и наблюдалось загнивание их нижней части. Эксперименты по черенкованию листовенных древесных растений И. Н. Маяцкого и Л. В. Талалуевой [122], наоборот, выявили существенный недостаток такого субстрата: верхний водопроницаемый и маловлагоемкий слой быстро подсыхает и требует частого полива, а более влагоемкий нижний слой при этом перенасыщается влагой, что приводит к затруднению аэрации и загниванию базальной части черенка. Это свидетельствует о том, что для черенкования разных видов растений, обладающих различными эколого-биологическими свойствами, требуется индивидуальный подбор субстрата, и оптимальный состав субстрата для каждого вида растения можно определить только путем экспериментальных исследований, что подтверждается и рядом других авторов [112, 128, 225–227].

Например, G. Vakouftsis и соавт. [155] установили, что для укоренения черенков купрессоципариса Лейланда *Cupressocyparis leylandii* ‘Castlewellan Gold’ лучше использовать смесь перлита и торфа в соотношении 1:1 или 2:1 по объему, чем чистый перлит. При этом укореняемость черенков в первом случае составила 90–100%, во втором – не превысила 40%. Аналогичная зависимость укореняемости от состава субстрата была установлена

и для черенков тиса ягодного *Taxus baccata* L. [228], когда количество укорененных черенков в смеси перлита и торфа (1:1 по объему) достигало 90%, а в чистом перлите – всего 67%. Ф. М. Мамедов [229] же утверждает, что для черенкования туи западной *Thuja occidentalis* ‘Globosa’ и ‘Pumila’, а также можжевельника китайского *Juniperus chinensis* ‘Pfitzeriana’ и ели колючей *Picea pungens* ‘Glauca’ оптимальным субстратом является чистый перлит.

Следует также отметить, что для укоренения черенков древесных растений, имеющих высокую регенерационную способность, состав субстрата существенного значения не имеет, в то время как при размножении трудноукореняемых растений, к которым относится большинство хвойных, данный фактор может существенно повлиять на укореняемость черенков и развитие корневых систем [44, 211].

Исследователями помимо зависимости успешности черенкования от указанных внешних условий укоренения отмечается влияние на активность регенерации черенков также и такого фактора, как возраст маточного растения. Так, черенки, заготовленные с молодых растений (5–15 лет в зависимости от вида), обладают более высокой регенерационной способностью по сравнению с черенками, взятыми со старых экземпляров [52, 109, 116, 230–235]. Наиболее четко данная закономерность прослеживается при черенковании трудноукореняемых видов. Например, Р. Н. Henry, F. A. Blazich и L. E. Hinesley [70] показали, что укореняемость черенков можжевельника виргинского *Juniperus virginiana* L., взятых с 4-летних растений, на 20% выше, чем черенков, заготовленных с 30-летних растений. Г. Н. Еремеев [197] установил, что черенки трудноукореняемой секвойи вечнозеленой *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., заготовленные с 2–5-летних растений, укореняются на 38%, с 30-летних – на 29%, с 50–60-летних – на 19%. Объясняется это явление глубокими изменениями в обмене веществ в онтогенезе растения, в результате которых с увеличением возраста снижается активность различных физиологических процессов, в том числе и регенерации [77, 236].

В то же время, согласно одному из тезисов теории циклического старения и омоложения растений Н. П. Кренке [237], «для

развития наиболее жизнеспособных... боковых органов требуется определенная оптимальная возрастность материнского организма. Поэтому обычно в слишком молодом состоянии материнские растения дают относительно слабые производные (боковые) органы. По мере же увеличения – до определенного предела возрастности материнской части – увеличивается жизнеспособность производных ее образований; пройдя некоторый возрастной оптимум, материнская часть – теперь уже вследствие избыточной своей старости – снова дает ослабленные производные образования». Исследования З. Я. Ивановой [5], а также Г. Суцзюань [113] подтверждают, что черенки с очень молодых 1–3-летних древесных растений некоторых видов укореняются хуже, чем с более взрослых экземпляров, но лучше, чем со старых. Наряду с этим А. И. Северова [238] при черенковании сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. отмечала наибольшую укореняемость у черенков, заготовленных с 1-летних растений (90%), а О. В. Hansen [239] для размножения видов рябины (*Sorbus aucuparia* L. и *S. hybrida* L.) рекомендует заготавливать черенки с 2–3-летних растений.

На активность процессов адвентивного корнеобразования, кроме того, влияют также возраст побега, используемого в качестве черенка [58, 76, 236, 240], его длина [52, 239, 241–243], тип (осевые или боковые побеги различных порядков) и расположение на растении [12, 70, 131, 196, 226, 231, 244–246]. Чаще всего для черенкования хвойных растений используют боковые побеги с «пяткой» в основании черенка, представляющей собой часть древесины и коры главной ветви в точке прикрепления побега [15], либо крупные осевые побеги с одревесневшей базальной частью [5]. Ряд авторов рекомендуют в качестве черенков использовать этиолированные побеги [76, 197, 243, 247–249], которые не только укореняются лучше, чем неэтиолированные, но и более отзывчивы на обработку стимуляторами корнеобразования [250], однако в масштабах производства данный способ повышения укореняемости черенков представляется нам достаточно непрактичным и может использоваться для размножения особо ценных экземпляров в небольшом количестве.

Таким образом, вопрос вегетативного размножения древесных растений путем укоренения стеблевых черенков изучен достаточно подробно и широко освещен в мировой научной литературе. В то же время все еще не в полной мере изучены и освещены особенности ризогенеза у черенков садовых форм хвойных видов, на которые внимание исследователей было обращено лишь в последнее десятилетие. Наряду с этим показано, что черенки форм одного вида могут значительно различаться по способности к адвентивному корнеобразованию. Кроме того, ряд авторов подчеркивают, что изучение регенерационной способности черенков растений и разработка технологий их вегетативного размножения носят региональный характер, так как в значительной степени зависят от условий места проведения работ [5–7, 23, 29, 251]. В Беларуси наиболее широкие исследования особенностей вегетативного размножения стеблевыми черенками форм хвойных видов принадлежат сотрудникам, работавшим в разные годы в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». Однако следует отметить, что в последние 10–15 лет в результате активной интродукции коллекция форм хвойных растений существенно пополнилась новыми для нашей страны перспективными формами, регенерационная способность черенков которых в настоящее время изучена недостаточно. В связи с этим для разработки эффективных технологий получения качественного посадочного материала новых для Беларуси перспективных форм хвойных видов были проведены исследования по изучению особенностей адвентивного корнеобразования стеблевых черенков более 100 культиваров в зависимости от ряда эндогенных и экзогенных факторов.

Объектами исследования стали более 120 новых и перспективных для зеленого строительства республики садовых форм хвойных видов из коллекции ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» с недостаточно изученной регенерационной способностью черенков.

Изучение регенерационной способности черенков и наблюдения за морфологией адвентивного корнеобразования проводили общепринятыми и специальными методами (З. Я. Иванова [5], Ф. Мак-Миллан Броуз [15], Р. Х. Турецкая [104], Б. С. Ермаков [112, 251], М. Т. Тарасенко [252], И. А. Комаров [253]).

Особое внимание уделялось выявлению регенерационной способности у стеблевых черенков в зависимости от фенологической фазы маточных растений. Выделялись следующие фазы: глубокий покой (начало января), вынужденный покой (февраль–март), начало роста побегов и окончание роста побегов. При изучении некоторых таксонов в вынужденном покое выделяли два периода – начало (вторая половина января – февраль) и окончание (март), а у садовых форм *P. glauca* (Moench) Voss. – начало вторичного роста побегов. Фазы сезонного развития устанавливали с использованием методики фенологических наблюдений Совета ботанических садов СССР 1975 г. [254] с учетом рекомендаций А. А. Молчанова и В. В. Смирнова [165].

Динамику роста побегов устанавливали путем замера прироста не менее чем у 10 черенков, промаркированных до начала роста с интервалом 7 дней.

Изучение влияния обезвоживания черенков в процессе хранения на их регенерационную способность проводили на черенках,

заготовленных в третьей декаде марта, когда маточные растения находились в состоянии вынужденного покоя. До посадки на укоренение черенки хранили в подвальном помещении (температура воздуха 7 °С), холодильнике (9 °С) и снегу (0,5 °С). При этом для замедления таяния снега его уплотняли и засыпали опилками слоем 5–7 см. Перед закладкой черенков на хранение определяли их влажность по ГОСТ 24027.2–80 [255]. Варианты опыта предусматривали также:

- оценку возможности использования антитранспиранта как средства, предупреждающего обезвоживание черенков во время хранения;

- исследование влияния обработки черенков протравителем фунгицидного действия перед закладкой на хранение на их дальнейшее укоренение.

В качестве антитранспиранта использовали смесь парафина и озокерита. Обработку проводили путем кратковременного погружения черенков в смесь, разогретую до жидкого состояния на водяной бане.

В качестве протравителя фунгицидного действия применяли 0,1%-ный водный раствор Раксила, КС (Германия) (действующее вещество – тебуконазол, 60 г/л). Обработку черенков проводили путем полного их погружения в раствор на 20 с. Затем их слегка просушивали и упаковывали в полиэтиленовые пакеты и закладывали на хранение. По окончании периода хранения (начало мая) визуально оценивали наличие грибного мицелия на поверхности черенков, определяли их влажность и высаживали на укоренение. В качестве контроля использовали свежезаготовленные черенки.

Изучение влияния положительного ВТГ на корнеобразование у черенков и определение оптимальной его величины проводили в условиях отапливаемой теплицы в период глубокого покоя маточных растений. При этом подогрев субстрата обеспечивался двумя способами в течение 3 мес. после посадки черенков на укоренение:

- горячей водой, циркулирующей по трубам, уложенным по дну воздушной камеры в нижней части культивационной гряды.

Температура субстрата поддерживалась на уровне 20–22 °С, что в среднем на 5,8 °С выше температуры воздуха;

– системой электрообогрева «Twin Termo» на основе ИФК-пленки «Green Life» с автоматическим терморегулятором, поверх которой насыпался субстрат; температура субстрата при этом составляла 17–19 °С и 23–25 °С в разных вариантах опыта. В качестве контроля проводилась посадка черенков в холодную гряду (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Варианты опыта по изучению влияния ВТГ на укоренение черенков

Средняя температура субстрата на глубине 5 см в различных вариантах опыта, °С	Средняя температура воздуха на высоте 5 см над поверхностью субстрата, °С	Средняя величина ВТГ, °С
12,8 ± 0,2 (контроль)	14,0 ± 0,2	-1,2 ± 0,1
18,0 ± 0,1	14,8 ± 0,1	+3,2 ± 0,1
21,1 ± 0,2	15,3 ± 0,2	+5,8 ± 0,2
24,0 ± 0,1	15,9 ± 0,2	+8,2 ± 0,2

После начала экзогенной стадии ризогенеза подогрев отключали и поддерживали отрицательный ВТГ.

Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у черенков проводили путем их обработки водными растворами ИМК, ИУК, НУК и ЯК различных концентраций. Для установления оптимальной концентрации использовали водные растворы низкой, средней и высокой концентрации по Б. С. Ермакову [112] (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Концентрации водных растворов БАВ для обработки черенков, %

Концентрация раствора	ИМК*	ИУК*	НУК*	ЯК
Низкая	0,0025	0,01	0,0025	0,01
Средняя	0,005	0,02	0,004	0,02
Высокая	0,01	0,03	0,008	0,03

* Концентрации растворов регуляторов роста по Б. С. Ермакову (1975).

Обработку осуществляли путем погружения оснований черенков на глубину 1,5–2 см в водные растворы. Экспозиция – 24 ч. Контроль – дистиллированная вода.

При изучении особенностей ризогенеза у черенков в зависимости от состава субстрата использовали смеси верхового торфа и крупнозернистого песка (1:1 по объему), перлита и верхового торфа (2:1), вермикулита и верхового торфа (2:1) и чистый перлит.

Влияние средств защиты растений от фитопатогенных грибов на укоренение черенков устанавливали с использованием следующих препаратов:

– «Раксил», КС (Германия) – протравитель фунгицидного действия, действующее вещество – тебуконазол, 60 г/л;

– «Прозаро», КЭ (Германия) – фунгицид, действующие вещества – протиоконазол, 125 г/л и тебуконазол, 125 г/л.

Обработку черенков и субстрата проводили непосредственно перед посадкой черенков на укоренение. Для этого черенки погружали на 1 мин в водный раствор препарата. Субстрат обильно проливали, при этом расход рабочего раствора составлял 6–8 л/м². Использовались водные растворы в концентрациях 0,05 и 0,1%. Контролем служили черенки без обработки, высаженные в субстрат, обильно пролитый водой.

Черенки готовили непосредственно перед закладкой опытов. Для этого с ветвей движением вниз отрывали побеги II порядка ветвления с «пяткой», включающей часть древесины и коры ветви более высокого порядка ветвления в точке прикрепления побега. Кончик «пятки» подрезали, удаляя заусеницы. Хвою в нижней части черенка, погружаемой в субстрат (5–7 см), обрывали (рис. 2.1).

У форм *J. scopulorum* Sarg. изучали также и регенерационную способность осевых побегов I порядка ветвления с многолетним одревесневшим основанием без «пятки» (рис. 2.2).

Укоренение черенков проходило в отопляемой в зимнее время теплице в условиях искусственного тумана. Влажность воздуха поддерживали в пределах 70–85% и контролировали с помощью психрометра МВ-4М и недельного гигрографа М-21Н. Температура воздуха зимой поддерживалась на уровне 13,5–16,5 °С, весной



Рис. 2.1. Подготовка черенков для укоренения
(на примере *J. virginiana* 'Grey Owl')

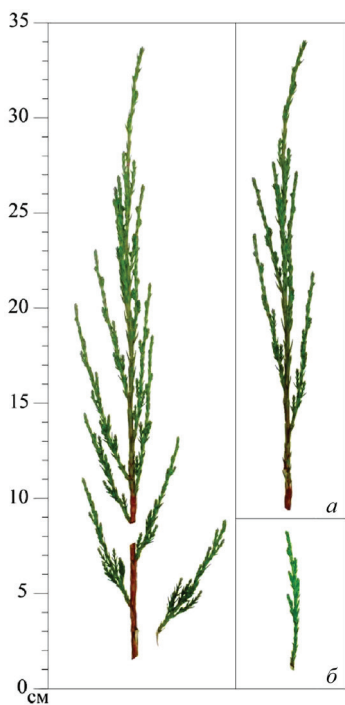


Рис. 2.2. Черенки форм *J. scopulorum*,
готовые к укоренению (на примере
J. scopulorum 'Blue Arrow'): *a* – черенок
из осевого побега I порядка ветвления
с многолетним одревесневшим основа-
нием без «пятки»; *б* – черенок из побега
II порядка ветвления с «пяткой»

и осенью – 17–22 °С, летом – 22–30 °С и контролировалась с помощью ртутных термометров.

Для предупреждения солнечных ожогов черенков использовали притенение на протяжении всего периода укоренения.

Успешность ризогенеза оценивалась по числу укоренившихся черенков (%), одновременно учитывалась продолжительность периода укоренения, среднее количество и средняя длина корней I, II и III порядков ветвления [111]. В каждом варианте опыта высаживалось по 50 черенков в трехкратной повторности. Возраст маточных растений, с которых заготавливали черенки, составлял 6–8 лет.

Обработку экспериментального материала проводили с использованием методов описательной статистики. Наличие связи между исследуемыми параметрами определяли с помощью критерия χ^2 . Для определения достоверности различий между двумя выборками использовали U-критерий Манна–Уитни. Оценку влияния определенного фактора на исследуемую величину осуществляли с помощью рангового дисперсионного анализа Краскала–Уоллиса [256–260].

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ СПОСОБНОСТИ ЧЕРЕНКОВ К ПРИДАТОЧНОМУ КОРНЕОБРАЗОВАНИЮ У КУЛЬТИВАРОВ ХВОЙНЫХ ВИДОВ УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ

Разработка эффективной технологии вегетативного размножения перспективных культиваров хвойных растений способом черенкования в новых природно-климатических условиях начинается с оценки естественной способности их стеблевых черенков к придаточному корнеобразованию. При этом следует учитывать, что потенциальная способность черенков к образованию корней проявляется при оптимальном сочетании эндогенных и экзогенных факторов, причем каждый фактор в отдельности оказывает разное влияние на ризогенез. Чтобы исключить влияние некоторых из них, в частности начало и активный рост, мы провели оценку регенерационной способности черенков в период относительного покоя маточных растений (начало января – середина марта).

Исследование показало, что способность черенков к образованию корней проявляется неодинаково, как у культиваров разных видов, так и в пределах вида. При этом у одних видов все культивары отличаются сравнительно высокой способностью к придаточному корнеобразованию (туя западная, можжевельник горизонтальный и др.), а у других видов среди культиваров наблюдается дифференциация по уровню ризогенеза (кипарисовик горохоплодный, можжевельник китайский, можжевельник казацкий, можжевельник обыкновенный и др.).

3.1. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода *Picea* Dietr.

Садовые формы елей объединяют вечнозеленые деревья и низкорослые кустарники, в том числе карликовые, семейства Сосновые (*Pinaceae* Lindl.). Они включают, по разным оценкам, от 220 до

250 культиваров [261–263], которые получили широкое распространение в озеленении во многих странах мира при создании композиций как регулярного, так и пейзажного стиля, а также в контейнерном озеленении различных искусственных оснований. Среди культиваров елей имеются формы с колонновидной, шаровидной, округлой, подушковидной, гнездовидной, плакучей, а также несимметричной кроной. У елей, кроме различных оттенков зеленой, встречаются формы с желтой, сизой, голубоватой и пестрой окраской хвои, некоторые формы могут изменять окраску со сменой сезонов года. Они в большинстве своем светолюбивы, засухоустойчивы, морозостойки и зимостойки, относительно нетребовательны к почвенным условиям.

По результатам комплексной оценки устойчивости более 30 садовых форм различных видов рода *Picea* Dietr. для использования в озеленении населенных пунктов Беларуси и размножения путем черенкования рекомендуются культивары ели европейской – ‘Barryi’, ‘Cupressina’, ‘Pumila Nigra’, ‘Will’s Zwerg’, ‘Procumbens’, ‘Remontii’; ели сизой – ‘Alberta Blue’, ‘Alberta Globe’, ‘Arneson’s Blue Variegated’, ‘Daisy’s White’, ‘Echiniformis’, ‘Sander’s Blue’; ели черной – ‘Beissneri’ и ‘Nana’; ели восточной – ‘Aurea’; ели колючей – ‘Glaca’, ‘Glauca Globosa’, ‘Montgomery’.

Оценка регенерационного потенциала стеблевых черенков садовых форм ели европейской (рис. 3.1) показала, что за исключением ‘Pumila nigra’ и ‘Wills Zwerg’, укореняемость которых превышала 65%, остальные культивары имели низкую ризогенную способность, которая колебалась в пределах от 7 до 40%. Садовые формы ели европейской укореняются за 4–5, иногда за 3 мес. У ‘Wills Zwerg’, ‘Pumila Nigra’ и ‘Pendula’ массовое корнеобразование у всех черенков начинается одновременно, тогда как у остальных культиваров вначале на черенках появляются отдельные корни, а через 13–37 дней начинается массовое корнеобразование. Необходимым условием успешного укоренения садовых форм ели европейской является наличие у черенков «пятки».

Установлено, что среди елей легче других размножаются садовые формы ели сизой группы ‘Conica’, имеющие максимальную укореняемость, часто достигающую 100%. Невысокой укореняемостью (8–25%) отличаются культивары ели колючей.

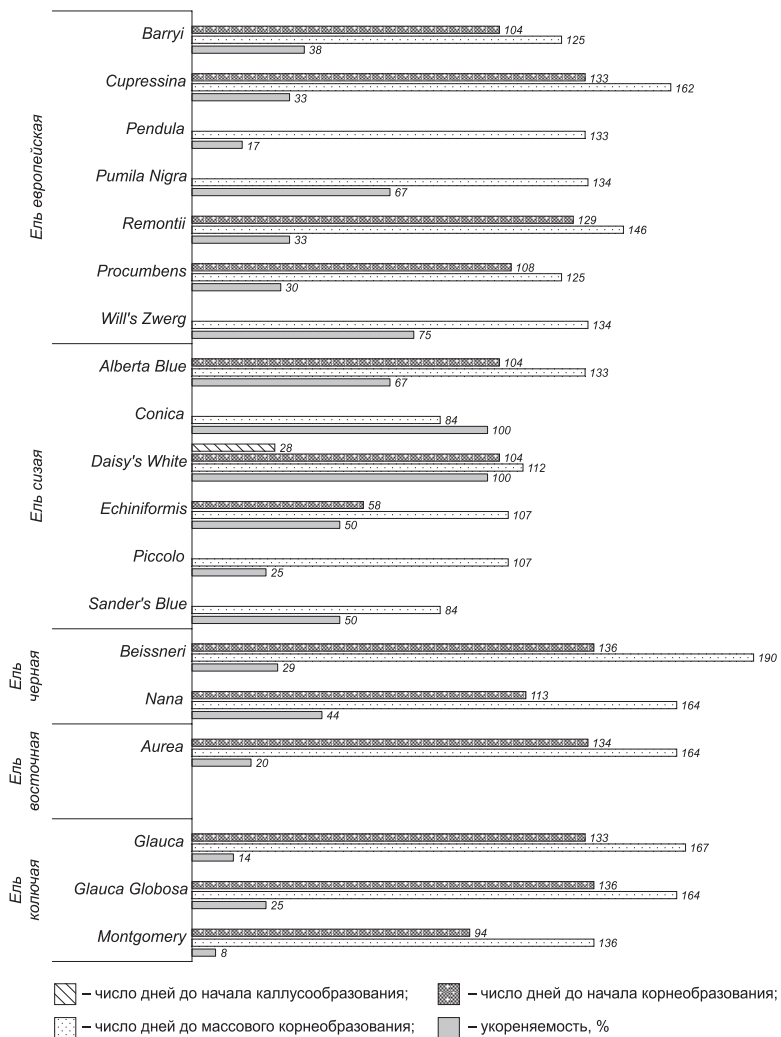


Рис. 3.1. Регенерационный потенциал стеблевых черенков у культиваров различных видов рода *Picea* Dietr.

Нам не удалось укоренить садовые формы ели сербской 'Nana' и 'Pendula'. Садовые формы ели европейской укореняются за 4–5, иногда за 3 мес.; ели сизой – за 3–4, реже 5 мес.; ели черной – за 4–5; ели восточной – 5–7; ели колючей – 3–5 мес. Следует также

помнить, что при проведении черенкования елей в обязательном порядке черенки нужно притенять.

Почти все изученные садовые формы рода ель, за исключением 'Daisys White', образуют корни, минуя стадию каллусообразования. При этом, как правило, бывает несколько (1–3 шт.) корней I порядка. В нашем опыте максимальное число корней на 1 черенок – 7 шт. отмечено у ели европейской 'Procumbens' и более 5 шт. – у ели сизой 'Conica' (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Биометрические показатели укорененных черенков у культиваров различных видов рода *Picea* Dietr.

Декоративная форма	Количество корней, шт.		Длина корней, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Ель европейская				
'Cupressina'	2,0 ± 0,1	30,0 ± 4,1	11,6 ± 2,4	1,5 ± 0,4
'Remontii'	1,0 ± 0,1	22,1 ± 3,9	15,0 ± 2,8	0,7 ± 0,1
'Pendula'	1,0 ± 0,1	38,0 ± 6,0	24,8 ± 3,0	1,7 ± 0,1
'Procumbens'	2,3 ± 0,5	57,3 ± 10,3	15,0 ± 2,8	0,9 ± 0,1
'Will's Zwerg'	1,0 ± 0,1	18,3 ± 2,0	12,1 ± 1,3	1,1 ± 0,1
Ель сизая				
'Alberta Blue'	1,6 ± 0,1	24,0 ± 1,0	10,9 ± 0,3	1,2 ± 0,1
'Conica'	5,1 ± 0,2	40,6 ± 2,1	14,0 ± 2,6	4,0 ± 0,3
'Daisy's White'	3,3 ± 0,1	26,6 ± 1,7	13,0 ± 1,2	3,5 ± 0,3
'Sander's Blue'	2,0 ± 0,1	40,0 ± 6,1	10,5 ± 1,4	1,3 ± 0,1
Ель черная				
'Nana'	3,3 ± 0,6	17,6 ± 2,4	7,0 ± 1,0	2,4 ± 0,4
Ель сербская				
'Pendula'	3,0 ± 0,1	45,2 ± 6,1	11,5 ± 1,3	0,9 ± 0,1
Ель восточная				
'Aurea'	1,1 ± 0,1	38,1 ± 4,1	20,5 ± 3,5	1,6 ± 0,1
Ель колючая				
'Glauca'	1,1 ± 0,1	19,2 ± 1,5	25,4 ± 3,1	5,6 ± 0,7
'Hoopsii'	2,2 ± 0,3	50,3 ± 5,5	34,5 ± 1,2	2,0 ± 0,1

Примечание. Здесь и далее данные приведены в виде $M \pm t$, где M – среднее значение, t – ошибка среднего.

Корни I порядка у культиваров елей обычно длинные, особенно у форм ели колючей. Средняя длина составляет 7–16 см, но отдельные корни могут достигать 30 см и более. Корней II порядка образуется от 20 до 60 шт. длиной 1–3 см. Максимальная длина отмечена у ели колючей ‘Glauca’ – около 6 см. Характерно наличие довольно большого (43–115 шт.) числа коротких, длиной до 1 см, корней III порядка. Укорененные черенки садовых форм елей дают небольшой прирост, у большинства 1–3, у ели колючей ‘Glauca’ – до 4 см.

3.2. Особенности ризогенеза у культиваров тсуги канадской (*Tsuga canadensis* (L.) Carr.

Среди культиваров тсуги канадской встречаются в основном низкорослые и карликовые формы (высотой от 0,5 до 4 м) с веерообразной, гнездовидной, конусовидной, шаровидной, стелющейся и плакучей кроной. В условиях Беларуси у молодых растений иногда отмечается повреждение неодревесневшего прироста однолетних побегов, поэтому в течение первых двух лет саженцы необходимо укрывать на зиму лапником, а также высаживать их на защищенных от ветра местах. Карликовые культивары тсуги канадской украсят каменистый, вересковый и японский сады. Стелющиеся формы могут использоваться для озеленения склонов. Перспективными для условий Беларуси являются ‘Minima’, ‘Cole’s Prostrate’, ‘Compacta’, ‘Jeddeloh’ и др.

Размножаются культивары тсуги канадской в основном черенкованием и прививкой. Изучение укореняемости черенков у садовых форм тсуги канадской показало, что она колеблется от 11 до 88% (рис. 3.2). Образование каллуса происходит через 60–92 дня, корней через 71–163 дня.

Значительно выделяются укорененные черенки ‘Cole’s Prostrate’, отличающиеся максимальной длиной корней I порядка (23 см), большим количеством корней II порядка (185 шт.) (табл. 3.2).

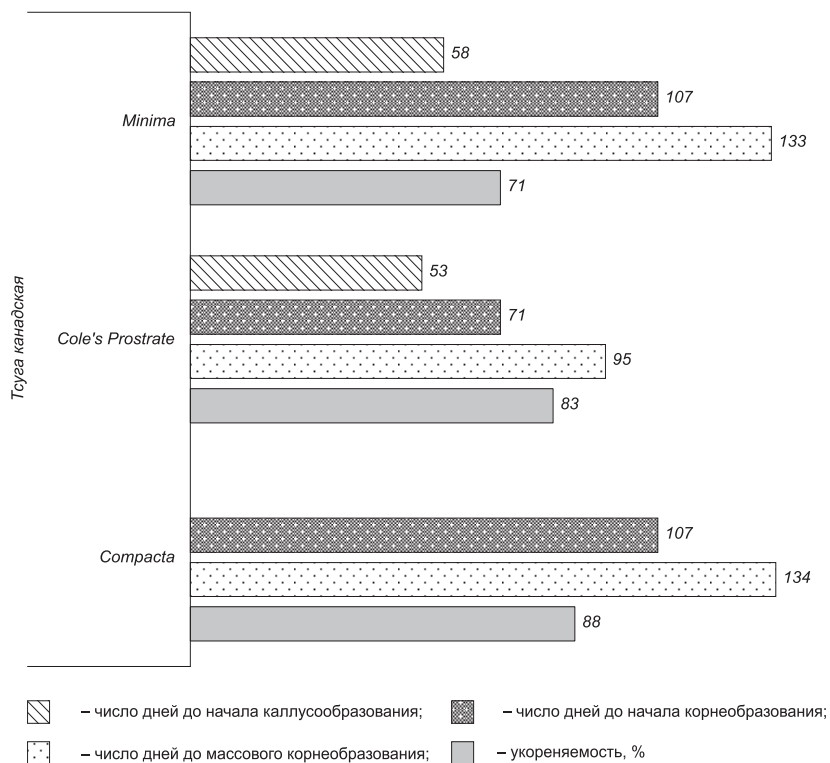


Рис. 3.2. Регенерационный потенциал у стеблевых черенков садовых форм тсуги канадской (*Tsuga canadensis* Carr.)

Таблица 3.2. Биометрические показатели укорененных черенков у культиваров тсуги канадской (*Tsuga canadensis* Carr.)

Декоративная форма	Количество корней, шт.		Длина корней, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
‘Cole’s Prostrate’	1,6 ± 0,5	25,6 ± 6,0	11,2 ± 2,7	1,5 ± 1,1
‘Compacta’	2,3 ± 0,6	38,0 ± 1,4	11,3 ± 3,9	1,2 ± 0,2
‘Minima’	6,3 ± 0,2	82,3 ± 8,8	10,4 ± 1,0	1,1 ± 0,4

3.3. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода *Taxus* L.

Тисы являются одним из родов сем. *Taxaceae*. Род *Taxus* L. включает 7 видов, растущих в Европе, Восточной Азии и Северной Америке. Тисы достигают 10–20 м в высоту и 10–15 м в ширину. Имеют множество садовых форм и широко используются в садово-парковом строительстве. В условиях Беларуси растут кустовидно. Благодаря наличию большого количества спящих почек они являются незаменимыми растениями для топиарного искусства. Благодаря разнообразию морфологических признаков тисы пригодны для посадки в альпинариях, на мемориальных объектах, в небольших группах, а также для одиночных посадок, в том числе для создания живых изгородей, бордюров. Для использования и размножения на территории Беларуси рекомендуются культивары тиса ягодного ‘Adpressa’, ‘Amersfoort’, ‘Aurea Decora’, ‘Dovastoniana’, ‘Dovostonii Aurea’, ‘Elegantissima’, ‘Standishii’, ‘Fastigiata Variegata’, ‘Repandens Aurea’, ‘Sommergold’, ‘Kornik’ и тиса среднего ‘Hillii’.

Лучшей укореняемостью черенков отличаются садовые формы тиса ягодного ‘Aureovariegata’, ‘Elegantissima’, ‘Fastigiata Variegata’ и тиса среднего ‘Hilli’ (70–100%) (рис. 3.3).

Хуже укореняются такие культивары, как ‘Dovastoniana’, ‘Repandens Aurea’ и ‘Sommergold’ (17–30%).

У черенков садовых форм тиса ягодного ‘Aurea Decora’, ‘Fastigiata Variegata’ и среднего ‘Hilli’ каллус образуется примерно через 27–37 дней, у ‘Adpressa’, ‘Aureovariegata’, ‘Kornik’ и ‘Sommergold’ – через 65, а у ‘Dovastoniana’ – более чем через 100 дней. До появления корней проходит, как правило, от 3 до 5 мес.

Корни образуются по всей находящейся в субстрате длине черенка. Корней I порядка у форм тисов образуется в среднем 4–9 шт., у некоторых их число достигает 12–15 шт. (‘Sommergold’, ‘Aureovariegata’, ‘Elegantissima’) (табл. 3.3).

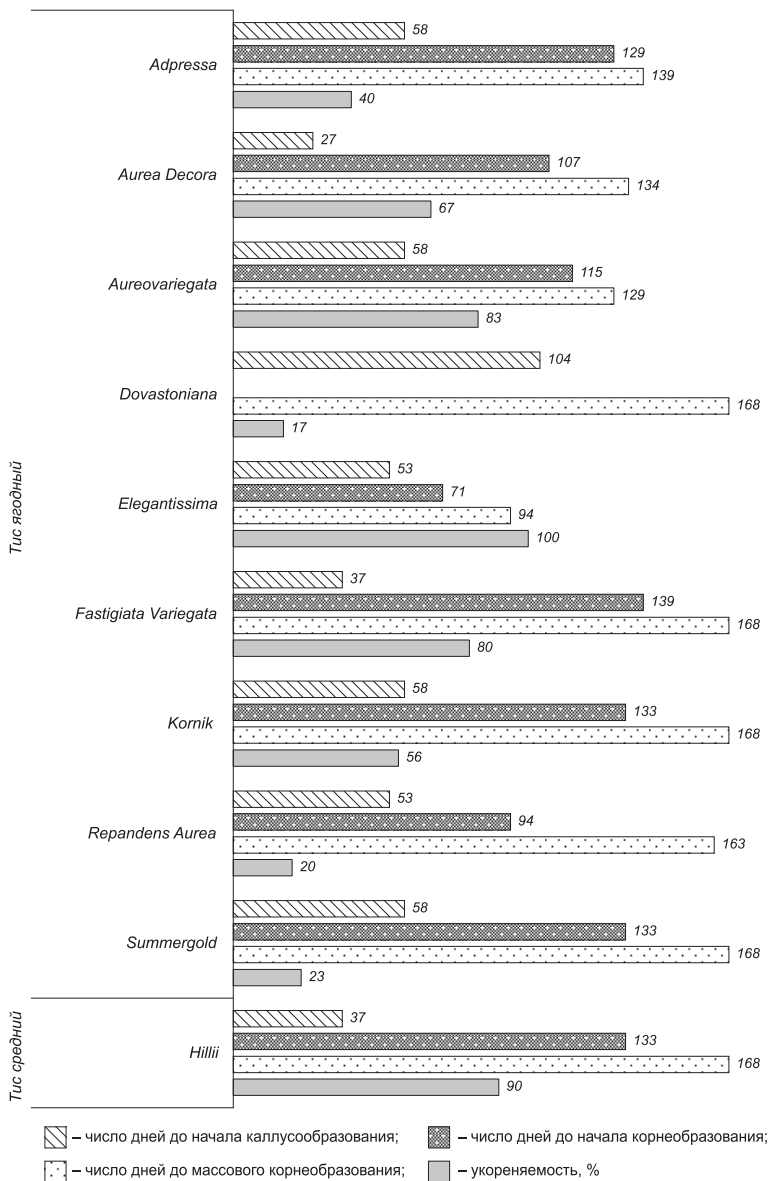


Рис. 3.3. Регенерационный потенциал у стеблевых черенков садовых форм различных видов рода *Taxus* L.

Таблица 3.3. Биометрические показатели укорененных стеблевых черенков садовых форм различных видов рода *Taxus L.*

Декоративная форма	Количество корней, шт.		Длина корней, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Тис ягодный				
‘Adpressa’	3,6 ± 0,6	13,0 ± 2,3	7,6 ± 1,1	3,7 ± 0,5
‘Aurea Decora’	4,0 ± 1,6	20,0 ± 0,6	12,9 ± 2,5	1,1 ± 0,1
‘Aureovariegata’	14,0 ± 3,4	48,6 ± 9,0	9,8 ± 1,5	4,1 ± 0,5
‘Dovastoniana’	5,0 ± 0,1	27,0 ± 0,1	10,2 ± 1,9	0,7 ± 0,1
‘Elegantissima’	4,3 ± 0,8	19,6 ± 2,9	8,4 ± 1,3	0,9 ± 0,1
‘Fastigiata Variegata’	7,0 ± 0,1	10,0 ± 0,2	5,4 ± 0,9	0,4 ± 0,1
‘Kornik’	6,0 ± 1,1	23,3 ± 4,1	10,3 ± 2,1	1,8 ± 0,1
‘Repandens Aurea’	5,0 ± 1,3	5,6 ± 0,9	4,5 ± 0,6	6,2 ± 1,3
‘Summergold’	6,6 ± 1,1	19,0 ± 3,3	6,4 ± 1,6	3,0 ± 0,5
Тис средний				
‘Hillii’	6,3 ± 1,8	27,3 ± 2,5	5,9 ± 1,4	1,1 ± 0,1

Средняя длина 5–13 см. Корней II порядка образуется от 10 до 30 шт., максимум 49 шт. (‘Aureovariegata’), минимум – 6 шт. (‘Repanda’).

3.4. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода *Chamaecyparis Spach.*

Род кипарисовик (*Chamaecyparis Spach.*) представлен 7 видами, естественно произрастающими на территории Северной Америки и Восточной Азии. Среди них встречаются как деревья высотой до 10 м (реже 20 м) с кеглевидной, узко- или ширококонической кроной, так и карликовые формы высотой до 1,5 м с кустовидной, ширококонусовидной, подушковидной, округлой, шаровидной кроной. Имеются формы с чешуевидной и шиловидной хвоей различных оттенков зеленого цвета, а также с серебристо-голубой, золотисто- или ярко-желтой, пестрой окраской хвои. В условиях Беларуси растут кустовидно, реже в виде небольших деревьев.

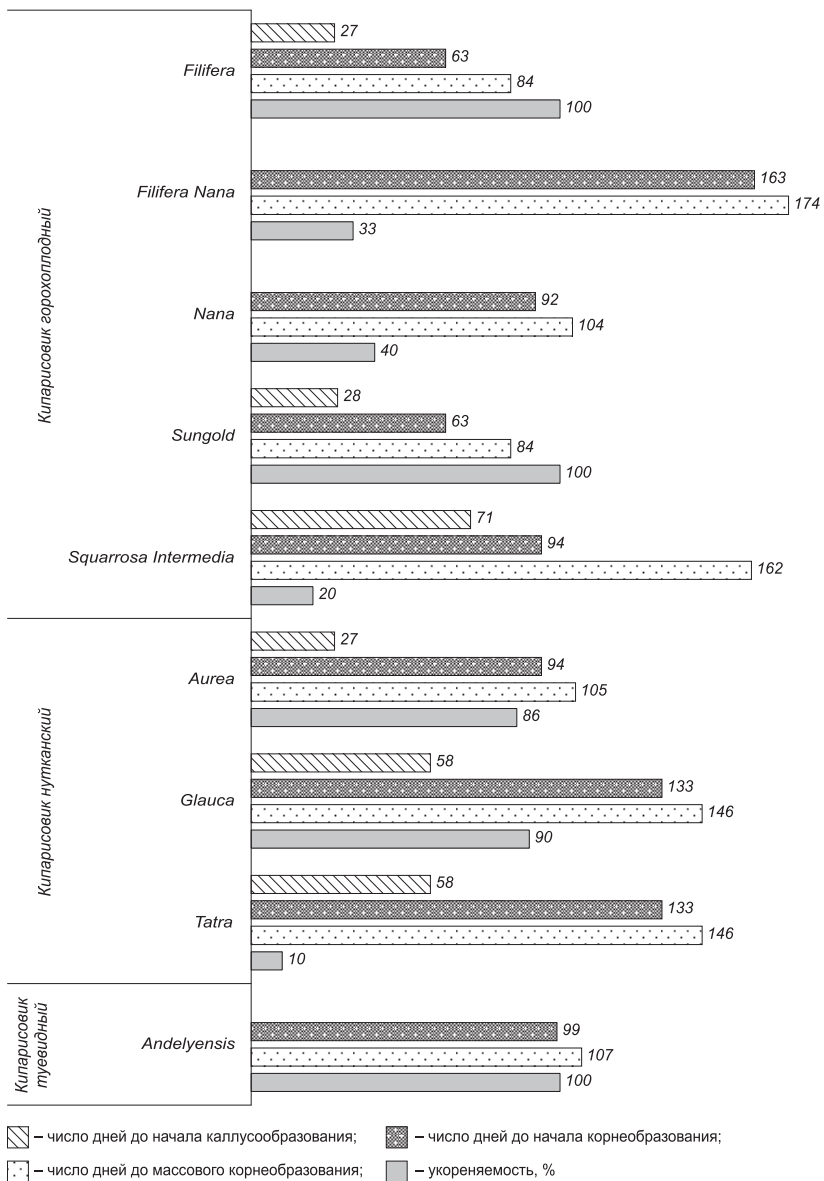


Рис. 3.4. Регенерационный потенциал стеблевых черенков укультурваров различных видов рода *Chamaecyparis* Spach.

Для зеленого строительства рекомендуются культивары кипарисовика горохоплодного 'Boulevard', 'Filifera', 'Filifera Nana', 'Nana', 'Squarrosa', 'Squarrosa Intermedia', 'Sungold' и кипарисовика нутканского 'Aurea', 'Glauca', 'Tatra'.

Из числа изученных садовых форм кипарисовика нутканского успешно размножаются 'Aurea' и 'Glauca', укореняемость 60–100%, у 'Tatra' значительно ниже (10%) (рис. 3.4). Образование каллуса у черенков садовых форм кипарисовика нутканского происходит через 1–2 мес., корней – через 3–5 мес.

Достаточно легко укореняются нитчатые формы кипарисовика горохоплодного 'Filifera' и 'Sungold'. При соблюдении всех агротехнических правил укореняемость их черенков достигает 100%. Низкорослые формы кипарисовика горохоплодного укореняются несколько хуже (10–40%). Из-за высокой чувствительности к солнечным ожогам низкая укореняемость и у 'Squarrosa Intermedia' (15–20%). Следует также отметить, что декоративные формы кипарисовика горохоплодного каллус образуют не всегда, а корни у них появляются через 2–5 мес. Количество корней I порядка от 3 до 15 шт. длиной 8–14 см (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Биометрические показатели укорененных черенков у культиваров различных видов рода *Chamaecyparis* Sprach.

Декоративная форма	Количество корней, шт.		Длина корней, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Кипарисовик нутканский				
'Aurea'	3,0 ± 0,1	34,0 ± 2,0	8,3 ± 0,4	2,4 ± 0,1
'Glauca'	6,0 ± 0,8	17,3 ± 1,6	5,5 ± 0,2	2,0 ± 0,1
'Tatra'	13,0 ± 0,1	54,0 ± 0,8	12,8 ± 0,4	1,6 ± 0,1
Кипарисовик горохоплодный				
'Filifera'	3,3 ± 0,4	42,6 ± 1,5	13,3 ± 1,4	6,0 ± 0,3
'Filifera Nana'	8,5 ± 1,5	19,5 ± 2,5	4,7 ± 0,8	0,7 ± 0,1
'Nana'	7,0 ± 0,4	42,0 ± 2,9	1,5 ± 1,3	2,4 ± 0,2
'Squarrosa Intermedia'	7,0 ± 0,9	24,0 ± 0,5	14,0 ± 1,6	2,8 ± 0,4
'Sungold'	9,3 ± 1,0	60,0 ± 5,6	11,9 ± 1,4	2,9 ± 0,1
Кипарисовик туевидный				
'Andelyensis'	11,3 ± 2,6	86,6 ± 0,2	12,3 ± 2,5	1,9 ± 1,0

Максимальное количество корней на черенке образуется у ‘Filifera’ (15 шт.). Корней II порядка формы кипарисовика горохоплодного образуют 20–60 шт., длиной от 1 до 6 см. Максимальное количество корней III порядка у ‘Filifera’ – 33–34, длиной 1–2 см. У других форм их от 10 до 45 шт. длиной до 1 см, и только ‘Filifera Nana’ не образует корней III порядка. Максимальный прирост надземной части черенков (22–25 см) дают ‘Filifera’ и ‘Sungold’.

Укорененные черенки кипарисовика туевидного ‘Andelyensis’ по развитию корневой системы близки с садовыми формами кипарисовика горохоплодного, но отличаются большим количеством корней II (46–87 шт.) порядка. Однако из-за низкой устойчивости к отрицательным температурам зимнего периода он не рекомендуется для массового использования в зеленом строительстве Беларуси.

3.5. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода *Juniperus* L.

Род можжевельник (*Juniperus* L.) является одним из самых многочисленных в семействе кипарисовых и включает в себя, по разным данным, от 55 до 70 видов и более 450 садовых форм, которые получили широкое распространение в озеленении во многих странах мира. Среди можжевельников встречаются как небольшие вечнозеленые деревья высотой до 10–12 м, реже до 20–30 м, так и кустарники, в том числе карликовые, с конической, колонновидной, яйцевидной, округлой, распростертой, стелющейся, воронковидной или костровидной кроной, шиловидной, игловидной или чешуйчатой хвоей различной окраски. В современном зеленом строительстве особо ценятся хвойные растения с необычным цветом кроны. У можжевельников, кроме зеленой, встречаются разные оттенки желтой, голубоватой и пестрой окраски хвои, многие формы могут менять окраску сезонно, а также в зависимости от условий роста, в том числе освещения. Декоративность растениям придают также плоды – шишкоягоды, которые, созревая в разном количестве в зависимости от формы,

приобретают различную окраску – от голубоватой до темно-фиолетовой или черной с сизым налетом. Можжевельники светолюбивы, засухоустойчивы, морозостойки и зимостойки, относительно нетребовательны к почвенным условиям, хорошо переносят стрижку.

Значительное внутривидовое разнообразие можжевельников, их высокая устойчивость в условиях нашей страны, а также универсальность в использовании являются предпосылками для их широкого внедрения в практику озеленения населенных пунктов Беларуси. Для этих целей рекомендуются культивары можжевельника обыкновенного ‘Anna Maria’, ‘Arnold’, ‘Bruns’, ‘Gold Cone’, ‘Green Carpet’, ‘Sentinel’; можжевельника лежачего ‘Bonin Isles’; можжевельника чешуйчатого ‘Blue Carpet’, ‘Horstmann’, ‘Minima’ и ‘Blue Star’, ‘Holger’, ‘Meyeri’.

Укореняемость прямостоячих форм можжевельника обыкновенного ‘Arnold’, ‘Bruns’, ‘Gold Cone’, ‘Horstmann’, ‘Sentinel’ и ‘Suecica’ выше (20–100%), чем низкорослых ‘Minima’ и var. ‘Jackii’ (17–25%). Исключение составляет ‘Hibernica’ (до 27%), часть черенков которого погибает от солнечных ожогов хвои (рис. 3.5).

В зависимости от сроков черенкования каллус образуется через 1–3 мес. Период формирования корней длится от 2 до 8 мес.

Можжевельник лежачий ‘Bonin Isles’, как и все стелющиеся формы, укореняется хорошо (рис. 3.5). Каллус образуется через месяц, корни через 3–5 мес. после посадки (рис. 3.5).

Среди садовых форм можжевельника чешуйчатого укореняемость выше у ‘Blue Carpet’ и ‘Holger’, черенки которых часто не образуют каллуса. Следует отметить более высокую чувствительность ‘Blue Star’ к избыточному увлажнению и освещению, что вызывает гнивание черенков и подсыхание хвои. У изученных форм, как правило, через 1, реже 2 мес. отмечается образование каллуса, а еще через 1–3 мес. – корней. Исключение составляет ‘Blue Carpet’, у которого корни появляются через 3–5 мес. (рис. 3.5).

В процессе укоренения у черенков садовых форм можжевельника обыкновенного образуется достаточно развитая корневая система, состоящая из 3–7 корней I порядка и 20–49 корней II порядка длиной соответственно от 8,7 до 15,2 см и от 1,8 до 3,7 см (табл. 3.5).

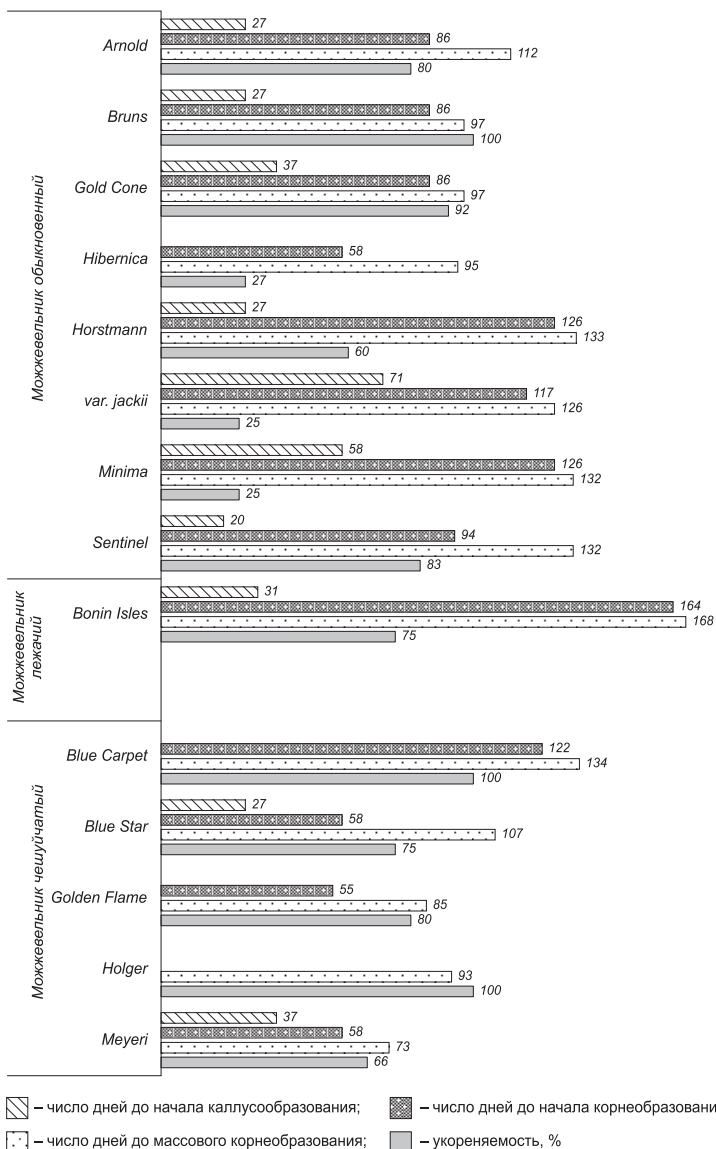


Рис. 3.5. Регенерационный потенциал у стеблевых черенков культиваров можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), лежачего (*Juniperus procumbens* (Endl.) Miq.) и чешуйчатого (*Juniperus squamata* Buch. Ham. et D. Don)

Таблица 3.5. Биометрические показатели укорененных стеблевых черенков у культиваров можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), лежачего (*Juniperus procumbens* (Endl.) Miq.) и чешуйчатого (*Juniperus squamata* Buch. Ham. et D. Don)

Декоративная форма	Количество корней на один черенок, шт.		Длина корней на один черенок, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Можжевельник обыкновенный				
‘Arnold’	7,3 ± 0,4	40,3 ± 2,8	8,7 ± 0,2	2,5 ± 0,1
‘Bruns’	3,6 ± 0,1	36,0 ± 2,0	12,3 ± 0,9	2,7 ± 0,7
‘Gold Cone’	5,0 ± 0,6	49,3 ± 6,5	14,5 ± 1,1	2,1 ± 0,1
‘var. Jackii’	4,3 ± 0,4	28,0 ± 2,7	11,1 ± 1,0	1,7 ± 0,1
‘Hibernica’	6,0 ± 0,4	45,0 ± 3,4	12,9 ± 2,3	1,8 ± 0,5
‘Horstmann’	4,0 ± 0,1	26,6 ± 2,4	8,9 ± 1,1	3,7 ± 0,8
‘Minima’	4,3 ± 0,5	21,6 ± 1,0	15,2 ± 3,2	2,3 ± 0,8
‘Sentinel’	6,0 ± 0,4	28,0 ± 3,5	10,1 ± 1,7	2,1 ± 0,5
Можжевельник лежачий				
‘Bonin Isles’	3,0 ± 0,1	18,5 ± 1,5	8,9 ± 1,7	1,5 ± 0,1
Можжевельник чешуйчатый				
‘Blue Carpet’	6,0 ± 1,4	32,6 ± 4,7	12,1 ± 2,2	1,9 ± 0,1
‘Blue Star’	7,0 ± 1,5	67,3 ± 3,0	11,8 ± 3,5	1,6 ± 0,9
‘Golden Flame’	5,5 ± 1,5	23,0 ± 2,0	10,3 ± 2,3	2,2 ± 0,5
‘Holger’	7,0 ± 2,1	34,6 ± 7,0	11,1 ± 2,0	1,9 ± 0,2
‘Meyeri’	7,6 ± 0,6	67,0 ± 0,5	10,1 ± 1,4	1,8 ± 0,6

У культиваров можжевельника чешуйчатого корней I порядка образуется от 5 до 7 шт., II порядка – от 23 до 67 шт. при длине соответственно от 10–12 см и 1,6–2,2 см.

Перспективные для выращивания на территории Беларуси культивары можжевельника горизонтального – ‘Agnieszka’, ‘Blue Chip’, ‘Douglasii’, ‘Grey Pearl’, ‘Hughes’, ‘Plumosa’, ‘Reptans’, ‘Wiltonii’ и др.; можжевельника среднего – ‘Golden Saucer’, ‘Gold Star’, ‘Mint Julep’, ‘Pfitzeriana Glauca’; можжевельника казацкого – ‘Arcadia’, ‘Broadmoor’, ‘Rockery Gem’, ‘Buffalo’ и др.

Исследования показали, что культивары можжевельника горизонтального имеют высокий регенерационный потенциал стеблевых черенков (рис. 3.6). У большинства укореняемость часто

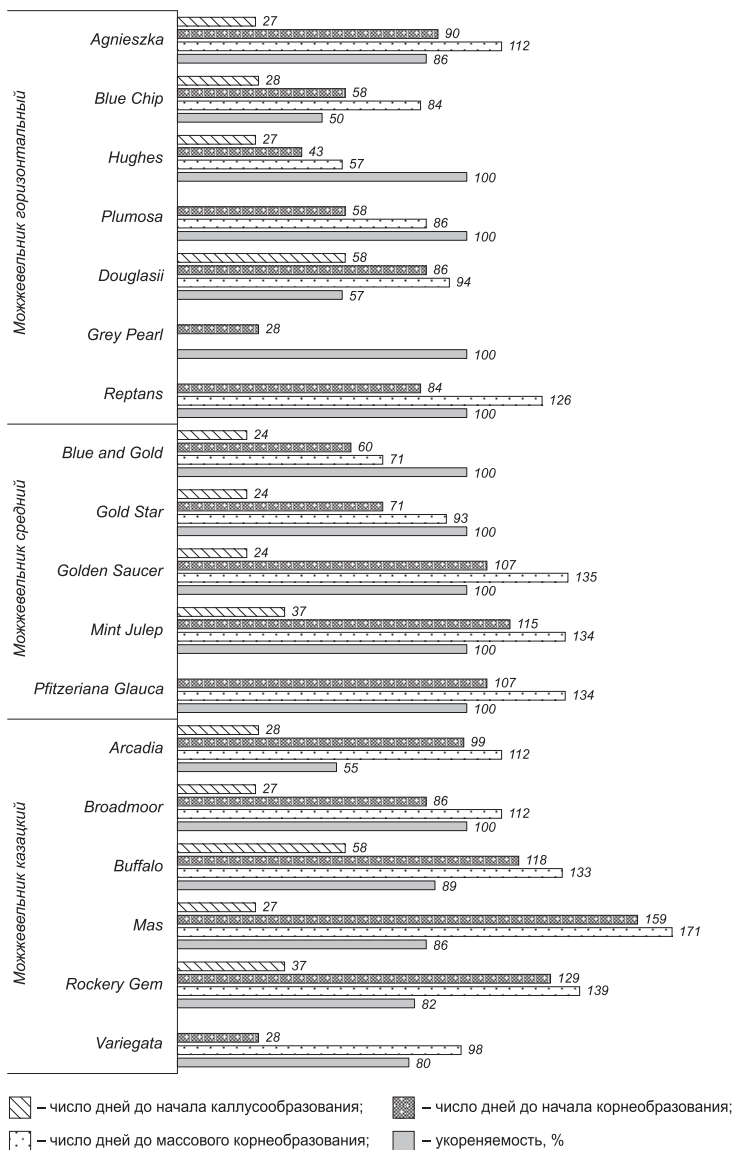


Рис. 3.6. Регенерационный потенциал у культиваров можжевельника горизонтального (*Juniperus horizontalis* Moench), среднего (*Juniperus × media* van Melle) и казацкого (*Juniperus sabina* L.)

достигает 100%. Корни формируются через 2–3, иногда через 1 мес. ('Grey Pearl'), у некоторых минуя стадию образования каллуса.

Исключительно легко укореняются черенки садовых форм можжевельника среднего. У всех исследованных культиваров наблюдался 100% выход укорененных черенков. Каллус отмечается в среднем через месяц. Первые корни появляются через 2–4 мес., иногда несколько позже.

Укореняемость у садовых форм можжевельника казацкого также достаточно высокая, в среднем 40–80%. Каллус образуется через 1–2 мес., корни – через 3–5 мес., у 'Variegata' корнеобразование отмечалось через месяц.

Культивары вышеперечисленных видов формируют разветвленную корневую систему (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Биометрические показатели укорененных черенков у культиваров можжевельника горизонтального (*Juniperus horizontalis* Moench), среднего (*Juniperus x media* van Melle) и казацкого (*Juniperus sabina* L.)

Декоративная форма	Количество корней на один черенок, шт.		Длина корней на один черенок, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Можжевельник горизонтальный				
'Agnieszka'	6,3 ± 0,9	31,6 ± 3,1	11,2 ± 1,5	2,2 ± 0,4
'Blue Chip'	2,0 ± 0,1	14,0 ± 0,1	13,0 ± 2,5	4,8 ± 1,8
'Grey Pearl'	6,0 ± 0,5	52,0 ± 2,1	14,8 ± 2,4	4,1 ± 0,3
'Hughes'	5,3 ± 0,5	41,6 ± 2,1	16,1 ± 1,0	2,5 ± 0,2
'Plumosa'	6,0 ± 0,4	59,3 ± 3,2	13,1 ± 2,2	3,0 ± 0,7
'Reptans'	7,0 ± 0,3	25,0 ± 1,0	7,1 ± 1,0	1,6 ± 0,8
'Wiltonii'	7,5 ± 0,5	36,0 ± 2,0	7,6 ± 1,0	1,3 ± 0,6
Можжевельник средний				
'Blue and Gold'	6,6 ± 0,9	31,0 ± 2,5	5,1 ± 0,9	0,9 ± 0,1
'Gold Star'	9,6 ± 1,2	59,0 ± 7,6	9,8 ± 1,5	1,7 ± 0,1
'Golden Saucer'	3,0 ± 1,0	26,3 ± 5,0	11,7 ± 2,6	1,2 ± 0,1
'Mint Julep'	10,6 ± 1,2	69,0 ± 11,5	11,1 ± 1,4	1,9 ± 0,2
'Pfitzeriana Glauca'	7,3 ± 1,2	33,0 ± 5,5	9,7 ± 1,1	1,8 ± 0,1

Декоративная форма	Количество корней на один черенок, шт.		Длина корней на один черенок, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Можжевельник казацкий				
‘Arcadia’	9,0 ± 0,8	46,0 ± 5,7	10,7 ± 1,4	1,8 ± 0,1
‘Broadmoor’	3,6 ± 0,2	17,3 ± 5,5	10,8 ± 2,3	3,3 ± 0,6
‘Buffalo’	5,0 ± 1,0	20,5 ± 2,5	10,2 ± 2,5	2,2 ± 0,7
‘Rockery Gem’	4,3 ± 0,2	37,6 ± 6,9	14,0 ± 2,1	2,6 ± 0,7
‘Mas’	8,6 ± 1,0	53,6 ± 8,9	14,8 ± 2,3	3,2 ± 0,7

Среди культиваров можжевельника горизонтального наиболее слабую корневую систему формируют черенки ‘Blue Chip’, которая состоит, как правило, из двух корней I порядка и 14 корней II порядка длиной 13,0 и 4,8 см соответственно. У культиваров можжевельника среднего и казацкого на черенке образуется в среднем от 3 до 10 корней I порядка и от 17 до 60 корней II порядка.

Перспективные для выращивания в условиях Беларуси культивары можжевельника китайского – ‘Blaauw’, ‘Blue Alps’, ‘Iowa’, ‘Keteleeri’, ‘Mountbatten’, ‘Obelisk’, ‘Plumosa Albovariegata’, ‘Plumosa Aureovariegata’, ‘Plumosa Aurea’; скального – ‘Blue Arrow’, ‘Pathfinder’, ‘Skyrocket; виргинского – ‘Burkii’ и ‘Sanaertii’. Среди изученных трех садовых форм можжевельника скального максимальная укореняемость (100%) выявлена у ‘Blue Arrow’ (рис. 3.7).

Каллус образуется через 1–5 мес., у ‘Skyrocket’ иногда его не отмечалось. У ‘Blue Arrow’ и ‘Pathfinder’ корни образуются через 3–5 мес., у ‘Skyrocket’ – через 3–8 мес.

У большинства садовых форм можжевельника китайского укореняемость черенков колеблется от 25 до 80%. Лучше других (до 100%) укореняются ‘Blue Alps’ и ‘Obelisk’, очень низкая укореняемость у черенков ‘Blaauw’ (13–30%). За исключением ‘Kugivao Gold’ и ‘Kaizuka Variegat’, у всех садовых форм через 1–3 мес. образуется каллус. Быстрее других, через 3–4 мес., корни появляются у ‘Blue Alps’, ‘Obelisk’, ‘Plumosa Albovariegata’ и ‘Plumosa

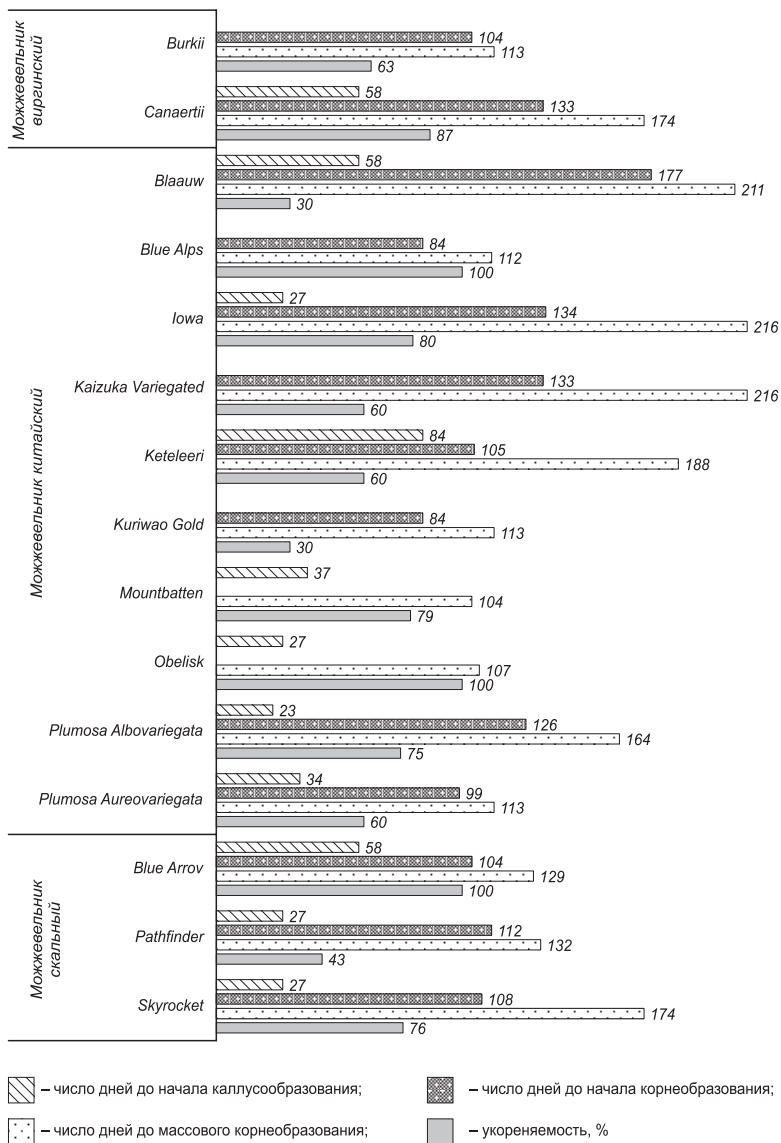


Рис. 3.7. Регенерационный потенциал у культиваров можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana* L., китайского (*Juniperus chinensis* L.) и скального (*Juniperus scopulorum* Sarg.).

Aureovariegata’. У некоторых садовых форм процесс корнеобразования может длиться до 8 мес.

Достаточно высокой укореняемостью (63–87%) отличаются садовые формы можжевельника виргинского. Образование каллуса у ‘*Burkii*’ начинается через месяц, у ‘*Canaertii*’ – через 2–3 мес. Период образования корней у обеих форм растянут на 3–6 мес.

Оценка развития корневой системы на черенках свидетельствует о наличии у культиваров можжевельника китайского и скального достаточно четкой дифференциации как по количеству образовавшихся корней, так и по их длине, что менее заметно у культиваров можжевельника виргинского (табл. 3.7).

Таблица 3.7. Биометрические показатели укорененных черенков можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana* L., китайского (*Juniperus chinensis* L.) и скального (*Juniperus scopulorum* Sarg.)

Декоративная форма	Количество корней на один черенок, шт.		Длина корней на один черенок, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
Можжевельник китайский				
‘ <i>Blaauw</i> ’	6,6 ± 0,3	19,3 ± 3,1	7,3 ± 2,5	1,5 ± 0,1
‘ <i>Blue Alps</i> ’	7,5 ± 1,5	44,0 ± 2,0	11,8 ± 1,4	1,6 ± 0,1
‘ <i>Iowa</i> ’	1,0 ± 0,1	13,0 ± 0,1	23,0 ± 0,1	1,8 ± 0,5
‘ <i>Kaizuka Variegated</i> ’	4,0 ± 0,1	16,6 ± 1,4	7,5 ± 1,0	1,1 ± 0,1
‘ <i>Keteleeri</i> ’	4,0 ± 0,1	32,3 ± 4,2	10,0 ± 1,3	3,1 ± 0,5
‘ <i>Kuriwao Gold</i> ’	3,0 ± 0,1	25,0 ± 0,1	7,9 ± 1,1	1,9 ± 0,3
‘ <i>Mountbatten</i> ’	3,0 ± 0,4	25,3 ± 5,5	13,6 ± 1,3	3,4 ± 1,3
‘ <i>Obelisk</i> ’	2,6 ± 0,6	47,6 ± 14,0	25,9 ± 2,5	6,2 ± 1,4
‘ <i>Plumosa Albovariegata</i> ’	6,6 ± 1,4	21,6 ± 2,8	7,4 ± 1,8	1,4 ± 0,8
‘ <i>Plumosa Aureovariegata</i> ’	3,0 ± 0,1	26,0 ± 0,2	6,0 ± 0,4	1,2 ± 0,1
‘ <i>Aurea</i> ’	3,6 ± 0,6	28,3 ± 1,2	13,8 ± 0,8	0,9 ± 0,1
Можжевельник скальный				
‘ <i>Blue Arrow</i> ’	5,0 ± 0,7	46,6 ± 0,8	13,2 ± 3,6	2,2 ± 0,1
‘ <i>Pathfinder</i> ’	1,3 ± 0,4	21,0 ± 2,9	15,2 ± 1,7	2,4 ± 0,1
‘ <i>Skyrocket</i> ’	5,5 ± 0,1	24,5 ± 1,6	14,7 ± 2,7	2,1 ± 0,3
Можжевельник виргинский				
‘ <i>Burkii</i> ’	2,0 ± 0,1	16,5 ± 3,5	9,7 ± 2,7	1,6 ± 0,3
‘ <i>Canaertii</i> ’	2,8 ± 0,8	10,6 ± 2,5	10,0 ± 2,8	3,8 ± 0,7

3.6. Особенности ризогенеза у культиваров туи западной (*Thuja occidentalis* L.)

Род туя (*Thuja* L.) включает 6 видов (западная, восточная, гигантская, корейская, Стендиша и сычуаньская), произрастающих в Северной Америке, Китае и Японии. Это вечнозеленые деревья или кустарники с чешуевидной хвоей. В Беларуси наибольшее распространение получила туя западная и ее садовые формы. Туя западная – *Thuja occidentalis* L. дерево высотой 15–20 м и диаметром ствола 0,5–1,0 м. Естественно произрастает в зоне хвойных и смешанных лесов северо-востока США и восточной части Канады.

В Беларуси культивируется с конца XVIII в. Широкое распространение получили ее многочисленные формы, которых к настоящему времени насчитывается более 150. Они зимостойки, умеренно требовательны к почвенному плодородию. Успешно используются как для одиночных, так и групповых посадок. Переносят сильную обрезку и являются востребованными растениями для живых изгородей, шумозащитных и заградительных полос.

Основным способом получения однородного посадочного материала декоративных форм туи западной с сохранением признаков материнских растений является черенкование. Оценка регенерационной способности стеблевых черенков 16 культиваров показала их высокую способность к укоренению (рис. 3.8).

Самые лучшие показатели получены у карликовой туи с юношеской формой хвои ‘Teddy’. Независимо от размера черенка, срока заготовки и других факторов укореняемость составляет 100%. Каллус не образуется. Начало появления корней отмечается уже через 10 дней, массовое корнеобразование – через 20–30 дней. Корни встречаются по всей части черенка, заглубленного в субстрат. Особенно длинные мочковатые, горизонтально расположенные корешки образуются ближе к поверхности субстрата.

Высоким регенерационным потенциалом (до 100%) отличаются культивары: ‘Holmstrup’, ‘Pendula’, ‘Stolvijk’ и ‘Sunkist’. Каллус у них образуется на 21–37-й день, корни появляются через 1–2 мес., массовое корнеобразование – через 2–3 мес. Несколько

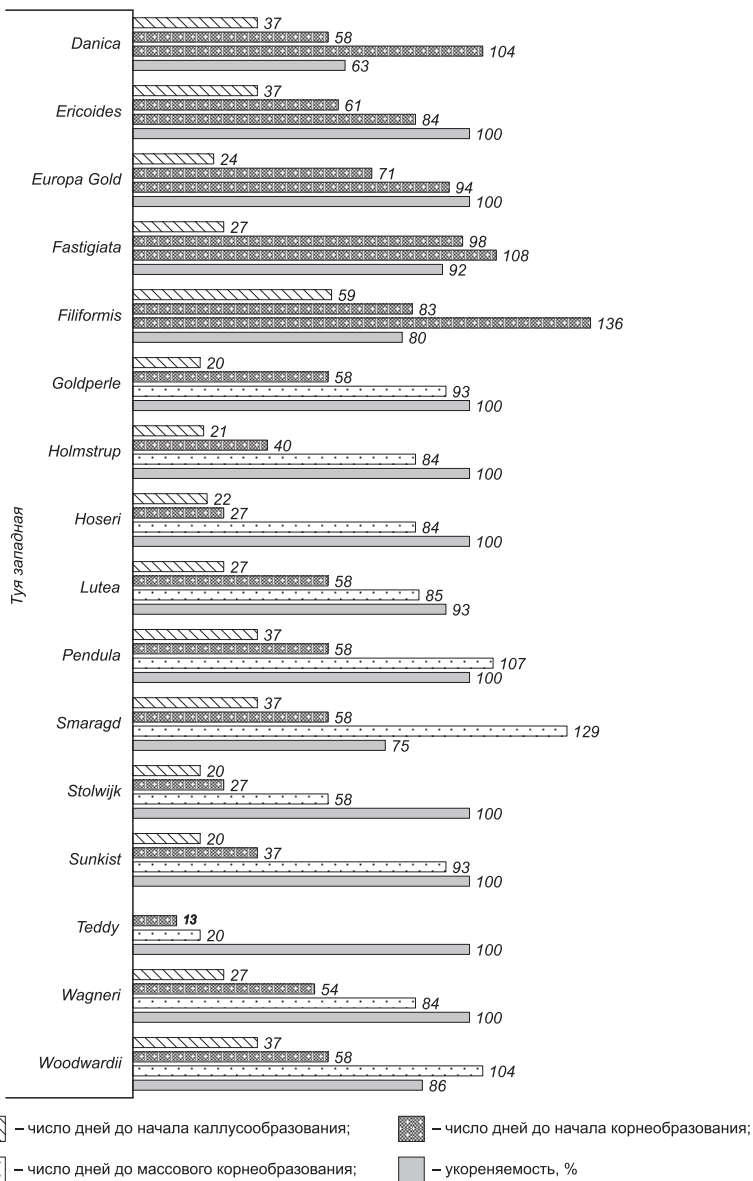


Рис. 3.8. Регенерационный потенциал у культиваров туй западной (*Thuja occidentalis* L.)

хуже укореняются (30–85%) ‘Danica’, ‘Lutea’, ‘Smaragd’ и ‘Woodwardii’.

До образования каллуса у большинства культиваров туи западной проходит, как правило, от 24 до 70 дней. Более длительный срок калусообразования у ‘Wagneri’ и ‘Filiformis’. Корни образуются через 2,5–3,0 мес., иногда через 4 мес.

Относительно других форм максимальное количество корней I порядка, в среднем около 80 шт. на черенок, образует ‘Teddy’, свыше 40 шт. – ‘Sunkist’, среднее положение (6–10 шт.) занимают ‘Fastigiata’, ‘Smaragd’ и ‘Stolwijk’. У остальных форм количество корней I порядка колеблется от 3 до 28 шт. (табл. 3.8).

Таблица 3.8. Биометрические показатели укорененных черенков садовых форм туи западной (*Thuja occidentalis* L.)

Декоративная форма	Количество корней на один черенок, шт.		Длина корней на один черенок, см	
	I порядка	II порядка	I порядка	II порядка
‘Danica’	13,3 ± 1,4	35,0 ± 3,7	8,9 ± 0,3	2,5 ± 0,1
‘Ericoides’	14,0 ± 1,3	105,3 ± 9,7	21,5 ± 1,2	7,4 ± 0,8
‘Europa Gold’	22,6 ± 1,1	65,6 ± 4,0	9,1 ± 1,1	1,7 ± 0,3
‘Fastigiata’	10,0 ± 1,4	90,6 ± 5,4	26,0 ± 1,6	4,5 ± 0,5
‘Filiformis’	15,3 ± 1,2	84,3 ± 5,4	10,4 ± 0,7	2,6 ± 0,3
‘Goldperle’	9,5 ± 1,5	70,0 ± 5,1	14,3 ± 1,3	3,8 ± 0,2
‘Holmstrup’	9,0 ± 1,5	73,3 ± 4,9	12,9 ± 1,8	4,1 ± 0,3
‘Hoseri’	14,1 ± 1,2	69,0 ± 6,0	15,0 ± 1,0	3,0 ± 0,2
‘Lutea’	12,6 ± 1,6	99,6 ± 8,3	17,9 ± 1,6	2,6 ± 0,7
‘Pendula’	8,0 ± 1,6	29,6 ± 3,9	7,7 ± 1,6	1,4 ± 0,1
‘Smaragd’	9,3 ± 1,0	60,0 ± 9,6	11,9 ± 2,4	2,9 ± 0,1
‘Stolwijk’	6,6 ± 1,0	49,0 ± 6,3	11,0 ± 1,8	2,7 ± 0,1
‘Sunkist’	20,6 ± 3,5	72,0 ± 11,3	16,8 ± 2,6	2,4 ± 0,2
‘Teddy’	76,3 ± 4,4	152,6 ± 8,6	6,1 ± 0,9	1,7 ± 0,1
‘Wagneri’	15,0 ± 0,8	27,0 ± 3,8	15,9 ± 2,1	2,9 ± 0,8
‘Woodwardii’	15,0 ± 2,7	46,0 ± 5,7	13,5 ± 1,1	2,0 ± 0,1

Максимальной длины корни I порядка достигают у ‘Fastigiata’ (26 см) и ‘Ericoides’ (22 см). У остальных форм длина колеблется от 5 до 19 см. У всех форм количество корней II порядка значительно больше, чем I. Около 100 шт. их насчитывается у ‘Ericoides’, ‘Fastigiata’, ‘Lutea’ и ‘Teddy’, длиной 1–7 см. Макси-

мальное количество корней III порядка отмечено у 'Fastigiata' (111 шт.), у других форм их образуется от 15 до 84 шт. длиной около 1 см.

Таким образом, исследования показали, что ризогенез у культиваров хвойных растений протекает весьма индивидуально. Укореняемость черенков у большинства из них составляет 60–85%, а у культиваров с низкой ризогенной способностью – менее 35%. В то же время отдельные культивары туи западной, можжевельника среднего, туевидного китайского, горизонтального, кипарисовика горохоплодного, ели сизой при поддержании необходимых агротехнических условий влажности и температуры имеют максимальную (100%) ризогенную способность стеблевых черенков.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА АДВЕНТИВНЫХ КОРНЕЙ У СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭНДОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Потенциальная способность черенков к образованию корней проявляется при оптимальном сочетании эндогенных и экзогенных факторов. Основным из эндогенных факторов многие исследователи считают физиологическое состояние маточного растения в период заготовки черенков. Чаще всего черенкование растений рекомендуется проводить в весенний период (апрель–май) [52, 58], для некоторых растений лучший результат достигается при размножении в середине лета [62] или при зимнем черенковании в условиях отапливаемой теплицы [44, 68, 70, 71].

Следует заметить, что готовность маточного растения к черенкованию определяется различными способами. Например, по содержанию воды и водопоглощающей способности побегов, активности пероксидазы, содержанию аскорбиновой кислоты в побегах, содержанию азота и углеводов [76], а также по стадиям развития чечевичек на коре побегов [21]. Однако наиболее простой и доступный способ определения оптимального срока размножения – проведение черенкования в различные фазы сезонного развития маточных растений [5]. Такой подход основывается на том, что каждая фаза сезонного развития характеризуется содержанием в тканях растений определенного количества фитогармонов различных групп, которые обуславливают активность физиологических процессов, протекающих в растении [82], в том числе и готовность стеблевых черенков к укоренению. Таким образом, благоприятный срок для вегетативного размножения растений путем черенкования в новых природно-климатических условиях необходимо устанавливать экспериментально.

4.1. Регенерационная способность стеблевых черенков в зависимости от срока их заготовки

Изучение влияния срока заготовки черенков на корнеобразование у ели колючей ‘Glausa’ и тиса ягодного ‘Aureovariegata’ показало, что у черенков ели колючей ‘Glausa’, заготовленных в период глубокого покоя (начало января), набухание почек началось через 65 дней после посадки, а еще через 10–15 дней происходило единичное их распускание. При этом появившаяся хвоя была недоразвитой и постепенно засыхала из-за загнивания базальной части черенков, что привело к их 100%-ной гибели. Лучше в этом варианте опыта укоренились черенки тиса ягодного ‘Aureovariegata’ (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Корнеобразование у некоторых садовых форм в зависимости от срока заготовки черенков

Название растения	Срок заготовки	Образование каллуса, дней		Период укоренения, дней	Укореняемость, %
		начало	массовое		
Ель колючая ‘Glausa’	Глубокий покой	0	0	0	0
	Вынужденный покой	68	78	180	15
	Окончание вынужденного покоя	39	89	123	23
	Начало роста побегов	*	112	156	12
	Интенсивный рост побегов	*	*	156	4
	Окончание роста побегов	0	0	0	0
Тис ягодный ‘Aureovariegata’	Глубокий покой	135	149	183	80
	Вынужденный покой	*	*	104	10
	Окончание вынужденного покоя	*	*	89	20
	Начало роста побегов	54	90	112	50
	Интенсивный рост побегов	*	*	181	30
	Окончание роста побегов	*	*	181	89

Примечание. * – образование каллуса отсутствовало.

У заготовленных в период вынужденного покоя черенков ели колючей ‘Glausa’ спустя 12–14 дней после высадки начинали набухать и распускаться почки, а еще через 55–60 дней – расти побеги и образовываться каллус. Первые корни появились при-

мерно через 95 дней. Укоренение составило 15%. Тис ягодный ‘Aureovariegata’ этого срока черенкования отличался невысокой регенерационной способностью черенков, укоренилось лишь 10%.

Лучшие результаты по укоренению ели колючей ‘Glausa’ получены при заготовке черенков в период окончания вынужденного покоя. В это время все этапы после набухания почек проходили существенно быстрее. Так, через 10–12 дней распустились почки, а еще через 30 дней на черенках началось образование каллуса. Единичные корни появились через 70 дней, а массовое корнеобразование – через 120 дней. Укоренение составило 23%.

Особенностями корнеобразования у черенков, заготовленных в начале роста побегов, является то, что уже через 12–15 дней у них происходит не только распускание почек и рост побегов до 1,5 см, но и образование каллуса у единичных черенков. Из-за гибели части черенков укоренение составило 12%.

При заготовке черенков ели колючей ‘Glausa’ и тиса ягодного ‘Aureovariegata’ в период интенсивного роста побегов укоренение длилось 156 и 181 день соответственно. Укореняемость черенков была невысокой, у ели колючей ‘Glausa’ – 4%, у тиса ягодного ‘Aureovariegata’ – 30%. Следует отметить следующую особенность корнеобразования у тиса ягодного ‘Aureovariegata’: при наличии каллуса корни появляются в его нижней части, а при отсутствии – по всей длине черенка, заглубленного в субстрат.

Таким образом, установлено, что оптимальными периодами маточных растений для укоренения ели колючей ‘Glausa’ являются вынужденный покой, окончание вынужденного покоя и начало роста побегов. Для черенкования тиса ягодного ‘Aureovariegata’ лучше заготавливать черенки в периоды глубокого покоя, начала или окончания роста побегов.

В опытах с садовыми формами ‘Hibernica’ и ‘Suecica’ можжевельника обыкновенного, ‘Meureri’ можжевельника чешуйчатого, ‘Skyrocket’ и ‘Blue Arrow’ можжевельника скального и ‘Mas’ можжевельника казацкого были выявлены индивидуальные особенности корнеобразования у стеблевых черенков садовых форм одного рода [8]. Черенки садовых форм разных видов проявили неодинаковую способность к корнеобразованию в различные фенологические фазы маточных растений (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Укоренение и развитие корневой системы у черенков садовых форм можжевельников в зависимости от срока заготовки

Название растения	Срок заготовки	Укоренение, %	Период укоренения, дней	Количество корней на 1 черенок, шт.	Длина корней, см
Можжевельник обыкновенный 'Hibernica'	Глубокий покой	12,3 ± 2,5	227 ± 20	38,7 ± 5,2	4,2 ± 2,6
	Вынужденный покой	40,2 ± 6,2	123 ± 14	90,3 ± 3,4	5,6 ± 1,3
	Начало роста побегов	72,6 ± 8,0	95 ± 12	130,4 ± 3,8	4,8 ± 1,7
	Окончание роста побегов	75,7 ± 9,6	76 ± 9	71,1 ± 4,2	5,6 ± 2,2
Можжевельник обыкновенный 'Suesica'	Глубокий покой	13,5 ± 4,9	172 ± 18	29,6 ± 2,4	3,5 ± 1,8
	Вынужденный покой	14,2 ± 3,5	156 ± 13	47,8 ± 3,4	5,7 ± 3,6
	Начало роста побегов	24,4 ± 5,2	134 ± 14	56,6 ± 4,2	5,5 ± 3,0
	Окончание роста побегов	60,1 ± 7,4	79 ± 9	70,0 ± 5,5	6,0 ± 3,4
Можжевельник казацкий 'Mas'	Глубокий покой	80,2 ± 4,3	220 ± 22	69,3 ± 5,8	3,7 ± 2,4
	Вынужденный покой	71,5 ± 8,6	188 ± 18	109,0 ± 7,0	6,2 ± 4,0
	Начало роста побегов	33,3 ± 4,8	90 ± 9	99,7 ± 6,1	4,7 ± 3,2
	Окончание роста побегов	36,7 ± 5,2	78 ± 8	89,0 ± 5,9	6,8 ± 3,4
Можжевельник скальный 'Blue Agrow'	Глубокий покой	100	189 ± 20	83,3 ± 3,0	7,5 ± 1,9
	Вынужденный покой	90,2 ± 6,4	149 ± 12	74,9 ± 2,4	6,9 ± 1,9
	Начало роста побегов	30,9 ± 5,2	100 ± 22	57,3 ± 3,3	5,9 ± 1,1
	Окончание роста побегов	35,0 ± 3,8	83 ± 10	63,1 ± 1,3	5,3 ± 2,7
Можжевельник скальный 'Skyrocket'	Глубокий покой	6,1 ± 2,1	183 ± 9	24,7 ± 1,5	3,5 ± 1,9
	Вынужденный покой	10,7 ± 3,3	155 ± 17	31,3 ± 3,4	3,6 ± 1,6
	Начало роста побегов	27,1 ± 4,4	115 ± 8	55,7 ± 4,8	4,8 ± 2,9
	Окончание роста побегов	75,4 ± 7,2	86 ± 7	55,6 ± 2,5	5,4 ± 2,5

Окончание табл. 4.2

Название растения	Срок заготовки	Укоренение, %	Период укоренения, дней	Количество корней на 1 черенок, шт.	Длина корней, см
Можжевельник чешуйчатый 'Meureri'	Глубокий покой	100	89 ± 4	74,3 ± 3,7	3,0 ± 1,6
	Вынужденный покой	100	66 ± 6	87,3 ± 3,8	3,9 ± 1,7
	Начало роста побегов	100	47 ± 9	106,6 ± 5,9	5,2 ± 1,5
	Окончание роста побегов	83,8 ± 5,0	40 ± 5	223,3 ± 7,3	5,5 ± 0,9

Так, у можжевельника обыкновенного 'Hibernica' и 'Suecica' наблюдалось очень слабое укоренение черенков, заготовленных в период глубокого покоя. Однако с активизацией физиологических и ростовых процессов способность к корнеобразованию у черенков этих культиваров возрастала и достигла максимальных значений в период окончания роста побегов. Аналогичная картина наблюдалась и у можжевельника скального 'Skyrocket'. Следует отметить, что низкий процент укоренения у 'Hibernica' и 'Suecica' в период глубокого покоя частично был обусловлен, несмотря на притенение, гибелью отдельных черенков от солнечных ожогов хвои. У можжевельника казацкого 'Mas' и можжевельника скального 'Blue Arrow' наблюдалась обратная закономерность. Максимальное укоренение происходило в период глубокого и вынужденного покоя. Затем способность черенков к корнеобразованию снижалась и составляла 30–36%. У можжевельника чешуйчатого 'Meureri' высокая способность черенков к корнеобразованию сохранялась во все сроки с незначительным снижением в период окончания роста побегов.

Таким образом, несмотря на индивидуальные различия в способности черенков к корнеобразованию у всех изученных культиваров количество дней, необходимое для полного укоренения, существенно уменьшалось от глубокого покоя к окончанию роста побегов.

Успешность приживания укоренившихся черенков и период получения стандартного посадочного материала во многом зависит от сформировавшейся у черенков корневой системы. Оценка

количества образовавшихся корней показала, что среднее их число у можжевельника обыкновенного ‘Hibernica’ и ‘Suesica’, можжевельника скального ‘Blue Arrow’ было бóльшим в сроки максимальной регенерационной способности черенков.

Не наблюдалась эта закономерность у можжевельника казачьего ‘Mas’, у которого в период максимального укоренения количество корней было меньше, чем в остальных вариантах. У черенков можжевельника чешуйчатого ‘Meureri’, можжевельника скального ‘Skyrocket’ и можжевельника казачьего ‘Mas’ количество корней увеличивалось от периода глубокого покоя к периоду окончания роста побегов. Следует отметить, что черенки всех культуров сформировали корневую систему, обеспечившую успешный рост при доращивании в школьном отделении питомника.

Полученные нами данные подтверждают выводы других авторов о зависимости процессов корнеобразования от сроков заготовки черенков. Например, по данным опытов [264], проведенных с *Juniperus exelsa* Bieb. в условиях Средиземноморья, наилучшее укоренение черенков наблюдалось осенью и зимой. А. Bärtels [261] также указывает, что большинство форм можжевельников в условиях Германии черенкуют в сентябре–октябре (до ноября). Более ранний термин оказывает благоприятное влияние на трудноукореняемые формы, а легкоукореняемые формы можжевельника китайского и можжевельника обыкновенного можно черенковать весной. Согласно М. А. Dirg [68], черенки можжевельников для укоренения в теплице могут братья в любое время в течение зимы. Лучшему укоренению способствует воздействие на растения температур ниже точки замерзания. Для размножения на открытом воздухе черенки берутся поздним летом или ранней весной.

Для условий Беларуси оптимальный срок черенкования культуров ‘Hibernica’, ‘Suesica’ можжевельника обыкновенного и ‘Skyrocket’ можжевельника скального совпадает с окончанием роста побегов. Черенки можжевельника казачьего ‘Mas’ и можжевельника скального ‘Blue Arrow’ имели наиболее высокую корнеобразовательную способность в период глубокого и вынужденного покоя. Для укоренения можжевельника чешуйчатого ‘Meureri’ срок заготовки черенков не имеет принципиального значения [8].

В опытах с 6 садовыми формами различных видов рода *Juniperus* L.: *J. virginiana* 'Burkii', *J. virginiana* 'Grey Owl', *J. chinensis* 'Blue Point', *J. chinensis* 'Blaauw', *J. scopulorum* 'Blue Arrow' и *J. scopulorum* 'Skyrocket' была изучена регенерационная способность черенков в зависимости от интенсивности роста побегов в сравнении с периодом глубокого покоя маточных растений (табл. 4.3.).

Таблица 4.3. Укореняемость черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от интенсивности роста побегов, %

Название растения	Начало роста побегов	Летнее затухание роста побегов	Окончание роста побегов	Глубокий покой
<i>J. chinensis</i> 'Blaauw'	25,0 ± 0,0	35,0 ± 5,0	0	10,0 ± 3,3
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'	60,0 ± 11,5	13,3 ± 1,7	0	5,0 ± 0,2
<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	28,3 ± 4,4	100,0	48,3 ± 1,7	53,8 ± 0,0
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	75,0 ± 2,9	35,6 ± 5,9	10,0 ± 2,9	65,0 ± 10,0
<i>J. virginiana</i> 'Burkii'	72,0 ± 2,3	60,0 ± 7,6	0	3,4 ± 3,4
<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	73,3 ± 5,3	81,3 ± 5,8	80,0 ± 5,8	75,0 ± 5,0

Исследование показало, что для садовых форм *J. virginiana* 'Burkii', *J. chinensis* 'Blue Point', *J. scopulorum* 'Skyrocket' оптимальным сроком размножения оказался период начала роста побегов маточных растений.

Средняя укореняемость черенков при этом составляла 60–75%. Относительно низкой способностью к корнеобразованию отличались черенки *J. chinensis* 'Blaauw', укореняемость которых не превышала 35%. Практически одинаково во все сроки укоренялись черенки *J. virginiana* 'Grey Owl', а максимальная ризогенная способность у черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' отмечена в период летнего затухания роста побегов. Следует заметить, что укореняемость черенков у садовых форм *Juniperus* L. характеризовалась нестабильностью в разные годы. Причем различия у некоторых садовых форм могут достигать более 50%. Это явление обусловлено биологическими особенностями растений к ризогенезу, на реализацию которых значительное влияние оказы-

вает сочетание погодных и других внешних факторов, таких как водный режим, обеспеченность элементами минерального питания, освещенность и т. д., от которых, в свою очередь, зависят физиологические процессы, определяющие активность регенерации корней у черенков. Варьирование уровня укореняемости черенков в разные годы у некоторых других форм можжевельников отмечали и другие авторы [211].

Следует отметить, что успешность адвентивного корнеобразования у некоторых садовых форм можжевельников в период летнего затухания роста побегов в значительной степени зависит от температурных условий в культивационном сооружении, где происходит укоренение. При этом оптимальной считается температура воздуха в пределах 24–26 °С. Например, в 2010 г., рекордном по числу жарких дней (дни с температурой воздуха более 25 °С), когда средняя по республике температура воздуха превысила климатическую норму на 3,8 °С, а в течение II декады июня – II декады июля дневная температура воздуха редко опускалась ниже 28–30 °С, создать такой режим было весьма сложно. Несмотря на обеспечение максимального уровня проветривания, затенения и оптимальной влажности воздуха существенно снизить температуру воздуха в дневные часы не удалось. Она находилась на уровне 35 °С, что вело к повышению температуры субстрата и загниванию части черенков у некоторых садовых форм. По этой причине отмечен низкий уровень укоренения у *J. chinensis* ‘Blue Point’, *J. chinensis* ‘Blaauw’ и *J. scopulorum* ‘Skyrocket’.

В период окончания роста побегов регенерационная способность черенков у изученных садовых форм оказалась очень низкой, за исключением *J. virginiana* ‘Grey Owl’. Причем черенки *J. chinensis* ‘Blaauw’, *J. chinensis* ‘Blue Point’, *J. virginiana* ‘Burkii’ вообще не укоренились. Такое явление можно, по-видимому, объяснить низким уровнем фитогормонов в побегах, стимулирующих процесс регенерации корней.

При размножении в период глубокого покоя уровень ризогенеза определяется видовой принадлежностью садовой формы. Низкой укореняемостью черенков отличались формы *Juniperus*

chinensis L. При этом следует отметить, что даже на момент учета результатов опыта часть черенков у *J. virginiana* 'Burkii' оставались живыми, что обеспечивалось образовавшимся в базальной части черенков достаточно крупным каллусом, достигающим 1 см в диаметре (рис. 4.1).

Такое явление свидетельствует о неблагоприятном сроке черенкования, на что ранее указывала и З. Я. Иванова [5]. Черенки сохраняли жизнеспособность на протяжении зимы, а в весенний период отмечалось начало образования корней, которое завершалось к осени. Период укоренения черенков, образовавших каллус, продолжается около 20 мес., а суммарный выход черенков пригодных к посадке может увеличиться в зависимости от садовой формы на 5–20%. Следовательно, увеличение продолжительности укоренения черенков более одного года не позволяет значительно повысить выход укорененных черенков, а значит, такой подход не является экономичным. В связи с этим актуален поиск способов стимуляции корнеобразования с целью увеличения выхода укорененных черенков и сокращения срока их укоренения.

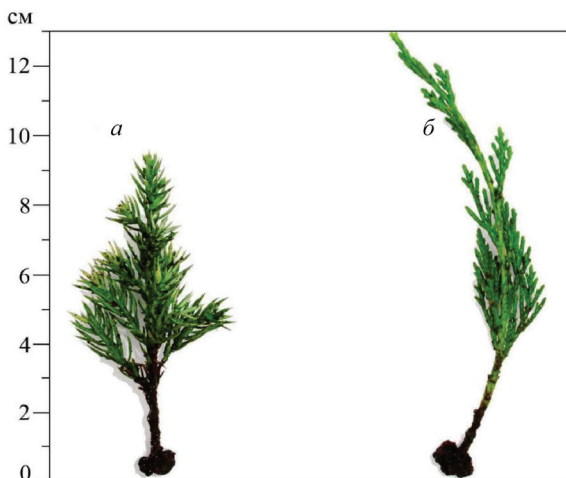


Рис. 4.1. Каллус у черенков форм *J. chinensis* 'Blue Point' (а) и *J. virginiana* 'Burkii' (б) при размножении в период глубокого покоя

Ризогенез в значительной степени зависит от возраста маточного растения. У одних видов уровень ризогенеза с возрастом снижается незначительно, например, по достижении 30-летнего возраста лишь на 10–20% по сравнению с 4–5-летними растениями [70, 197], тогда как *J. virginiana* 'Burkii' укореняемость черенков в 13–15-летнем возрасте снижается на 40–60% по сравнению с растениями в возрасте 6–8 лет. Д. А. Комиссаров [21] утверждает, что чем ниже у растения ризогенная способность, тем раньше у него наступает возраст, после которого укореняемость его черенков резко снижается. В то же время у черенков древесных видов с более высокой регенерационной способностью укореняемость черенков с увеличением возраста маточного растения снижается постепенно. Например, укореняемость черенков дуба пробкового *Quercus suber* L., заготовленных с однолетних сеянцев, составила 64%, с 5-летних растений – 4%, с 10-летних – оказалась равна нулю, тогда как черенки самшита вечнозеленого *Buxus sempervirens* L., взятые с 20-летних растений, укоренились на 100%, с 80-летних – на 88% [21].

Черенки хвойных растений характеризуются продолжительным периодом укоренения (от 3 месяцев до 1,5 года), причем продолжительность протекания процессов адвентивного корнеобразования зависит от срока размножения. Так, при черенковании зимой в период глубокого покоя маточных растений большинство укорененных черенков вступило во вторую фазу экзогенной стадии ризогенеза и было готово к пересадке с места укоренения осенью того же года, при черенковании в фазе начала роста побегов – весной следующего года (за исключением *J. scopulorum* 'Skyrocket', когда черенки находились в фазе формирования адвентивных корней I порядка ветвления и были готовы к пересадке только к осени), в фазе летнего затухания роста побегов – осенью следующего года (табл. 4.4).

При размножении в период окончания роста побегов выборку черенков проводили осенью следующего года, однако большинство из них находилось в эндогенной стадии ризогенеза и отмечалось только формирование каллуса, что свидетельствует о неблагоприятном сроке черенкования (табл. 4.5).

Таблица 4.4. Биометрические показатели укорененных черенков садовых форм хвойных видов при разных сроках черенкования

Параметр	Начало роста побегов	Летнее затухание роста побегов	Окончание роста побегов	Глубокий покой
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'				
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,3 ± 0,6 a	2,3 ± 0,3 a	–	1,2 ± 0,2 b
Длина корней I порядка ветвления, см	1,5 ± 0,3 b	10,6 ± 1,9 a	–	0,5 ± 0,03 c
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,3 ± 0,8 a	12,5 ± 4,5 a	–	–
Длина корней II порядка ветвления, см	0,4 ± 0,1 b	1,3 ± 0,2 a	–	–
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	3	–	1
Прирост центрального побега, см	0,7 ± 0,1 b	1,8 ± 0,3 a	–	–
<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'				
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	4,7 ± 0,7 a	4,2 ± 0,9 a	2,0 ± 0,4 b	4,8 ± 0,5 a
Длина корней I порядка ветвления, см	5,8 ± 1,7 a	11,5 ± 1,5 a	7,4 ± 1,3 a	6,4 ± 0,7 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	30,0 ± 2,6 b	82,3 ± 15,2 a	15,7 ± 5,0 b	41,9 ± 6,7 b
Длина корней II порядка ветвления, см	3,1 ± 0,4 a	2,5 ± 0,1 a	2,2 ± 0,2 a	2,4 ± 0,2 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3	3
Прирост центрального побега, см	0,5 ± 0,1 c	10,2 ± 1,3 a	0,9 ± 0,1 c	5,0 ± 0,7 b
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'				
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,3 ± 0,3 b	4,0 ± 1,1 a	1,3 ± 0,2 b	1,9 ± 0,3 b
Длина корней I порядка ветвления, см	0,8 ± 0,1 c	11,7 ± 1,9 a	4,9 ± 0,9 b	8,9 ± 0,5 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	–	44,8 ± 10,0 a	–	14,0 ± 3,8 b

Окончание табл. 4.4

Параметр	Начало роста побегов	Летнее затухание роста побегов	Окончание роста побегов	Глубокий покой
Длина корней II порядка ветвления, см	–	1,4 ± 0,1 a	–	0,5 ± 0,04 b
Количество порядков ветвления корней, шт.	1	3	1	2
Прирост центрального побега, см	–	8,5 ± 1,4	–	–
<i>J. virginiana</i> ‘Burkii’				
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,4 ± 0,2 a	1,8 ± 0,4 a	–	1,3 ± 0,3 a
Длина корней I порядка ветвления, см	4,4 ± 0,7 b	9,4 ± 1,7 a	–	3,4 ± 0,1 b
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	3,7 ± 1,1 b	28,0 ± 9,3 a	–	4,0 ± 0,3 b
Длина корней II порядка ветвления, см	1,1 ± 0,1 c	2,5 ± 0,2 b	–	3,7 ± 0,2 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	3	–	2
Прирост центрального побега, см	–	3,8 ± 1,1	–	–
<i>J. virginiana</i> ‘Grey Owl’				
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	4,8 ± 0,9 a	5,9 ± 1,3 a	2,6 ± 0,3 b	3,3 ± 0,3 b
Длина корней I порядка ветвления, см	5,5 ± 0,9 b	5,7 ± 0,8 b	4,2 ± 0,3 b	12,9 ± 1,4 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	33,8 ± 3,9 a	46,3 ± 4,8 a	16,7 ± 3,0 b	46,6 ± 6,0 a
Длина корней II порядка ветвления, см	1,6 ± 0,1 b	1,7 ± 0,1 b	0,7 ± 0,05 c	2,0 ± 0,1 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	2	3
Прирост центрального побега, см	0,9 ± 0,2 c	6,0 ± 1,1 a	1,6 ± 0,1 b	2,6 ± 0,3 b

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; средние значения отдельных параметров, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при разных сроках черенкования при $p < 0,05$.

Таблица 4.5. Особенности укоренения черенков форм видов рода *Juniperus* L. при размножении в период окончания роста побегов

Название растения	Количество живых черенков без корней к моменту учета результатов, %
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'	95,0 ± 2,9
<i>J. ×media</i> 'Golden Saucer'	23,3 ± 4,4
<i>J. sabina</i> 'Arcadia'	58,3 ± 4,4
<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	46,7 ± 4,4
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	73,3 ± 1,7
<i>J. virginiana</i> 'Burkii'	41,7 ± 3,3
<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	3,3 ± 1,7

Индивидуальная зависимость корнеобразования от периода покоя маточных растений установлена нами и при изучении ризогенеза у садовых форм ели европейской ('Remontii', 'Procumbens' и 'Cupressina') при зимнем черенковании [265]. Высокая укореняемость отмечена почти во всех сроках заготовки черенков (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Эффективность укоренения стеблевых черенков садовых форм ели европейской в зависимости от срока заготовки

Название растения	Срок заготовки	Образование каллуса, дней	Начало укоренения, дней	Укоренение, %
'Cupressina'	Глубокий покой	106	116	50
	Начало вынужденного покоя	102	121	15
	Окончание вынужденного покоя	56	75	20
'Procumbens'	Глубокий покой	99	116	95
	Начало вынужденного покоя	92	110	63
	Окончание вынужденного покоя	75	89	88
'Remontii'	Глубокий покой	Не набл.	116	75
	Начало вынужденного покоя	85	104	90
	Окончание вынужденного покоя	74	99	51

Однако общая закономерность корнеобразования у изученных культиваров не установлена. Максимальная укореняемость соответствовала определенным периодам покоя: у ‘Cupressina’ и ‘Procumbens’ – это глубокий покой, а у ‘Remontii’ – начало вынужденного покоя.

Наблюдения за процессом укоренения выявили зависимость количества дней до начала появления корней у черенков от глубины покоя. Чем глубже покой, тем больше дней требовалось для появления первых корней. У всех культиваров при глубоком и начале вынужденного покоя эти показатели близки – около 4 мес. Срок укоренения черенков, заготовленных в период окончания вынужденного покоя, – около 3 мес.

У черенков ‘Remontii’, заготовленных в период глубокого покоя, в отличие от других вариантов наблюдалось появление корней без каллуса. При черенковании в периоды глубокого и вынужденного покоя образование каллуса у всех культиваров происходило примерно через 90–95 дней, в период окончания вынужденного покоя – через 54–85 дней.

Лучшее развитие корневой системы наблюдалось при черенковании в период окончания вынужденного покоя (табл. 4.7). В большей степени это выражено у ‘Procumbens’. Параметры корневой системы в этом сроке были в 2 и более раза больше, чем в других вариантах, за исключением корней I порядка и длины корней III порядка, которые оказались почти одинаковыми. Прирост побегов укоренившихся черенков также был в 1,7–1,9 раза больше по сравнению с остальными.

У ели европейской ‘Remontii’, зачеренкованной в период окончания вынужденного покоя, количество корней I порядка в 1,8–5,0, а II порядка – в 1,7–3 раза больше, чем в других сроках. Средняя длина корней I порядка была в 1,3–2 раза больше, чем в других вариантах. Число корней III порядка в начале вынужденного покоя было максимальным. Прирост молодых побегов в этом сроке также значительно превышал приросты в других вариантах. Зависимость между количеством и размером корней от срока заготовки черенков у ‘Cupressina’ не прослеживалась.

Таблица 4.7. Развитие укорененных стеблевых черенков садовых форм ели европейской в зависимости от срока заготовки

Название растения	Срок заготовки	Среднее число корней на 1 черенок, шт.			Средняя длина корней на 1 черенок, см			Прирост черенков, см
		I порядка	II порядка	III порядка	I порядка	II порядка	III порядка	
'Супressina'	Глубокий покой	1,0 ± 0,1	9,7 ± 3,5	22,5 ± 2,1	15,7 ± 4,0	2,8 ± 1,1	0,5 ± 0,2	3,0 ± 0,1
	Начало вынужденного покоя	1,0 ± 0,2	4,5 ± 0,2	10,5 ± 5,6	10,0 ± 0,6	3,1 ± 2,0	0,5 ± 0,3	1,0 ± 0,2
	Окончание вынужденного покоя	5,0 ± 0,3	9,3 ± 9,1	43,0 ± 0,9	6,6 ± 1,6	0,9 ± 0,3	0,3 ± 0,1	2,0 ± 0,3
'Procumbens'	Глубокий покой	5,0 ± 1,2	27,3 ± 3,5	45,7 ± 1,5	9,9 ± 1,8	0,9 ± 0,3	0,4 ± 0,1	3,3 ± 0,6
	Начало вынужденного покоя	4,7 ± 1,5	18,7 ± 2,1	26,0 ± 9,8	11,1 ± 5,2	0,8 ± 0,2	0,2 ± 0,1	3,7 ± 0,6
	Окончание вынужденного покоя	5,3 ± 1,5	52,7 ± 6,1	80,7 ± 2,1	19,1 ± 2,6	2,1 ± 1,1	0,3 ± 0,1	6,3 ± 2,1
'Remontii'	Глубокий покой	3,0 ± 1,1	13,5 ± 2,3	28,0 ± 2,9	10,5 ± 3,1	1,6 ± 1,1	0,4 ± 0,2	2,0 ± 1,0
	Начало вынужденного покоя	5,3 ± 0,6	25,0 ± 3,9	40,0 ± 5,2	15,6 ± 2,4	1,9 ± 1,2	0,4 ± 0,2	6,5 ± 1,7
	Окончание вынужденного покоя	4,3 ± 1,8	41,6 ± 8,5	16,0 ± 1,3	19,7 ± 4,3	1,9 ± 0,6	0,3 ± 0,1	10,0 ± 1,2

Характерной особенностью укоренения елей является образование у черенков небольшого числа длинных корней. Так, черенки ‘*Cupressina*’ образовывали в первых двух вариантах в среднем по одному корню длиной 10–16 см, в отличие от третьего варианта, где корней в среднем 5 длиной 6,6 см. Кроме того, у черенков, заготовленных в период окончания вынужденного покоя, образовалось в 2–4 раза больше корней III порядка. Следует отметить, что размеры корней данного порядка во всех вариантах практически одинаковы. Количество дней до начала укоренения елей зависит от глубины покоя маточного растения. Чем глубже покой, тем больше срок укоренения. При заготовке черенков в период глубокого и начала вынужденного покоя для укоренения требуется в среднем 4 мес., в фазе окончания вынужденного покоя – около 3 мес. Лучшие показатели корневой системы укорененных черенков у ‘*Procumbens*’ и ‘*Remontii*’ получены при черенковании в период окончания вынужденного покоя. В то же время укореняемость черенков у садовых форм ели европейской обусловлена их индивидуальными особенностями и не зависит от глубины покоя маточных растений.

Таким образом, потенциальная способность черенков садовых форм к адвентивному корнеобразованию весьма индивидуальна. Она определяется физиологическим состоянием маточных растений в период заготовки черенков, а реализуется при создании оптимального соотношения абиотических факторов (температурный режим, влажность, освещенность и др.) среды. Садовые формы одного вида могут иметь различные оптимальные сроки размножения, которые необходимо устанавливать экспериментально применительно к условиям интродукции. При сдвиге установленных оптимальных сроков заготовки черенков для реализации потенциции корнеобразования возникает необходимость применения дополнительных технологических приемов стимулирования, таких как использование регуляторов роста или подогрев субстрата.

4.2. Морфологические особенности формирования адвентивных корней у стеблевых черенков

Как уже отмечалось ранее, в качестве черенков при размножении хвойных растений чаще всего используют боковые побеги II порядка ветвления с «пяткой». Однако некоторые авторы [5, 81] утверждают, что использование 2–5-летних веток в качестве черенков позволяет не только повысить их укореняемость за счет развития уже имеющихся в тканях черенка корневых зачатков, но и получить качественный посадочный материал за более короткий период, нежели из черенков с «пяткой».

Так, В. О. Пономаренко [81] при изучении регенерационной способности стеблевых черенков форм видов рода *Juniperus* сравнила укореняемость комбинированных черенков (боковые побеги с «пяткой»), медиальных (2–3-летние ветви) и базальных (4–5-летние ветви) черенков. Было установлено, что наибольшая корнеобразовательная способность и наименьшая зависимость укореняемости от сроков черенкования характерны для медиальных и базальных черенков. При размножении такими черенками легкоукореняемых форм при любом сроке черенкования достигается 80–100% укоренение, в то время как комбинированные черенки укореняются лишь на 30–65% в зависимости от срока черенкования, при размножении среднеукореняемых форм – 60–75% и 4–50% соответственно. В то же время автор указывает на то, что для форм с низкой регенерационной способностью черенков характерна зависимость укореняемости медиальных и базальных черенков от сроков их заготовки. Максимальная их укореняемость отмечалась при черенковании в позднзимний период и период начала роста побегов маточных растений и составляла не более 30%. Для комбинированных черенков этот показатель едва достигал 10% при оптимальном сроке заготовки.

Кроме того, В. О. Пономаренко было установлено, что при использовании медиальных и базальных черенков для размножения форм видов рода *Juniperus* L. нецелесообразно применение

БАВ, так как они не оказывают достоверного влияния на их укореняемость в отличие от комбинированных черенков, поэтому возможности стимулирования адвентивного ризогенеза у таких черенков ограничены.

Наряду с этим Н. В. Шкутко и М. В. Шуравко [42] отмечают, что, например, для размножения можжевельников казацкого и Саржента (*Juniperus sabina* L. и *J. sargentii* (A. Henry) Takeda ex Koidz.) более эффективно использование в качестве черенков боковых побегов длиной 12–15 см с «пяткой», чем верхушечных побегов I порядка ветвления такой же длины с одревесневшим основанием без «пятки», что проявляется не только в более высокой укореняемости, но и в лучшем развитии растений, полученных из таких черенков. Ф. Я. Поликарповой и В. В. Пилугиной [6] показана аналогичная зависимость для черенков некоторых других видов древесных растений.

Следует также отметить, что использование медиальных и базальных черенков для размножения можжевельников позволяет заготовить с одного маточного растения значительно меньшее количество черенков, чем при заготовке черенков с «пяткой», что имеет существенное значение при массовом производстве посадочного материала. На основании таких рассуждений и результатов исследований, проведенных указанными выше авторами, в наших опытах использовались черенки с «пяткой».

Однако, как уже отмечалось ранее, для форм *J. scopulorum* Sarg. характерно образование тонких боковых побегов, длина которых редко превышает 8 см, что делает их малопригодными для укоренения. Кроме того, ряд исследователей рекомендуют при размножении хвойных растений заготавливать черенки длиной не менее 10 см [42, 122]. В связи с этим нами проведена сравнительная оценка возможности использования в качестве черенков боковых побегов II порядка ветвления с «пяткой» и крупных осевых побегов I порядка ветвления с одревесневшим основанием на примере формы *J. scopulorum* 'Blue Arrow'. Результаты исследования приведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8. Влияние типа черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' на их укоренение

Параметр	Тип черенка	
	побеги I порядка с одревесневшим основанием	побеги II порядка ветвления с «пяткой»
Длина черенка, см	21,6 ± 1,0	7,8 ± 0,4
Укореняемость, %	85,0 ± 15,0	52,5 ± 7,5
Количество живых черенков без корней к моменту учета результатов опыта, %	10,0 ± 10,0	41,7 ± 8,3
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,6 ± 0,4	1,8 ± 0,2
Длина корней I порядка ветвления, см	9,3 ± 0,9	7,2 ± 0,9
Количество черенков, сформировавших корни II порядка ветвления, %	60,7 ± 10,7	55,6 ± 11,1
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	13,9 ± 2,3	7,1 ± 1,5
Длина корней II порядка ветвления, см	1,8 ± 0,2	0,9 ± 0,1

Установлено, что при черенковании *J. scopulorum* 'Blue Arrow' использование крупных осевых побегов в качестве черенков более эффективно, нежели использование мелких боковых побегов с «пяткой», о чем свидетельствует более высокая укореняемость первых (выше на 32,5%). Кроме того, на крупных черенках сформировалось большее количество корней II порядка. Длина последних в 2 раза больше, чем у черенков с «пяткой».

В опытах с садовыми формами видов из родов *Juniperus* L., *Chamaecyparis* Spach. и *Taxus* L. эндогенная стадия адвентивного ризогенеза проходила через образование каллуса в базальной части на месте среза; у представителей *P. glauca* развитие каллуса отмечалось не у всех черенков, и формирование придаточных корней у большинства из них происходило минуя процесс каллусообразования (рис. 4.2).

Чаще всего каллус имеет валикообразное расположение, что свидетельствует о его камбиальном происхождении. Реже он формируется благодаря меристематической активности других тканей в области среза (рис. 4.2, а, б, д, n, p), когда отмечалось образование сплошного каллуса.

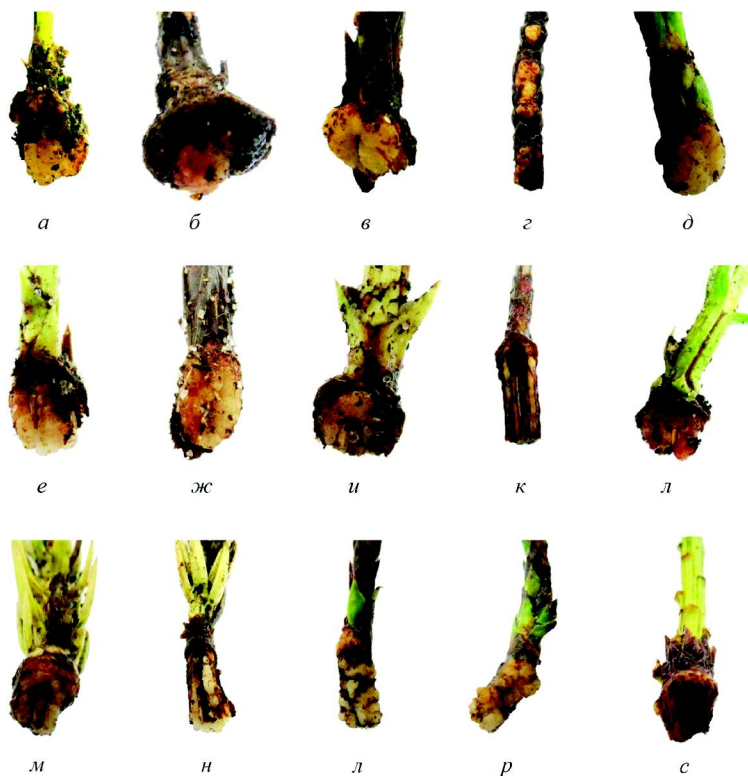


Рис. 4.2. Типы расположения каллуса у черенков с «пяткой» форм хвойных растений: а – *J. virginiana* ‘Burkii’; б – *J. virginiana* ‘Grey Owl’; в – *J. chinensis* ‘Plumosa Aurea’; г – *J. chinensis* ‘Blaauw’; д – *J. chinensis* ‘Blue Point’; е – *J. scopulorum* ‘Blue Arrow’; ж – *J. scopulorum* ‘Skyrocket’; и – *J. × media* ‘Golden Saucer’; к – *J. sabina* ‘Arcadia’; л – *J. squamata* ‘Blue Carpet’; м – *J. squamata* ‘Blue Star’; н – *J. squamata* ‘Golden Flame’; о – *Ch. pisifera* ‘Filifera Nana’; п – *Ch. pisifera* ‘Nana’; с – *T. baccata* ‘Elegantissima’

Считается, что ткани «пятки» обладают более высокой способностью формировать корни, нежели ткани неодревесневшей части черенка выше «пятки». Однако нами установлено, что у черенков форм хвойных растений формирование придаточных корней может происходить в различных частях погруженного в субстрат черенка, причем их топография разная у черенков различных форм (табл. 4.9) [266].

Таблица 4.9. Количество черенков форм хвойных видов с тем или иным типом расположения адвентивных корней, %

Название растения	Место образования адвентивных корней		
	в тканях «пятки»	в тканях в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка	смешанное корнеобразование
<i>Ch. pisifera</i> 'Filifera Nana'	19,4	67,7	12,9
<i>Ch. pisifera</i> 'Nana'	23,4	55,3	21,3
<i>Ch. pisifera</i> 'Sungold'	6,7	60,0	33,5
<i>J. chinensis</i> 'Blaauw'	9,1	90,9	0
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'	44,7	47,8	7,5
<i>J. chinensis</i> 'Plumosa Aurea'	0	91,9	8,1
<i>J.×media</i> 'Gold Star'	54,1	38,8	7,1
<i>J.×media</i> 'Golden Saucer'	66,7	19,0	14,3
<i>J. sabina</i> 'Arcadia'	35,1	50,5	14,4
<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	34,6	56,0	9,4
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	34,2	50,2	15,6
<i>J. squamata</i> 'Blue Carpet'	22,4	44,8	32,8
<i>J. virginiana</i> 'Burkii'	35,3	61,4	3,3
<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	54,5	23,6	21,9
<i>P. glauca</i> 'Alberta Globe'	28,2	66,7	5,1
<i>P. glauca</i> 'Conica'	47,8	39,1	13,1
<i>P. glauca</i> 'Daisy's White'	45,1	37,3	17,6
<i>T. baccata</i> 'Elegantissima'	85,9	5,3	8,8

Примечание. Для расчета использовались случайные выборки объемом 50–240 черенков в зависимости от формы.

Так, у большинства черенков карликовых форм *Ch. pisifera* Spach. с шаровидными кронами корни образовались в тканях в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка. На 26–55% реже отмечалось смешанное корнеобразование, и у аналогичного количества черенков корни формировались только в тканях «пятки». Таким образом, для образования корней у черенков данных форм необходимо наличие «пятки».

У черенков карликовых форм *P. glauca* 'Conica' и 'Daisy's White' с конической кроной адвентивные корни чаще формировались в базальной части, поэтому важным является наличие более старого участка стебля в основании черенка. Аналогичный вывод

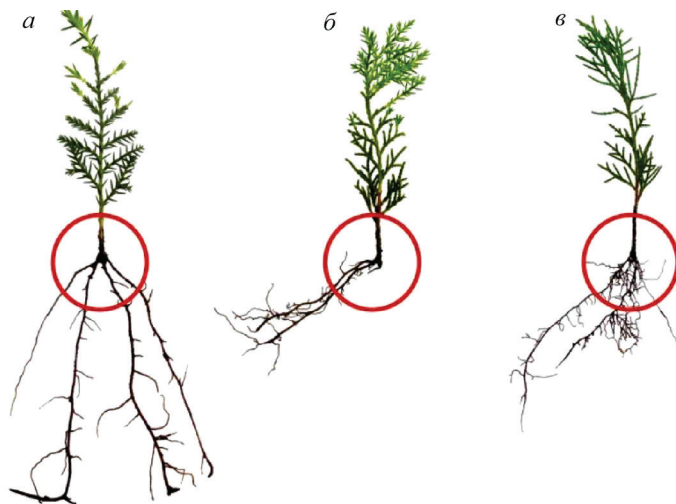


Рис. 4.3. Расположение адвентивных корней на черенках с «пяткой» *J. × media* ‘Gold Star’ (а), ‘Golden Saucer’ (б) и *J. virginiana* ‘Grey Owl’ (в)

можно сделать и в отношении формы ‘Alberta Globe’ с шаровидной кроной. Хотя у большинства ее черенков корни образовались в средней и верхней частях, около 30% из них сформировали корни в базальной части.

Наличие «пятки» на черенках для формирования придаточных корней необходимо также и при размножении *T. baccata* ‘Elegantissima’, так как в большинстве случаев образование корней отмечалось в базальной части.

У основной массы черенков садовых форм *J. × media* и формы *J. virginiana* ‘Grey Owl’, сходных по габитусу и ветвлению, рост корней отмечался из тканей «пятки» (рис. 4.3), поэтому можно сделать вывод, что ее наличие для формирования придаточных корней у такого типа черенков данных форм является важным.

У большинства черенков форм *J. scopulorum* Sarg., а также *J. virginiana* ‘Burkii’, имеющих колонновидную крону, образование корней отмечалось в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка, и у 34–35% черенков рост придаточных корней происходил из каллуса в базальной части.

У черенков формы *J. chinensis* 'Blue Point', которая также отличается колонновидной кроной, формирование корней происходило в тканях «пятки» в таком же количестве случаев, как и в тканях в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка (рис. 4.4). В связи с этим для укоренения черенков указанных форм также важно наличие «пятки».

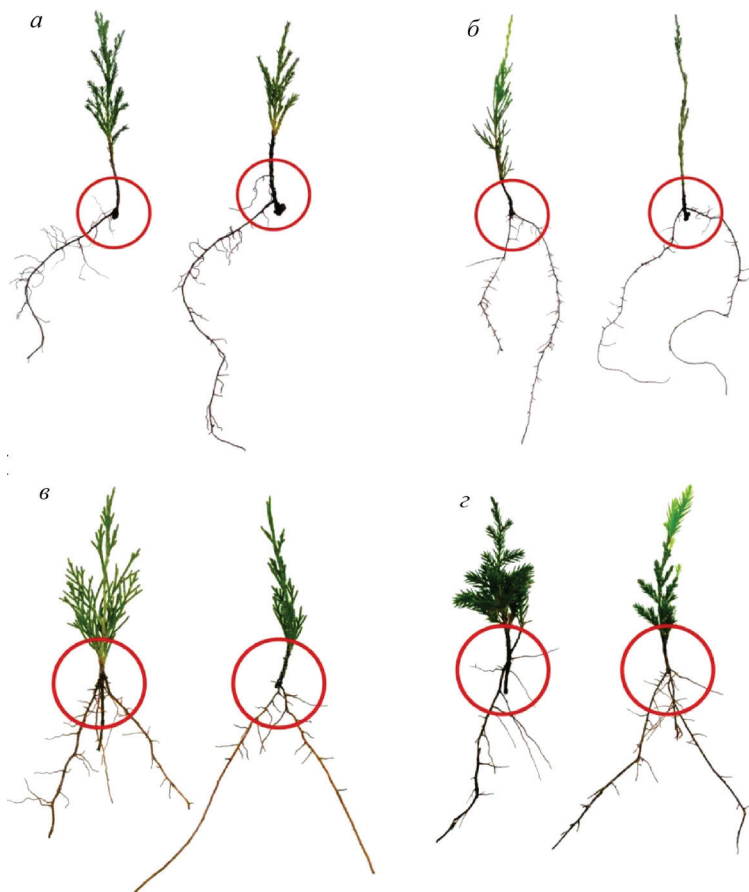


Рис. 4.4. Расположение адвентивных корней на черенках с «пяткой» *J. scopulorum* 'Blue Arrow' (а), 'Skyrocket' (б), *J. virginiana* 'Burkii' (в) и *J. chinensis* 'Blue Point' (г)

Аналогичные результаты были получены при изучении особенностей адвентивного корнеобразования у черенков с «пяткой» формы с кистовидной кроной *J. sabina* 'Arcadia', когда у более чем половины из них корни формировались в средней и верхней частях и у 35% черенков их рост происходил из каллусной ткани, образованной на «пятке». Несколько меньшую роль в формировании корней выполняет «пятка» при вегетативном размножении стелющейся формы *J. squamata* 'Blue Carpet'. На 10,4% чаще встречалось смешанное корнеобразование, на 22,4% – образование корней в средней и верхней частях черенка, погруженного в субстрат (рис. 4.5). Таким образом, при размножении данных форм желательнее наличие «пятки» на черенках.

В формировании придаточных корней практически не имеет значения «пятка» у черенков форм *J. chinensis* 'Blaauw' и 'Plumosa Augea', отличающихся воронковидной кроной. В данном случае у подавляющего большинства черенков корни образовались в средней и верхней частях черенка, погруженного в субстрат (рис. 4.6).

В связи с этим при заготовке черенков из боковых побегов данных форм оформление «пятки» необязательно, и боковые побеги можно просто отрезать близко от ветвей, что позволит существенно сократить время выполнения работ.

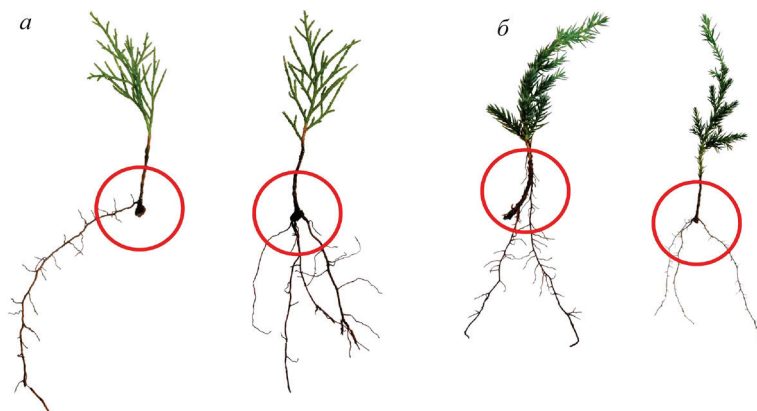


Рис. 4.5. Расположение адвентивных корней на черенках с «пяткой» *J. sabina* 'Arcadia' (а) и *J. squamata* 'Blue Carpet' (б)

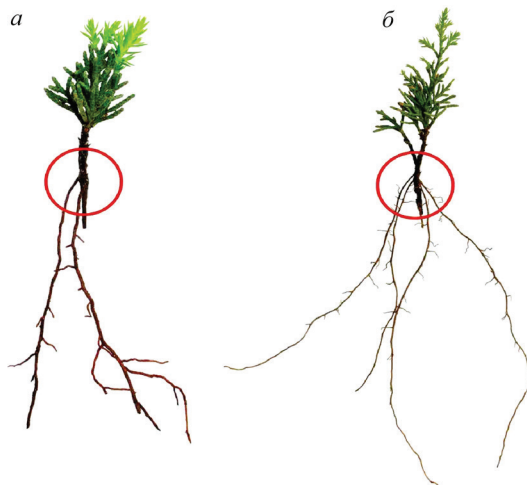


Рис. 4.6. Расположение адвентивных корней на черенках с «пяткой»
J. chinensis 'Blaauw' (а) и 'Plumosa Aurea' (б)

Таким образом, для формирования адвентивных корней у черенков большинства изученных форм важно наличие одревесневшего участка ветви более высокого порядка в основании в виде «пятки».

Существует довольно четкая связь между расположением придаточных корней на черенке, которая, на наш взгляд, определяет технологию подготовки черенков, и формой кроны маточных растений. Для статистической оценки данной зависимости и обоснованного подтверждения выдвинутого предположения нами был использован критерий χ^2 . Для анализа были отобраны формы можжевельника, так как данная группа включает большее разнообразие по формам кроны, чем изученные нами представители других родов. Результаты тестирования приведены в табл. 4.10.

Из данных табл. 4.10 следует, что для черенков садовых форм видов рода *Juniperus* L. с раскидистой, колонновидной, стелющейся или кустовидной кроной для формирования корней необходимо наличие «пятки», в то время как для черенков форм с воронковидной кроной ее наличие не обязательно.

Таблица 4.10. Корреляция между формой кроны и расположением корней на черенке у культиваров рода *Juniperus* L.

Крона	Количество исходов			
	в тканях «пятки»	в тканях в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка	смешанное расположение корней	всего
Раскидистая	247	107	66	420
Колонновидная	416	511	172	1099
Стелющаяся	13	26	19	58
Костровидная	39	56	16	111
Воронковидная	2	54	3	59
Всего	717	754	276	1747
Статистика χ^2	Значение критерия χ^2	Число степеней свободы df	Расчетный уровень значимости p	
	142,9	8	$0,59 \times 10^{-26}$	

Примечание. Наличие связи между параметрами статистически достоверно при $p < 0,05$.

4.3. Влияние условий хранения на укореняемость черенков

На черенках, заложенных на хранение в подвал или холодильник, в том числе и в вариантах с применением протравителя фунгицидного действия, наблюдалось образование грибного мицелия в виде рыхлого серо-белого налета, тогда как черенки, хранившиеся в снегу, при осмотре невооруженным глазом были свободными от мицелия. На наш взгляд, это связано с различными температурными условиями хранения. Так, температура 7–9 °С, которая поддерживалась в холодильнике и подвале, по-видимому, была недостаточно низкой для подавления развития спор гриба, в отличие от 0,5 °С в снегу. Наличие же мицелия на черенках, обработанных протравителем, можно объяснить недостаточной продолжительностью их обработки перед закладкой на хранение. На черенках *P. glauca* ‘Conica’, обработанных антитранспирантом, мицелия также не отмечалось, так как пленка из смеси парафина и озокерита изолировала от окружающей

среды и друг от друга черенки, представляющие для гриба питательный субстрат, и препятствовала развитию и распространению мицелия.

Исследование показало, что в процессе хранения влажность черенков может изменяться по сравнению с таковой в момент заготовки (табл. 4.11) [267].

Таблица 4.11. Влажность черенков в зависимости от условий хранения, %

Вариант опыта	<i>J. × media</i> 'Golden Saucer'	<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	<i>P. glauca</i> 'Conica'
В момент заготовки	61,0 ± 0,4 b	60,7 ± 0,8 b	49,3 ± 0,4 b
После хранения			
1) В подвале			
– без антитранспиранта	68,3 ± 0,6 a	66,0 ± 0,7 a	49,6 ± 1,0 b
– с антитранспирантом	–	–	29,3 ± 2,4 d
2) В снегу			
– без антитранспиранта	65,1 ± 0,2 a	67,5 ± 0,4 a	64,1 ± 0,5 a
– с антитранспирантом	–	–	40,5 ± 2,3 c
3) В холодильнике			
– без антитранспиранта	69,4 ± 0,4 a	66,9 ± 1,4 a	47,8 ± 0,9 b
– с антитранспирантом	–	–	27,7 ± 0,4 d

П р и м е ч а н и е. Средние значения в разных вариантах опыта для отдельной формы, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значительно при $p < 0,05$. Знак «–» означает, что исследование не проводилось.

Из данных табл. 4.11 следует, что влажность черенков представителей рода *Juniperus* L. после хранения несколько повысилась. Объясняется это тем, что во время заготовки черенков ветви маточных растений находились под слоем мокрого снега и при упаковке черенков на них сохранялись налипшие льдинки, которые затем таяли, а образовавшаяся вода способствовала насыщению черенков влагой. Ветви *P. glauca* 'Conica' находились выше уровня снега, поэтому увеличения влажности черенков данной формы не отмечалось, за исключением варианта, когда они закладывались на хранение в снег, который и способствовал насыщению их влагой.

В отношении использования антитранспиранта для сохранения влаги черенками *P. glauca* 'Conica' следует отметить, что их кратковременное погружение в разогретую до жидкого состояния смесь парафина и озокерита приводит к значительному снижению влажности черенков вследствие их перегрева, поэтому такой способ защиты от обезвоживания в процессе хранения для черенков хвойных растений не рекомендуется.

Хранение черенков до посадки на укоренение приводит к снижению их способности к адвентивному корнеобразованию, независимо от условий хранения (табл. 4.12).

Таблица 4.12. Укореняемость черенков в зависимости от условий хранения, %

Вариант опыта	<i>J.×media</i> 'Golden Saucer'	<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	<i>P. glauca</i> 'Conica'
Контроль	40,3 ± 7,6	69,8 ± 4,4	61,6 ± 22,5
После хранения			
1) В подвале			
– без обработок	23,3 ± 8,8	57,9 ± 9,4	48,2 ± 13,4
– обработка протравителем	23,1 ± 4,4	50,0 ± 5,8	13,3 ± 8,3
– обработка антитранспирантом	–	–	0
2) В снегу			
– без обработок	15,7 ± 10,4	43,1 ± 7,8	40,7 ± 11,7
– обработка протравителем	19,7 ± 6,9	33,6 ± 13,5	30,3 ± 8,0
– обработка антитранспирантом	–	–	0
3) В холодильнике			
– без обработок	23,3 ± 14,5	54,6 ± 9,1	16,7 ± 16,7
– обработка антитранспирантом	–	–	0

Пр и м е ч а н и е. Знак «–» означает, что исследование не проводилось.

Так, укореняемость черенков *J.×media* 'Golden Saucer' после хранения оказалась ниже на 17,0–24,6% в зависимости от условий хранения, чем черенков, высаженных на укоренение сразу после их заготовки. Снижение укореняемости черенков после хранения было отмечено также для *J. virginiana* 'Grey Owl' (на 11,9–36,2%) и *P. glauca* 'Conica' (на 13,4–48,3%). Обработка черенков перед закладкой их на хранение раствором протравителя не оказала

значимого влияния на укоренение черенков, и результаты, полученные в данных вариантах опыта, аналогичны результатам в вариантах без обработки. Черенки *P. glauca* 'Conica', обработанные антитранспирантом, погибли.

Аналогичные результаты были получены в работе А. Ф. Балабака [196], который отмечает, что длительное хранение черенков приводит к нарушению их физиологической целостности и значительному снижению способности к адвентивному ризогенезу, поэтому длительно хранить черенки не рекомендуется. Другие исследователи указывают на то, что во время хранения в зависимости от температурных условий черенки могут терять до 25% исходного запаса углеводов, вследствие чего способность к формированию придаточных корней значительно снижается [73, 268, 269]. Обратная связь между содержанием эндогенного крахмала и способностью черенков хвойных растений к адвентивному корнеобразованию была также подтверждена результатами исследований З. Я. Ивановой [5]. Все это свидетельствует о том, что помимо потери влаги во время хранения на адвентивное корнеобразование у черенков негативное влияние оказывают другие физиологические процессы, нарушающие обмен веществ. Поэтому наиболее целесообразно кратковременное хранение черенков (3–5 дней) перед посадкой.

Таким образом, проведенные исследования показали, что садовые формы одного вида могут иметь различные оптимальные сроки размножения. Например, для таких форм, как *J. chinensis* 'Blue Point', *J. sabina* 'Arcadia', *J. scopulorum* 'Skyrocket', *J. virginiana* 'Burkii' оптимальным сроком является начало роста побегов маточных растений. Черенки *J. virginiana* 'Grey Owl' укореняются одинаково при различных сроках заготовки, а *J. chinensis* 'Vlaauw' – практически не укореняются при любом сроке заготовки и требуют поиска способов активизации ризогенеза. Максимальная укореняемость черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' отмечена при размножении в период летнего затухания роста побегов, а черенков *J. ×media* 'Golden Saucer' – в период глубокого покоя маточных растений.

Успех черенкования в период летнего затухания роста побегов зависит от погодных условий. Так, повышенная температура воздуха в течение продолжительного периода приводит к гибели 100% черенков, а при размножении в другие сроки выход укорененных черенков исследованных форм не превышает 75%. Укореняемость черенков при размножении в разные годы может варьироваться в широких пределах, при этом разница может достигать до 57%.

При черенковании в неблагоприятные сроки в первый год укоренения отмечается формирование крупного каллуса, достигающего в диаметре 1 см, а при увеличении продолжительности укоренения вступление в экзогенную стадию ризогенеза отмечается лишь у 6,0–29,4% черенков в зависимости от формы, в связи с чем увеличение продолжительности укоренения нецелесообразно, что также вызывает необходимость применения технологических приемов, стимулирующих процессы адвентивного корнеобразования.

Формирование корней у черенков разных культиваров на стадии эндогенного ризогенеза сопровождается образованием двух типов каллуса – валикообразного и сплошного. При этом первый тип каллуса образуется за счет деления клеток камбия в базальной части черенка, а второй – в результате меристематической активности и других тканей в области среза. Роль этих тканей в топографии корней различна. У одних культиваров рост корней происходит из каллуса в базальной части черенка, у других – над каллусом, у третьих наблюдается смешанный тип ризогенеза.

Установлена зависимость между расположением адвентивных корней на черенке и формой кроны маточного растения, что позволяет оптимизировать технологию заготовки и предпосадочной подготовки черенков. У большинства черенков форм видов рода *Juniperus* L. с раскидистой кроной, а также *Taxus baccata* 'Elegantissima' и карликовых форм *Picea glauca* (Moench) Voss. группы 'Conica' корни образуются в тканях «пятки». У черенков форм видов рода *Juniperus* L. с колонновидной, костровидной и стелющейся кронами, *P. glauca* 'Alberta Globe' с шаровидной кроной и карликовых форм *Chamaecyparis pisifera* Spach. отмечено

смешанное корнеобразование. При этом более чем у 55% черенков рост корней происходил в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка. Менее чем у 45% черенков форм этой группы корнеобразование происходило в базальной части. В связи с этим на них необходимо оставлять «пяточку». У 90–92% черенков форм *J. chinensis* L. с воронковидной кроной придаточные корни образуются в тканях в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка, в связи с чем наличие «пяточки» на черенках данных форм не обязательно.

У культиваров с тонкими побегами второго порядка ветвления длиной не более 8 см (*J. scopulorum* 'Blue Arrow') более эффективным оказалось использование для заготовки черенков крупных осевых побегов первого порядка с одревесневшим основанием без «пяточки». Укореняемость их составила 85,0%, что на 32,5% выше, чем у более мелких черенков с «пяточкой».

Хранение черенков хвойных растений до посадки при их ранневесенней заготовке независимо от условий хранения приводит к снижению регенерационной способности по сравнению со свежезаготовленными черенками на 11,9–48,3%. Использование антитранспирантов и фунгицидов при хранении не позволяет сохранить потенциальную активность регенерации черенков.

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА АДВЕНТИВНОЕ КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ У СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ

Наряду с эндогенными факторами существенное влияние на адвентивный ризогенез у черенков хвойных культиваров и степень развития у них корневых систем оказывает ряд экзогенных факторов. К ним относят температурный градиент, биологически активные вещества, состав субстрата, фунгициды и др. Роль каждого из них в обеспечении и усилении естественного ризогенеза различна и требует индивидуального подбора для каждой садовой формы с учетом оптимального сочетания эндогенных факторов.

5.1. Влияние положительного вертикального температурного градиента на формирование придаточных корней у черенков

Температуры воздуха и субстрата являются важными факторами корнеобразования. На разных этапах укоренения их соотношение (вертикальный температурный градиент) различно [194, 251, 261]. Так, в начальный период предпочтительна более высокая температура субстрата, способствующая развитию меристематических очагов и формированию зачатков придаточных корней во внутренних тканях черенка. В случае повышенной температуры воздуха активизируется развитие почек, рост надземной части, что, как правило, ведет к гибели черенков [5, 270].

Для успешного укоренения черенков северных пород (ель европейская, сизая, колючая, пихта сибирская, туя западная, можжевельник обыкновенный) оптимальной является температура

16–18 °С. Более теплолюбивые виды (ель сербская, пихта одноцветная, тсуга канадская, биота, кипарисовик, можжевельник казацкий, тисы) лучше укореняются при температуре 20–22 °С. Температура выше оптимальной стимулирует развитие верхушечных почек и рост побегов, что снижает питательный запас в черенке и тормозит образование корней [271].

О влиянии подогрева субстрата на корнеобразование при зимнем черенковании можно судить по результатам опыта с елью сизой ‘Copica’ [203]. Данные, приведенные в табл. 5.1, показывают, что в период проведения исследований, при одинаковой температуре воздуха, средняя температура субстрата в варианте с подогревом была на 7,6–10,1 °С выше, чем без подогрева. Более высокая температура субстрата стимулировала корнеобразование у черенков в периоды глубокого покоя и набухания почек и существенно сокращала период их укоренения.

Таблица 5.1. Влияние подогрева субстрата на укоренение черенков ели сизой ‘Copica’ в зависимости от срока заготовки

Срок заготовки	Количество дней до начала корнеобразования, дней		Укоренение, %		Средняя температура субстрата, °С		Средняя температура воздуха, °С
	а	б	а	б	а	б	
Глубокий покой	136	51	17	55	9,5 ± 0,8	19,6 ± 1,4	14,8 ± 1,4
Вынужденный покой	104	100	50	24	10,6 ± 1,2	18,0 ± 1,1	20,4 ± 1,2
Набухание почек	76	57	63	100	10,7 ± 1,2	18,3 ± 2,1	22,1 ± 1,1

Примечание: а – без подогрева субстрата; б – с подогревом субстрата.

В первом сроке под влиянием подогрева субстрата укореняемость увеличилась почти в 3, в третьем – в 2 раза. Черенки, заготовленные во втором сроке, оказались менее отзывчивыми на подогрев субстрата, время укоренения сократилось незначительно (4 дня), процент укоренения снизился на 26%. Невысокая укореняемость в период вынужденного покоя была связана с гибелью

надземной части почти у 50% черенков. Это обусловлено тем, что в это время активизируются процессы накопления физиологически активных веществ в почках. Повышенная температура воздуха и субстрата стимулирует набухание почек и рост хвои, которая под воздействием ярких солнечных лучей засыхает и вызывает гибель черенков.

В период глубокого покоя и набухания почек наряду с сокращением времени до начала образования корней значительно увеличилась и укореняемость. В эти периоды физиологические процессы в побегах имеют однотипный характер. Стимулирующее влияние температуры проявляется одинаково на побеги и почки. При этом одновременно с набуханием и распусканием почек происходит быстрое появление у черенков каллуса и корней.

Таким образом, черенки ели сизой ‘Conica’, заготовленные в период вынужденного покоя, в подогреве субстрата как в факторе, стимулирующем корнеобразование, не нуждаются. В остальные сроки зимнего черенкования (глубокий покой и набухание почек) подогрев субстрата играет положительную роль. При этом возрастает укореняемость черенков и значительно сокращается время укоренения, что важно при массовом вегетативном размножении.

Подогрев субстрата также оказал влияние на укореняемость черенков можжевельника обыкновенного ‘Suesica’ и можжевельника скального ‘Skyrocket’ (табл. 5.2), в размножении которых есть определенные трудности. Следует отметить, что черенки можжевельника обыкновенного ‘Suesica’, заготовленные в период глубокого покоя, в обоих вариантах уже через месяц после посадки начали засыхать и спустя 2,5 мес. полностью погибли. В то же время укореняемость черенков в гряде с подогревом в период вынужденного покоя и в начале набухания почек была в 2,5 и 7 раз выше по сравнению с грядой без подогрева. Подогрев субстрата не только повысил укореняемость, но и ускорил появление каллуса и корней. Начало образования каллуса при подогреве субстрата отмечено в период вынужденного покоя через 58 дней, а в период набухания почек через – 27 дней. Образование каллуса без подогрева в период вынужденного покоя началось

через 104 дня, а в период набухания почек каллус вообще не образовался. Появление первых корней в подогреваемой гряде наблюдалось у черенков в первом случае через 127 дней, а во втором – через 84 дня, в холодной гряде соответственно через 156 и 189 дней.

Укорененные черенки с подогревом субстрата отличались большим количеством образовавшихся корней в пересчете на один черенок, а также их лучшим развитием. Так, если корней I порядка в среднем на одном черенке в период вынужденного покоя в обоих вариантах образовалось одинаковое количество, то в подогреваемой гряде они, как и корни II порядка, были почти в 2 раза длиннее. При черенковании в период набухания почек количество корней II порядка в подогреваемой гряде почти в 3 раза, а третьего порядка – в 2 раза больше, чем без подогрева.

У можжевельника скального ‘Skyrocket’ при подогреве субстрата увеличилась укореняемость черенков, заготовленных в период глубокого покоя, в 2,5 раза, в период вынужденного покоя – в 9, в период набухания почек – почти в 3 раза. Характерно, что в подогреваемой гряде образование корней происходило без каллуса. В гряде без подогрева каллус образовывался при заготовке черенков в период глубокого и вынужденного покоя через 149–157 дней, в фазе набухания почек – через 89 дней.

Для можжевельника скального ‘Skyrocket’ характерен длительный срок укоренения. Если у черенков, заготовленных в период глубокого покоя, появление корней в обоих вариантах отмечено почти одновременно, то при их заготовке в период вынужденного покоя в варианте с подогревом субстрата корнеобразование ускорилося на 62 дня, в период набухания почек – на 47 дней. Показатели, характеризующие развитие корневой системы, в варианте с подогревом значительно выше или одинаковы. Так, в период вынужденного покоя количество и длина корней II порядка больше в 2 раза, а количество корней III порядка больше в 3,5 раза по сравнению с грядой без подогрева. Почти таким же развитием отличались черенки, заготовленные при набухании почек.

Таблица 5.2. Влияние подогрева субстрата на корнеобразование у черенков некоторых садовых форм в зависимости от срока заготовки

Название растения	Укореняемость, %			Количество дней до образования каллуса			Количество дней до образования корней		
	глу-бокий покой	вынужденный покой	набу-хание почек	глу-бокий покой	вынужденный покой	набу-хание почек	глу-бокий покой	вынужденный покой	набу-хание почек
Можжевельник обыкновенный 'Suecica'	$\frac{*}{*}$	$\frac{58}{24}$	$\frac{100}{14}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{58}{104}$	$\frac{27}{**}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{127}{156}$	$\frac{84}{172}$
	$\frac{16}{6}$	$\frac{54}{6}$	$\frac{76}{27}$	**	**	**	188	127	108
Можжевельник скальный 'Skyrocket'	$\frac{*}{*}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{29}{3}$	$\frac{0}{116}$	$\frac{0}{96}$	$\frac{**}{127}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{226}{197}$
	$\frac{*}{*}$	$\frac{14}{15}$	$\frac{*}{23}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{**}{68}$	$\frac{0}{66}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{133}{118}$	$\frac{0}{89}$
Ель колючая 'Glausa'	$\frac{*}{*}$	$\frac{14}{15}$	$\frac{*}{23}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{**}{68}$	$\frac{0}{66}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{133}{118}$	$\frac{0}{89}$

Пр и м е ч а н и е. В числителе – с подогревом субстрата; в знаменателе – без подогрева субстрата; * – черенки погибли от солнечных ожогов или загнивания; ** – образование корней происходило без каллусообразования.

При подогреве субстрата укореняемость трудноукореняемой формы пихты белой 'Fastigiata' была выше почти в 10 раз, но корни появились через 226 дней и без каллусообразования. В холодной гряде корни образовались на месяц раньше, появление каллуса наступило через 197 дней.

Не обнаружено влияния подогрева субстрата на укоренение ели колючей 'Glausa'. При черенковании в период вынужденного покоя в обоих вариантах укореняемость была почти одинаковая. Появление корней происходило через 118–133 дня.

Таким образом, подогрев позволяет создать в субстрате положительный ВТГ, который оказывает весьма индивидуальное влияние на ризогенез у черенков хвойных культиваров. Его влияние в первую очередь направлено на активизацию эндогенной фазы ризогенеза, первым этапом которой является образование каллуса. В опытах с культиварами рода *Juniperus* L. установлено, что под воздействием положительного ВТГ образование каллуса у черенков начинается на 19–98 дней раньше, чем в контроле. Это свидетельствует о благоприятном индивидуальном влиянии положительного ВТГ на активность регенерации черенков (табл. 5.3).

Таблица 5.3. Количество дней до начала образования каллуса у черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от средней величины ВТГ

Название растения	Величина ВТГ			
	-1,2° (контроль)	+3,2°	+5,8°	+8,2°
<i>J. chinensis</i> 'Blaauw'	91 ± 3	91 ± 3	95 ± 3	89 ± 1
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'	76 ± 8	57 ± 4	33 ± 2	35 ± 3
<i>J. chinensis</i> 'Plumosa Aurea'	113 ± 3	45 ± 7	–	35 ± 3
<i>J. ×media</i> 'Golden Saucer'	68 ± 2	35 ± 3	–	46 ± 7
<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	81 ± 4	33 ± 2	35 ± 3	35 ± 3
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	133 ± 3	46 ± 6	35 ± 3	35 ± 3
<i>J. squamata</i> 'Blue Carpet'	60 ± 1	35 ± 3	–	35 ± 2
<i>J. virginiana</i> 'Burkii'	115 ± 3	94 ± 4	78 ± 10	59 ± 24
<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	66 ± 6	43 ± 10	35 ± 2	35 ± 3

П р и м е ч а н и е. Знак «–» означает, что исследование не проводилось.

Так, для черенков *J. chinensis* 'Blue Point', *J. scopulorum* 'Skyrocket' и *J. virginiana* 'Burkii' более эффективной в данном отношении оказалась более высокая температура субстрата, когда ее разница с температурой воздуха составила 5,8–8,2°, так как формирование каллуса отмечалось на 11–24 дня раньше, чем при величине ВТГ +3,2°. У черенков *J. chinensis* 'Blaauw' и 'Plumosa Aurea', *J. scopulorum* 'Blue Arrow', *J. squamata* 'Blue Carpet' и *J. virginiana* 'Grey Owl' каллусогенез происходил одновременно в разных вариантах опыта. В то же время для черенков *J. ×media* 'Golden Saucer' оптимальной величиной ВТГ для формирования каллуса оказалась +3,2°.

Подогрев субстрата повлиял также на укореняемость черенков форм видов рода *Juniperus* L. (рис. 5.1).

Под действием положительного ВТГ количество укорененных черенков возросло по сравнению с контролем на 8–30% в зависимости от размножаемой формы и величины градиента. Исключение составили черенки *J. chinensis* 'Blaauw' и 'Plumosa Aurea' и *J. scopulorum* 'Skyrocket', на укореняемость которых подогрев субстрата не оказал достоверного влияния [272].

Исследование показало, что максимальная укореняемость черенков большинства изученных форм отмечается при величинах

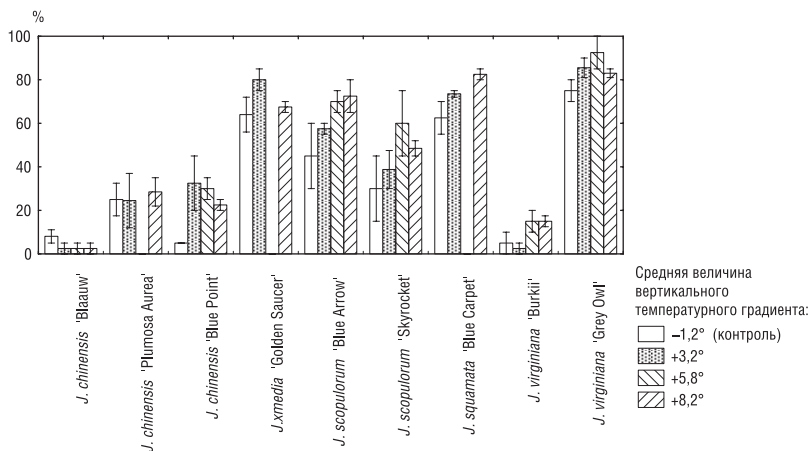
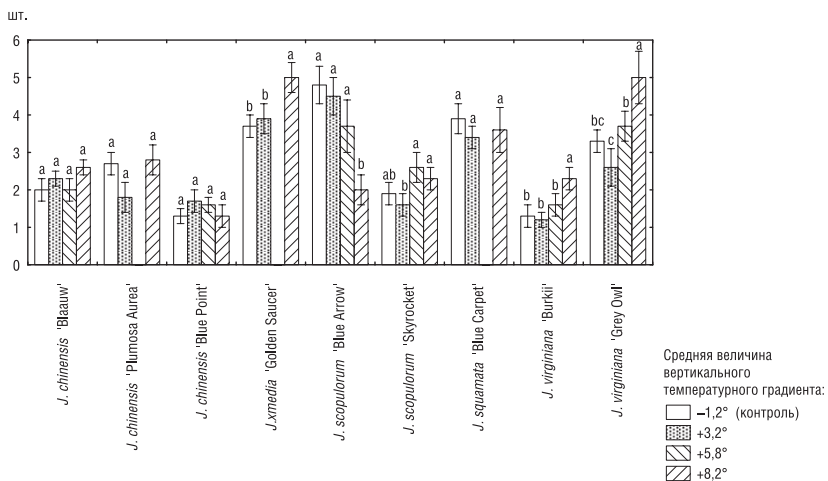


Рис. 5.1. Укореняемость черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от величины ВТГ

ВТГ +5,8 и +8,2°, причем эффект от них аналогичен. Исключением оказалась форма *J. media* 'Golden Saucer', наибольший процент укоренения черенков которой наблюдался при величине градиента +3,2°, тогда как при его увеличении до +8,2° происходило снижение количества укорененных черенков до уровня контрольного варианта. Следует также отметить, что у черенков *J. chinensis* 'Blue Point' и *J. virginiana* 'Grey Owl' укореняемость при разных вариантах подогрева субстрата аналогична, поэтому для их успешного укоренения необходимо обеспечивать положительный ВТГ в пределах 3–9°.

При этом, однако, необходимо учесть, что разная величина ВТГ оказывает неравнозначное воздействие на развитие корневых систем у черенков. Так, ВТГ величиной +3,2° не оказал значимого влияния на количество придаточных корней I порядка ветвления у черенков *J. virginiana* 'Grey Owl', а при величине +8,2° этот показатель оказался достоверно выше, чем в контроле (рис. 5.2).

Аналогичная зависимость наблюдалась у черенков *J. media* 'Golden Saucer' и *J. virginiana* 'Burkii'. Достоверного влияния температуры субстрата на количество корней у черенков остальных



Средние значения для отдельной формы, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значительно при $p < 0,05$.

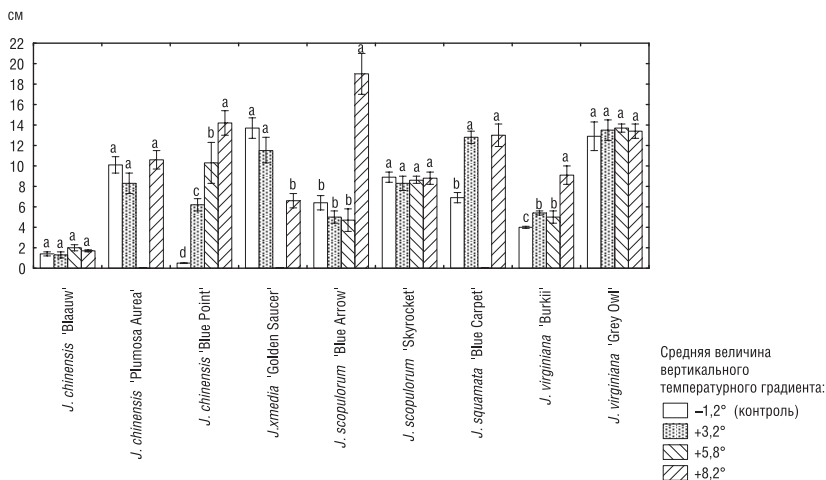
Рис. 5.2. Количество корней I порядка ветвления у черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от величины ВТГ

форм не выявлено. Исключение составили черенки *J. scopulorum* 'Blue Arrow', корневые системы которых характеризовались уменьшением среднего количества корней на черенок при величине ВТГ +8,2° в 2,4 раза по сравнению с контролем. При этом их средняя длина возросла в 2,8 раза (рис. 5.3).

По сравнению с контролем корни значительно большей длины при величине градиента +8,2° формируются также у черенков *J. chinensis* 'Blue Point' и *J. virginiana* 'Burkii'. У черенков *J. xmedia* 'Golden Saucer' максимальная средняя длина придаточных корней I порядка ветвления отмечалась при более низкой температуре субстрата, в том числе и в контроле.

Равноценное влияние на длину корней у черенков *J. squamata* 'Blue Carpet' оказало поддержание ВТГ на уровне как +3,2°, так и +8,2°. При этом средняя величина этого показателя возросла по сравнению с контролем в 1,9 раза.

Значимого влияния исследованных величин ВТГ на длину корней у черенков *J. chinensis* 'Blaauw' и 'Plumosa Aurea', *J. scopulorum* 'Skyrocket' и *J. virginiana* 'Grey Owl' не выявлено.



Средние значения для отдельной формы, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$.

Рис. 5.3. Длина корней I порядка ветвления у черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от величины ВТГ

Таким образом, процесс ризогенеза существенно зависит от соотношения температуры воздуха и субстрата в начальный период формирования зачатков придаточных корней в тканях черенка. Поддержание положительного вертикального градиента в течение 3 мес. в пределах 3–9 °С способствует сокращению продолжительности формирования каллуса у черенков на 19–98 дней и увеличению их укореняемости на 8–30%.

5.2. Влияние биологически активных веществ и вертикального температурного градиента на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков

Важнейшими эндогенными регуляторами ростовых процессов, продуцируемыми самим растением, являются фитогормоны, называемые регуляторами роста. Это ауксины, цитокинины, гиббереллины, этилен и ингибиторы (абсцизовая кислота) [273].

Концепция действия фитогормонов сильно изменилась с прогрессом исследований в этой области. По современным данным

фитогормоны не рекомендуется называть регуляторами роста, так как они действуют и на дифференциацию, развитие, движения растений. Контроль роста и развития обусловлен одновременным взаимодействием различных фитогормонов – синергичным или антагонистичным, а не действием одного фитогормона [274].

Для успешного ризогенеза некоторых древесных растений запас природных регуляторов роста недостаточен. Созданы синтетические ауксины: α -нафтилуксусная кислота (НУК), индолилбутиловая кислота, 2,4,6-трихлорбензойная кислота, широко используемые для улучшения укореняемости и развития корневой системы [5, 273, 275–277]. Кроме перечисленных выше химических средств, регулирующих рост и развитие растений, для стимуляции ризогенеза используют гуминовые удобрения [278], янтарную кислоту [52], парааминобензойную кислоту (ПАБК) [279], брассиностероиды – растительные гормоны с высокой промотирующей способностью [280], в частности эпин – биорегулятор и стимулятор жизнедеятельности растений на основе природного соединения 24-эпибрассинолида, выделенного в Институте биоорганической химии НАН Беларуси [281]. Все вышеперечисленные вещества составляют особую группу – биологически активные вещества. Их, как правило, используют для стимулирования ризогенеза трудноукореняемых, редких и ценных интродуцентов в тех случаях, когда маточные растения старые или по другим причинам.

Эффективность действия БАВ зависит от правильно подобранной оптимальной концентрации вещества в растворе, который применяется для обработки черенков, а также от степени их одревеснения, способа обработки, используемого вещества, а также вида размножаемого растения [16, 22, 29, 104, 112, 196]. Например, исследование О. Г. Усольцевой [121] особенностей формирования придаточных корней у черенков тиса ягодного *Taxus baccata* L. с использованием регуляторов роста показало, что при размножении вида летом лучший результат достигается после их обработки водным раствором ИУК (концентрация 200 мг/л, экспозиция 15 ч), в то время как при размножении в зимний период максимальный процент их укоренения и формиро-

вание наиболее развитых корневых систем отмечаются после обработки спиртовым раствором ИМК (концентрация 2 г/л, экспозиция 20 сек). А. L. Southworth и М. А. Dirr [156] отмечают, что обработка стеблевых черенков цефалотаксуса Харрингтона *Cephalotaxus harringtonia* (Forbes) К. Koch при размножении зимой в условиях отапливаемой теплицы водным раствором калиевой соли ИМК (концентрация 10 г/л, экспозиция 5 с) позволяет увеличить выход укорененных черенков на 63%, тогда как использование раствора при черенковании в осенний и весенний период не оказывает значимого влияния на укоренение, а при летнем сроке размножения приводит к снижению укореняемости на 55%.

5.2.1. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков представителей рода *Taxus L.*

Представители рода тис (*Taxus L.*) – ценные вечнозеленые декоративные древесные растения. По способности к корнеобразованию стеблевых черенков и продолжительности их укоренения тисы относятся к средне- и трудноукореняющимся растениям. Причем в отдельных случаях даже при наличии каллуса корни могут образовываться лишь через 10–12 мес. По нашим многолетним наблюдениям, при поддержании в процессе укоренения оптимальных условий влажности воздуха и субстрата, а также притенки черенков, укореняемость их у культиваров тиса может достигать 70–95%. Однако не все черенки имеют достаточно развитую корневую систему для успешного приживания при посадке в школьное отделение. Кроме того, биологической особенностью корней тисов является способность их к длительному непрерывному росту, что сказывается на процессах одревеснения. В связи с этим корни очень нежные и легко обламываются даже при незначительных нагрузках.

Поэтому актуальной задачей является разработка способов стимулирования образования у черенков развитой корневой системы. В качестве объектов исследований были выбраны тис остроконечный (*Taxus cuspidata* Sieb.et Zucc.) и бело-пестрая

форма тиса ягодного (*Taxus baccata* ‘Aureovariegata’). Полуудре-весневшие черенки, заготовленные в первой декаде июля, были обработаны следующими регуляторами роста: эпин, эпибрассинолид (ЭПБ) 0,2 мг/л, ПАБК 20 мг/л, ИМК 100 мг/л, НУК 100 мг/л, гидрогумат натрия 0,1% и оксигумат натрия 0,1% в течение 18 ч. Контролем служили необработанные черенки обоих таксонов. Укоренение черенков осуществлялось в теплице в условиях искусственного тумана в субстрате из верхового торфа и песка в соотношении 1:1. Учет результатов опыта проведен через 12 мес.

Установлено, что обработка черенков стимуляторами роста в большинстве вариантов опыта оказала положительное влияние как на количество корней, так и на их длину у обоих изученных таксонов (табл. 5.4). Так, после обработки ПАБК, ЭПБ и ИМК количество корней у *T. cuspidata* Sieb. et Zucc. увеличилось в 1,4–1,9 раза, а длина корней – в 1,3–1,4 раза. У *T. baccata* ‘Aureovariegata’ эти показатели при обработке ПАБК и ЭПБ увеличились в 1,1–1,6 и 1,3–1,5 раза соответственно.

Таблица 5.4. Влияние регуляторов роста на развитие корневой системы у черенков представителей рода *Taxus* L.

Регулятор роста	<i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc.				<i>Taxus baccata</i> ‘Aureovariegata’			
	Количество корней на 1 растение, шт.		Длина корней на 1 растение, см		Количество корней на 1 растение, шт.		Длина корней на 1 растение, см	
	$M \pm m$	t	$M \pm m$	t	$M \pm m$	t	$M \pm m$	t
ПАБК	14,8 ± 0,4	9,54***	3,9 ± 0,1	7,86***	17,4 ± 0,2	31,36***	6,5 ± 0,1	15,00***
ЭПБ	15,2 ± 1,0	4,55***	3,0 ± 0,1	1,42*	11,9 ± 0,2	6,36***	5,8 ± 0,1	10,00***
НУК	29,9 ± 3,1	6,21***	4,4 ± 0,1	11,43***	11,6 ± 0,1	7,85***	3,4 ± 0,1	7,14***
ИМК	20,5 ± 2,0	4,93***	3,6 ± 0,1	5,71***	25,6 ± 1,1	13,70***	8,9 ± 0,5	9,00***
Оксигумат	22,6 ± 1,9	6,28***	6,7 ± 0,6	6,39***	24,0 ± 0,6	22,50***	7,6 ± 0,4	7,80***
Гидрогумат	36,6 ± 3,5	7,42***	3,9 ± 0,3	3,43**	12,7 ± 0,1	15,71***	7,6 ± 0,5	6,27***
Контроль	10,6 ± 0,2		2,8 ± 0,1		10,5 ± 0,1		4,4 ± 0,1	

Примечание. M – среднее арифметическое; $\pm m$ – ошибка среднего; t – критерий Стьюдента; * – достоверных различий не установлено; ** – различия достоверны по отношению к контролю при $p \geq 0,95$; *** – различия достоверны по отношению к контролю при $p \geq 0,99$.

Примерно такое же влияние на развитие корневой системы у *T. baccata* 'Aureovariegata' оказала обработка черенков и гидрогуматом. Более существенно повлияли на корнеобразование у *T. cuspidata* Sieb. et Zucc. НУК, оксигумат и гидрогумат. Количество корней при воздействии на черенки этих стимуляторов увеличилось в 2,1–3,6 раза, а длина корней – в 1,4–2,4 раза.

Вместе с тем обработка черенков *T. baccata* 'Aureovariegata' НУК при незначительном увеличении количества корней оказала отрицательное влияние на их длину. Она составила 80% от контроля. Черенки *T. baccata* 'Aureovariegata' лучше всего реагировали на ИМК и оксигумат. При этом количество корней превышало контрольные показатели в 2,3–2,4 раза, а длина корней была больше в 1,7–2,0 раза.

Оценка полученных данных, проведенная по *t*-критерию Стьюдента, показала, что большинство вариантов опыта имеют достоверные различия с контролем при уровне вероятности 0,99. Не установлено достоверных различий по влиянию ЭПБ на длину корней у черенков *T. cuspidata* Sieb. et Zucc., а различия по влиянию гидрогумата на длину корней достоверны при уровне вероятности 0,95.

Результаты наших исследований подтверждают имеющиеся в научной литературе сведения о том, что полуодревесневшие черенки некоторых хвойных (пихты, ели, тиса, можжевельников, тсуги) положительно реагируют на обработку ростовыми веществами (ИМК, ИУК) в течение 18–24 ч [103, 282–284]. В то же время полученные данные показали, что наряду с традиционными стимуляторами роста (НУК и ИМК) положительное влияние на развитие корневой системы у представителей рода *Taxus* L. оказывают ПАБК, ЭПБ, оксигумат и гидрогумат. Причем последние два стимулятора по суммарному действию оказались наиболее эффективными.

Исследование регенерационной способности черенков *T. baccata* 'Elegantissima' с применением БАВ при размножении в период набухания почек проводилось с обработкой черенков водными растворами различной концентрации широко используемого синтетического ауксина ИМК, а также растворами ЯК, действие которой на укоренение черенков изучено недостаточно.

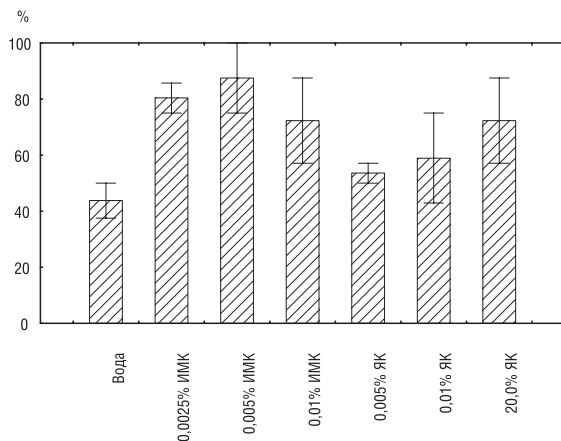


Рис. 5.4. Укореняемость черенков *T. baccata* 'Elegantissima' в зависимости от обработки водными растворами БАВ

В результате было установлено, что эффект от применения ЯК мало отличается от ИМК (рис. 5.4).

Так, оптимальной концентрацией раствора ИМК для обработки черенков оказалась 0,005%. При этом укореняемость черенков возросла по сравнению с контролем на 43,7%. При увеличении содержания ИМК в растворе процент укоренения черенков несколько снизился по сравнению с вариантами со средней и низкой концентрацией вещества.

Положительное влияние обработки черенков растворами ЯК усиливалось при возрастании их концентрации. Так, при максимальной исследованной нами концентрации раствора (0,02%) наблюдалось максимальное увеличение укореняемости черенков – на 28,5% по сравнению с контролем.

У черенков *T. baccata* 'Elegantissima', обработанных БАВ, отмечалось формирование более развитых корневых систем (табл. 5.5).

Из данных табл. 5.5 следует, что у черенков, обработанных растворами БАВ, количество корней I порядка ветвления на один черенок возросло по сравнению с контролем в 3,1–4,8 раза в зависимости от концентрации раствора, корней II порядка – в 6,2–12,4 раза, а их длина – в 3,9–6,8 и 2,2–2,6 раза соответственно.

Таблица 5.5. Биометрические параметры корневых систем черенков *T. baccata* 'Elegantissima' в зависимости от обработки водными растворами БАВ при размножении в период набухания почек

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней I порядка ветвления, см	Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней II порядка ветвления, см
Вода	—	2,3 ± 0,6	1,1 ± 0,3	1,8 ± 0,8	0,5 ± 0,1
ИМК	0,0025	8,2 ± 1,2*	5,0 ± 0,4*	11,1 ± 2,1*	0,9 ± 0,1
	0,005	9,4 ± 1,0*	5,3 ± 0,5*	17,9 ± 2,4*	1,1 ± 0,1*
	0,01	7,2 ± 1,0*	7,5 ± 0,5*	22,3 ± 3,6*	1,2 ± 0,1*
ЯК	0,005	9,8 ± 2,5*	4,3 ± 0,4*	14,4 ± 2,6*	0,9 ± 0,1
	0,01	8,8 ± 2,3*	5,0 ± 0,7*	14,7 ± 2,2*	0,8 ± 0,1
	0,02	11,1 ± 1,1*	6,6 ± 0,5*	21,4 ± 4,5*	1,3 ± 0,1*

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; * – среднее значение параметра достоверно отличается от контроля с вероятностью 95%.

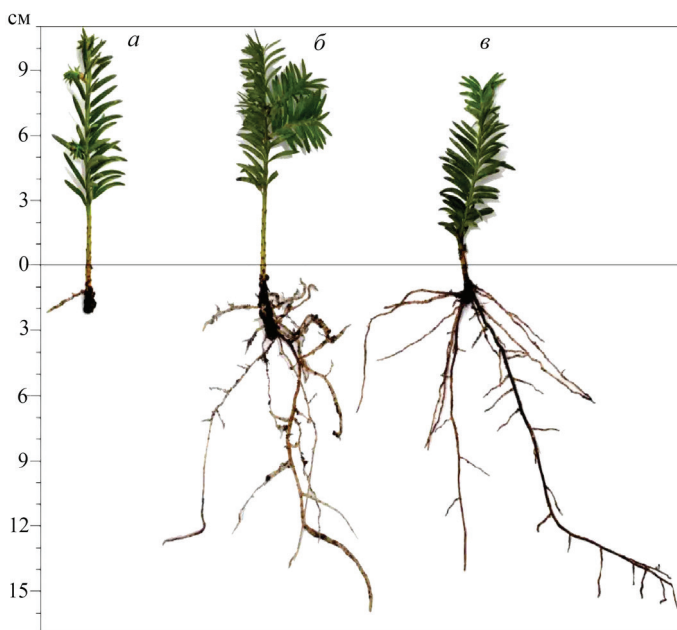


Рис. 5.5. Влияние обработки черенков *T. baccata* 'Elegantissima' водными растворами БАВ на развитие корневых систем: а – контроль (дистиллированная вода); б – 0,005%-ный раствор ИМК; в – 0,02%-ный раствор ЯК

Во всех вариантах обработки черенков БАВ наблюдалось значимое улучшение биометрических параметров корневых систем, причем результат, полученный от применения растворов ЯК, сравним с результатом от применения растворов ИМК (рис. 5.5).

Таким образом, при размножении *T. baccata* 'Elegantissima' весной обработка черенков 0,005%-ным раствором ИМК позволяет получить 75–100% укорененных черенков и значительно улучшить качество формируемых ими корневых систем. Около 73% укорененных черенков с хорошо развитыми подземными органами можно получить после применения 0,02%-ного водного раствора ЯК.

5.2.2. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм *Chaetaesuperis pisifera* Spach.

Влияние регуляторов роста на укоренение черенков форм *Ch. pisifera* Spach. исследовали при размножении их в период начала роста побегов маточных растений. Результаты опыта учитывали через 135 дней после посадки черенков на укоренение, т. е. осенью того же года, а также через год – следующей весной.

Установлено, что при размножении форм *Ch. pisifera* Spach. использование БАВ способствует повышению укореняемости черенков и качества формируемых ими корневых систем (табл. 5.6).

Так, максимальная укореняемость черенков всех исследованных форм *Ch. pisifera* Spach. отмечалась после их обработки 0,01%-ным раствором ИМК. При этом количество укорененных черенков возросло по сравнению с контролем на 40–55%. Следует отметить, что для черенков всех форм при обработке растворами ИМК с возрастанием концентрации вещества в растворе было характерно увеличение укореняемости. В связи с этим можно предположить, что оптимальная концентрация раствора ИМК для обработки черенков форм *Ch. pisifera* Spach. нами окончательно не установлена, и дальнейшее повышение концентрации раствора ИМК может дать больший эффект, чем 0,01%-ный раствор. Однако данное предположение требует экспериментального подтверждения.

Таблица 5.6. Влияние БАВ на укореняемость и развитие придаточных корней черенков форм *Ch. pisifera* Spach. при размножении в период начала роста побегов маточных растений

Препарат	Концентрация раствора, %	Укореняемость, %	Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней I порядка ветвления, см	Количество порядков ветвления корней, шт.
'Filifera Nana'					
Вода	–	5,0	1,2 ± 0,2 c	1,5 ± 0,2 d	1
ИМК	0,0025	10,0	1,3 ± 0,2 c	4,2 ± 0,6 abc	2
	0,005	35,0	3,0 ± 0,7 b	7,2 ± 1,0 b	3
	0,01	60,0	5,1 ± 1,0 a	7,1 ± 0,8 b	3
ИУК	0,01	15,0	1,3 ± 0,3 c	7,9 ± 1,9 ab	3
	0,02	25,0	1,6 ± 0,4 c	6,3 ± 0,9 b	3
	0,03	20,0	1,5 ± 0,2 c	7,8 ± 1,9 ab	3
НУК	0,0025	15,8	2,3 ± 0,9 bc	10,8 ± 1,6 a	3
	0,004	0	–	–	–
ЯК	0,005	10,0	1,3 ± 0,3 c	2,6 ± 0,7 d	2
	0,01	10,0	1,5 ± 0,2 c	3,8 ± 1,0 cd	2
	0,02	10,0	2,0 ± 0,4 bc	1,5 ± 0,1 d	2
'Nana'					
Вода	–	13,3	2,0 ± 0,4 c	8,2 ± 0,6 ab	3
ИМК	0,0025	40,0	3,2 ± 1,0 c	11,3 ± 1,1 a	3
	0,005	40,0	2,0 ± 0,6 c	9,0 ± 1,1 a	3
	0,01	60,0	9,5 ± 1,9 a	7,1 ± 0,7 b	3
ИУК	0,01	13,3	2,0 ± 0,4 bc	8,6 ± 0,7 a	3
	0,02	66,7	3,0 ± 0,8 b	9,0 ± 1,1 a	3
	0,03	26,7	1,8 ± 0,5 bc	6,6 ± 1,5 abc	2
ЯК	0,005	25,0	3,8 ± 1,8 bc	10,2 ± 1,5 a	3
	0,01	13,3	1,7 ± 0,7 c	6,4 ± 1,5 abc	3
	0,02	20,0	1,1 ± 0,1 c	4,0 ± 1,0 c	2
'Sungold'					
Вода	–	13,3	1,2 ± 0,2 b	2,0 ± 0,4 c	1
ИМК	0,0025	46,7	6,0 ± 1,9 a	5,6 ± 0,7 b	3
	0,005	42,9	5,5 ± 1,2 a	9,5 ± 1,0 a	3
	0,01	53,3	8,0 ± 2,1 a	7,8 ± 0,9 a	3

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; средние значения параметра для отдельной формы, обозначенные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$.

При размножении *Ch. pisifera* 'Nana' эффективной оказалась также обработка черенков 0,02%-ным раствором ИУК, в результате которой выход укорененных черенков возрос по сравнению с контролем на 53,4%.

Применение БАВ способствовало улучшению биометрических параметров корневых систем черенков (см. табл. 5.6). Так, у черенков формы 'Filifera Nana', обработанных синтетическими ауксинами, отмечалось статистически достоверное увеличение длины придаточных корней I порядка ветвления по сравнению с таковой у необработанных черенков, а также формирование более разветвленных корневых систем с тремя порядками ветвления, тогда как у необработанных черенков данной формы образовались только корни I порядка. Наиболее развитыми подземными органами характеризовались черенки, обработанные 0,01%-ным раствором ИМК. При этом количество корней I порядка на один черенок возросло по сравнению с контролем в 4,3 раза, а их длина – в 4,7 раза (рис. 5.6).

Не выявлено статистически достоверного влияния БАВ на биометрические параметры корневых систем черенков формы 'Nana'. Исключение составили варианты с применением для об-

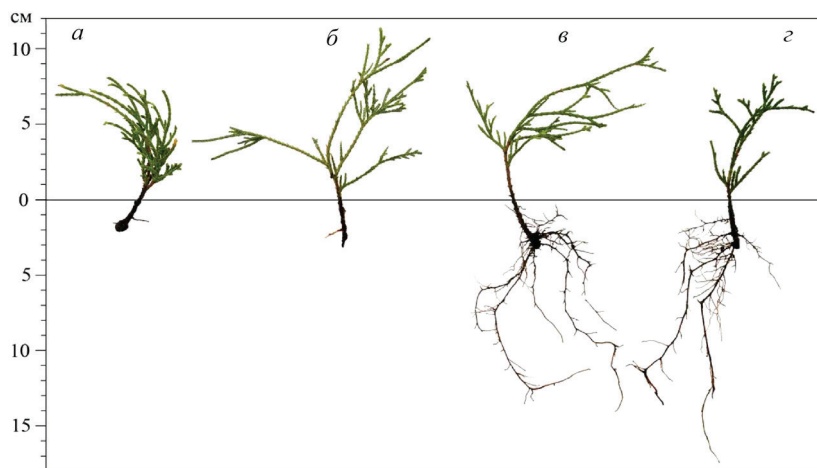


Рис. 5.6. Влияние обработки черенков *Ch. pisifera* 'Filifera Nana' водными растворами ИМК на развитие корневых систем: а – вода; б – 0,0025%-ный раствор; в – 0,005%-ный раствор; з – 0,01%-ный раствор

работки черенков 0,01%-ного раствора ИМК и 0,02%-ного раствора ИУК (рис. 5.7).

В первом случае у черенков количество корней I порядка ветвления возросло по сравнению с контрольным вариантом в 4,8 раза, во втором – в 1,5 раза (см. табл. 5.6).

Существенное влияние на качество корневых систем у черенков формы 'Sungold' оказала обработка водными растворами ИМК (рис. 5.8).

Наблюдалось увеличение количества и длина корней I порядка ветвления по сравнению с необработанными черенками, а также развитие корней III порядка, тогда как в контрольном варианте образовались только корни I порядка.

Следует отметить, что к моменту учета результатов осенью часть черенков сформировала каллус без образования адвентивных корней и имела жизнеспособный вид. Учитывая это, а также то, что пересадку укорененных черенков на доращивание в школьное отделение питомника следует проводить не раньше, чем



Рис. 5.7. Влияние обработки черенков *Ch. pisifera* 'Nana' водными растворами регуляторов роста на развитие корневых систем: а – вода; б – 0,01%-ный раствор ИМК; в – 0,02%-ный раствор ИУК

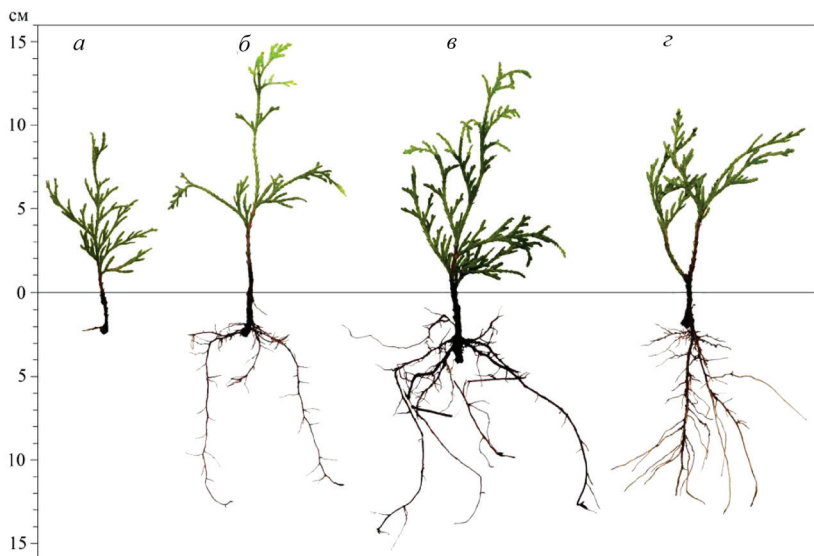


Рис. 5.8. Влияние обработки черенков *Ch. pisifera* 'Sungold' водными растворами ИМК на развитие корневых систем: а – вода; б – 0,0025%-ный раствор; в – 0,005%-ный раствор; г – 0,01%-ный раствор

через год после черенкования, к следующей весне количество укорененных черенков могло существенно измениться по сравнению с осенним учетом. В связи с этим живые черенки оставались в течение зимы в культивационных грядах в неотопляемой теплице, а в конце февраля был включен ее обогрев. Повторный учет, проведенный в апреле (табл. 5.7), показал, что увеличение периода укоренения до года не всегда повышает выход укорененных черенков, который зависит от концентрации вещества, используемого для обработки черенков перед укоренением.

Кроме того, через год после черенкования все еще сохранялись живые черенки, не вступившие в экзогенную стадию ризогенеза. Итоговый выход укорененных черенков форм *Ch. pisifera* Spach. за год представлен на рис. 5.9.

Он показывает, что использование БАВ для обработки черенков садовых форм кипарисовика горохоплодного является целесообразным и эффективным приемом стимулирования про-

цессов адвентивного корнеобразования, который позволяет при размножении в период начала роста побегов маточных растений получить значительно большее количество укорененных черенков, чем без применения БАВ, причем уже к осени текущего года.

Результаты наших исследований указывают на то, что при размножении весной с использованием БАВ можно достичь укореняемости черенков данных форм от 53 до 67%. При этом хорошо развитые корневые системы формируются уже к осени. Оставление жизнеспособных черенков в культивационных грядах до весны следующего года позволяет увеличить выход укорененных черенков от 5 до 40% в зависимости от формы и вещества использованного для обработки черенков.

Таблица 5.7. Особенности укоренения черенков форм *Ch. pisifera* Spach. при размножении в период начала роста побегов маточных растений с использованием БАВ

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество живых черенков без корней к моменту учета результатов осенью, %								
		'Filifera Nana'			'Nana'			'Sungold'		
		всего	из них		всего	из них		всего	из них	
			сохранились живыми без корней к следующей весне	сформировали корни к следующей весне		сохранились живыми без корней к следующей весне	сформировали корни к следующей весне		сохранились живыми без корней к следующей весне	сформировали корни к следующей весне
Вода	—	80,0	75,0	6,3	66,7	70,0	30,0	60,0	77,8	0
ИМК	0,0025	60,0	83,3	8,3	26,7	50,0	25,0	33,3	0	40,0
	0,005	55,0	81,2	0	16,7	100	0	28,6	100	0
	0,01	40,0	87,5	0	26,7	50,0	0	6,7	100	0
ИУК	0,01	55,0	45,5	45,5	46,7	0	57,1	—	—	—
	0,02	45,0	33,3	55,6	20,0	33,3	66,7	—	—	—
	0,03	20,0	75,0	25,0	33,3	0	60,0	—	—	—
НУК	0,0025	31,6	66,7	33,3	—	—	—	—	—	—
	0,004	50,0	50,0	20,0	—	—	—	—	—	—
ЯК	0,005	75,0	60,0	33,3	25,0	25,0	75,0	—	—	—
	0,01	65,0	69,2	23,1	20,0	0	0	—	—	—
	0,02	55,0	36,4	54,5	40,0	0	100	—	—	—

Примечание. Знак «—» означает, что исследование не проводилось.

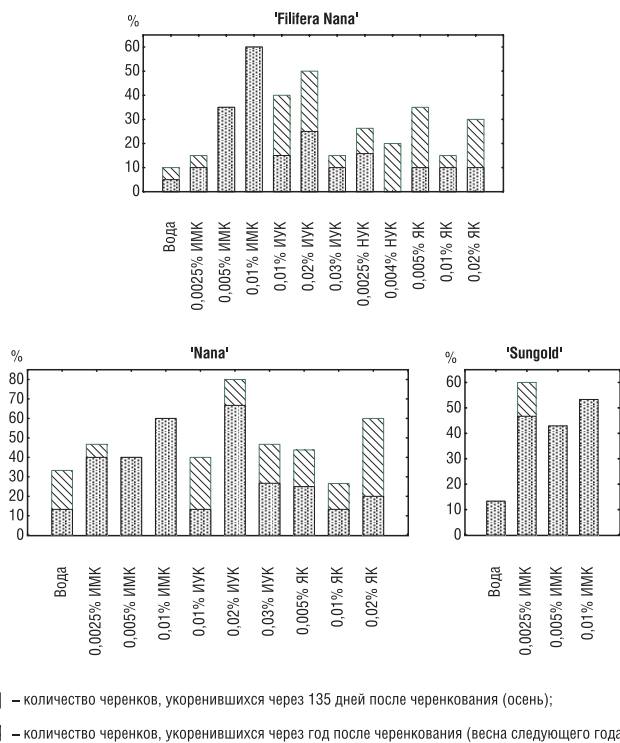


Рис. 5.9. Влияние обработки БАВ на укореняемость черенков форм *Ch. pisifera* Spach. через год после черенкования

5.2.3. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков *Juniperus chinensis* L.

Как отмечалось ранее, стеблевые черенки некоторых садовых форм можжевельника китайского отличаются низкой регенерационной способностью. К ним относится *Juniperus chinensis* 'Blaauw' и 'Blue Point'. Черенки первого имеют очень низкую природную ризогенную способность. Выход укорененных черенков в период глубокого покоя составляет около 10%, при размножении в весеннее время иногда достигает 25%, а летом около 30%. Чаще всего происходит 100%-ная гибель черенков независимо от срока черенкования. Укореняемость черенков *Juniperus chinensis* 'Blue Point' в условиях Беларуси ранее не изучалась.

Опыты с использованием БАВ с целью стимулирования процессов адвентивного ризогенеза у черенков *Juniperus chinensis* 'Blaauw' показали, что такой технологический прием позволяет получить не более 15% укорененных черенков при обработке их ИМК в концентрации 0,005% (табл. 5.8). При этом в субстрате необходимо поддерживать отрицательный температурный градиент.

Таблица 5.8. Укореняемость черенков *J. chinensis* 'Blaauw' в зависимости от обработки БАВ и значения ВТГ при размножении в период глубокого покоя маточных растений, %

Вещество	Концентрация раствора, %	Отрицательный ВТГ			Положительный ВТГ		
		1-я повторность	2-я повторность	среднее	1-я повторность	2-я повторность	среднее
Вода	–	6,7	13,3	10,0 ± 3,3	0	5,0	2,5 ± 2,5
ИМК	0,005	7,7	15,4	11,6 ± 3,9	0	0	0
	0,01	0	0	0	0	0	0
ИУК	0,01	0	0	0	0	0	0
	0,02	0	0	0	0	0	0
НУК	0,0025	0	0	0	0	0	0
	0,004	0	0	0	0	0	0

Таким образом, использование регуляторов роста для обработки черенков *J. chinensis* 'Blaauw' с целью стимулирования формирования придаточных корней неэффективно.

Результаты исследования особенностей корнеобразования у стеблевых черенков *J. chinensis* 'Blue Point' в период глубокого покоя маточных растений, обработанных БАВ и положительным ВТГ, представлены на рис. 5.10.

Наибольший выход укорененных черенков (40–55%) был получен в варианте с посадкой черенков на укоренение в обогреваемый субстрат после их обработки 0,005%-ным водным раствором ИМК. Этот показатель оказался на 25–35% выше, чем в варианте с положительным ВТГ, но без обработки регулятором роста. Большинство других вариантов использования для обработки черен-

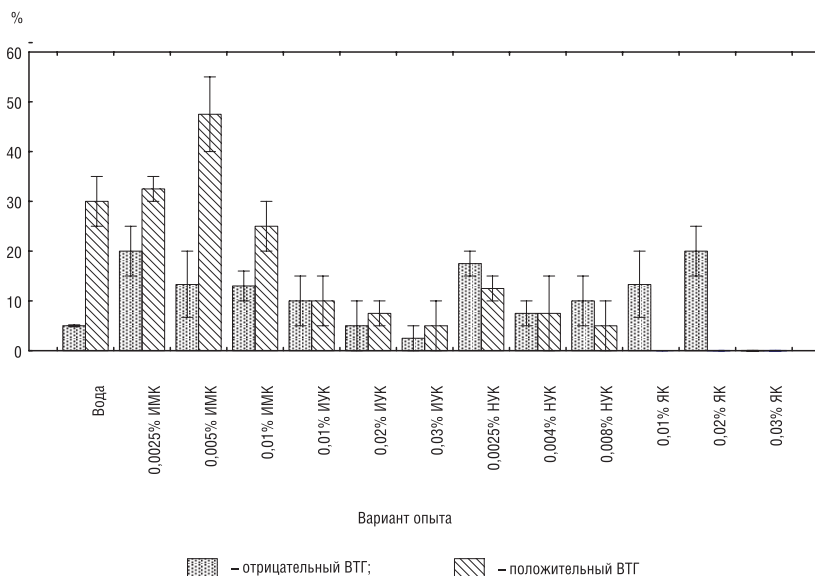


Рис. 5.10. Влияние обработки водными растворами БАВ и ВТГ на укореняемость черенков *J. chinensis* 'Blue Point' при размножении в период глубокого покоя маточных растений

ков *J. chinensis* 'Blue Point' растворов БАВ не способствовало повышению их укореняемости, за исключением применения 0,0025%-ного раствора ИМК в сочетании как с положительным, так и с отрицательным ВТГ, и 0,02%-ного раствора ЯК с укоренением в условиях отрицательного ВТГ. Однако в первом случае количество укорененных черенков хотя и оказалось значимо выше, чем в варианте без обработки черенков и с укоренением при отрицательном ВТГ, но не превысило 35,0%, а во втором случае составило всего 15,0–25,0%.

Следует отметить, что ИМК существенно не повлияла и на развитие корневых систем у черенков (табл. 5.9).

Так, при отрицательном ВТГ обработка черенков раствором ИМК способствовала достоверному увеличению длины адвентивных корней по сравнению с таковой у необработанных черенков, а при использовании раствора средней концентрации

отмечалось также и формирование придаточных корней двух порядков ветвления в отличие от одного порядка у необработанных черенков. В вариантах с положительным ВТГ существенных различий в развитии корневых систем черенков, обработанных растворами ИМК, и необработанных черенков не наблюдалось.

Таблица 5.9. Биометрические параметры корневых систем укорененных черенков *J. chinensis* ‘Blue Point’ в зависимости от концентрации водных растворов ИМК и значения ВТГ при размножении в период глубокого покоя маточных растений

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	Количество порядков ветвления корней, шт.
Отрицательный ВТГ				
Вода	–	1,2 ± 0,2	0,5 ± 0,03	1
ИМК	0,0025	1,3 ± 0,3	6,4 ± 0,5 а	1
	0,005	1,3 ± 0,3	10,9 ± 3,3 а	2
	0,01	1,5 ± 0,5	6,2 ± 2,0 а	1
Положительный ВТГ				
Вода	–	1,6 ± 0,2	8,7 ± 1,0 b	2
ИМК	0,0025	2,6 ± 0,8	7,9 ± 0,5	2
	0,005	1,3 ± 0,3	6,8 ± 1,0	2
	0,01	1,3 ± 0,3	7,0 ± 0,8	2

Пр и м е ч а н и е. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; различия достоверны при $p < 0,05$ в зависимости от обработки регулятором роста (а) и значения ВТГ (b).

Таким образом, при размножении *J. chinensis* ‘Blue Point’ в период глубокого покоя маточных растений максимальная укореняемость черенков отмечалась после их обработки 0,005%-ным водным раствором ИМК и посадки черенков на укоренение в условия с положительным ВТГ. Однако следует отметить, что при этом количество укорененных черенков оказалось несколько ниже 60%. В то же время размножение формы в период начала роста побегов маточных растений позволило достичь практически такой же укореняемости и без применения каких-либо технологических

приемов для стимулирования процессов адвентивного ризогенеза (см. главу 3). В связи с этим была дана оценка регенерационной способности черенков *J. chinensis* 'Blue Point' в другие сроки размножения с использованием БАВ.

Черенкование *J. chinensis* 'Blue Point' в период начала роста побегов маточных растений, летнего затухания роста побегов и период окончания роста побегов с применением БАВ показало, что оптимальным сроком для размножения является период начала роста маточных растений (табл. 5.10). Укореняемость черенков при использовании 0,0025%-ного раствора НУК увеличилась на 14,8% по сравнению с контролем. Использование других концентраций БАВ в указанный срок, а также и в другие сроки не позволило достичь большей укореняемости черенков.

Таблица 5.10. Укореняемость черенков *J. chinensis* 'Blue Point' в зависимости от обработки водными растворами БАВ при различных сроках размножения, %

Вещество	Концентрация раствора, %	Срок черенкования				
		начало роста побегов	летнее затухание роста побегов		окончание роста побегов	
			2010 г.	2011 г.	количество укорененных черенков	количество живых черенков без корней к моменту учета результатов
Вода	—	60,0 ± 11,5	0	15,0 ± 5,0	0	95,0 ± 2,9
ИМК	0,0025	—	20,0 ± 6,7	20,0 ± 20,0	0	91,7 ± 4,4
	0,005	—	0	25,0 ± 5,0	0	93,3 ± 1,7
	0,01	—	0	15,0 ± 5,0	0	90,0 ± 5,8
ИУК	0,01	—	13,3 ± 13,3	15,0 ± 15,0	0	88,3 ± 7,3
	0,02	—	6,7 ± 6,7	5,0 ± 5,0	0	81,7 ± 4,4
	0,03	—	0	20,0 ± 20,0	0	83,3 ± 6,0
НУК	0,0025	74,8 ± 6,1	0	5,0 ± 5,0	0	71,1 ± 6,0
	0,004	40,0 ± 3,9	0	20,0 ± 20,0	0	51,7 ± 9,3
	0,008	—	0	5,0 ± 5,0	0	46,7 ± 6,7
ЯК	0,01	—	6,7 ± 0,0	10,0 ± 10,0	0	73,3 ± 8,8
	0,02	—	0	0	0	78,3 ± 11,7
	0,03	—	0	5,0 ± 5,0	0	76,7 ± 9,3

Примечание. Знак «—» означает, что исследование не проводилось.

5.2.4. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков некоторых садовых форм *Juniperus ×media van Melle*

В главе 3 было показано, что регенерационная способность стеблевых черенков можжевельника среднего при черенковании в период глубокого и вынужденного покоя достигает 100% и существенно снижается у некоторых из них к началу роста побегов. В связи с этим в опытах с садовыми формами ‘Gold Star’ и ‘Golden Saucer’ было изучено влияние БАВ при размножении в период начала и летнего затухания роста побегов маточных растений (рис. 5.11).

Установлено, что обработка черенков *J. ×media* ‘Gold Star’ БАВ является нецелесообразной и в большинстве исследованных

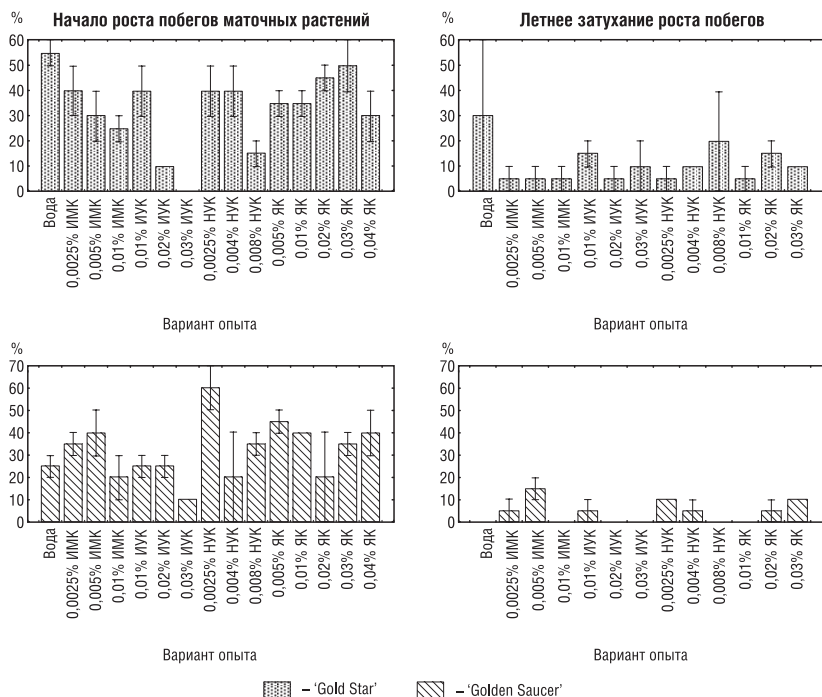


Рис. 5.11. Влияние обработки БАВ на укореняемость черенков садовых форм *Juniperus ×media van Melle*

нами вариантов их применения приводит к снижению количества укорененных черенков. При черенковании в период летнего затухания роста побегов маточных растений укореняемость колеблется от 0 до 60%, и обработка черенков БАВ также неэффективна.

При размножении формы 'Golden Saucer' в летний период подавляющее большинство черенков также погибло. При размножении весной в период начала роста побегов маточных растений максимальный выход укорененных черенков наблюдался при использовании 0,0025%-ного раствора НУК и составил 60%, что на 35% выше, чем в контроле.

Таким образом, при отсутствии в зимнее время обогрева в теплице размножение форм 'Gold Star' и 'Golden Saucer' следует проводить в период начала роста побегов маточных растений. Черенки 'Gold Star' необходимо высаживать на укоренение без обработки регуляторами роста, а черенки 'Golden Saucer' – после обработки 0,0025%-ным водным раствором НУК. Укореняемость черенков в данном случае варьируется в пределах 50–70%.

5.2.5. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков рода *Juniperus sabina* L.

Среди представителей рода *Juniperus* L. имеются садовые формы с высокой, средней и низкой регенерационной способностью черенков. Причем эта закономерность часто встречается даже в пределах одного вида. Легче других укореняются садовые формы, у которых формируются зачатки корней, так называемые корневые бугорки. К ним относятся некоторые садовые формы можжевельника казацкого, горизонтального и некоторых других. Одним из культиваров со средним уровнем укореняемости черенков является *J. sabina* 'Arcadia'. Укореняемость его черенков при заготовке в оптимальный срок (начало роста побегов маточных растений) колеблется в пределах 40–60%. Иногда выход укорененных черенков при размножении в период летнего затухания роста побегов при наличии благоприятных погодных

условий может достигать 70%. В обоих случаях укореняемость недостаточно высокая, в связи с чем была проведена оценка возможности применения БАВ для обработки черенков с целью стимулирования процессов адвентивного ризогенеза.

Использование при размножении *J. sabina* 'Arcadia' в период начала роста побегов маточных растений водных растворов БАВ для обработки черенков является эффективным способом повышения их укореняемости (рис. 5.12).

Так, максимальная укореняемость отмечалась у черенков, обработанных 0,005–0,01%-ными растворами ИМК, – 83–90%, что на 40–47% выше, чем в контроле. Несколько меньший выход укорененных черенков был отмечен после обработки 0,004%-ным раствором НУК, а также 0,03%-ным раствором ЯК, что соответственно на 32,3 и 27,3% выше, чем в контроле.

Кроме того, у черенков *J. sabina* 'Arcadia', обработанных БАВ, наблюдалось формирование более развитых корневых систем

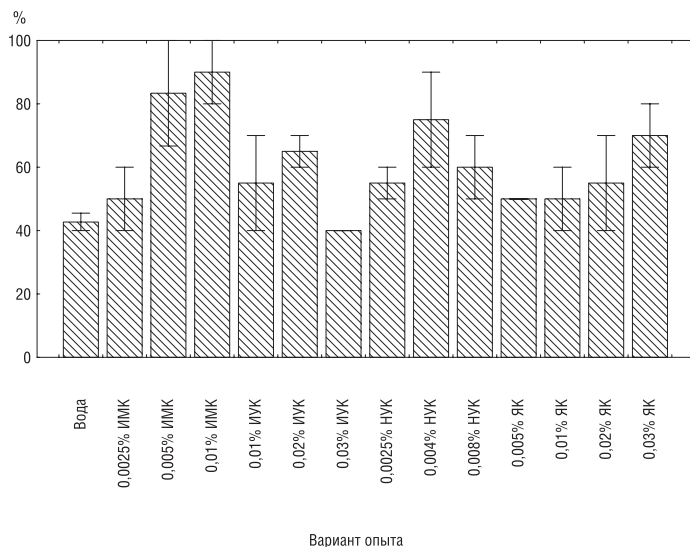


Рис. 5.12. Укореняемость черенков *J. sabina* 'Arcadia' в зависимости от обработки водными растворами БАВ при размножении в период начала роста побегов маточных растений

(табл. 5.11). Наиболее развитые подземные органы развивались в вариантах с применением для обработки черенков 0,01%-ного раствора ИМК. Придаточные корни I порядка ветвления были в 2,3 раза длиннее, чем в контроле, количество корней II порядка на один черенок – в 2,4 раза, а их длина – в 2,1 раза больше. Аналогичные результаты были получены также после применения 0,02%-ного раствора ИУК. В последнем случае количество корней I порядка ветвления возросло по сравнению с таковым в контрольном варианте в 1,8 раза, II порядка – в 3,1 раза, а их длина – в 1,3 и 1,6 раза соответственно (рис. 5.13).

Таблица 5.11. Биометрические параметры корневых систем укорененных черенков *J. sabina* 'Arcadia' в зависимости от обработки водными растворами БАВ при размножении в период начала роста побегов маточных растений

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней I порядка ветвления, см	Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней II порядка ветвления, см	Прирост центрального побега черенка, см
Вода	–	4,0 ± 0,8	6,2 ± 0,9	20,8 ± 1,5	0,7 ± 0,1	0,2 ± 0,04
ИМК	0,0025	3,0 ± 0,7	9,7 ± 1,8	21,0 ± 3,1	0,9 ± 0,1*	0,5 ± 0,1
	0,005	6,0 ± 1,3	12,3 ± 0,6*	30,2 ± 7,0	1,3 ± 0,1*	1,1 ± 0,2*
	0,01	6,2 ± 0,7	14,0 ± 0,8*	50,3 ± 6,7*	1,5 ± 0,1*	2,0 ± 0,2*
ИУК	0,01	3,6 ± 0,6	7,5 ± 0,7	35,7 ± 6,6*	1,2 ± 0,1*	1,8 ± 0,2*
	0,02	7,1 ± 0,8*	8,1 ± 0,7*	65,4 ± 4,8*	1,1 ± 0,03*	2,3 ± 0,4*
	0,03	3,9 ± 0,5	6,7 ± 0,9	50,3 ± 5,6*	1,3 ± 0,04*	3,4 ± 0,4*
НУК	0,0025	5,3 ± 0,3	4,6 ± 0,7	21,5 ± 4,8	1,0 ± 0,1*	3,1 ± 0,4*
	0,004	6,0 ± 1,1	5,1 ± 0,4	45,0 ± 5,7*	1,1 ± 0,04*	3,1 ± 0,6*
	0,008	4,5 ± 0,6	8,1 ± 0,7	35,3 ± 3,7*	1,1 ± 0,1*	3,5 ± 0,6*
ЯК	0,005	4,0 ± 1,0	6,7 ± 0,9	30,3 ± 5,2	1,1 ± 0,1*	0,6 ± 0,1*
	0,01	5,8 ± 1,0	7,3 ± 0,7	45,2 ± 4,0*	1,1 ± 0,04*	3,8 ± 0,4*
	0,02	4,7 ± 0,8	4,6 ± 0,6	33,0 ± 5,5*	1,1 ± 0,1*	3,0 ± 0,5*
	0,03	5,6 ± 1,3	6,3 ± 1,0	37,6 ± 5,5*	0,8 ± 0,03*	2,0 ± 0,4*

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; * – среднее значение параметра достоверно отличается от контроля с вероятностью 95%.

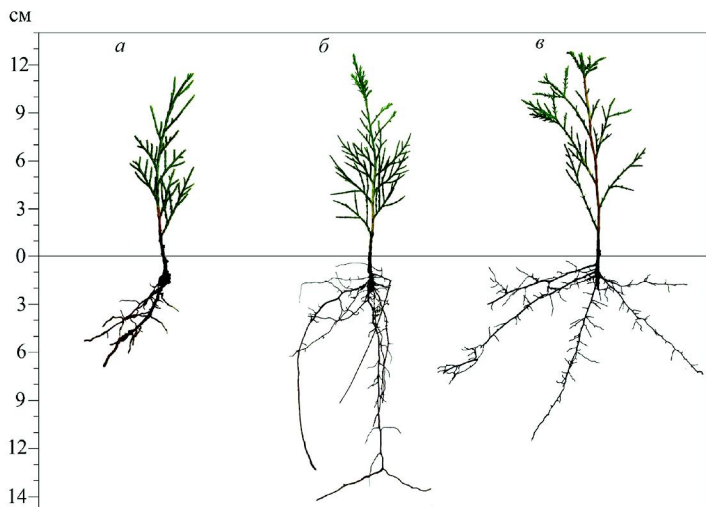


Рис. 5.13. Влияние обработки черенков *J. sabina* 'Arcadia' водными растворами регуляторов роста на развитие корневых систем: а – контроль (дистиллированная вода); б – 0,01%-ный раствор ИМК; в – 0,02%-ный раствор ИУК

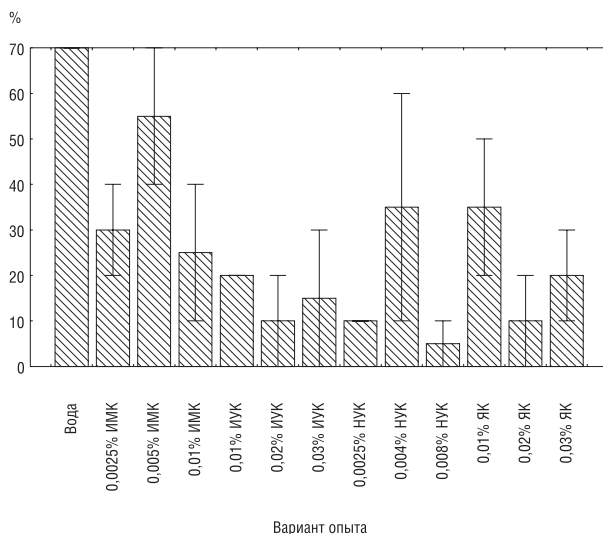


Рис. 5.14. Влияние водных растворов БАВ на укореняемость черенков *J. sabina* 'Arcadia' в период летнего затухания роста побегов маточных растений

Кроме того, наблюдалось в разной степени положительное влияние на развитие корневых систем у черенков и во всех остальных вариантах обработки черенков БАВ. Положительное влияние регуляторов роста на развитие подземных органов проявилось также в значительном увеличении прироста надземной части укорененных черенков (в 3–19 раз больше, чем в контроле) (табл. 5.11).

В то же время применение БАВ при черенковании *J. sabina* ‘Arcadia’ в период летнего затухания роста побегов маточных растений оказалось нецелесообразным (рис. 5.14).

5.2.6. Влияние БАВ и ВТГ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм *Juniperus scopulorum* Sarg.

Изучение особенностей вегетативного размножения *J. scopulorum* ‘Blue Arrow’ в период глубокого покоя маточных растений с использованием БАВ показало, что его черенки в большинстве случаев хорошо реагировали на обработку, которая позволяла добиться высокой укореняемости (рис. 5.15) [285, 286].

Максимальная укореняемость (100%) наблюдалась при замачивании черенков в 0,005 и 0,01%-ном водном растворе ИМК и укоренении в условиях отрицательного ВТГ, что на 40–70% выше, чем в варианте без обработки. При положительном ВТГ использование раствора ИМК в концентрации 0,005% способствовало повышению количества укорененных черенков по сравнению с вариантом без обработки на 10–25%. Увеличение же содержания вещества в растворе до 0,01% оказало на черенки токсичное действие и привело к снижению выхода укорененных черенков до 57,5%, что ниже, чем в варианте без обработки на 12,5%. Таким образом, действие растворов ИМК на черенки *J. scopulorum* ‘Blue Arrow’ зависит от температурных условий укоренения.

З. Я. Иванова, исследуя влияние водных растворов ИУК на укоренение черенков *J. scopulorum* Sarg., установила, что обработка черенков в 0,02%-ном растворе способствует повышению укореняемости черенков до 74,3% по сравнению с 50,8% в кон-

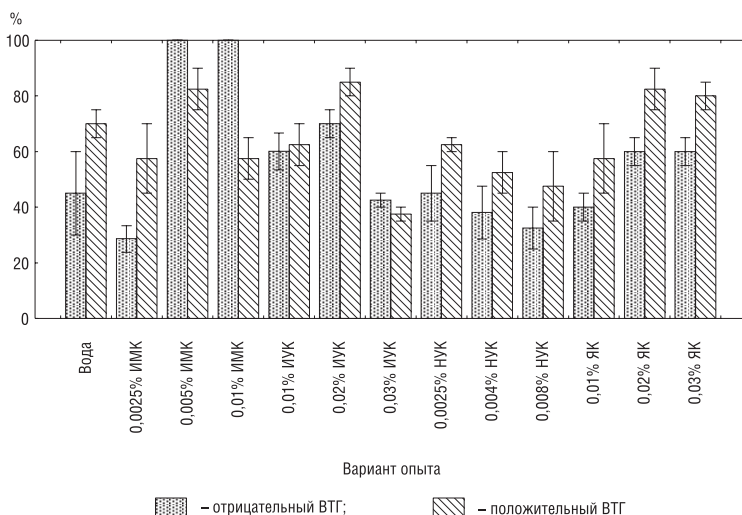


Рис. 5.15. Влияние обработки водными растворами БАВ и значения ВТГ на укореняемость черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' при размножении в период глубокого покоя маточных растений

троле [5]. Нами получен сходный результат с садовой формой 'Blue Arrow': обработка 0,02%-ным раствором ИУК увеличила выход укорененных черенков на 25% по сравнению с контролем, а применение препарата с укоренением в условия положительного ВТГ позволяет получить на 15% больше укорененных черенков, чем в варианте с отрицательным ВТГ. Не оказали положительного влияния на укореняемость черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' растворы ИУК других концентраций, а также растворы НУК.

Для стимулирования адвентивного ризогенеза у черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' перспективно использование растворов ЯК. Так, укореняемость черенков после обработки 0,02 и 0,03%-ными растворами ЯК оказалась на 15% выше, чем без обработки, а укоренение в условиях положительного ВТГ позволяет увеличить выход укорененных черенков до 80,0–82,5%. Кроме того, ЯК в разной степени оказала влияние на биометрические параметры формируемых черенками корневых систем (табл. 5.12).

Таблица 5.12. Влияние обработки водными растворами БАВ и значения ВТГ на биометрические параметры корневых систем у черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' при размножении в период глубокого покоя маточных растений

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество придаточных корней I порядка ветвления в условиях, шт.		Длина придаточных корней I порядка ветвления в условиях, см		Количество порядков ветвления корней в условиях, шт.	
		отрицательного ВТГ	положительного ВТГ	отрицательного ВТГ	положительного ВТГ	отрицательного ВТГ	положительного ВТГ
Вода	—	4,8 ± 0,5	3,0 ± 0,8	6,4 ± 0,7	8,3 ± 1,2 с	3	3
ИМК	0,0025	2,7 ± 0,3 а	2,5 ± 0,3	6,5 ± 0,8 b	8,3 ± 0,5	2	3
	0,005	4,7 ± 0,3	5,0 ± 0,4	3,8 ± 0,3 а	15,9 ± 1,8 abc	3	3
	0,01	15,0 ± 1,0 abc	7,0 ± 0,3 ab	5,1 ± 0,5	9,1 ± 0,7 с	3	3
ИУК	0,01	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3	9,5 ± 1,8	11,1 ± 1,7	3	3
	0,02	8,6 ± 1,3	6,3 ± 0,3 ab	6,2 ± 1,0	12,9 ± 1,3 ac	3	3
	0,03	2,7 ± 0,3 а	3,0 ± 0,6	13,4 ± 3,5 а	5,6 ± 1,0 b	3	2
НУК	0,0025	4,0 ± 1,0	5,8 ± 0,5 а	9,0 ± 1,3	9,0 ± 1,5 b	3	3
	0,004	5,0 ± 1,2	3,5 ± 0,3	9,0 ± 1,1	11,0 ± 1,2	3	3
	0,008	4,7 ± 0,3	12,7 ± 2,3 abc	5,5 ± 1,0	14,1 ± 0,9 ac	3	3
ЯК	0,01	5,0 ± 0,6 b	4,5 ± 0,9	8,6 ± 1,2 с	4,5 ± 0,8	3	3
	0,02	1,2 ± 0,2 а	2,9 ± 0,5 с	11,2 ± 1,2 а	7,6 ± 0,9	3	3
	0,03	1,8 ± 0,2 а	3,0 ± 0,4 с	15,4 ± 1,9 abc	5,4 ± 0,9	3	3

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; различия достоверны при $p < 0,05$ в зависимости от обработки регулятором роста (а), концентрации раствора (b) и значения ВТГ (с).

Например, при обработке черенков 0,02 и 0,03%-ными растворами ЯК и укоренении при отрицательном ВТГ придаточных корней I порядка ветвления оказалось меньше в 4,0 и 2,7 раза соответственно, чем у необработанных черенков. В то же время длина корней, наоборот, увеличилась в 1,7 и 2,4 раза соответственно. При укоренении обработанных указанными растворами черенков в условиях положительного ВТГ развитие корневых систем не отличалось от контрольного варианта.

Наибольшее количество придаточных корней сформировалось у черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow', обработанных 0,01%-ным

раствором ИМК. При их укоренении в условиях отрицательного ВТГ среднее значение этого показателя возросло в 3,1 раза по сравнению с таковым у необработанных черенков, а при укоренении при положительном ВТГ – в 2,3 раза. Менее концентрированный 0,005%-ный раствор ИМК не повлиял на биометрические параметры корневых систем у черенков, высаженных в условия отрицательного ВТГ, тогда как у обработанных данным раствором черенков, высаженных в условия положительного ВТГ, длина корней увеличилась в 1,9 раза по сравнению с необработанными черенками.

Хорошо развитые корневые системы сформировали черенки, обработанные в 0,008%-ном растворе НУК или 0,02%-ном растворе ИУК и укоренении при положительном ВТГ.

Таким образом, увеличению укореняемости черенков *J. scopulorum* 'Blue Agrow' до 100% и формированию более развитых корневых систем способствует обработка 0,005–0,01%-ным раствором ИМК и укоренение черенков при отрицательном ВТГ, а также 0,005%-ным раствором ИМК или 0,02%-ным раствором ИУК и укоренение при положительном ВТГ. Кроме того, около 80% укорененных черенков позволяет получить сочетание обработки 0,02–0,03%-ным раствором ЯК и укоренения в условиях положительного ВТГ.

При черенковании *J. scopulorum* 'Blue Agrow' в другие сроки БАВ не всегда способствовали улучшению укореняемости черенков (табл. 5.13).

Так, при размножении в период начала роста побегов наибольший положительный эффект оказала обработка 0,0025%-ным раствором НУК. Количество укорененных черенков при этом возросло на 51,7% по сравнению с контролем. Тогда как в летний период 2010 г. вследствие неблагоприятных температурных условий укоренения укореняемость оказалась очень низкой (табл. 5.13), а в аналогичный период в 2009 г. наоборот отмечалось 100% укоренение черенков *J. scopulorum* 'Blue Agrow' без применения каких-либо технологических приемов для стимулирования адвентивного корнеобразования.

Таблица 5.13. Укореняемость черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' в зависимости от обработки водными растворами БАВ при различных сроках черенкования, %

Вещество	Концентрация раствора, %	Срок черенкования				
		начало роста побегов	летнее затухание роста побегов		окончание роста побегов	
			2010 г.	2011 г.	количество укорененных черенков	количество живых черенков без корней к моменту учета результатов
Вода	–	28,3 ± 4,4	0	83,3 ± 8,8	48,3 ± 1,7	46,7 ± 4,4
ИМК	0,0025	–	30,0 ± 0,0	85,0 ± 15,0	50,0 ± 2,9	38,3 ± 4,4
	0,005	–	0	70,0 ± 10,0	55,0 ± 2,8	36,7 ± 6,0
	0,01	–	0	75,0 ± 15,0	66,7 ± 1,7	28,3 ± 1,7
ИУК	0,01	–	17,5 ± 12,5	70,0 ± 0,0	45,0 ± 5,0	53,3 ± 6,0
	0,02	–	20,0 ± 5,0	65,0 ± 5,0	58,3 ± 6,0	41,7 ± 4,4
	0,03	–	0	60,0 ± 10,0	16,7 ± 4,4	66,7 ± 7,3
НУК	0,0025	80,0 ± 5,8	67,5 ± 2,5	80,0 ± 0,0	25,0 ± 2,9	68,3 ± 4,4
	0,004	56,7 ± 4,4	32,5 ± 2,5	80,0 ± 0,0	21,7 ± 7,3	65,0 ± 5,8
	0,008	–	0	50,0 ± 10,0	18,3 ± 7,3	48,3 ± 4,4
ЯК	0,01	–	47,5 ± 7,5	80,0 ± 10,0	15,0 ± 5,0	61,7 ± 7,3
	0,02	–	35,0 ± 10,0	70,0 ± 10,0	11,7 ± 6,7	70,0 ± 12,6
	0,03	–	50,0 ± 5,0	63,3 ± 6,7	5,0 ± 2,9	63,3 ± 14,2

Примечание. Знак «–» означает, что исследование не проводилось.

Опыт размножения этого культивара летом 2011 г. показал, что использование БАВ для стимулирования адвентивного корнеобразования у ее черенков нецелесообразно. Таким образом, размножение в период летнего затухания роста побегов маточных растений может быть эффективным только при наличии благоприятных погодных условий, причем применение для обработки черенков растворов БАВ не требуется.

Исследования показали, что период окончания роста побегов маточных растений также не подходит для вегетативного размножения *J. scopulorum* 'Blue Arrow'. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что зимнее черенкование с применением БАВ позволяет получить максимальную укореняемость черенков данной формы, а размножение в весенний период, которое

является оптимальным для многих видов растений, может быть успешным при использовании для обработки черенков 0,0025%-ного водного раствора НУК.

Исследование особенностей формирования придаточных корней у черенков *J. scopulorum* 'Skugocket', садовой формы, которая, как и предыдущая, востребована в зеленом строительстве, проведенные ранее другими авторами, свидетельствуют о том, что при ее размножении также не всегда достигается необходимая эффективность. Так, при размножении в период начала вегетации укореняемость черенков составляет менее 30% [12], а в зимний период достигает 54% [2].

Использование БАВ и положительного ВТГ позволяет активизировать ризогенную способность черенков и увеличить их укореняемость [286, 287] (рис. 5.16).

При этом значительный стимулирующий эффект на адвентивное корнеобразование у черенков данной формы, как и у черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow', оказала обработка водными раство-

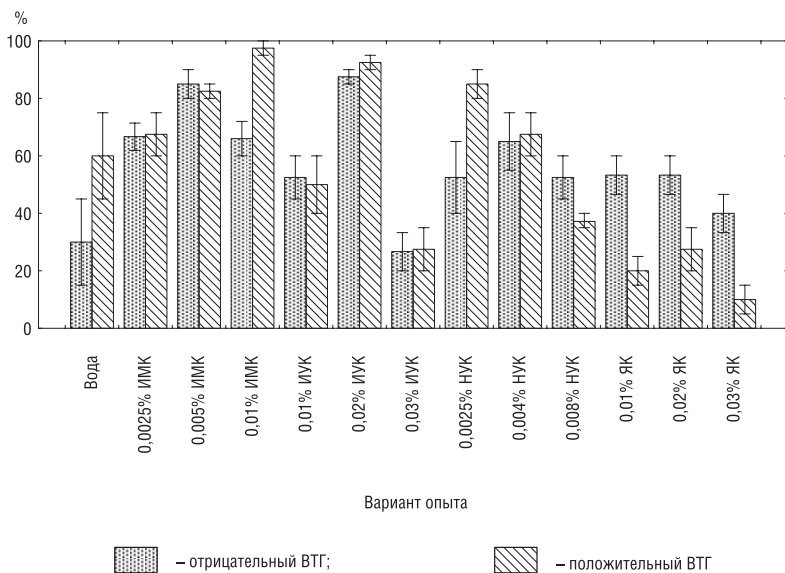


Рис. 5.16. Влияние водных растворов БАВ и ВТГ на укореняемость черенков *J. scopulorum* 'Skugocket' при размножении в период глубокого покоя маточных растений

рами ИМК средней и высокой концентрации и ИУК средней концентрации.

Максимальный выход укорененных черенков в условиях отрицательного ВТГ отмечался при обработке их 0,005%-ным раствором ИМК и составлял 85%, что на 55% выше, чем у необработанных черенков. Количество укорененных черенков после обработки 0,02%-ным раствором ИУК оказалось выше на 57,5%. Аналогичный результат был получен и при укоренении в условиях положительного ВТГ.

Как следует из данных рис. 5.16, при укоренении черенков при положительном ВТГ эффективной оказалась также обработка черенков 0,01%-ным раствором ИМК и 0,0025%-ным раствором ИУК. В остальных вариантах применение БАВ не позволило получить более 80% укорененных черенков *J. scopulorum* 'Skyrocket'.

Обработка черенков растворами ИМК, кроме того, способствовала формированию более развитых корневых систем по сравнению с таковыми у необработанных черенков. Об этом свидетельствует образование корней III порядка ветвления в варианте с использованием 0,005%-ного раствора и увеличение количества придаточных корней I порядка ветвления на черенок после обработки 0,01%-ным раствором (табл. 5.14).

Количество придаточных корней увеличилось и у черенков, обработанных 0,02%-ным раствором ИУК. При этом величина данного показателя оказалась в 1,6 раза больше, чем в варианте без обработки. Кроме того, 0,02%-ный раствор ИУК способствовал формированию корней III порядка, тогда как у необработанных черенков образовались корни только двух порядков ветвления. Более разветвленные корневые системы были характерны и для черенков, обработанных 0,0025 и 0,004%-ными растворами ИУК.

Таким образом, для интенсификации процессов адвентивного корнеобразования у черенков *J. scopulorum* 'Skyrocket' в период глубокого покоя маточных растений следует проводить обработку черенков 0,005–0,01%-ным водным раствором ИМК или 0,02%-ным раствором ИУК, а при обеспечении положительного ВТГ – одним из указанных растворов или 0,0025%-ным раствором ИУК.

Таблица 5.14. Биометрические параметры корневых систем укорененных черенков *J. scopulorum* ‘Skyrocket’ в зависимости от обработки водными растворами БАВ и значения ВГТ при размножении в период глубокого покоя маточных растений

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество придаточных корней I порядка ветвления в условиях, шт.		Длина придаточных корней I порядка ветвления в условиях, см		Количество порядков ветвления корней в условиях, шт.	
		отрицательного ВГТ	положительного ВГТ	отрицательного ВГТ	положительного ВГТ	отрицательного ВГТ	положительного ВГТ
Вода	–	1,9 ± 0,3	2,6 ± 0,4	8,9 ± 0,5	8,7 ± 0,4	2	2
ИМК	0,0025	2,1 ± 0,2	3,7 ± 0,3 bc	5,4 ± 0,8 a	9,6 ± 0,5 bc	2	2
	0,005	1,9 ± 0,3	2,9 ± 0,3	7,4 ± 0,4 b	8,4 ± 0,6 b	3	3
	0,01	3,6 ± 0,4 ab	2,3 ± 0,3	5,0 ± 0,5 a	6,5 ± 0,5 ac	2	2
ИУК	0,01	1,3 ± 0,3	1,4 ± 0,2	5,6 ± 0,5 a	8,2 ± 0,8 c	2	2
	0,02	3,1 ± 0,2 ab	4,0 ± 0,4 bc	7,4 ± 0,5	7,4 ± 0,7	3	3
	0,03	2,5 ± 0,5	2,0 ± 0,3	11,2 ± 0,5 ab	7,1 ± 0,6 c	2	2
НУК	0,0025	3,6 ± 0,5 ab	2,1 ± 0,3 c	8,2 ± 0,6	9,8 ± 0,6 b	3	3
	0,004	1,6 ± 0,3	2,8 ± 0,5	7,8 ± 0,7	8,1 ± 1,2	3	3
	0,008	2,5 ± 0,5	2,0 ± 0,3	7,1 ± 0,6 a	6,9 ± 1,0	2	2
ЯК	0,01	1,6 ± 0,3	2,8 ± 0,3 c	9,4 ± 0,4 b	8,4 ± 0,9	3	2
	0,02	2,1 ± 0,4	2,7 ± 0,3	9,5 ± 0,8 b	15,3 ± 0,9 abc	2	2
	0,03	1,6 ± 0,4	1,7 ± 0,3	5,9 ± 0,4 a	9,2 ± 0,9 c	2	2

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; различия достоверны при $p < 0,05$ в зависимости от обработки регулятором роста (a), концентрации раствора (b) и значения ВГТ (c).

При размножении *J. scopulorum* ‘Skyrocket’ в другие сроки использование аналогичных растворов привело к получению несколько иных результатов (табл. 5.15): в период начала роста побегов маточных растений наиболее эффективной оказалась обработка черенков 0,004%-ным раствором НУК; выход укорененных черенков при этом увеличился на 15%.

Как и для *J. scopulorum* ‘Blue Arrow’, черенкование *J. scopulorum* ‘Skyrocket’ в период летнего затухания роста побегов оказалось неэффективным, а использование БАВ для индукции придаточного корнеобразования – нецелесообразным. При этом в 2010 г. максимальная укореняемость черенков была получена нами после обработки 0,03%-ным раствором ИУК и 0,01%-ным раствором ЯК и составила не более 60%.

**Таблица 5.15. Укореняемость черенков *J. scopulorum* ‘Skyrocket’
в зависимости от обработки водными растворами БАВ
при различных сроках черенкования, %**

Вещество	Концентрация раствора, %	Срок черенкования				
		начало роста побегов	летнее затухание роста побегов		окончание роста побегов	
			2010 г.	2011 г.	количество укорененных черенков	количество живых черенков без корней к моменту учета результатов
Вода	—	75,0 ± 2,9	0	45,0 ± 5,0	10,0 ± 2,9	73,3 ± 1,7
ИМК	0,0025	—	12,5 ± 2,5	65,0 ± 25,0	18,3 ± 8,8	80,0 ± 7,6
	0,005	—	7,5 ± 2,5	35,0 ± 15,0	25,0 ± 12,6	73,3 ± 12,0
	0,01	—	0	40,0 ± 0,0	8,3 ± 6,0	80,0 ± 13,2
ИУК	0,01	—	0	35,0 ± 5,0	10,0 ± 5,0	61,7 ± 7,3
	0,02	—	15,0 ± 0,0	45,0 ± 15,0	16,7 ± 9,3	76,7 ± 7,3
	0,03	—	42,5 ± 2,5	30,0 ± 0,0	51,7 ± 7,3	40,0 ± 7,6
НУК	0,0025	78,3 ± 1,7	0	20,0 ± 0,0	11,7 ± 6,0	80,0 ± 7,6
	0,004	90,0 ± 5,0	2,5 ± 2,5	75,0 ± 25,0	8,3 ± 3,3	28,3 ± 8,8
	0,008	—	0	5,0 ± 5,0	6,7 ± 3,3	53,3 ± 11,7
ЯК	0,01	—	57,7 ± 7,5	25,0 ± 5,0	26,7 ± 10,1	73,3 ± 10,1
	0,02	—	27,5 ± 2,5	30,0 ± 0,0	13,3 ± 4,4	75,0 ± 13,2
	0,03	—	15,0 ± 0,0	35,0 ± 5,0	10,0 ± 5,8	70,0 ± 14,4

Пр и м е ч а н и е. Знак «—» означает, что исследование не проводилось.

В 2011 г. были получены несколько другие результаты. Максимальный выход укорененных черенков отмечался после обработки 0,004%-ным раствором НУК и оказался выше, чем в контроле, на 30%. Учитывая противоречивость полученных результатов летнего черенкования и их значительную зависимость от погодных условий, данный срок для размножения *J. scopulorum* ‘Skyrocket’ не рекомендуется, так как даже применение для обработки черенков БАВ не обеспечивает получение стабильно высокой укореняемости.

При размножении *J. scopulorum* ‘Skyrocket’ в период окончания роста побегов, как следует из данных табл. 5.15, оптимальной оказалась обработка черенков 0,03%-ным раствором ИУК, которая позволила получить около 50% укорененных черенков. Таким образом, наибольшую укореняемость черенков данной формы дает применение БАВ при размножении в периоды глубокого покоя и начала роста побегов маточных растений.

5.2.7. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм *Juniperus squamata* Buch. Ham. et D. Don

Влияние БАВ на регенерационную способность стеблевых черенков садовых форм *J. squamata* Buch. Ham. et D. Don изучали на примере наиболее популярных в декоративном садоводстве культиваров ‘Blue Carpet’, ‘Blue Star’ и ‘Golden Flame’. Учет результатов показал, что все концентрации БАВ, использованные в опытах, оказали положительное влияние на укореняемость черенков. Оптимальной при размножении ‘Blue Carpet’ оказалась обработка черенков 0,005–0,01%-ным раствором ИМК, увеличившая укореняемость на 46,4–58,9% по сравнению с контролем (рис. 5.17).

Эти концентрации оказали значимое влияние и на развитие корневых систем. Так, количество корней II порядка и их длина увеличились в 2,4–3,1 и 1,9–2,6 раза соответственно (табл. 5.16).

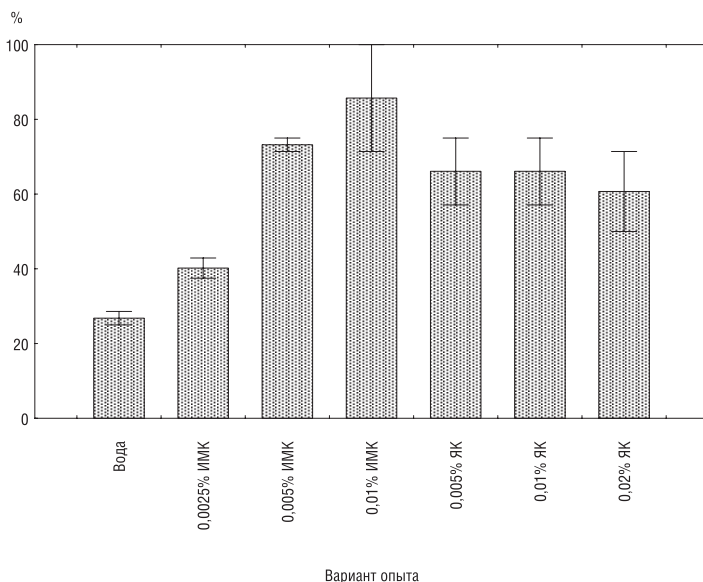


Рис. 5.17. Влияние водных растворов БАВ на укореняемость черенков *J. squamata* ‘Blue Carpet’

Таблица 5.16. Биометрические параметры корневых систем черенков *J. squamata* ‘Blue Carpet’ в зависимости от обработки водными растворами БАВ

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней I порядка ветвления, см	Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	Длина корней II порядка ветвления, см
Вода	–	2,0 ± 0,7	9,4 ± 2,2	22,3 ± 0,9	0,7 ± 0,1
ИМК	0,0025	2,0 ± 0,3	17,0 ± 3,7	56,6 ± 10,7	1,1 ± 0,1*
	0,005	3,2 ± 0,6	11,9 ± 1,0	53,6 ± 8,3*	1,3 ± 0,04*
	0,01	3,2 ± 0,3	13,7 ± 1,0	69,8 ± 7,9*	1,8 ± 0,05*
ЯК	0,005	2,2 ± 0,6	11,1 ± 0,7	57,4 ± 10,2	1,9 ± 0,1*
	0,01	2,3 ± 0,9	13,8 ± 1,1	24,3 ± 2,9	1,3 ± 0,1*
	0,02	1,8 ± 0,3	11,8 ± 1,5	33,7 ± 6,7	0,8 ± 0,04*

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; * – среднее значение параметра достоверно отличается от контроля с вероятностью 95%.

Влияние БАВ на укоренение черенков *J. squamata* ‘Blue Star’ и ‘Golden Flame’ исследовали при размножении в период начала роста побегов маточных растений. Учет результатов проводили через 135 дней после посадки черенков на укоренение, т. е. осенью того же года. Установлено как положительное, так и отрицательное влияние растворов ИМК на регенерационную способность черенков. Действие вещества в первую очередь проявлялось в сокращении продолжительности протекания процессов адвентивного ризогенеза у черенков, обработанных ИМК (табл. 5.17).

Таблица 5.17. Влияние обработки черенков форм *J. squamata* Buch. Ham. et D. Don водными растворами ИМК на продолжительность процессов адвентивного ризогенеза

Вариант опыта	Количество дней до начала образования			
	каллуса		корней	
	‘Blue Star’	‘Golden Flame’	‘Blue Star’	‘Golden Flame’
Вода	18	33	60	67
0,0025% ИМК	20	20	60	47
0,005% ИМК	26	18	39	39

У черенков *J. squamata* 'Blue Star', обработанных 0,005%-ным раствором ИМК, формирование придаточных корней отмечалось на 21 день раньше, чем у необработанных черенков. Однако раствор ИМК более низкой концентрации не оказал влияния на продолжительность укоренения. В то же время образование корней у черенков *J. squamata* 'Golden Flame', обработанных как раствором ИМК низкой концентрации, так и более концентрированным раствором, наблюдалось раньше, чем у необработанных черенков, на 20 и 28 дней соответственно.

ИМК оказала также влияние и на укореняемость черенков *J. squamata* 'Golden Flame' (рис. 5.18).

Обработка черенков *J. squamata* 'Blue Star' растворами ИМК оказала негативное действие на их укоренение. При этом количество укорененных черенков после обработки 0,0025%-ным раствором оказалось ниже на 9,6% по сравнению с контролем, а после применения более концентрированного 0,005%-ного раствора – на 17,9%. Однако вследствие более раннего вступления в стадию экзогенного ризогенеза черенков, обработанных 0,005%-ным раствором ИМК, у них сформировались хорошо развитые корневые системы (табл. 5.18).

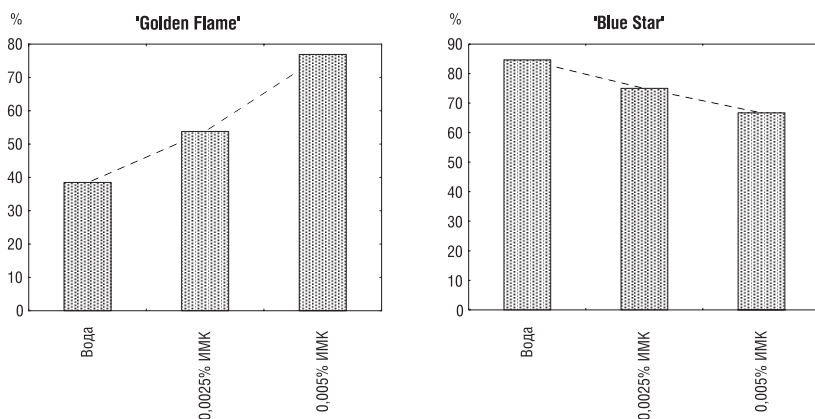


Рис. 5.18. Влияние водных растворов ИМК на укореняемость черенков садовых форм *J. squamata* Buch. Nam. et D. Don при размножении в период начала роста побегов маточных растений

Таблица 5.18. Влияние водных растворов ИМК на развитие придаточных корней у черенков садовых форм *J. squamata* Buch. Ham. et D. Don

Параметр	Вода	Концентрация раствора, %	
		0,0025	0,005
‘Blue Star’			
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,3 ± 0,2 b	3,7 ± 0,9 a	5,8 ± 1,3 a
Длина корней I порядка ветвления, см	5,1 ± 1,2 b	7,0 ± 1,3 ab	9,4 ± 1,0 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	9,3 ± 1,6 b	31,3 ± 7,3 a	92,2 ± 27,4 a
Длина корней II порядка ветвления, см	1,9 ± 0,2 b	1,6 ± 0,1 b	2,5 ± 0,1 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3
‘Golden Flame’			
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	3,3 ± 1,5 a	4,3 ± 0,9 a	5,3 ± 1,3 a
Длина корней I порядка ветвления, см	2,2 ± 0,4 b	10,0 ± 1,6 a	8,2 ± 1,0 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	4,3 ± 1,5 b	67,3 ± 15,0 a	73,7 ± 10,3 a
Длина корней II порядка ветвления, см	0,6 ± 0,1 b	1,4 ± 0,1 a	1,4 ± 0,04 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	2	2

Пр и м е ч а н и е. Данные приведены в виде $M \pm t$, где M – среднее значение, t – ошибка среднего; средние значения отдельных параметров в разных вариантах опыта, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значительно при $p < 0,05$.

Так, количество придаточных корней I порядка ветвления возросло в 4,5 раза по сравнению с величиной данного параметра в варианте без обработки черенков раствором ИМК, их длина – в 1,8 раза, количество корней II порядка ветвления – в 9,9 раза, а длина – в 1,3 раза.

При размножении *J. squamata* ‘Golden Flame’ использование 0,0025%-ного раствора ИМК позволило повысить укореняемость черенков по сравнению с контролем на 15,3%, а 0,005%-ного раствора – на 38,4% (см. рис. 5.18). Кроме того, применение регулятора роста способствовало формированию более развитых подземных органов, что проявилось в достоверном увеличении значений всех исследованных нами биометрических параметров корневых

систем черенков (см. табл. 5.18). Так, количество придаточных корней I порядка ветвления возросло в 1,2–1,3 раза по сравнению с контрольным вариантом, их длина – в 3,7–4,5 раза, количество придаточных корней II порядка ветвления – в 15,7–17,1 раза, а их длина – в 2,6 раза.

При размножении зимой в отапливаемой теплице *J. squamata* ‘Blue Star’ и ‘Golden Flame’ укореняемость черенков первой формы достигает 75%, второй – 89%. Использование для усиления ризогенеза БАВ при размножении данных форм весной, когда не требуется дорогостоящий обогрев теплицы, позволяет уже к осени текущего года получить 77–85% укорененных черенков.

5.2.8. Влияние БАВ и ВТГ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм *Juniperus virginiana* L.

Влияние БАВ и ВТГ на ризогенную способность садовых форм *Juniperus virginiana* L. изучали на примере садовых форм ‘Burkii’ и ‘Grey Owl’, что было обусловлено установленной ранее низкой регенерационной способностью черенков, которая не превышала 50% (см. главу 3). При использовании БАВ и подогрева субстрата выход укорененных черенков *J. virginiana* ‘Burkii’ при размножении в период глубокого покоя маточных растений может быть увеличен на 15–55% (рис. 5.19). Причем реакция черенков на обработку тем или иным препаратом оказалась различной. Кроме того, эффект от обработки черенков различными БАВ в большинстве вариантов зависел от значения ВТГ.

Максимальная укореняемость черенков рассматриваемой формы (60–75%) наблюдалась после обработки концентрированным 0,015%-ным раствором ИМК. Более высокая укореняемость по сравнению с контролем была получена в вариантах с обработкой 0,005–0,01%-ными растворами ИМК и посадкой черенков в условия положительного ВТГ, а также при обработке черенков 0,02%-ным раствором ЯК или 0,008%-ным раствором НУК и укоренении при отрицательном ВТГ. Более низкая концентрация растворов НУК не оказала влияния на выход укорененных черенков *J. virginiana* ‘Burkii’. Следует отметить, что укоренение

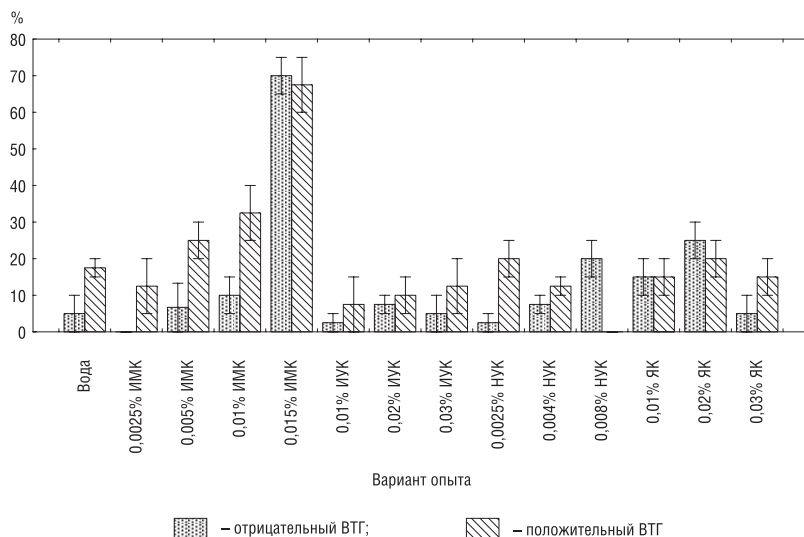


Рис. 5.19. Влияние водных растворов БАВ и ВТГ на укореняемость черенков *J. virginiana* ‘Burkii’ при размножении в период глубокого покоя маточных растений

черенков, обработанных водными растворами НУК, в условиях с положительным ВТГ способствовало усилению действия регулятора роста, что проявилось в увеличении укореняемости при использовании раствора низкой концентрации и 100%-ной гибели черенков при использовании раствора высокой концентрации. В последнем случае препарат оказался токсичным для черенков.

Обработка черенков растворами ЯК способствовала увеличению выхода укорененных черенков *J. virginiana* ‘Burkii’ на 5–30% в зависимости от концентрации раствора и значения ВТГ. Однако оптимальной оказалась концентрация ЯК 0,02%. Растворы ИУК не оказали влияния на укореняемость черенков.

На формирование корневых систем черенков положительный эффект оказали обработка 0,005 и 0,01%-ными растворами ИМК и укоренение в обогреваемом субстрате, а также обработка 0,015%-ным раствором ИМК (табл. 5.19). При этом отмечалось значимое увеличение количества и длины придаточных корней

по сравнению с контролем, а также увеличение с двух до трех порядков ветвления корней.

Наиболее благоприятной для развития корневых систем у черенков *J. virginiana* 'Burkii' оказалась концентрация ИМК 0,01–0,015%.

Достоверное увеличение длины придаточных корней I порядка ветвления отмечалось у черенков, обработанных 0,0025 и 0,004%-ным растворами НУК, при укоренении в условиях положительного ВТГ. При использовании 0,008%-ного раствора НУК и укоренении при отрицательном ВТГ длина адвентивных корней увеличилась в 2,3 раза.

Таблица 5.19. Влияние водных растворов БАВ и ВТГ на биометрические параметры корневых систем укорененных черенков *J. virginiana* 'Burkii' при размножении в период глубокого покоя маточных растений

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество придаточных корней I порядка ветвления в условиях, шт.		Длина придаточных корней I порядка ветвления в условиях, см		Количество порядков ветвления корней в условиях, шт.	
		отрицательного ВТГ	положительного ВТГ	отрицательного ВТГ	положительного ВТГ	отрицательного ВТГ	положительного ВТГ
Вода	–	1,3 ± 0,3	1,3 ± 0,3	3,4 ± 0,1	3,8 ± 0,4 с	2	2
ИМК	0,0025	1,2 ± 0,3	1,6 ± 0,3	4,2 ± 0,2	3,5 ± 0,5	2	2
	0,005	1,3 ± 0,3	4,3 ± 0,3 ac	4,3 ± 0,2	4,8 ± 0,5 a	2	3
	0,01	1,7 ± 0,3	3,0 ± 0,4 a	7,5 ± 0,6 ab	10,1 ± 0,5 abc	3	3
	0,015	2,5 ± 0,3 a	3,3 ± 0,3 a	8,8 ± 0,8 ab	9,6 ± 0,8 ab	3	3
ИУК	0,01	2,2 ± 0,3	1,3 ± 0,4	3,2 ± 0,3	3,0 ± 0,4	2	2
	0,02	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,3	3,5 ± 0,1	3,1 ± 0,3	2	2
	0,03	2,3 ± 0,3	2,0 ± 0,5	9,2 ± 0,3 abc	2,9 ± 0,5	2	2
НУК	0,0025	2,0 ± 0,4	3,0 ± 0,6	3,5 ± 0,5	10,0 ± 0,6 ac	2	2
	0,004	1,8 ± 0,3	1,3 ± 0,3	4,9 ± 0,4	10,9 ± 1,0 ac	2	2
	0,008	2,3 ± 0,3	–	7,9 ± 0,6 ab	–	2	–
ЯК	0,01	2,7 ± 0,3 a	2,3 ± 0,3	12,0 ± 0,5 abc	4,3 ± 0,5	2	2
	0,02	2,0 ± 0,4	1,8 ± 0,5	7,8 ± 0,6 a	13,2 ± 0,7 abc	3	3
	0,03	2,7 ± 0,3 a	4,0 ± 0,6 ab	8,6 ± 0,4 a	8,3 ± 0,9 a	2	3

Примечание. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; различия достоверны при $p < 0,05$ в зависимости от обработки регулятором роста (а), концентрации раствора (b) и значения ВТГ (с).

Растворы ЯК в большинстве вариантов их применения оказали положительное влияние на длину придаточных корней. При использовании 0,02%-ного раствора формировались более разветвленные корневые системы с тремя порядками ветвления, по сравнению с двумя порядками у необработанных черенков.

Таким образом, для стимулирования адвентивного корнеобразования у черенков *J. virginiana* 'Burkii' в период глубокого покоя маточных растений необходимо проводить их обработку 0,015%-ным раствором ИМК. Следует отметить, что при этом максимальная укореняемость черенков аналогична, как и при размножении данной формы в период начала роста побегов (72%) без применения БАВ (см. главу 3).

Оценка регенерационной способности черенков *J. virginiana* 'Burkii' в другие сроки размножения с использованием БАВ не выявила более высокой их укореняемости (табл. 5.20).

Таблица 5.20. Укореняемость черенков *J. virginiana* 'Burkii' в зависимости от обработки водными растворами БАВ при различных сроках черенкования, %

Вещество	Концентрация раствора, %	Срок черенкования				
		начало роста побегов	летнее затухание роста побегов		окончание роста побегов	
			2010 г.	2011 г.	количество укорененных черенков	количество живых черенков без корней к моменту учета результатов
Вода	—	72,0 ± 2,3	0	20,0 ± 10,0	0	41,7 ± 3,3
ИМК	0,0025	—	0	40,0 ± 20,0	0	43,3 ± 10,9
	0,005	—	0	65,0 ± 5,0	0	56,7 ± 7,3
	0,01	—	0	50,0 ± 10,0	0	40,0 ± 7,6
ИУК	0,01	—	0	0	0	51,7 ± 6,0
	0,02	—	0	0	0	36,7 ± 8,8
	0,03	—	0	15,0 ± 5,0	0	31,7 ± 4,4
НУК	0,0025	58,7 ± 4,8	0	20,0 ± 20,0	0	40,0 ± 7,6
	0,004	62,7 ± 7,4	0	35,0 ± 5,0	0	15,0 ± 5,0
	0,008	—	0	35,0 ± 15,0	0	13,3 ± 4,4
ЯК	0,01	—	6,7 ± 0,0	5,0 ± 5,0	0	45,0 ± 5,8
	0,02	—	16,7 ± 10,0	10,0 ± 10,0	0	38,3 ± 6,0
	0,03	—	3,4 ± 3,4	5,0 ± 5,0	0	33,3 ± 4,4

П р и м е ч а н и е. Знак «—» означает, что исследование не проводилось.

При оптимальном сроке размножения *J. virginiana* 'Burkii' (начало роста побегов) обработка черенков растворами НУК не оказала значимого влияния на их укоренение.

При летнем сроке размножения в 2010 г., когда на протяжении более одного месяца вследствие неблагоприятных погодных условий температура воздуха в теплице превышала 35 °С, подавляющее большинство черенков погибло. В 2011 г. положительное влияние на укоренение черенков оказала обработка 0,005– 0,01%-ными растворами ИМК, которая способствовала увеличению количества укорененных черенков на 30–45% по сравнению с контролем.

Исследование также показало, что для черенкования *J. virginiana* 'Burkii' период окончания роста побегов является неблагоприятным, и применение БАВ для стимулирования адвентивного корнеобразования в данный срок размножения неэффективно.

Таким образом, для размножения *J. virginiana* 'Burkii' следует проводить черенкование в период начала роста побегов маточных растений, причем применение БАВ для обработки черенков с целью повышения их укореняемости не рекомендуется. При размножении зимой в условиях отапливаемой теплицы в период глубокого покоя маточных растений для увеличения укореняемости черенков до 60–75% необходимо проводить их обработку 0,015%-ным водным раствором ИМК.

Изучение регенерационной способности у другой формы того же вида *J. virginiana* 'Grey Owl' показало, что ее черенки при размножении в период глубокого покоя маточных растений в большинстве вариантов негативно реагируют на обработку синтетическими регуляторами роста из группы ауксинов [287]. Например, использование растворов ИМК средней и высокой концентрации привело к снижению выхода укорененных черенков менее 20%. При обеспечении положительного ВТГ укореняемость черенков, обработанных раствором ИМК средней концентрации, оказалась значимо выше, чем в варианте без подогрева субстрата. В то же время она была такая же, как и без обработки регулятором роста с положительным ВТГ (рис. 5.20).

Как и при размножении *J. virginiana* 'Burkii', использование растворов ИУК для обработки черенков *J. virginiana* 'Grey Owl'

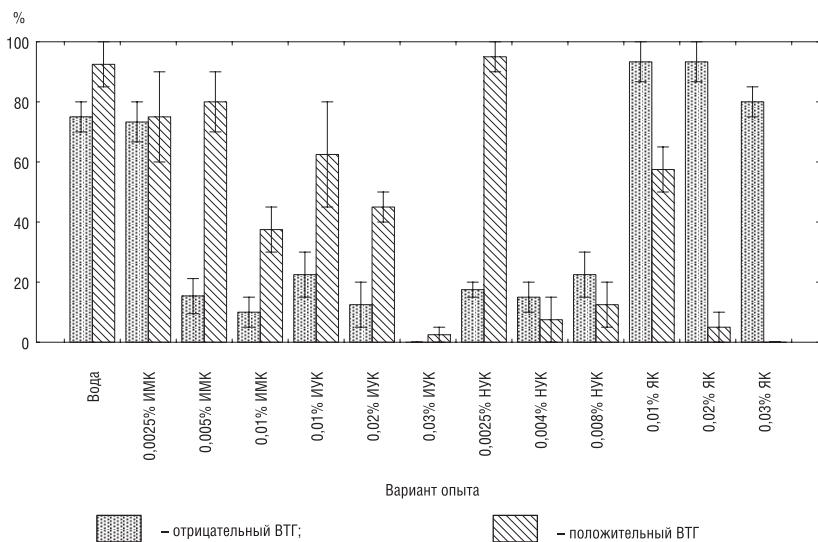


Рис. 5.20. Влияние водных растворов БАВ и ВТГ на укореняемость черенков *J. virginiana* 'Grey Owl' при размножении в период глубокого покоя маточных растений

оказалось неэффективным. С увеличением концентрации раствора снижалось количество укорененных черенков, а при высокой концентрации черенки погибали.

Максимальная укореняемость черенков садовой формы *J. virginiana* 'Grey Owl' (90–100%) была получена после их обработки 0,0025%-ным раствором НУК и укоренения при положительном ВТГ. Сходный результат дало использование для обработки черенков растворов ЯК низкой и средней концентрации при укоренении в условиях отрицательного ВТГ. При увеличении концентрации раствора до 0,03% количество укорененных черенков уменьшалось. Аналогичная зависимость наблюдалась и с черенками укореняемыми при положительном ВТГ и обработанными ЯК.

Таким образом, наиболее эффективным способом стимулирования адвентивного корнеобразования у черенков *J. virginiana* 'Grey Owl' при размножении в период глубокого покоя маточных

растений оказалась обработка черенков 0,01–0,02%-ными растворами ЯК [286]. При этом более высокая концентрация раствора не оказала достоверного влияния на биометрические параметры формируемых черенками корневых систем. Использование менее концентрированного 0,01%-ного раствора ЯК значительно уменьшало количество придаточных корней I порядка на черенок в 2,1 раза и вело к увеличению их длины в 1,2 раза (табл. 5.21).

Таблица 5.21. Биометрические параметры корневых систем укорененных черенков *J. virginiana* ‘Grey Owl’ в зависимости от обработки водными растворами БАВ и значения ВТГ при размножении в период глубокого покоя маточных растений

Вещество	Концентрация раствора, %	Количество придаточных корней I порядка ветвления в условиях, шт.		Длина придаточных корней I порядка ветвления в условиях, см		Количество порядков ветвления корней в условиях, шт.	
		отрицательного ВТГ	положительного ВТГ	отрицательного ВТГ	положительного ВТГ	отрицательного ВТГ	положительного ВТГ
Вода	—	3,3 ± 0,3	3,7 ± 0,4	12,9 ± 1,4 c	9,6 ± 0,4	3	3
ИМК	0,0025	1,2 ± 0,2 a	2,7 ± 0,3 c	16,7 ± 0,7 abc	11,1 ± 0,8	2	2
	0,005	3,4 ± 0,2	7,7 ± 0,7 abc	12,3 ± 0,9	12,2 ± 0,5 a	2	3
	0,01	6,8 ± 0,8 abc	3,8 ± 0,6 a	8,6 ± 0,5 a	15,3 ± 0,8 abc	2	2
ИУК	0,01	2,0 ± 0,4	3,7 ± 0,7	12,0 ± 0,2	10,4 ± 0,7	3	3
	0,02	2,7 ± 0,7	3,6 ± 0,7	11,5 ± 0,9	10,8 ± 0,7	3	3
	0,03	—	1,2 ± 0,2 ab	—	1,0 ± 0,1 ab	—	2
НУК	0,0025	2,9 ± 0,4	3,5 ± 0,3	10,9 ± 0,7	24,3 ± 0,9 abc	3	3
	0,004	2,5 ± 0,5	3,0 ± 0,4	6,8 ± 0,5 ac	0,8 ± 0,1 a	2	2
	0,008	2,4 ± 0,2	2,5 ± 0,5	10,7 ± 1,0	13,3 ± 1,2 a	3	3
ЯК	0,01	1,6 ± 0,3 a	5,3 ± 0,8 bc	16,0 ± 0,8 abc	8,7 ± 0,5	3	3
	0,02	3,1 ± 0,3 bc	1,7 ± 0,3 a	14,5 ± 0,7 c	8,5 ± 0,7	3	3
	0,03	2,2 ± 0,3	—	10,5 ± 1,0	—	3	—

П р и м е ч а н и е. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; различия достоверны при $p < 0,05$ в зависимости от обработки регулятором роста (a), концентрации раствора (b) и значения ВТГ (c).

Как и для *J. virginiana* 'Burkii', нами проводилось черенкование *J. virginiana* 'Grey Owl' в другие сроки с применением БАВ. Результаты исследования приведены в табл. 5.22.

Установлено, что при черенковании весной в период начала роста побегов маточных растений при обработке черенков БАВ стимулирования адвентивного корнеобразования не отмечалось.

Таблица 5.22. Влияние водных растворов БАВ на укореняемость черенков *J. virginiana* 'Grey Owl' при различных сроках черенкования, %

Вещество	Концентрация раствора, %	Срок черенкования				
		начало роста побегов		летнее затухание роста побегов		окончание роста побегов
		2009 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	
Вода	—	73,3 ± 5,3	85,0 ± 7,6	0	25,0 ± 5,0	80,0 ± 5,8
ИМК	0,0025	—	—	13,3 ± 13,3	20,0 ± 20,0	51,7 ± 7,3
	0,005	—	85,0 ± 5,0	0	5,0 ± 5,0	46,7 ± 6,0
	0,01	—	90,0 ± 5,0	0	15,0 ± 5,0	43,3 ± 4,4
ИУК	0,01	—	60,0 ± 10,0	6,7 ± 6,7	5,0 ± 5,0	43,3 ± 3,3
	0,02	—	80,0 ± 10,0	0	0	28,3 ± 6,0
	0,03	—	25,0 ± 5,0	0	10,0 ± 10,0	0
НУК	0,0025	72,0 ± 4,6	85,0 ± 5,0	3,4 ± 3,4	25,0 ± 15,0	8,3 ± 4,4
	0,004	85,3 ± 1,3	70,0 ± 10,0	0	25,0 ± 25,0	11,7 ± 1,7
	0,008	—	55,0 ± 5,0	0	20,0 ± 20,0	10,0 ± 7,6
ЯК	0,01	—	55,0 ± 5,0	23,4 ± 3,4	10,0 ± 10,0	60,0 ± 2,9
	0,02	—	60,0 ± 5,0	10,0 ± 3,3	5,0 ± 5,0	31,7 ± 6,0
	0,03	—	60,0 ± 10,0	3,4 ± 3,4	10,0 ± 10,0	10,0 ± 5,0

Примечание. Знак «—» означает, что исследование не проводилось.

Исследование также позволило установить, что при размножении *J. virginiana* 'Grey Owl' в период окончания роста побегов использование БАВ не только не способствовало увеличению укореняемости черенков, но и оказало негативное влияние на процессы ризогенеза, что проявилось в значительном снижении количества укорененных черенков после их обработки БАВ, а в отдельных вариантах опыта к гибели 100% черенков.

**5.2.9. Влияние БАВ и ВТГ на адвентивное
корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм
Picea glauca (Moench) Voss.**

Влияние регуляторов роста на укоренение черенков форм *P. glauca* изучали в период начала вторичного роста побегов маточных растений, а учет результатов – осенью того же года через 115 дней после черенкования. Исследование показало, что для одних форм обработка черенков растворами регуляторов роста способствует увеличению их укореняемости и улучшению качества формируемых ими корневых систем, а для других является не только неэффективной, но и вредной (табл. 5.23).

**Таблица 5.23. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование
у черенков форм *P. glauca* при размножении в период начала
вторичного роста побегов маточных растений, %**

Параметр	Контроль	ИМК		ИУК	
		0,005%	0,01%	0,005%	0,01%
‘Alberta Blue’					
Укореняемость, %	5,0 ± 5,0	0	0	–	10,0 ± 5,0
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,2 ± 0,2 a	0	0	–	1,1 ± 0,1 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	3,9 ± 1,0 a	0	0	–	4,1 ± 0,9 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	1	0	0	–	1
‘Alberta Globe’					
Укореняемость, %	35,0 ± 5,0	50,0 ± 0,0	45,0 ± 5,0	35,0 ± 15,0	50,0 ± 10,0
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,4 ± 0,4 a	2,0 ± 0,5 a	2,0 ± 0,2 a	2,7 ± 0,7 a	2,0 ± 0,4 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	1,4 ± 0,2 c	3,2 ± 0,4 ab	3,2 ± 0,6 ab	2,2 ± 0,3 bc	3,5 ± 0,4 a

Продолжение табл. 5.23

Параметр	Контроль	ИМК		ИУК	
		0,005%	0,01%	0,005%	0,01%
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	3	2	2	3
‘Arneson’s Blue Variegated’					
Укореняемость, %	15,0 ± 5,0	10,0 ± 10,0	0	20,0 ± 0,0	20,0 ± 10,0
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,2 ± 0,2 a	1,3 ± 0,3 a	0	1,7 ± 0,3 a	1,8 ± 0,3 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	1,6 ± 0,6 ab	2,7 ± 0,5 a	0	1,3 ± 0,1 b	2,5 ± 0,5 ab
Количество порядков ветвления корней, шт.	1	1	0	1	1
‘Conica’					
Укореняемость, %	10,0 ± 10,0	75,0 ± 25,0	65,0 ± 15,0	30,0 ± 11,5	65,0 ± 35,0
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,5 ± 0,3 c	4,9 ± 0,7 ab	4,2 ± 0,7 ab	4,0 ± 0,8 b	5,6 ± 0,7 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	2,2 ± 0,6 c	4,7 ± 0,5 c	5,4 ± 0,6 b	8,3 ± 0,9 a	6,1 ± 0,5 ab
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	3	3	3	3
‘Daisy’s White’					
Укореняемость, %	70,0 ± 0,0	70,0 ± 10,0	75,0 ± 5,0	–	90,0 ± 0,0
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,9 ± 0,5 b	2,9 ± 0,3 b	4,3 ± 0,5 a	–	2,9 ± 0,5 b
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	4,4 ± 0,6 b	3,9 ± 0,5 b	5,9 ± 0,5 a	–	4,0 ± 0,5 b
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3	–	3

Параметр	Контроль	ИМК		ИУК	
		0,005%	0,01%	0,005%	0,01%
‘Piccolo’					
Укореняемость, %	10,0 ± 10,0	0	20,0 ± 0,0	–	–
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,3 ± 0,4 a	0	2,3 ± 0,3 a	–	–
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	2,9 ± 1,0 a	0	2,0 ± 0,7 a	–	–
Количество порядков ветвления корней, шт.	1	0	1	–	–
‘Sander’s Blue’					
Укореняемость, %	30,0 ± 10,0	15,0 ± 5,0	5,0 ± 5,0	0	15,0 ± 5,0
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,4 ± 0,4 a	1,8 ± 0,5 a	1,3 ± 0,3 a	0	2,4 ± 0,7 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	4,3 ± 0,6 a	3,1 ± 0,6 a	3,5 ± 0,8 a	0	3,6 ± 0,6 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	2	2	0	2

П р и м е ч а н и е. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего, знак «–» означает, что исследование не проводилось; средние значения отдельного параметра в разных вариантах опыта, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$.

Обработка регуляторами роста оказала положительное влияние на укоренение черенков форм ‘Alberta Globe’, ‘Conica’ и ‘Daisy’s White’. Так, максимальная укореняемость черенков *P. glauca* ‘Alberta Globe’ отмечалась при использовании 0,005%-ного раствора ИМК и 0,01%-ного раствора ИУК. При этом количество укорененных черенков в вариантах с применением регуляторов роста оказалось выше на 15%, чем в контроле. Более высокая концентрация ИМК (0,01%) также стимулировала процессы адвен-

тивного корнеобразования, однако при этом отмечалось некоторое снижение процента укоренения по сравнению с вариантом с использованием менее концентрированного раствора, поэтому повышение содержания вещества в растворе более 0,01% является токсичным для черенков *P. glauca* 'Alberta Globe' при рассматриваемом сроке размножения. Обработка черенков регуляторами роста способствовала формированию более развитых корневых систем по сравнению с необработанными черенками (рис. 5.21).

Наиболее развитая корневая система у черенков *P. glauca* 'Alberta Globe' была при обработке их 0,01%-ным раствором ИУК и 0,01%-ным раствором ИМК (см. табл. 5.23). При этом длина придаточных корней I порядка ветвления увеличилась в 2,3–2,5 раза по сравнению с вариантом без обработки. Кроме того, образовались корни III порядка ветвления, тогда как в других вариантах опыта отмечалось формирование только двух порядков ветвления корней.

Черенки *P. glauca* 'Conica' оказались более отзывчивыми на обработку регуляторами роста. Максимальная укореняемость

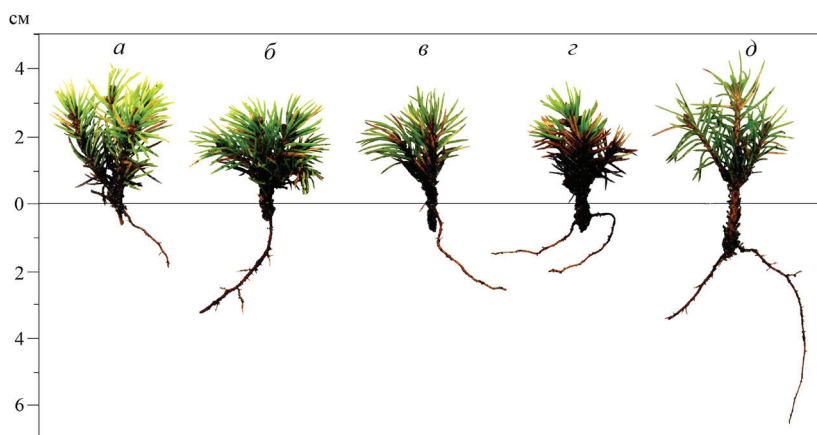


Рис. 5.21. Влияние БАВ на развитие корневой системы у черенков *P. glauca* 'Alberta Globe': а – контроль (дистиллированная вода); б – 0,005%-ный раствор ИМК; в – 0,01%-ный раствор ИМК; г – 0,005%-ный раствор ИУК; д – 0,01%-ный раствор ИУК

была получена в варианте с применением 0,005%-ного раствора ИМК. При этом количество укорененных черенков увеличилось по сравнению с контролем на 65%. Более высокая концентрация ИМК в растворе (0,01%), как и при размножении *P. glauca* 'Alberta Globe', способствовала увеличению выхода укорененных черенков по сравнению с контролем, но в то же время была менее эффективной, чем более слабый раствор ИМК. Растворы ИУК также оказали стимулирующее действие на процессы адвентивного корнеобразования у черенков *P. glauca* 'Conica', причем при увеличении концентрации стимулирующий эффект возрастал. Так, обработка 0,005%-ным раствором ИУК увеличила количество укорененных черенков на 20% по сравнению с контролем, с 0,01%-ным раствором – на 55%. Во всех вариантах применения регуляторов роста отмечалось формирование более разветвленных корневых систем (рис. 5.22).

Наиболее развитыми корневыми системами отличались черенки, обработанные 0,01%-ным раствором ИУК (см. табл. 5.23). Количество придаточных корней I порядка ветвления возросло в 3,7 раза по сравнению с корневыми системами не обработанных черенков, а их длина – в 2,8 раза.

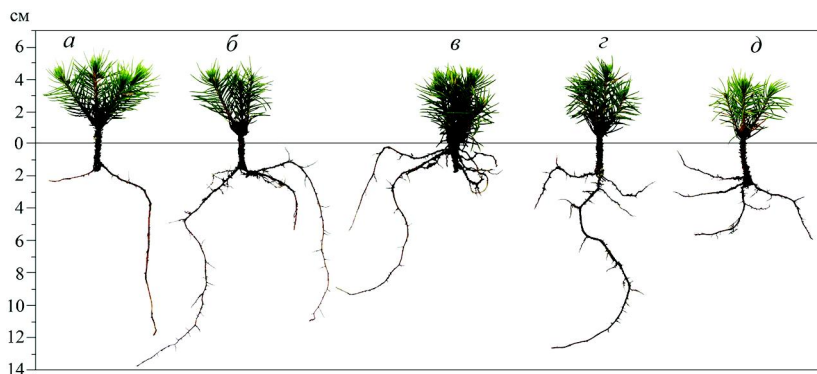


Рис. 5.22. Влияние БАВ на развитие корневых систем у черенков *P. glauca* 'Conica': а – контроль (дистиллированная вода); б – 0,005%-ный раствор ИМК; в – 0,01%-ный раствор ИМК; г – 0,005%-ный раствор ИУК; д – 0,01%-ный раствор ИУК

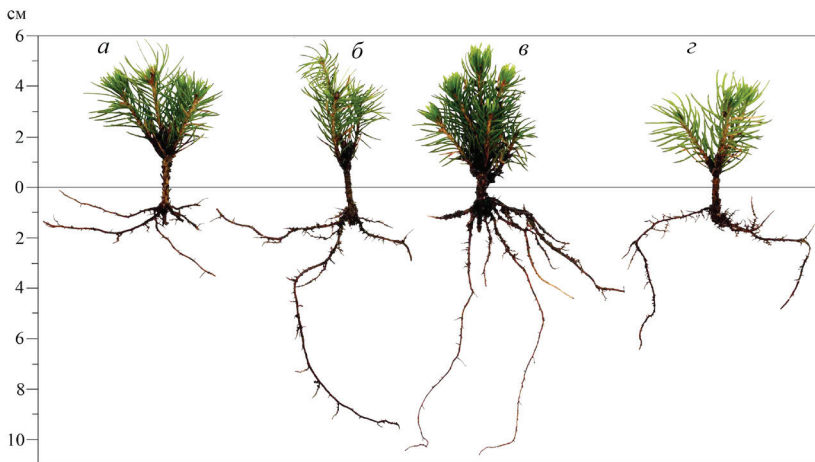


Рис. 5.23. Влияние БАВ на развитие корневых систем у черенков *P. glauca* 'Daisy's White': *a* – контроль (дистиллированная вода); *б* – 0,005%-ный раствор ИМК; *в* – 0,01%-ный раствор ИМК; *г* – 0,01%-ный раствор ИУК

Исследование особенностей адвентивного корнеобразования у черенков *P. glauca* 'Daisy's White' показало, что черенкование данной формы в период начала вторичного роста побегов маточных растений является достаточно эффективным (см. табл. 5.23). При этом, однако, использование растворов ИМК для обработки черенков не позволило добиться более высокого укоренения. В то же время после применения 0,01%-ного раствора ИУК укореняемость черенков возросла по сравнению с контролем на 20%. Достоверного влияния регуляторов роста на биометрические параметры корневых систем укорененных черенков *P. glauca* 'Daisy's White' не выявлено, за исключением варианта с применением 0,01%-ного раствора ИМК, когда отмечалось увеличение количества и длины придаточных корней I порядка ветвления по сравнению с остальными вариантами (рис. 5.23).

В результате исследования было также установлено, что применение регуляторов роста нецелесообразно при черенковании в период начала вторичного роста побегов маточных растений форм 'Alberta Blue', 'Arneson's Blue Variegated' и 'Piccolo', так как

данный технологический прием не позволил нам повысить укореняемость их черенков. При размножении 'Sander's Blue' обработка черенков растворами ИМК и ИУК оказала токсичное действие на них и привела к снижению выхода укорененных черенков на 15–30% в зависимости от варианта опыта.

Таким образом, использование регуляторов роста для обработки черенков *P. glauca* 'Alberta Globe', 'Conica' и 'Daisy's White' при размножении в период начала вторичного роста побегов маточных растений способствует ускорению процессов регенерации и формирования придаточных корней, благодаря чему большая часть черенков образует корни уже к осени текущего года и может зимовать в неотапливаемой теплице. Обработка регуляторами роста черенков форм 'Alberta Blue', 'Arneson's Blue Vari-egated', 'Piccolo' и 'Sander's Blue' оказалась неэффективной.

5.3. Роль состава субстрата в формировании придаточных корней у черенков

Как отмечалось ранее (в главе 1), субстрат наряду с выполнением механической функции – фиксации черенков – должен обладать определенными физико-химическими свойствами для обеспечения черенков достаточным количеством влаги и воздуха, а также элементами минерального питания до момента пересадки укорененных черенков на доращивание.

Опыты по изучению влияния состава субстрата на укоренение черенков были заложены с садовыми формами *J. chinensis* 'Blue Point' и *J. virginiana* 'Burkii' с использованием смеси торфа и песка в соотношении 1:1 по объему и перлита в период начала роста побегов маточных растений.

Максимальная укореняемость черенков в обоих случаях, а также более развитые корневые системы наблюдались в перлите (табл. 5.24).

Так, средний выход укорененных черенков *J. chinensis* 'Blue Point' в перлите оказался на 31,1% выше, чем в смеси торфа и песка, а черенков *J. virginiana* 'Burkii' – на 12%.

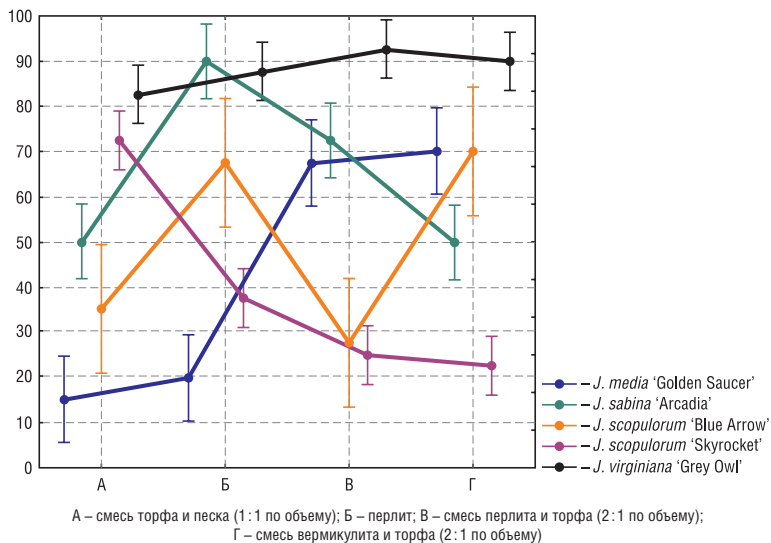
Таблица 5.24. Укореняемость и биометрические параметры корневых систем черенков *J. chinensis* 'Blue Point' и *J. virginiana* 'Burkii' в различных субстратах при размножении в период начала роста побегов маточных растений

Показатель	Смесь торфа и песка (1:1)	Перлит
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'		
Укореняемость, %	60,0 ± 11,5 b	91,1 ± 2,2 a
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,3 ± 0,6 a	1,9 ± 0,4 a
Длина корней I порядка ветвления, см	1,5 ± 0,4 b	4,7 ± 1,0 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	3
<i>J. virginiana</i> 'Burkii'		
Укореняемость, %	72,0 ± 2,3 b	84,0 ± 2,3 a
Количество корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	1,5 ± 0,2 a	1,7 ± 0,3 a
Длина корней I порядка ветвления, см	4,4 ± 0,7 b	10,4 ± 1,2 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	2	3

Примечание. Средние значения отдельного параметра в разных вариантах опыта, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$.

Как следует из данных табл. 5.24, в перлите у черенков рассматриваемых форм корни I порядка имели достоверно большую длину, чем в субстрате из смеси торфа и песка. Среднее значение данного показателя у черенков *J. chinensis* 'Blue Point', укорененных в перлите, оказалось в 3,1 раза больше, чем у черенков, укорененных в смеси торфа и песка, а у черенков *J. virginiana* 'Burkii' – в 2,4 раза. Состав субстрата не оказал значимого влияния на количество корней I порядка ветвления, однако при этом в перлите у черенков сформировались более разветвленные корневые системы, о чем свидетельствовало наличие корней III порядка ветвления, тогда как в другом субстрате образовались корни только двух порядков.

Результаты рангового дисперсионного анализа Краскела–Уоллиса, представленные на рис. 5.24, указывают на то, что состав субстрата оказывает достоверное влияние на укореняемость черенков трудно размножаемых форм, тогда как на укореняемость



Влияние состава субстрата на укореняемость черенков достоверно при $P < 0,05$

	<i>J. × media</i> 'Golden Saucer'	<i>J. sabina</i> 'Arcadia'	<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'
P	0,033	0,025	0,031	0,026	0,161

Рис. 5.24. Укореняемость черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от состава субстрата

черенков формы *J. virginiana* 'Grey Owl' со средней регенерационной способностью значимого влияния исследованных субстратов не выявлено [288].

Так, для укоренения черенков *J. × media* 'Golden Saucer' оптимальными субстратами оказались смесь перлита и торфа и смесь вермикулита и торфа. Укореняемость черенков при этом составила 67,5 и 70,0% соответственно, что на 47,5–55,0% выше, чем в перлите и смеси торфа и песка. В то же время при укоренении черенков *J. sabina* 'Arcadia' и *J. scopulorum* 'Blue Arrow' лучший результат был получен при использовании перлита, а при укоренении черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' аналогичный результат отмечался в субстрате из смеси вермикулита и торфа. Максимальное количество укорененных черенков *J. scopulorum* 'Skyrocket' при размножении в период начала роста побегов маточных растений наблюдалось в смеси торфа и песка и составляло

72,5%, тогда как в других субстратах не превышало 45%. Кроме того, у черенков данной формы при укоренении в смеси торфа и песка сформировались более развитые корневые системы, чем в других исследованных нами субстратах, поэтому субстрат указанного состава следует считать оптимальным (табл. 5.25).

Таблица 5.25. Биометрические параметры корневых систем черенков форм видов рода *Juniperus* L. в различных субстратах при размножении в период начала роста побегов маточных растений

Показатель	Смесь торфа и песка (1:1)	Перлит	Смесь перлита и торфа (2:1)	Смесь вермикулита и торфа (2:1)
<i>J. ×media</i> ‘Golden Saucer’				
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	3,3 ± 0,5 a	2,5 ± 0,5 a	2,8 ± 0,9 a	3,1 ± 0,9 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	5,0 ± 1,0 b	1,5 ± 0,3 c	5,3 ± 0,9 ab	7,9 ± 1,1 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	7,0 ± 1,0 c	4,5 ± 0,5 d	17,5 ± 2,9 b	36,0 ± 5,6 a
Длина корней II порядка ветвления, см	1,2 ± 0,2 a	0,1 ± 0,02 c	0,9 ± 0,1 b	1,2 ± 0,1 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	2	3	3
<i>J. sabina</i> ‘Arcadia’				
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	5,7 ± 0,7 ab	8,5 ± 1,6 a	4,3 ± 1,5 ab	3,8 ± 0,8 b
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	7,6 ± 1,7 a	2,7 ± 0,3 b	6,8 ± 1,7 a	5,9 ± 0,7 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	53,0 ± 6,4 a	38,2 ± 6,1 a	53,0 ± 6,8 a	19,6 ± 2,3 b
Длина корней II порядка ветвления, см	1,5 ± 0,1 a	0,9 ± 0,1 b	1,3 ± 0,1 a	1,0 ± 0,1 b
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3	3
<i>J. scopulorum</i> ‘Blue Arrow’				
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	4,3 ± 0,7 ab	3,5 ± 0,6 b	1,5 ± 0,5 c	5,3 ± 0,5 a

Окончание табл. 5.25

Показатель	Смесь торфа и песка (1:1)	Перлит	Смесь перлита и торфа (2:1)	Смесь вермикулита и торфа (2:1)
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	7,8 ± 0,9 a	7,6 ± 0,6 a	7,0 ± 0,7 a	8,5 ± 0,7 a
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	41,8 ± 5,9 ab	33,0 ± 3,9 b	28,9 ± 4,3 b	51,4 ± 4,2 a
Длина корней II порядка ветвления, см	1,3 ± 0,1 a	0,9 ± 0,03 b	1,1 ± 0,1 b	1,3 ± 0,04 a
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3	3
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'				
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	2,6 ± 0,5 b	1,7 ± 0,3 c	1,5 ± 0,5 c	5,0 ± 1,0 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	7,3 ± 1,0 a	2,7 ± 0,7 b	6,3 ± 1,0 ab	4,1 ± 0,8 b
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	37,3 ± 7,0 a	10,5 ± 2,5 b	11,0 ± 4,0 b	38,0 ± 10,4 a
Длина корней II порядка ветвления, см	1,8 ± 0,1 a	0,6 ± 0,1 c	0,5 ± 0,1 c	1,1 ± 0,1 b
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3	2
<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'				
Количество придаточных корней I порядка ветвления на 1 черенок, шт.	3,0 ± 0,7 ab	2,6 ± 0,4 ab	1,5 ± 0,3 b	3,3 ± 0,4 a
Длина придаточных корней I порядка ветвления, см	13,2 ± 0,9 a	7,2 ± 0,8 b	18,2 ± 2,2 a	12,3 ± 1,8 ab
Количество корней II порядка ветвления на 1 черенок, шт.	47,5 ± 2,4 a	28,2 ± 3,5 b	48,5 ± 12,8 ab	58,0 ± 8,0 a
Длина корней II порядка ветвления, см	1,4 ± 0,1 a	0,9 ± 0,1 c	1,1 ± 0,1 b	1,2 ± 0,1 b
Количество порядков ветвления корней, шт.	3	3	3	3

П р и м е ч а н и е. Данные приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; средние значения, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$.

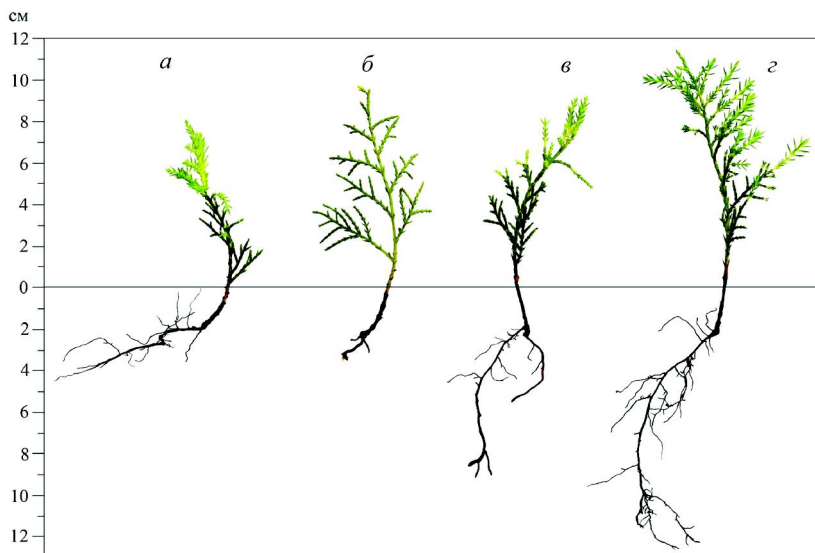


Рис. 5.25. Влияние состава субстрата на развитие корневых систем у черенков *J. × media* 'Golden Saucer' при размножении в период начала роста побегов маточных растений: *a* – смесь торфа и песка (1:1); *б* – перлит; *в* – смесь перлита и торфа (2:1); *г* – смесь вермикулита и торфа (2:1)

Как следует из данных табл. 5.25, субстрат, в котором отмечалась максимальная укореняемость черенков, как правило, способствовал формированию хорошо развитых корневых систем. Так, у черенков *J. × media* 'Golden Saucer' наибольшее развитие подземных органов наблюдалось в субстрате из смеси вермикулита и торфа (рис. 5.25).

Несколько более слабые корневые системы образовались в смеси перлита и торфа, о чем свидетельствовало уменьшение количества корней II порядка в 2,1 раза, а также их длины в 1,3 раза по сравнению с таковыми в смеси вермикулита и торфа (см. табл. 5.25).

У черенков *J. scopulorum* 'Blue Arrow' наиболее развитые корневые системы образовались в смеси вермикулита и торфа, а также в смеси торфа и песка, хотя во втором случае выход укорененных черенков был на 35% ниже, чем в первом. В то же время при укоренении в перлите, когда была получен максимальный

процент укоренения черенков, биометрические параметры корневых систем оказались несколько хуже, чем в варианте с использованием в качестве субстрата смеси вермикулита и торфа. Об этом свидетельствовало уменьшение количества придаточных корней I порядка ветвления в 1,5 раза, количества корней II порядка – в 1,6 раза, длины корней II порядка – в 1,4 раза.

Аналогичный результат был получен при размножении *J. sabina* 'Arcadia', когда при максимальной укореняемости черенков в перлите, наиболее развитые корневые системы сформировались в смеси торфа и песка и смеси перлита и торфа (рис. 5.26).

Черенки с более развитыми корневыми системами, как правило, образуют более мощный рост надземной части, поэтому по величине прироста центрального побега можно судить о степени развития корневых систем. Как показало наше исследование, наиболее слабым развитием как корневой системы, так и надземной части отличаются черенки, укорененные в перлите (рис. 5.27).

Исходя из этого можно сделать вывод, что перлит, пористая структура которого позволяет впитывать избыток влаги и отдавать

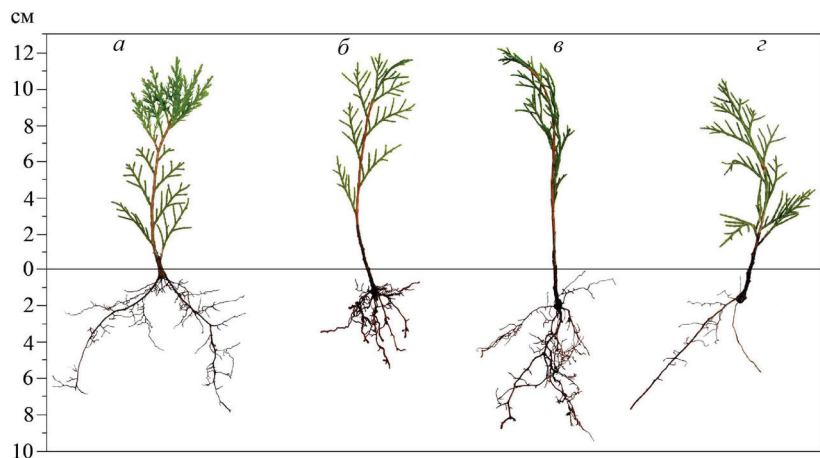
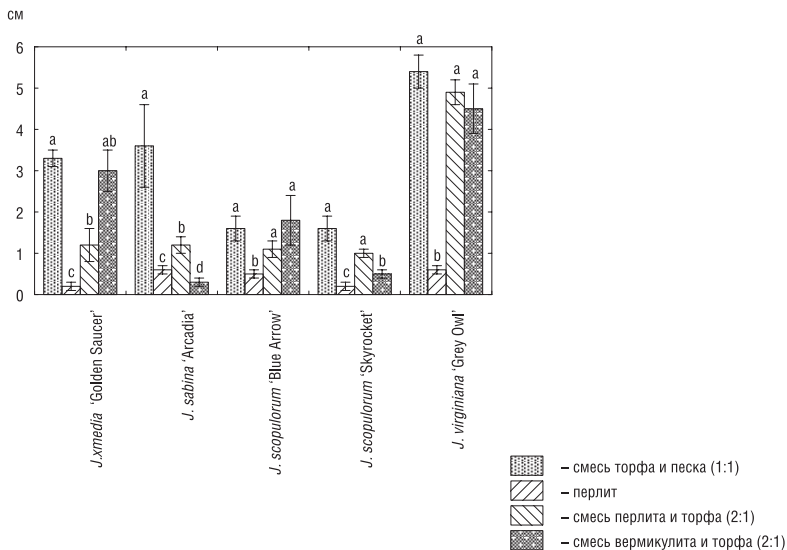


Рис. 5.26. Влияние состава субстрата на развитие корневых систем у черенков *J. sabina* 'Arcadia' при размножении в период начала роста побегов маточных растений: а – смесь торфа и песка (1:1); б – перлит; в – смесь перлита и торфа (2:1); г – смесь вермикулита и торфа (2:1)



Средние значения для отдельной формы, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$

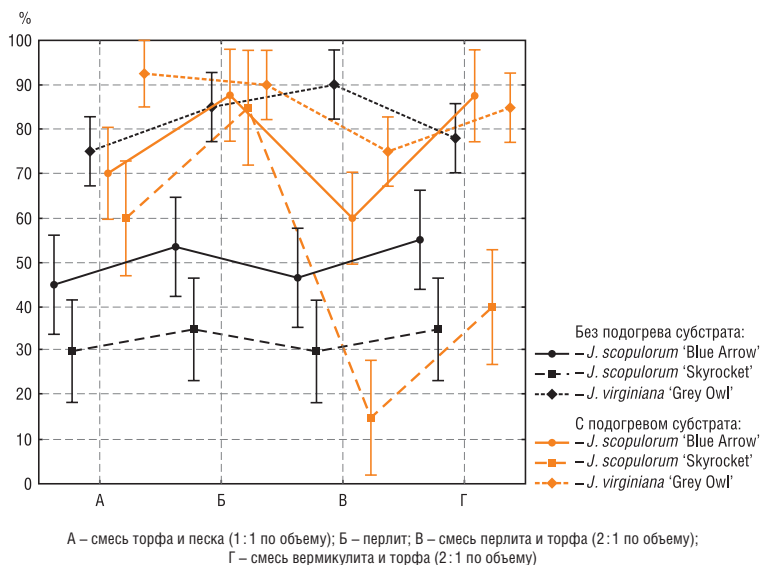
Рис. 5.27. Прирост центрального побега укорененных черенков форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от состава субстрата при размножении в период начала роста побегов маточных растений

ее при недостатке увлажнения, способен обеспечить высокий выход укорененных черенков благодаря созданию благоприятного для них водно-воздушного режима за счет своих особых физических свойств, но в то же время не обладает запасом питательных веществ, необходимых для роста и развития надземных и подземных органов, в отличие от субстратов, содержащих органический компонент в виде верхового торфа, и поэтому субстрат, в котором отмечается максимальная укореняемость черенков, не обязательно способствует формированию хорошо развитых корневых систем.

Известно, что разные по составу субстраты обладают различными физическими свойствами (водо- и воздухопроницаемость, влагоемкость и др.). В связи с этим, по-видимому, при подогреве разные субстраты обладают разной способностью сохранять и удерживать влагу в перерывах между поливами, что

может отразиться на укоренении черенков. Учитывая это, нами было проведено исследование влияния состава субстрата на укоренение черенков некоторых форм в условиях положительного ВТГ при размножении зимой в период глубокого покоя маточных растений. В разных вариантах опыта обеспечивался одинаковый режим работы установки искусственного тумана. При этом относительная влажность воздуха над поверхностью необогреваемого субстрата была несколько выше, чем над поверхностью обогреваемого, и колебалась в первом случае от 76 до 82%, а во втором – от 70 до 78%.

Ранговый дисперсионный анализ Краскела–Уоллиса показал, что при черенковании зимой в условиях отапливаемой теплицы состав субстрата достоверно не повлиял на укореняемость черенков исследуемых форм (рис. 5.28). Однако при использовании



P	Вариант опыта	<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'
		Без подогрева	0,297	0,694
	С подогревом	0,016	0,030	0,054

Рис. 5.28. Укореняемость черенков садовых форм видов рода *Juniperus* L. в зависимости от состава субстрата при его подогреве

подогрева субстрата влияние его состава на укоренение черенков трудноразмножаемых форм *J. scopulorum* 'Blue Arrow' и *J. scopulorum* 'Skyrocket' оказалось статистически значимым, как и при размножении в период начала роста побегов маточных растений.

На укоренение черенков *J. virginiana* 'Grey Owl' со средней регенерационной способностью значимого влияния исследованных субстратов не выявлено ни в вариантах с положительным ВТГ, ни в вариантах с отрицательным ВТГ. В связи с этим можно предположить, что при подогреве субстратов изменяется их водно-воздушный режим, который влияет на укоренение трудно-размножаемых форм.

Следует отметить, что при размножении *J. scopulorum* 'Blue Arrow' в период глубокого покоя маточных растений и укоренении черенков в условиях положительного ВТГ максимальная укореняемость отмечалась в перлите и смеси вермикулита и торфа, как и при весеннем черенковании. В то же время для черенков *J. scopulorum* 'Skyrocket' при размножении зимой в условиях положительного ВТГ оптимальным субстратом оказался перлит, тогда как при весеннем черенковании – смесь торфа и песка. В связи с этим можно сделать вывод, что при разных сроках размножения у черенков различных форм изменяются требования к составу субстрата для укоренения. На наш взгляд, это объясняется различиями в степени одревеснения черенков и во внешних условиях во время укоренения, в частности, различиями в температурах воздуха, которые характерны для определенного срока черенкования, и, как следствие, различиями в требованиях к режиму увлажнения при той или иной температуре.

Опыты по черенкованию в период летнего затухания роста побегов (табл. 5.26) показали, что только у черенков *J. chinensis* 'Blue Point' и *J. sabina* 'Arcadia' требования к составу субстрата совпадают при размножении в различные сроки, а именно в периоды начала и летнего затухания роста побегов маточных растений (см. табл. 5.24 и рис. 5.24). В обоих случаях оптимальным субстратом оказался перлит.

Таблица 5.26. Укореняемость черенков форм видов рода *Juniperus* L. в различных субстратах при размножении в период летнего затухания роста побегов маточных растений, %

Название растения	Смесь торфа и песка (1:1)		Перлит		Смесь перлита и торфа (2:1), 2010 г.	Смесь вермикулита и торфа (2:1), 2010 г.
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.		
<i>J. chinensis</i> 'Blaauw'	0	0	17,8 ± 2,2	23,4 ± 3,4	10,0 ± 10,0	0
<i>J. chinensis</i> 'Blue Point'	13,3 ± 1,7	0	35,0 ± 5,0	0	0	0
<i>J. ×media</i> 'Golden Saucer'	—	0	—	17,5 ± 2,5	32,5 ± 2,5	22,5 ± 2,5
<i>J. sabina</i> 'Arcadia'	—	0	—	76,7 ± 3,4	33,4 ± 6,6	56,7 ± 3,4
<i>J. scopulorum</i> 'Blue Arrow'	100,0	0	80,0 ± 7,6	82,5 ± 7,5	47,5 ± 2,5	30,0 ± 5,0
<i>J. scopulorum</i> 'Skyrocket'	35,6 ± 5,9	0	73,3 ± 3,3	62,5 ± 12,5	20,0 ± 5,0	32,5 ± 2,5
<i>J. virginiana</i> 'Burkii'	60,0 ± 7,6	0	43,3 ± 3,3	20,0 ± 26,7	6,7 ± 6,7	36,7 ± 3,4
<i>J. virginiana</i> 'Grey Owl'	81,3 ± 5,8	0	78,7 ± 5,8	70,0 ± 3,3	66,7 ± 6,7	43,3 ± 10,0

Пр и м е ч а н и е. Знак «—» означает, что исследование не проводилось.

При размножении других форм наблюдалась другая картина. Так, черенки *J. ×media* 'Golden Saucer' при летнем размножении лучше укоренились в смеси перлита и торфа, как и при весеннем, и несколько хуже – в смеси вермикулита и торфа, что не соответствует результату, полученному в весенний срок (см. рис. 5.24). Количество укорененных черенков *J. virginiana* 'Burkii' при летнем размножении в смеси торфа и песка оказалось выше, чем в перлите, тогда как при весеннем черенковании было наоборот (см. табл. 5.24). При размножении *J. scopulorum* 'Skyrocket' в период летнего затухания роста побегов маточных растений укореняемость черенков зависела от состава субстрата, как и при размножении в период глубокого покоя маточных растений с использованием подогрева субстрата (см. рис. 5.28).

Следует отметить, что при размножении форм видов рода *Juniperus* L. в жаркое лето 2010 г. нами отмечалась полная гибель черенков, высаженных на укоренение в смесь торфа и песка, тогда как часть черенков, высаженных в другие субстраты, укоренилась.

Исходя из этого, можно предположить, что субстраты, содержащие перлит и вермикулит, способны впитывать воды в 3–4 раза больше своей массы и тем самым позволяют избежать переувлажнения при частых включениях установки искусственного тумана, необходимых для поддержания высокой влажности воздуха и предотвращения высыхания черенков в условиях повышенной температуры. Кроме того, отдавая влагу при ее недостатке, они создают благоприятный водно-воздушный режим для протекания процессов регенерации и адвентивного корнеобразования у черенков даже в условиях экстремально высокой температуры воздуха, что способствует не только сохранению черенков живыми в таких условиях, но и их укоренению. В данном отношении перлит оказался наиболее благоприятной средой для укоренения черенков (см. табл. 5.26).

5.4. Использование фунгицидов при черенковании хвойных растений

При укоренении черенков в условиях теплицы при высокой влажности воздуха и субстрата, повышенной температуре и пониженной интенсивности циркуляции воздуха создаются благоприятные условия для развития фитопатогенных грибов и заражения черенков, что приводит к их гибели и резкому снижению укореняемости. Источниками инфекции могут быть сами черенки, субстрат (особенно в случае его повторного использования, так как инфекции с годами накапливаются), оборудование и элементы конструкции теплицы, инвентарь, воздух. По данным литературных источников, черенки в условиях теплиц чаще всего поражаются такими фитопатогенными грибами, как *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* Kuehn., *Pythium* spp., *Fusarium* spp. и некоторыми другими [118, 289, 290]. Особенно важно обеспечить защиту черенков от фитопатогенов в первое время в период суберинизации, опробковения и каллусогенеза, когда возбудители болезней через срезы могут проникнуть в ткани черенка.

В этих целях проводят обеззараживание элементов конструкции теплиц, оборудования с использованием различных хими-

ческих средств, пропитку субстрата раствором какого-либо фунгицида, марганцовокислого калия или другого вещества перед посадкой черенков на укоренение [2, 289, 291]. Обеззараживание субстрата может также осуществляться термическим способом, например пропариванием [292]. При этом следует отметить, что в случае использования в качестве субстрата перлита, вермикулита или верхового торфа такая обработка не требуется, так как данные материалы при их первом применении являются свободными от возбудителей заболеваний растений. Относительно свободен от фитопатогенных грибов также песок.

Как отмечалось в главе 1, для защиты черенков от фитопатогенных грибов можно использовать добавление фунгицидов к регуляторам роста при обработке черенков. Изучение влияния фунгицидов на укоренение черенков без присутствия регуляторов роста проводилось немногими авторами. Тем не менее, согласно исследованию А. Pacholczak и W. Szydło [118], обработку полуодревесневших черенков барбариса Тунберга *Berberis thunbergii* DC. ‘Green Carpet’ и лапчатки кустарниковой *Potentilla fruticosa* L. ‘Goldfinger’ регуляторами роста можно заменить опрыскиванием биопрепаратами, применяемыми для защиты растений от грибных и бактериальных болезней, так как оба технологических приема приводят к достижению аналогичных результатов. В данном случае авторами использовались безопасные для окружающей среды биопрепараты, зарегистрированные в Польше, – «Grevit 200SL» на основе экстракта грейпфрута, обладающий антибактериальными и противогрибковыми свойствами, и «Biochikol 020PC», содержащий 2% цитозан, инициирующий у растений реакции устойчивости к стрессу и патогенным грибам.

Аналогичные выводы относительно фунгицидов были сделаны S. K. Nandi, L. M. S. Palni и Н. С. Rikhari [134] на основании результатов исследования особенностей летнего черенкования тиса ягодного (*Taxus baccata* L.). Авторами изучалось влияние обработки черенков растворами таких регуляторов роста как ИМК и НУК, а также раствором системного фунгицида «Bavistin» (содержит 50% карбендазима по объему) на адвентивный ризогенез. Обработка черенков раствором фунгицида проводилась по

такой же методике, как и обработка растворами ауксинов, – погружением базальной части черенков в раствор. Было установлено, что результат действия фунгицида на укоренение черенков сравним с результатом, полученным авторами в варианте с применением регуляторов роста. Так, при использовании ИМК выход укорененных черенков повысился на 70–75% по сравнению с контролем, НУК – на 50–60%, «Bavistin» – на 60–65%.

Таким образом, использование фунгицидов, независимо от их состава и действующего вещества, для обработки черенков является перспективным приемом повышения их укореняемости, однако данный вопрос все еще остается слабоизученным.

При анализе литературных источников нам встречались различные способы использования фунгицидов при черенковании, в частности, обработка субстрата перед посадкой черенков, опрыскивание высаженных черенков и обработка черенков перед посадкой на укоренение, однако при этом не проводилось сравнительных исследований в отношении более эффективного способа обработки. В то же время следует учитывать, что при различных способах применения фунгицидов требуются разные объемы рабочих растворов, что важно при организации производства. В связи с этим нашим опытом предусматривалось применение препаратов различными способами.

В качестве химических средств защиты растений от фитопатогенных грибов, зарегистрированных в Беларуси, для опыта нами было выбрано два препарата из числа фунгицидов и протравителей, обладающих широким спектром действия, и рекомендуемых к использованию в борьбе с фитопатогенными организмами, в том числе и с указанными выше, которые были отмечены различными авторами на черенках в условиях теплиц:

– «Раксил», КС (Германия) – протравитель фунгицидного действия, в составе одно действующее вещество: тебуконазол 60 г/л;

– «Прозаро», КЭ (Германия) – фунгицид, в составе два действующих вещества: протиоконазол 125 г/л и тебуконазол 125 г/л [189].

Препараты такого состава были отобраны для того, чтобы определить, какое из действующих веществ окажется более

эффективным в опыте. Следует отметить, что тебуконазол действует сразу, а протиоконазол накапливается в тканях растения и начинает работать через некоторое время. Кроме того, препараты не фитотоксичны, характеризуются устойчивостью к смыванию водой и пролонгированным действием, которое обеспечивает защиту от патогенов в течение 2–3 мес.

Исследование проводили на примере *J. virginiana* ‘Grey Owl’ укореняемость черенков которой, не зависит от состава субстрата и сроков размножения.

Установлено, что использование химических средств защиты растений от фитопатогенов непосредственно при посадке черенков *J. virginiana* ‘Grey Owl’ на укоренение способствует повышению их укореняемости (табл. 5.27) [293].

Таблица 5.27. Укореняемость черенков *J. virginiana* ‘Grey Owl’ в зависимости от применения средств защиты растений от фитопатогенных грибов, %

Препарат	Концентрация раствора, %	Необработанный субстрат		Обработанный субстрат	
		необработанные черенки	обработанные черенки	необработанные черенки	обработанные черенки
Вода	–	57,8 ± 2,2 d	–	–	–
Раксил	0,05	–	84,0 ± 2,4 ab	73,3 ± 3,3 b	86,0 ± 2,4 ac
	0,1	–	90,0 ± 3,2 a	76,7 ± 3,3 bc	88,0 ± 3,7 ac
Прозаро	0,05	–	81,3 ± 3,9 ab	60,0 ± 3,9 d	88,0 ± 2,5 ab
	0,1	–	84,0 ± 4,5 ab	62,2 ± 2,2 d	89,3 ± 2,7 ab

П р и м е ч а н и е. Средние значения, отмеченные одинаковыми буквами, не различаются значимо при $p < 0,05$.

В то же время характер влияния того или иного препарата на укоренение черенков *J. virginiana* ‘Grey Owl’ зависит от способа его применения.

Так, обработка субстрата не оказала значимого влияния на укоренение черенков. В то же время обработка черенков непосредственно перед их посадкой на укоренение достоверно повлияла на их укореняемость как в варианте с использованием необработанного субстрата, так и в варианте с обработанным

субстратом. В связи с этим можно сделать вывод, что субстрат из смеси крупнозернистого песка и верхового торфа относительно свободен от возбудителей грибных болезней растений, а основной их источник – это сами черенки, а также, в меньшей степени, воздух, оборудование и элементы конструкции теплицы, инвентарь. Споры фитопатогенных грибов находятся на побегах растений и, попадая в теплицу, в условия повышенной температуры и влажности, начинают активно развиваться. Возбудители болезней проникают в ткани черенков через срезы, вызывая их гибель. Поэтому для предупреждения развития заболеваний черенков в период укоренения в культивационных сооружениях, где создаются и поддерживаются благоприятные для этого условия, необходимо проводить обработку черенков фунгицидами или протравителями фунгицидного действия непосредственно перед посадкой. Следует также отметить, что при обработке черенков требуется значительно меньшее количество препарата, чем при пропитке субстрата, поэтому преимущество такого способа применения химических средств защиты растений очевидно.

Исследование также показало, что состав препаратов, использованных для обработки черенков, не оказал достоверного влияния на укоренение черенков, и результат, полученный при применении препарата, содержащего одно действующее вещество, не уступает результату, полученному в варианте с применением более сложного по составу препарата, включающего два действующих вещества. Кроме того, не было отмечено значимых различий между результатами в вариантах с использованием для обработки черенков растворов различных концентраций, поэтому для достижения положительного эффекта достаточно применять 0,05%-ный раствор.

Таким образом, поддержание положительного ВТГ при размножении в период глубокого покоя маточных растений позволяет сократить продолжительность формирования каллуса на 19–98 дней и увеличить укореняемость черенков садовых форм видов рода *Juniperus* L. на 8–30% в зависимости от размножаемой формы и температуры субстрата. Оптимальной величиной положительного ВТГ для укоренения черенков большинства

изученных форм является 6–9°. Исключение составляют форма *J. ×media* ‘Golden Saucer’, для укоренения черенков которой более благоприятна температура субстрата, на 3–4° выше температуры воздуха, а также черенки форм *J. chinensis* ‘Blaauw’ и ‘Plumosa Aurea’ и *J. scopulorum* ‘Skyrocket’, на укореняемость которых величина ВТГ не оказала достоверного влияния.

Реакция черенков на обработку водными растворами БАВ зависит от размножаемой формы, используемого вещества, концентрации раствора, сроков размножения, температурных условий укоренения:

– при размножении форм *Ch. pisifera* ‘Filifera Nana’, ‘Nana’ и ‘Sungold’ в период начала роста побегов маточных растений обработка черенков 0,01%-ным водным раствором ИМК способствует повышению их укореняемости на 40–55% и значимому улучшению качества формируемых ими корневых систем, а при черенковании формы ‘Nana’ аналогичный эффект дает применение 0,02%-ного водного раствора ИУК;

– укореняемость черенков *J. chinensis* ‘Blue Point’ при размножении в период начала роста побегов маточных растений при их обработке 0,0025%-ным водным раствором НУК увеличивается на 14,8%, а при зимнем черенковании и обработке черенков 0,005%-ным раствором ИМК и их укоренении в условиях положительного ВТГ – на 42,5%, в то время как при размножении другой формы этого же вида ‘Blaauw’ применение БАВ неэффективно при любом сроке черенкования;

– для интенсификации процессов адвентивного корнеобразования у черенков *J. ×media* ‘Gold Star’ при размножении в период начала роста побегов маточных растений применение БАВ неэффективно, тогда как обработка черенков формы ‘Golden Saucer’ этого же вида при таком же сроке размножения 0,0025%-ным раствором НУК способствует увеличению их укореняемости на 35%;

– обработка черенков *J. sabina* ‘Arcadia’ при размножении в период начала роста побегов 0,005–0,01%-ным водным раствором ИМК приводит к увеличению выхода укорененных черенков на 40–47% и улучшению качества корневых систем; в то же

время при размножении в период летнего затухания роста побегов маточных растений применение БАВ нецелесообразно;

– при черенковании *J. scopulorum* ‘Blue Arrow’ и ‘Skyrocket’ в период глубокого покоя маточных растений использование 0,005–0,01%-ного водного раствора ИМК приводит к увеличению укореняемости черенков на 55% и формированию более развитых корневых систем; увеличению укореняемости черенков формы ‘Skyrocket’ на 57,5% способствует также обработка 0,02%-ным раствором ИУК; при размножении в период начала роста побегов маточных растений использование 0,0025%-ного раствора НУК для обработки черенков формы ‘Blue Arrow’ и 0,004%-ного раствора НУК для обработки черенков формы ‘Skyrocket’ позволяет увеличить выход укорененных черенков на 51,7 и 15% соответственно;

– применение 0,005–0,01%-ного водного раствора ИМК при весеннем черенковании *J. squamata* ‘Golden Flame’ и ‘Blue Carpet’ способствует сокращению продолжительности укоренения черенков, лучшему развитию корневых систем и увеличению укореняемости на 38,4 и 46,4–58,9% соответственно, тогда как обработка черенков формы ‘Blue Star’ этого же вида приводит к ее уменьшению на 17,9%, хотя и оказывает положительное влияние на развитие корневых систем;

– обработка черенков *J. virginiana* ‘Burkii’ 0,015%-ным водным раствором ИМК при размножении в период глубокого покоя маточных растений приводит к увеличению их укореняемости на 65%, в то время как стимулированию процессов формирования придаточных корней у черенков *J. virginiana* ‘Grey Owl’, повышению их укореняемости на 20% и увеличению длины корней в 2,0–2,5 раза способствует обработка 0,01–0,02%-ным раствором ЯК, а также обработка 0,0025%-ным раствором НУК с укоренением в условиях положительного ВТГ; применение БАВ при других сроках размножения данных форм нецелесообразно;

– при размножении *P. glauca* ‘Alberta Globe’ в период начала вторичного роста побегов маточных растений обработка черенков 0,005%-ным водным раствором ИМК или 0,01%-ным раствором ИУК приводит к увеличению их укореняемости на 15%,

P. glauca ‘Conica’ – на 65 и 55% соответственно; при размножении формы ‘Daisy’s White’ с использованием 0,01%-ного раствора ИУК количество укорененных черенков возрастает на 20%; применение регуляторов роста неэффективно при черенковании форм ‘Alberta Blue’, ‘Arneson’s Blue Variegated’, ‘Piccolo’ и ‘Sander’s Blue’;

– обработка черенков *T. baccata* ‘Elegantissima’ при размножении в период начала роста побегов маточных растений 0,005%-ным водным раствором ИМК способствует увеличению их укореняемости на 43,7%, 0,02%-ного раствора ЯК – на 28,5%, при этом отмечается увеличение количества корней I порядка ветвления на 1 черенок в 3,1–4,8 раза, корней II порядка – в 6,2–12,4 раз, а их длины – в 3,9–6,8 и 2,2–2,6 раза соответственно.

Укореняемость черенков форм видов рода *Juniperus* L. с низкой регенерационной способностью зависит от состава субстрата, тогда как влияния исследованных субстратов на укоренение черенков форм со средней регенерационной способностью не выявлено:

– укореняемость черенков *J. chinensis* ‘Blue Point’ в перлите на 31,1% выше, чем в смеси торфа и песка, а черенков *J. virginiana* ‘Burkii’ – на 12% при размножении в период начала роста побегов маточных растений, тогда как черенки *J. virginiana* ‘Grey Owl’ со средней регенерационной способностью укореняются одинаково в различных по составу субстратах;

– для укоренения черенков *J. ×media* ‘Golden Saucer’ оптимальным субстратом при размножении в период начала роста побегов маточных растений является смесь перлита и торфа и смесь вермикулита и торфа, когда выход укорененных черенков на 47,5–55,0% выше, чем в перлите и смеси торфа и песка, а корневые системы более развитые;

– максимальная укореняемость черенков *J. sabina* ‘Arcadia’ отмечается в перлите, однако при этом развитие корневых систем более слабое, нежели в субстратах с добавлением верхового торфа;

– черенки *J. scopulorum* ‘Blue Arrow’ при размножении в период начала роста побегов маточных растений лучше укореняются

в перлите и смеси вермикулита и торфа, при этом выход укорененных черенков выше, чем в смеси перлита и торфа и смеси торфа и песка, на 32,5–42,5%, а более развитые корневые системы формируются в смеси вермикулита и торфа; при размножении в другие сроки требования к составу субстрата сохраняются; у формы 'Skyrocket' этого же вида максимальная укореняемость черенков при размножении в период начала роста побегов наблюдается в смеси торфа и песка и составляет 72,5%, тогда как в других субстратах не превышает 45%, в то же время при черенковании зимой в условиях положительного ВТГ оптимальным субстратом является перлит, и выход укорененных черенков при этом на 70% выше, чем в смеси перлита и торфа, при размножении в период летнего затухания роста побегов маточных растений наибольшая укореняемость также отмечается в перлите.

Обработка черенков *J. virginiana* 'Grey Owl' фунгицидами путем их полного погружения в 0,05–0,1%-ный раствор «Раксила» или «Прозаро» на 1 минуту непосредственно перед посадкой на укоренение способствует увеличению укореняемости черенков на 23,5–32,2%.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ХВОЙНЫХ КУЛЬТИВАРОВ СТЕБЛЕВЫМИ ЧЕРЕНКАМИ

Выращивание посадочного материала хвойных культиваров начинается с организации их размножения путем черенкования, которое позволяет сохранить их основные морфологические признаки. Черенкование представляет собой довольно трудоемкий процесс, который требует определенных материальных и трудовых затрат на выращивание маточных растений, подготовку и содержание культивационных сооружений, создание благоприятных для укоренения черенков температурных условий, водно-воздушного режима и условий питания. Успешность черенкования во многом зависит также от правильности подготовки культивационных сооружений, приобретенных навыков подготовки черенков к посадке и соблюдения основных технологических приемов в процессе укоренения.

Кроме того, при размножении садовых форм с низкой регенерационной способностью черенков, к которым относится большинство хвойных, требуется применение стимулирующих ризогенез технологических приемов. Причем, как нами уже отмечалось, необходимо учитывать, что черенки садовых форм отдельных видов древесных растений по-разному реагируют на воздействие того или иного технологического приема, и один и тот же фактор может положительно влиять на укоренение черенков одних форм и оказывать противоположное действие на активность регенерации у черенков других форм.

В настоящее время вопрос об особенностях черенкования и выращивания посадочного материала садовых форм хвойных видов недостаточно освещен в отечественной научной и специ-

альной литературе, что является одной из причин, сдерживающих массовое производство посадочного материала.

В настоящей главе нами приводится обобщенная информация по основным технологическим приемам, выполнение которых позволит организовать выращивание посадочного материала ценных для зеленого строительства хвойных культурваров.

6.1. Закладка маточных плантаций

Закладке маточников и агротехнике их содержания не всегда уделяют должного внимания, хотя от количества маточных растений, их возраста и состояния напрямую зависят такие показатели, как укореняемость и выход стандартных укорененных черенков. Исходя из этого первым этапом при организации производства по выращиванию посадочного материала востребованных в зеленом строительстве культурваров является закладка маточных плантаций.

Маточник, при его правильном содержании и эксплуатации, является источником здорового и качественного материала для нарезки черенков. В связи с этим при его закладке необходимо соблюдать следующие условия:

- маточник закладывается на ровном участке с хорошей естественной защитой от неблагоприятных условий среды. При ее отсутствии высаживаются защитные полосы;

- почва на участке должна иметь плодородный слой не менее 30–40 см, со слабокислой или щелочной (для тиса) реакцией среды;

- предпочтительными являются легкие и средние суглинки с залеганием грунтовых вод на уровне 1,5–2,5 м;

- проводится проверка почвы на обеспеченность основными элементами питания и зараженность вредителями, в первую очередь майским хрущом и проволочником;

- при необходимости вносятся органические удобрения из расчета 20–30 т/га, а затем проводится глубокая вспашка, дискование и боронование участка.

На более бедных почвах для посадки растений готовят посадочные ямы диаметром 1,0–1,5 м и глубиной 1,0 м, которые заполняют плодородным субстратом.

На подготовленном участке проводится разметка посадочных мест по садовому принципу, обеспечивающему наиболее удобный уход за растениями и эксплуатацию маточника. Для раскидистых форм высотой более 2 м расстояние между растениями в ряду 3,0 м в междурядьях 3,5 м; конусовидных и колонновидных форм высотой более 2 м соответственно 2,0 × 2,5 м; для карликовых шаровидных, конусовидных и подушковидных форм высотой не более 2 м – 1,5 × 2,0 м, для стелющихся форм – 1,5 × 3,0 м.

Подготовка ям для посадки растений осуществляется вручную, при помощи мотобура или других средств механизации. Оптимальным временем посадки является ранняя весна при полном оттаивании почвы или осень с середины сентября до конца октября. Для посадки лучше использовать 6–7-летние саженцы. Количество высаживаемых в маточнике растений зависит от планируемых объемов заготовки черенков. Минимальное количество экземпляров должно составлять 10–15 шт.

После посадки почва вокруг растений обжимается, формируются приствольные круги, и проводится обильный полив растений, который по мере необходимости продолжается до полной их приживаемости.

Растения на маточнике этикетированы и наносятся на план.

В течение первого года на маточнике проводятся регулярные агротехнические уходы: удаление из междурядий сорной растительности, рыхление приствольных кругов, полив растений в засушливые периоды, подкормка минеральными удобрениями, фитосанитарный контроль. После наступления устойчивых заморозков проводится мульчирование приствольных кругов торфом слоем 8–10 см и укрытие растений лапником или спанбондом. Ранней весной укрытие снимается, проводится перекопка приствольных кругов на 1,5 диаметра кроны и вносятся минеральные и органические удобрения, не допуская при этом избытка в почве азота.

Эксплуатация маточника начинается на второй-третий год после закладки, при полной приживаемости растений и начале активного роста побегов. В первые годы эксплуатации маточника

не допускается сильная обрезка растений, так как это приведет к их ослаблению и снижению энергии роста. Максимальных эксплуатационных параметров маточник достигает на 5–6 год. Количество заготавливаемых с одного растения черенков определяется габитусом растения и не должно превышать 50–70 шт.

6.2. Подготовка сооружений закрытого грунта для проведения черенкования

Укоренение черенков может проводиться как в теплицах, так и парниках различного типа. Наиболее простыми сооружениями защищенного грунта являются односкатные парники, закрываемые сверху остекленными, покрытыми пленкой толщиной не менее 120 микрон или прозрачным поликарбонатом рамами. Парники располагают на хорошо прогреваемых и защищенных от ветра возвышенных местах. Схема подготовки парника для укоренения стеблевых черенков показана на рис. 6.1.

Короб парника может быть полностью заглублен в землю, чтобы рамы закрытого парника были выше поверхности не более чем на 5–10 см, или же он может располагаться над поверхностью земли. Для обеспечения оптимального водно-воздушного режима субстрата на хорошо выровненное дно парника насыпается дренажирующий слой высотой 15–20 см. Для этой цели используют

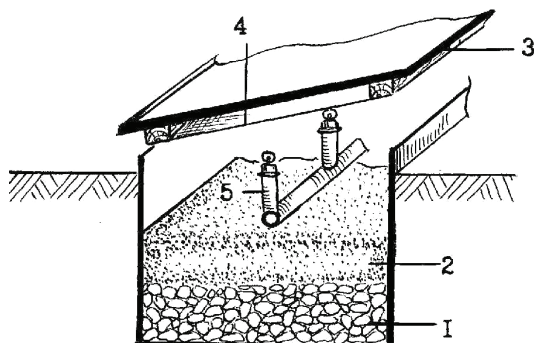


Рис. 6.1. Схема подготовки парника: 1 – дренаж; 2 – субстрат; 3 – рама для закрытия парника; 4 – притеночная ткань; 5 – поливочная труба с распылителями

гравий, щебень, битый кирпич или другой инертный материал. Сверху дренажа насыпают 10–15 см слой субстрата, и укладывается поливочная труба с распылителями. Основным недостаток таких парников – небольшой объем, из-за чего трудно поддерживать оптимальные условия температуры и влажности воздуха во время укоренения.

Более стабильный режим создается в теплице, где большой объем воздуха уменьшает суточные колебания температуры. Каркас теплицы может быть выполнен из металлических, пластмассовых или деревянных конструкций. Для ее покрытия используются те же материалы, что и для парников. Оптимальный размер теплицы для начинающих вегетативное размножение 0,02–0,05 га.

Для укоренения черенков по всей длине теплицы устраивают культивационные гряды. Они могут быть заглубленными в грунте теплицы (рис. 6.2) или располагаться на стеллажах (рис. 6.3).

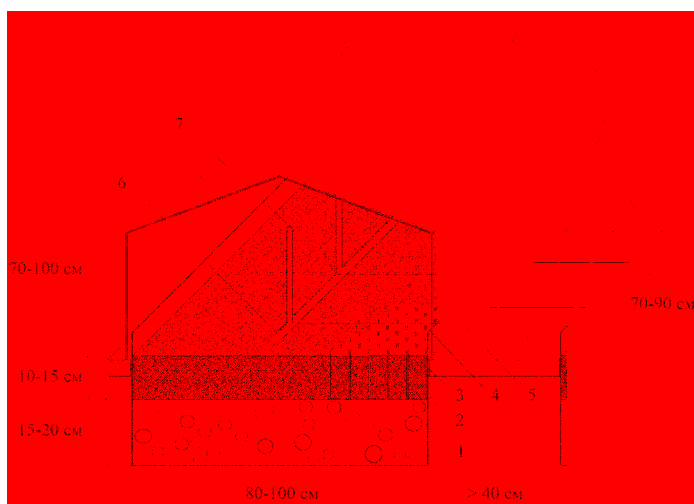


Рис. 6.2. Устройство культивационной гряды в грунте теплицы: 1 – дренаж; 2 – субстрат; 3 – пластмассовые трубочки без дна; 4 – каркас; 5 – притеночная ткань; 6 – распределительная труба; 7 – распылитель

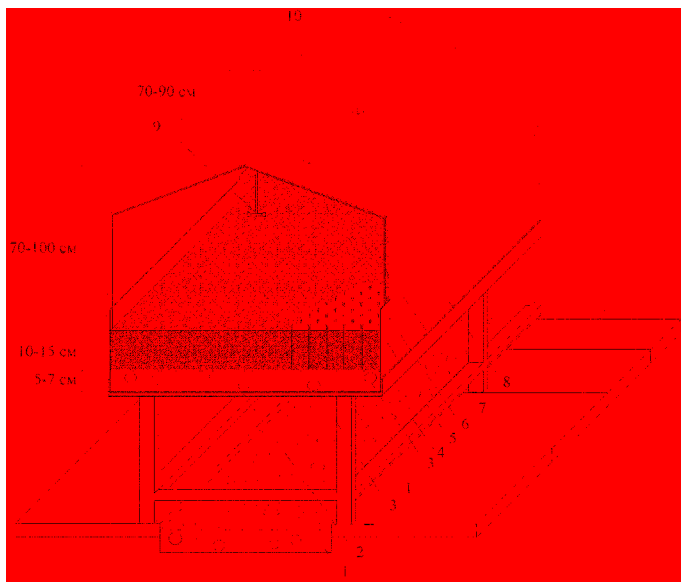


Рис. 6.3. Устройство культивационной гряды на стеллаже: 1 – дренаж; 2 – стеллаж; 3 – фильтрующий слой; 4 – субстрат; 5 – обортовка из плоского шифера; 6 – пластмассовые трубочки без дна; 7 – каркас; 8 – притеночная ткань; 9 – распылитель; 10 – распределительная труба

Перед началом работ производится разметка площади теплицы на культивационные гряды шириной 80–100 см, предусматривая между ними и по краям теплицы дорожки шириной не менее 40 см, которые засыпают песчано-гравийной смесью, бетонируют или асфальтируют.

При заглубленном варианте устройства культивационной гряды по ее периметру производится выборка грунта на глубину 40–50 см с небольшим уклоном для стока излишков воды. Затем на дно гряды насыпается дренаж толщиной 20–25 см и проводится обортовка краев гряд досками или плоским шифером на глубину не менее 10 см. Сверху насыпается субстрат толщиной 10–15 см.

При устройстве гряды на стеллаже необходимо предусмотреть небольшой уклон и отверстия для обеспечения стока из-

лишков воды. По периметру стеллажей устанавливается обрешетка из плоского шифера высотой не менее 20 см и проводится изоляция швов между пластинами шифера с помощью силиконового герметика. На дне стеллажей укладывается фильтрующий слой из синтетического материала, сверху него насыпается 5–7 см слой дренажа, а затем – еще один фильтрующий слой (см. рис. 6.3) и затем субстрат 10–15 см.

Регулирование температурного режима внутри неотапливаемых теплиц осуществляется с помощью окон или форточек, устраиваемых в торцах теплиц. В отапливаемых теплицах их устраивают вдоль гребня крыши. Открываться они могут либо вручную, при помощи лебедочного механизма, либо автоматически с пульта управления.

Проветривание парников осуществляется периодическим открыванием рам.

При зимнем черенковании может использоваться подогрев субстрата, который обеспечивается путем горячего водоснабжения или укладкой электрических нагревательных матов. В первом случае на дно гряды укладываются отопительные трубы, на 1,5–2 см выше них на кронштейны монтируется водонепроницаемое, но в тоже время жесткое перекрытие, покрытое фильтрующим слоем из спанбонда. Таким образом, в нижней части гряды образуется воздушная камера с размещенными в ней отопительными трубами. Во втором случае на дно гряды укладываются электрические нагревательные маты. В обоих случаях для поддержания необходимой температуры устанавливается автоматический терморегулятор с датчиком температуры, помещаемым в субстрат.

Над культивационными грядами на высоте 70–100 см монтируется металлический каркас в виде поперечных и продольных перекладин для закрепления притеночного материала.

Поддержание высокой влажности воздуха в культивационных сооружениях является одним из важных условий успешного укоренения черенков. В настоящее время для этих целей используют установки искусственного тумана, обеспечивающие мелкодисперсное распыление воды. Основные узлы такой установки:

мощный насос или компрессор, позволяющие создавать в системе давление воды 3–4 атмосферы; автоматическая система регулирования периодичности и длительности поливов; система распределительных труб с распылителями.

Распылители размещают непосредственно на распределительной трубе на расстоянии 70–90 см друг от друга или на невысоких, около 30 см, стойках. Для обеспечения равномерности полива конструкция и частота размещения распылителей должна обеспечивать перекрытие областей полива соседних распылителей. Автоматическое включение воды обеспечивается установкой в начале распределительной трубы электромагнитного вентиля.

6.3. Технологические особенности подготовки черенков к укоренению




Нарезка черенков осуществляется с предварительно заготовленных ветвей, срезка которых со здоровых маточных растений проводится в следующие сроки: садовых форм тисов – с середины февраля до конца апреля; елей – с середины февраля до конца апреля или в конце июня – начале июля; тсуги канадской – с середины февраля до начала мая; кипарисовика горохоплодного, туи западной и можжевельников – с середины февраля до конца апреля.

Ветви укладывают в полиэтиленовые пакеты и хранят на леднике, в буртах снега или холодильной камере при температуре 0...+5 °С. При таких условиях черенки могут храниться до середины мая.

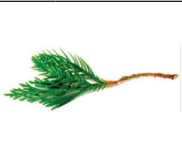


Особенности черенкования наиболее типичных форм приведены в табл. 6.1.



Черенки садовых форм, не требующих стимулирования корнеобразования (туи западной, можжевельника горизонтального и др.), нарезаются в день высадки в культивационное сооружение, а черенки форм, нуждающихся в обработке регуляторами роста, – за сутки.

Таблица 6.1. Особенности черенкования различных садовых форм хвойных видов


<i>Chamaecyparis pisifera</i>							
Название растения	Тип черенка	Размер черенка, см	Изображение черенка, готового к укоренению	Срок заготовки черенков	Вертикальный температурный градиент	Водный раствор регулятора роста для обработки черенков	Субстрат
'Filifera Nana'	Боковые побеги с «пяткой»	10–17		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	0,01%-ный ИМК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
		5–9				0,01%-ный ИМК, или 0,02%-ный ИУК	
		10–17				0,01%-ный ИМК	
'Nana'							
'Sungold'							


Продолжение табл. 6.1

Название растения	Тип черенка	Размер черенка, см	Изображение черенка, готового к укоренению	Срок заготовки черенков	Вертикальный температурный градиент	Водный раствор регулятора роста для обработки черенков	Субстрат
<i>Juniperus chinensis</i> 'Blue Point'	Боковые побеги с «пяткой»	7–12		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	Без обработок 0,0025%-ный НУК	Перлит Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
<i>Juniperus × media</i>							
'Gold Star'	Боковые побеги с «пяткой»	8–12		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	Без обработок	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
'Golden Saucer'				Начало роста побегов маточных растений (конец апреля) Глубокий покой маточных растений (середина января)	Отрицательный Положительный в пределах 3–4°	Без обработок Без обработок	Смесь перлита и верхового торфа (2:1), или смесь вермикулита и верхового торфа (2:1) Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)



<i>Juniperus sabina</i> 'Arcadia'	Боковые побеги с «пяткой»	10–15		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	Без обработок	Перлит или смесь перлита и верховного торфа (2:1)
							Смесь крупнозернистого песка и верховного торфа (1:1)
<i>Juniperus scoricolum</i>							
'Blue Arrow'	Осевые побеги с многолетней древесиной в основании	15–25		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	0,0025%-ный НУК	Смесь крупнозернистого песка и верховного торфа (1:1)
				Летнее загущение роста побегов маточных растений (середина июля – начало августа)	Отрицательный	Без обработок	

Продолжение табл. 6.1

Название растения	Тип черенка	Размер черенка, см	Изображение черенка, готового к укоренению	Срок заготовки черенков	Вертикальный температурный градиент	Водный раствор регулятора роста для обработки черенков	Субстрат
				Глубокий покой маточных растений (середина января)	Отрицательный	0,005–0,01%–ный ИМК	Перлит или смесь вермикулита и верхового торфа (2:1 по объему)
					Положительный в пределах 6–9°	Без обработки	
				Положительный в пределах 6–9°		0,005%–ный ИМК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
						0,02%–ный ИУК 0,02–0,03%–ный ЯК	
'Skyrocket'	Осевые побеги с многолетней древесиной в основании	15–22		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	0,004%–ный НУК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
				Глубокий покой маточных растений (середина января)	Отрицательный	0,02%–ный ИУК 0,005–0,01%–ный ИМК	

				Положительный в пределах 6–9°	Без обработки		Перлит
					0,02%-ный ИУК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)	
<i>Juniperus squamata</i>							
'Blue Carpet'	Боковые побеги с «пяткой»	7–12		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	0,005–0,01%-ный ИМК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
						Без обработки	
						0,005%-ный ИМК	

Окончание табл. 6.1

Название растения	Тип черенка	Размер черенка, см	Изображение черенка, готового к укоренению	Срок заготовки черенков	Вертикальный температурный градиент	Водный раствор регулятора роста для обработки черенков	Субстрат
<i>Juniperus virginiana</i>							
'Викіі'	Боковые побеги с «пяткой»	10–15		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	Без обработки	Перлит
				Глубокий покой маточных растений (середина января)	Отрицательный или положительный в пределах 6–9°	0,015%-ный ИМК	
'Grey Owl'	Боковые побеги с «пяткой»	10–18		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	0,004%-ный НУК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
				Летнее заухание роста побегов маточных растений (середина июля – начало августа)	Отрицательный	без обработки	
				Глубокий покой маточных растений (середина января)	Отрицательный	0,01–0,02%-ный ЯК	
Положительный в пределах 6–9°	0,0025%-ный НУК						

<i>Picea glauca</i>							
'Alberta Globe'	Боковые побеги с «пяткой»	3–4,5		Начало вторичного роста побегов маточных растений (конец июня – начало июля)	Отрицательный	0,005%-ный ИМК или 0,01%-ный ИУК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
	Боковые побеги с «пяткой»	4,5–8				0,005%-ный ИМК	
'Daisy's White'		4,5–6				0,01%-ный ИУК	Смесь крупнозернистого песка и верхового торфа (1:1)
	Боковые побеги с «пяткой»	5–15		Начало роста побегов маточных растений (конец апреля)	Отрицательный	0,005%-ный ИМК или 0,02%-ный ЯК	
<i>Taxus baccata</i>	Боковые побеги с «пяткой»						
'Elegantissima'							

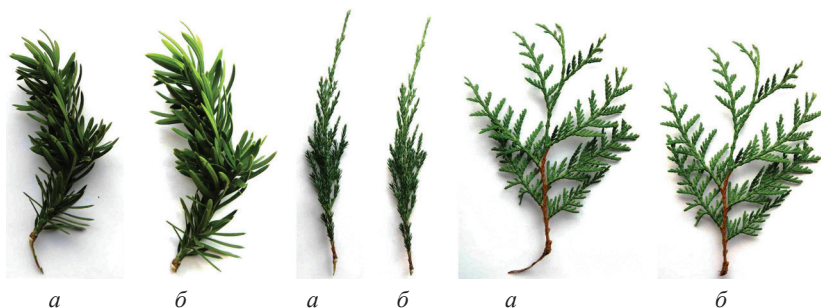


Рис. 6.4. Общий вид черенков садовых форм с «пяткой», подготовленных к укоренению

Черенки должны быть с верхушечной точкой роста, что обеспечивает сохранение присущего культивару характера роста. Для большинства садовых форм хвойных растений черенки не отрезают, а резким движением вниз отрывают от стебля с «пяткой», которая состоит из более старой древесины (рис. 6.4, *а*). Кончик аккуратно подрезают, удаляя только заусеницы (рис. 6.4, *б*). Хвою на нижнем конце черенка, погружаемом в субстрат, обычно обрывают или срезают, но можно высаживать и с хвоей.

Подготовленные таким образом черенки связывают в пучки по 15–20 шт. с выравниванием базальных частей на одном уровне и погружают в емкость с небольшим количеством воды для предотвращения их увядания при подготовке больших партий.

Как было показано раньше, на успешность укоренения черенков некоторых форм значительное влияние оказывает обработка их регуляторами роста. Они являются дополнительным фактором ризогенеза, действие которого направлено на усиление естественной способности черенков к корнеобразованию, ускорение этого процесса и увеличение количества корней. Поэтому регуляторы роста целесообразно использовать при укоренении культиваров с низкой способностью к придаточному корнеобразованию. К ним относятся садовые формы елей (особенно деревьев), можжевельников (кроме горизонтального, казацкого, чешуйчатого) и некоторых других видов.

Обработку черенков проводят путем погружения нижних концов на несколько часов (от 6 до 24) в водный раствор слабой

концентрации или на несколько секунд в концентрированный спиртовой раствор регулятора роста. В настоящее время для этих целей широко применяют также ростовые пудры и пасты.

Чаще всего используют водные растворы регуляторов роста определенной концентрации, которая зависит от вида черенкуемого растения, степени зрелости побегов и вида применяемого стимулятора (см. табл. 6.1).

Для приготовления 1 л водного раствора регулятора роста требуемой концентрации, например 0,005%-ного, на аналитических электронных весах отвешивается 50 мг вещества (0,01%-ного соответственно 100 мг; 0,02%-ного – 200 мг и т. д.). Затем его помещают в небольшую по объему герметично закрывающуюся сухую чистую стеклянную емкость (бюксу, колбу и т. п.). Большинство регуляторов роста плохо растворимы в воде, поэтому навеску растворяют в небольшом объеме (2–3 мл) спирта и закрывают крышкой для предотвращения испарения. Доведение приготовленного раствора до 1 л осуществляется непосредственно перед обработкой черенков посредством тщательного смешивания его с дистиллированной или охлажденной кипяченой водой в чистой стеклянной емкости. Оптимальная температура раствора для обработки черенков – 20–25 °С [251].

Обработка черенков осуществляется путем погружения их базальных частей в раствор на 1–2 см. Перед посадкой нижние концы промывают чистой водой для удаления остатков раствора. При использовании ростовой пудры нижнюю часть черенка увлажняют, обмакивают в пудру и высаживают. Ростовую пасту наносят на базальную часть черенка.

6.4. Посадка, регулирование микроклимата и уход за черенками

Наиболее универсальным и часто используемым для укоренения большинства садовых форм субстратом является смесь из равных и тщательно перемешанных частей крупнозернистого (фракция 0,5–1,5 мм) песка и фрезерованного верхового (сфагнового) торфа. Часто для приготовления субстрата по ошибке

используют низинный торф и речной песок. Эти компоненты непригодны для использования в качестве субстрата. Следует помнить, что при их смешивании получается субстрат, имеющий очень кислую среду и плохую аэрацию. В таких условиях укореняются черенки лишь немногих видов. При использовании речного песка его необходимо промыть через сито с ячейкой 0,5–1,5 мм, чтобы избавиться от илистых частиц. В качестве субстрата рекомендуется также перлит или смесь вермикулита и верхового торфа (2:1 по объему).

Перед посадкой поверхность субстрата хорошо выравнивается, уплотняется и обильно поливается одним из растворов: марганцовокислого калия, протравителя («Раксил» (КС), 0,1%-ный раствор, «Винцит» (СК), 0,5%-ный раствор и др.) или фунгицида («Амистар Экстра» (СК), 0,1%-ный раствор, «Альто Супер» (КЭ), 0,1%-ный раствор и др.); расход – 8–10 л/м².

Непосредственно перед посадкой черенков производится маркировка субстрата. Расстояние между рядами 6–8 см в зависимости от величины черенков, в рядах 4–6 см, глубина посадки 5–7 см. Субстрат вокруг черенка слегка обжимается, проводится полив, желательно с марганцовкой или фунгицидом. Расход жидкости – 6–8 л/м².

Зимние черенки высаживают в мае при достижении температуры наружного воздуха 17–20 °С. Оптимальной считается температура воздуха в теплице днем 20–27 °С, ночью 16–20 °С. Черенки большинства растений лучше укореняются при температуре субстрата на 3–6 °С выше температуры воздуха.

За высаженными черенками необходимо проводить постоянные наблюдения и уход. Особенно важно в период укоренения поддерживать высокую влажность воздуха и при этом не допускать переувлажнения субстрата, так как это приводит к его закисанию, развитию на черенках болезней и их гибели. Высокая влажность воздуха способствует снижению обезвоживания черенков, которое происходит из-за продолжающейся транспирации и отсутствия поступления воды через корневую систему. Больше всего нуждаются черенки в высокой влажности воздуха в первые 15–20 дней после посадки. В этот период промежуток

между поливами в жаркую погоду не должны превышать 3–4 ч. В пасмурную и дождливую погоду достаточно полить один раз в день. Для достижения оптимальной влажности воздуха при давлении в системе в 3–4 атмосферы продолжительность полива составляет 30–40 с.

Нуждается в регулировании и температурный режим воздуха в теплице или парнике, особенно при экстремально высоких температурах наружного воздуха. Установлено, что при температуре наружного воздуха свыше 25 °С в теплице он нагревается до 40–50 °С. В этих условиях необходимо регулярно проводить проветривание, для чего в верхней части теплиц, как указывалось ранее, должны быть предусмотрены вентиляционные рамы.

При соблюдении технологических приемов черенкования и сроков заготовки большинство черенков к осени образует корни. У некоторых культиваров у черенков в год посадки появляется только каллус, а корни образуются в следующем году. Такие черенки оставляют на укоренение еще на один сезон. Теплицу или парник с ними накрывают, как только позволят погодные условия, в Беларуси это вторая половина апреля.

В процессе укоренения периодически необходимо проводить обработку черенков фунгицидами, что снизит их заболеваемость и благоприятно скажется на укореняемости.

При уплотнении субстрата и его избыточной влажности целесообразно проводить легкое поверхностное рыхление, что будет способствовать доступу воздуха к черенкам. По мере появления сорняков проводится прополка.

К концу сентября пленку с теплицы снимают, а рамы парника открывают, что дает возможность черенкам лучше пройти акклиматизацию и успешно перезимовать. Обычно укорененные черенки оставляют зимовать на месте укоренения, укрывая их еловым лапником. Пересадку в школку на доращивание лучше проводить весной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие зеленого строительства в Беларуси неразрывно связано с обновлением ассортимента декоративных растений на основе достижений мировой селекции, которая направлена на отбор садовых форм с оригинальной формой кроны, системой ветвления, окраской и орнаментом листвы и другими признаками, отвечающими современным требованиям декоративного садоводства и ландшафтной архитектуры. Среди них особое место отводится садовым формам хвойных видов, сохраняющих высокую декоративность на протяжении года и передающих свои декоративные качества путем вегетативного размножения, в большинстве случаев путем черенкования.

В связи с этим важнейшим биологическим свойством садовых форм хвойных видов является ризогенез – способность к заложению, росту и развитию придаточных корней на черенках.

В процессе изучения регенерационной способности черенков более 120 хвойных культиваров установлено, что по степени ризогенеза они существенно различаются. Легкоукореняемыми (80–100%) оказались почти все формы туи западной, можжевельника казацкого, среднего, чешуйчатого, горизонтального и скального, кипарисовика горохоплодного. Среднеукореняемыми (50–80%) являются некоторые культивары ели европейской, тсуги канадской, тиса ягодного, кипарисовика нутканского и можжевельника виргинского. Ряд культиваров в пределах указанных родов и видов обладают низкой регенерационной способностью (менее 30%).

Формирование корней у черенков разных культиваров на стадии эндогенного ризогенеза сопровождается образованием двух

типов каллуса – валикообразного и сплошного. При этом первый тип каллуса образуется за счет деления клеток камбия в базальной части черенка, а второй в результате меристематической активности и других тканей – в области среза. Отмечена различная топография корней на черенках различных садовых форм – рост корней из каллуса в базальной части черенка, над каллусом или смешанный тип ризогенеза.

Установлена зависимость между расположением корней на черенке и формой кроны маточного растения, что позволяет оптимизировать технологию заготовки и предпосадочной подготовки черенков. Например, у большинства черенков можжевельников с раскидистой кроной, а также у *Taxus baccata* ‘Elegantissima’ и карликовых культиваров *Picea glauca* (Moench) Voss. группы ‘Conica’ придаточные корни образовывались преимущественно в тканях «пятки». У черенков форм видов рода *Juniperus* L. с колонновидной, кустовидной и стелющейся кронами, *P. glauca* ‘Alberta Globe’ с шаровидной кроной и карликовых форм *Ch. pisi-fera* Sieb. Et Zucc. было отмечено смешанное корнеобразование. У 90–92% черенков форм *J. chinensis* L. с воронковидной кроной корни образовывались в тканях в средней и верхней частях погруженного в субстрат черенка, в связи с чем ризогенез у данных форм не зависит от наличия «пятки» у черенков.

У культиваров с тонкими побегами второго порядка ветвления длиной не более 8 см (*J. scopulorum* ‘Blue Arrow’) более эффективным оказалось использование для заготовки черенков крупных осевых побегов первого порядка с одревесневшим основанием без «пятки». Укореняемость их составила 85,0%, что на 32,5% выше, чем у более мелких черенков с «пяткой».

Регенерационная способность растений в значительной степени зависит от фенологического состояния растения. Лучшей регенерационной способностью черенки садовых форм ели обладают, например, при заготовке в период окончания вынужденного покоя и начала роста побегов; тсуги и можжевельника – глубокого и вынужденного покоя; тиса – глубокого покоя, начала и окончания роста побегов; туи – глубокого и вынужденного покоя, начала роста побегов.

Изучение регенерационной способности стеблевых черенков, заготовленных в зимний и ранневесенний периоды (середина января, февраля и марта) показало благоприятность этих сроков для садовых форм туи западной, можжевельника среднего, китайского и горизонтального. Лучшее укоренение у большинства изученных садовых форм происходит при заготовке черенков в середине февраля.

Установлено, что процесс ризогенеза существенно зависит также от соотношения температуры воздуха и субстрата в начальный период формирования зачатков придаточных корней в тканях черенка. Поддержание небольших положительных (+5 °С) путем подогрева субстрата или отрицательных температурных градиентов (-5°) позволяет увеличить укореняемость черенков у некоторых культиваров. Так, положительный вертикальный температурный градиент в течение 3 месяцев в пределах 3–9 °С при размножении культиваров рода *Juniperus* L. в период глубокого покоя маточных растений способствует сокращению продолжительности формирования каллуса на 19–98 дней и увеличению их укореняемости на 8–30%.

Подогрев субстрата и обработка черенков 0,02%-ным раствором ИУК увеличивает укореняемость на 15,4%, а водным 0,0025%-ным раствором НУК позволяет достичь 100%-ной укореняемости отдельных трудно размножаемых вегетативно культиваров.

Использование БАВ позволяет повысить укореняемость черенков на 15–65% в зависимости от культивара, способствует сокращению продолжительности укоренения и формированию более развитых корневых систем.

Укореняемость черенков культиваров с низкой регенерационной способностью зависит от состава субстрата, тогда как значимого влияния субстрата на укореняемость черенков форм со средней регенерационной способностью не выявлено. Установлено, что наибольшая укореняемость для большинства культиваров отмечается в субстратах, содержащих перлит или вермикулит, и превышает укореняемость в смеси верхового торфа и крупнозернистого песка на 12–55%. Состав субстрата оказывает

значимое влияние на развитие корневых систем черенков, причем в субстрате, в котором отмечается максимальная укореняемость, не обязательно формируются хорошо развитые подземные органы.

Регенерационная способность черенков снижается при длительном их хранении перед посадкой. Не улучшает качества хранящихся черенков обработка фунгицидами для защиты от поражения фитопатогенными организмами, тогда как обработка черенков фунгицидами непосредственно перед посадкой на укоренение способствует повышению их укореняемости на 23,5–32,2%.

SUMMARY

Amenity planting in Belarus is integrally linked to ornamental plant variety updating processes based on the achievements reached by global breeding efforts aimed at selecting the cultivars featured by an original crown shape, ramification system, colouring, foliage ornaments or other signs which meet the current requirements dictated by ornamental horticulture and landscape architecture. A special focus is made in this field of endeavour on the coniferous cultivars which maintain their high-level ornamentality all year long and reproduce their decorative qualities by vegetative propagation, or, in most cases, by cutting propagation.

In view of the above, rhizogenesis, or ability to initiate, grow and develop the cuttings' adventitious roots, represents a vital biological property of the coniferous species' cultivars.

An insight into the regeneration ability in cuttings of more than 120 coniferous cultivars enables a conclusion that they differ substantially in terms of their rhizogenesis. Almost all the forms of *Thuja occidentalis* L., *Juniperus sabina* L., *Juniperus x media* van Melle., *Juniperus squamata* Buch. Ham. et D. Don, *Juniperus horizontalis* Moench and *Juniperus scopulorum* Sarg., *Chamaecyparis pisifera* Sieb. Et Zucc. have proved to be easy-to-root (80 through 100 per cent). Certain cultivars of *Picea abies* (L.) Karst., *Tsuga canadensis* Carr., *Taxus baccata* L., *Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach. and *Juniperus virginiana* L. have medium-range rooting abilities (50 through 80 per cent). Whereas a number of cultivars within the above-mentioned genera and species are featured by a low regeneration capacity (less than 30 per cent).

The root formation process is accompanied at the endogenous rhizogenesis phase by building-up in various cultivars' cuttings of two callus types, i. e. cylinder-shaped and continuous ones. That being said, the former callus type is generated by cambium cell division within the basal cutting part, while the latter is evolved as a result of meristematic activity of other section area tissues, too. Differing root topography types on the cuttings of various cultivars have been noticed: root growth from the callus in the basal cutting part, that above the callus or a mixed rhizogenesis type.

Interdependence has been identified between the cutting root position and the maternal plant's crown shape, which fact permits an optimization process of the technologies related to cutting collection and pre-planting treatment. For example, most cuttings of the junipers featured by spreading crowns, as well as *Taxus baccata* 'Elegantissima' and dwarf *Picea glauca* (Moench) Voss. cultivars of the 'Conica' group have developed their adventitious roots predominantly within the «anvil» tissues. The cuttings of the *Juniperus* L. genus species forms featured by columnar, flame-like and prostrate crowns, *P. glauca* 'Alberta Globe' with a spherical crown and the dwarf forms of *Ch. pisi-fera* Sieb. et Zucc. have tended to display a mixed root formation pattern. Some 90 to 92 per cent of the *J. chinensis* L. form cuttings featured by a funnellform crown have formed their roots in the tissues of the middle or upper parts of the graft submerged into a substrate, which is why these forms' rhizogenesis is in no dependence on whether their cuttings have or do not have an «anvil».

In thin shoot second ramification order cultivars, the shoot lengths not exceeding 8 cm (*J. scopulorum* 'Blue Arrow'), it has been proved more efficient to collect for the cutting-making purposes large first order axial shoots with their lignified bases and with no «anvils». Their rooting has amounted to 85.0 per cent, which is 32.5 per cent more than in smaller «anvilled» grafts.

The plants' regeneration ability is in no small measure dependent on their phenological status. For example, spruce cultivars cuttings have the best regeneration capacity, if collected at the period when the exogenous dormancy ends and the shoots begin growing; in case of hemlock and juniper, it is the period of a true or exogenous

dormancy; in case of yew, it is the true dormancy and the beginning or the end of shoot growth; whereas in case of arborvitae, it is the true or exogenous dormancy and the beginning of shoot growth.

An exercise of looking into the regeneration ability of the stem cuttings collected during the winter and early spring periods (from middle January, February and March) has demonstrated that these periods are favourable for the cultivars of *Thuja occidentalis* L. and *Juniperus* × *media* van Melle., *Juniperus chinensis* L. or *Juniperus horizontalis* Moench. The optimum rooting is provided in most scrutinised cultivars, if the cuttings are collected in mid-February.

It has been identified that the rhizogenesis process is likewise considerably conditional on the air to substrate temperature ratio at the initial period of adventitious root primordium formation in the cutting tissues. Maintaining low positive temperature gradients (+5 °C) by way of substrate heating or negative ones (−5°) allows for an increased rooting of some cultivars cuttings. For instance, the positive vertical temperature gradient maintained for 3 months within the range of 3 to 9 °C, when propagating the *Juniperus* L. genus cultivars at the cutting true dormancy period, fosters a reduction in the callus formation duration by 19 to 98 days and a higher rooting rate by 8 to 30 per cent.

Substrate heating and cutting treatment with an 0.02 per cent indoleacetic acid solution steps up the rooting rate by 15.4 per cent, while 0.0025 per cent aqueous naphthyl acetic acid solution enables achieving a 100 per cent rooting rate in some difficult-to-propagate vegetatively cultivars.

Application of the biologically active substances permits boosting the rooting by 15 to 65 per cent, depending on the cultivar, and is instrumental in shortening the rooting duration and forming more highly developed root systems.

The rooting rate of the low regeneration ability cultivar cuttings is conditional on the substrate composition, whereas no considerable substrate impact has been identified in respect of the medium regeneration ability form cuttings. It has been found out that the highest rooting for most cultivars is to be recorded in the substrates which contain perlite or vermiculite, which exceeds that in the sphagnum peat and

coarse-grained sand mixture by 12 to 55 per cent. The substrate composition affects in a substantial manner the cutting root assemblage development; that being said, the substrate which facilitates a maximum-level rooting rate does not necessarily serve to form well developed subterraneous organs.

The cuttings' regeneration ability is reduced when they are stored for a long period of time prior to planting. The stored cuttings quality is not improved, either, by fungicide treatment for the purpose of their protection against phytopathogenic organisms, while cuttings fungicide treatment immediately before their rootage planting promotes a rooting rate which is increased by 23.5 to 32.2 per cent.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкутко, Н. В. Хвойные Белоруссии / Н. В. Шкутко. – Минск : Наука и техника, 1991. – 263 с.
2. Торчик, В. И. Декоративные садовые формы хвойных растений / В. И. Торчик, Е. Д. Антонюк ; науч. ред. В. Н. Решетников. – Минск : Эдит ВВ, 2007. – 152 с.
3. Торчик, В. И. Контейнерное озеленение: научные основы использования древесных растений / В. И. Торчик. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 160 с.
4. Торчик, В. И. Садовые формы хвойных: оценка устойчивости и перспективы интродукции в Беларуси / В. И. Торчик // Проблемы современной дендрологии : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П. И. Лапина, Москва, 30 июня – 2 июля 2009 г. / ГБС им. Н. В. Цицина РАН ; редкол.: А. С. Демидов [и др.]. – М., 2009. – С. 368–371.
5. Иванова, З. Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З. Я. Иванова. – Киев : Наук. думка, 1982. – 288 с.
6. Поликарпова, Ф. Я. Выращивание посадочного материала зеленым черенкованием / Ф. Я. Поликарпова, В. В. Пилюгина ; под ред. И. Ю. Вачаевой. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 96 с.
7. Puri, S. Geographical variation in rooting ability of stem cuttings of *Azadirachta indica* and *Dabergia sissoo* / S. Puri, S. L. Swamy // Genetic Resources and Crop Evolution. – 1999. – Vol. 46, № 1. – P. 29–36.
8. Torchik, V. Effect of donor plant phenological phase on root formation of stem cuttings of ornamental *Juniperus* L. cultivars / V. Torchik // Propagation of Ornamental Plants. – 2005. – Vol. 5, № 1. – P. 51–55.
9. Бровко, О. Ф. О водном режиме хвои у можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.) и его культиваров / О. Ф. Бровко // Проблемы современной дендрологии : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П. И. Лапина, Москва, 30 июня – 2 июля 2009 г. / ГБС им. Н. В. Цицина РАН ; редкол.: А. С. Демидов [и др.]. – М., 2009. – С. 682–683.

10. Вакула, В. С. Декоративные формы древесных растений в БССР (вопросы интродукции, биологии декоративных форм в связи с их использованием в зеленом строительстве) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / В. С. Вакула ; Ин-т эксперим. ботаники и микробиологии. – Минск, 1964. – 32 с.
11. Орлов, П. Н. Морфогенез придаточных корней у зеленых черенков двудольных : автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.00.05 / П. Н. Орлов ; Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 1993. – 36 с.
12. Пономаренко, В. О. Обкорінення стеблових живців видів і культиварів роду *Juniperus* L. залежно від життєвої форми / В. О. Пономаренко // Інродукція рослин. – 2003. – № 3. – С. 99–105.
13. Применение стимуляторов корнеобразования для окоренения черенков декоративных древесных и кустарниковых пород / А. С. Гуревич [и др.] // Интродукция, акклиматизация и культивация растений : сб. науч. тр. / Калининград. гос. ун-т ; редкол.: А. С. Гуревич [и др.]. – Калининград, 1998. – С. 38–50.
14. Sharma, S. D. Seasonal rooting behaviour of cuttings of plum cultivars as influenced by IBA treatments / S. D. Sharma, N. B. Ainer // *Scientia Horticulturae*. – 1989. – Vol. 40, № 4. – P. 297–303.
15. Мак-Миллан Броуз, Ф. Размножение растений / Ф. Мак-Миллан Броуз. – 2-е изд. – М. : Мир, 1992. – 192 с.
16. Avery, G. S. Hormones and horticulture / G. S. Avery, E. B. Johnson. – 1st ed. – New York and London : McGraw-Hill Book Company, INC., 1947. – 326 p.
17. Токин, Б. П. Регенерация и соматический эмбриогенез / Б. П. Токин. – Л. : ЛГУ, 1959. – 368 с.
18. Юсуфов, А. Г. Эволюция и разнообразие процессов регенерации у растений / А. Г. Юсуфов, М. А. Магомедова // *Вестн. Дагестан. гос. ун-та*. – 2010. – Вып. 6. – С. 73–83.
19. Васильева, О. Ю. Изучение каллусо- и ризогенеза при регенерации роз / О. Ю. Васильева // Труды междунар. конф. по анатомии и морфологии растений, С.-Петербург, 2–6 июня 1997 г. / Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова ; редкол.: Е. А. Мирославов [и др.]. – СПб., 1997. – С. 345–346.
20. Довбиш, Н. Ф. Регенераційна здатність та стеблове живцювання інтродукованих деревних листяних рослин на південному сході України : автореф. дис... канд. биол. наук : 03.00.05 / Н. Ф. Довбиш ; Нікіт. ботан. сад УААН – Нац. наук. центр. – Ялта, 2002. – 20 с.
21. Комиссаров, Д. А. Биологические основы размножения древесных растений стеблевыми черенками / Д. А. Комиссаров. – М. : Лесная промышленность, 1964. – 292 с.
22. Шпакова, О. Г. Особенности ризогенеза хвойных растений при вегетативном размножении / О. Г. Шпакова // *Бюл. Гос. Никитск. ботан. сада*. – 1999. – Вып. 81. – С. 178–181.
23. Усольцева, О. Г. Особенности морфогенеза придаточных корней стеблевых черенков хвойных растений / О. Г. Усольцева // *Вісн. Донецьк. нац. ун-ту. Сер. А. Природничі науки / Донецьк. нац. ун-т*. – Донецьк, 2009. – Вип. 1. – С. 414–417.

24. Шпакова, О. Г. Біологічні особливості вегетативного розмноження інтродукованих хвойних на південному сході України : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05 / О. Г. Шпакова ; Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка НАН України. – Київ, 2002. – 21 с.

25. Докучаева, М. И. Вегетативное размножение хвойных пород / М. И. Докучаева. – М. : Лесная промышленность, 1967. – 104 с.

26. Асадулаев, З. М. Экологические и экономические основы интенсивной технологии выращивания клоновых подвоев и саженцев яблони, груши и айвы : дис. ... докт. биол. наук : 03.00.16 / З. М. Асадулаев. – Махачкала, 2003. – 345 с.

27. Баранова, Е. А. Закономерности образования придаточных корней у растений / Е. А. Баранова // Труды Гл. ботан. сада АН СССР. – 1951. – Т. 2. – С. 168–193.

28. Довбыш, Н. Ф. Анатомо-морфологические особенности эндогенного ризогенеза у древесно-кустарниковых растений / Н. Ф. Довбыш, Н. А. Олейник // Труды междунар. конф. по анатомии и морфологии растений, С.-Петербург, 2–6 июня 1997 г. / Ботанический ин-т им. В. Л. Комарова ; редкол.: Е. А. Мирославов [и др.]. – СПб., 1997. – С. 47–48.

29. Жолобова, З. П. Морфолого-анатомические особенности корнеобразования у зеленых черенков декоративных культур / З. П. Жолобова // Новое в разведении садовых растений : Труды межвуз. науч.-методич. конф. по новой технологии выращивания посадочного материала плодовых, декорат. и лесных культур / Моск. ордена Ленина и ордена Труд. Красного знамени с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева ; редкол.: М. Т. Тарасенко [и др.]. – М., 1969. – С. 63–67.

30. Шпакова, О. Г. Корнеобразовательная способность некоторых кипарисовых при искусственном вегетативном размножении / О. Г. Шпакова // Межд. сб. науч. тр. / Донецк. ботан. сад. – Киев, 1999. – Вып. 32 : Интродукция и акклиматизация растений. – С. 66–70.

31. Алиханова, А. А. Естественное вегетативное возобновление лещины обыкновенной и потенции к регенерации ее изолированных структур : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.12 / А. А. Алиханова ; Рос. госуд. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – Махачкала, 2009. – 20 с.

32. Глухов, А. З. Особенности развития придаточных корней на стеблевых черенках хвойных растений при их укоренении / А. З. Глухов, О. Г. Усольцева // Проблемы екології та охорони природи техногенного регіону. – 2009. – № 1 (9). – С. 172–176.

33. Рубаник, В. Г. Размножение черенками хвойных растений / В. Г. Рубаник, Р. С. Пальгова // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1968. – Вып. 70. – С. 87–93.

34. Билык, Е. В. Размножение древесных растений стеблевыми черенками и прививкой / Е. В. Билык. – Киев : Наук. думка, 1993. – 90 с.

35. Вавилов, Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н. И. Вавилов. – М. ; Л. : Наука, Ленинград. отд-ние, 1987. – 259 с.

36. Акимова, С. В. Разработка новых элементов технологии зеленого черенкования ягодных кустарников : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / С. В. Акимова. – М., 2005. – 237 с.

37. Глухов, А. З. Интродукционный потенциал, размножение и использование хвойных растений для садово-парковых композиций в условиях юго-востока Украины / А. З. Глухов, О. Г. Усольцева // Проблемы екології та охорони природи техногенного регіону. – 2008. – Вып. 8. – С. 42–47.
38. IBA promotes rooting in the hardwood cuttings of olive (*Olea europaea* L.) cultivars / M. S. Khattak [et al.] // Pakistan Journal of Biological Sciences. – 2001. – Vol. 4, № 5. – P. 633–634.
39. Pacholczak, A. Effect of Asahi SL preparation on rhizogenesis in stem cuttings of *Physocarpus opulifolius* ‘Dart’s Gold’ and ‘Diabolo’ / A. Pacholczak, W. Szydło, J. Pijus // Horticulture and Landscape Architecture. – 2010. – № 31. – P. 11–17.
40. Sharma, S. D. Seasonal rooting behaviour of cuttings of plum cultivars as influenced by IBA treatments / S. D. Sharma, N. B. Ainer // Scientia Horticulturae. – 1989. – Vol. 40, № 4. – P. 297–303.
41. Turkoglu, N. A study on root formation of four olive varieties by application of hormone / N. Turkoglu, M. Durmus // Asian Journal of Plant Sciences. – 2005. – Vol. 4, № 5. – P. 455–457.
42. Шкутко, Н. В. Размножение туи, можжевельника, кипарисовика и тиса стеблевыми черенками в Белоруссии. Рекомендации / Н. В. Шкутко, М. В. Шуравко. – Минск, 1988. – 11 с.
43. Enhancing the rooting of Canada yew stem cuttings with IBA treatments / L. Holloway [et al.] // Propagation of Ornamental Plants. – 2008. – Vol. 8, № 1. – P. 23–27.
44. Гартман, Х. Т. Размножение садовых растений / Х. Т. Гартман, Д. Е. Кестер ; под ред. М. Т. Тарасенко. – М. : Сельхозиздат, 1963. – 471 с.
45. Трухнова, Т. И. Влияние условий размножения на укореняемость туи западной колонновидной / Т. И. Трухнова // Хозяйственная деятельность и окружающая среда : материалы факультет. науч. конф., Горки, 18 дек. 2008 г. / Бел. гос. с.-х. академия. Агроекол. ф-т ; редкол.: Т. Ф. Персикова [и др.]. – Горки, 2009. – С. 151–152.
46. Adventitious rooting of conifers: influence of physical and chemical factors. Review / C. Ragonezi [et al.] // Trees-structure and Function. – 2010. – Vol. 24, № 6. – P. 975–992.
47. Ivanova, Z. Rapid vegetative propagation of conifers / Z. Ivanova // Scientia Horticulturae. – 1981. – Vol. 14, № 4. – P. 347–355.
48. Danthu, P. Seasonal dependences of rooting success in cuttings from natural forest trees in Madagascar / P. Danthu, N. Ramaroson, G. Rambeloarisoa // Agroforestry Systems. – 2008. – Vol. 73, № 1. – P. 47–53.
49. Sanchez, J. H. Making hardwood cuttings / J. H. Sanchez, E. Sears // Horticulture. – 1993. – Vol. 71, № 9. – P. 66–67.
50. Vegetative propagation of some west African ficus species by cuttings / P. Danthu [et al.] // Agroforestry Systems. – 2002. – Vol. 55, № 1. – P. 57–63.
51. Vegetative propagation studies of gum Arabic trees. 2. The vegetative propagation of adult Acacia Senegal / P. Danthu [et al.] // Agroforestry Systems. – 1992. – Vol. 19, № 1. – P. 15–25.

52. Бобринев, В. П. Ускоренное выращивание древесных пород / В. П. Бобринев. – Новосибирск : Наука, 1987. – 192 с.

53. Потапова, С. А. О размножении интродуцированных видов сосны зимними черенками / С. А. Потапова // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1988. – Вып. 148. – С. 35–37.

54. Capuana, M. Cutting propagation of common cypress (*Cupressus sempervirens* L.) / M. Capuana, M. Lambardi // New Forests. – 1995. – Vol. 9, № 2. – P. 111–122.

55. Factors affecting the rooting of cuttings from cultivars of *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl. / I. Iiev [et al.] // Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology, Cadastre Series. – 2010. – Vol. 40, № 2. – P. 174–181.

56. Halward, R. E. Winter propagation of woody plants by hardwood cuttings / R. E. Halward // The Gardens' Bulletin. – 1969. – Vol. 23, № 4. – P. 17–22.

57. Hocevar, M. Vegetative vermehrung der weißtanne (*Abies alba* Mill.) mit stecklingen / M. Hocevar // Forstwissenschaftliches Centralblatt. – 1983. – Vol. 102, № 1. – P. 55–62.

58. Kaul, K. Variation in rooting behavior of stem cuttings in relation to their origin in *Taxus wallichiana* Zucc. / K. Kaul // New Forests. – 2008. – Vol. 36, № 3. – P. 217–224.

59. Millar, C. I. Experiments in rooting bishop pine (*Pinus muricata* D. Don) cuttings / C. I. Millar // New Forests. – 1987. – Vol. 1, № 3. – P. 231–238.

60. Murthy, R. Effect of handling and water stress on water status and rooting of loblolly pine stem cuttings / R. Murthy, B. Goldfarb // New Forests. – 2001. – Vol. 21, № 3. – P. 217–230.

61. Тупик, П. В. Репродукция хвойных интродуцентов в условиях Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / П. В. Тупик ; Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2008. – 22 с.

62. Jesinger, R. Rooting of conifer cuttings / R. Jesinger, R. J. Hopp // Arnoldia. – 1967. – Vol. 27, № 12. – P. 85–90.

64. Александрова, М. С. Декоративные формы хвойных растений для пополнения коллекции ГБС РАН / М.С. Александрова // Проблемы современной дендрологии : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П. И. Лапина, Москва, 30 июня – 2 июля 2009 г. / ГБС им. Н. В. Цицина РАН ; редкол.: А. С. Демидов [и др.]. – М., 2009. – С. 11–13.

65. Антонюк, Е. Д. Влияние сроков зимнего черенкования на укоренение тисов / Е. Д. Антонюк // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира : тезисы докладов Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию со дня основания ЦБС НАН Беларуси, Минск, 30–31 мая 2002 г. / ЦБС НАН Беларуси ; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2002. – С. 8–9.

66. Разработка и исследование органоминеральной смеси и целевых добавок для вегетативного размножения семейства Кипарисовых с использованием полимерных составов / В. В. Копытков [и др.] // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67. : Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 188–197.

67. Усольцева, О. Г. Вегетативне розмноження деяких культиварів ялівцю в умовах південного сходу України / О. Г. Усольцева // Зб. наук. праць / Уман. нац. ун-т садівництва. – Умань, 2010. – Вип. 74, ч. 1: Агрономія. – С. 186–191.
68. Dirr, M. A. Manual of woody landscape plants: their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and uses / M. A. Dirr. – 3rd ed. – Champaign : Stipes Pub. Co., 1983. – 826 p.
69. Fordham, A. J. Propagation manual of selected gymnosperms / A. J. Fordham, L. J. Spraker // *Arnoldia*. – 1977. – Vol. 37, № 1. – P. 1–88.
70. Henry, P. H. Vegetative propagation of eastern redcedar by stem cuttings / P. H. Henry, F. A. Blazich, L. E. Hinesley // *HortScience*. – 1992. – Vol. 27, № 12. – P. 1272–1274.
71. Nandi, S. K. Adventitious root formation in young shoots of *Cedrus deodara* / S. K. Nandi, S. Tamta, L. M. S. Palni // *Biologia Plantarum*. – 2002. – Vol. 45, № 3. – P. 473–476.
72. Малых, П. Г. Хранение черенков и выращивание саженцев винограда с применением антитранспирантов : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / П. Г. Малых. – Новочеркасск, 2007. – 142 л.
73. Мишуренко, А. Г. Виноградный питомник / А. Г. Мишуренко, М. М. Красюк. – 4-е изд. – М. : Агропромиздат, 1987. – 268 с.
74. Стрельцов, Б. Н. Хранение цветов / Б. Н. Стрельцов, А. М. Рукавишников, В. А. Коротанов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 204 с.
75. Шилова, О. Г. Оптимизация условий хранения и сроков заготовки привоев для весенней прививки декоративных форм древесных растений / О. Г. Шилова // Вестік НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – № 1. – С. 8–11.
76. Турецкая, Р. Х. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста / Р. Х. Турецкая. – М. : Изд. АН СССР, 1961. – 280 с.
77. Любинский, Н. А. Физиологические основы вегетативного размножения растений / Н. А. Любинский. – Киев : Изд. АН УССР, 1957. – 224 с.
78. Nitrogen nutrition of hedged stock plants of Loblolly pine. II. Influence of carbohydrate and nitrogen status on adventitious rooting of stem cuttings / D. V. Rowe [et al.] // *New Forests*. – 2002. – Vol. 24, № 1. – P. 53–65.
79. Довбиш, Н. Ф. Ризогенез стеблових живців у зв'язку з ритмами росту і розвитку пагонів культиварів видів роду *Spiraea* L. у Донбасі / Н. Ф. Довбиш, Л. В. Хархота, Н. С. Єрохіна // Промышленная ботаника. – 2007. – Вып. 7 – С. 159–163.
80. Турецкая, Р. Х. Физиологическое действие стимуляторов роста при размножении растений черенками / Р. Х. Турецкая // Рост растений : материалы совещания по физиологии и экологии роста растений, Львов, 2–10 июня 1958 г. / Львов. ун-т ; отв. ред. С. О. Гребинский. – Львов, 1959. – С. 235–239.
81. Пономаренко, В. О. Біологічні особливості репродукції видів роду *Juniperus* L. в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05 / В. О. Пономаренко ; Нац. ботан. сад ім. М. М. Грішка. – Київ, 2007. – 19 с.

82. Верзилов, В. Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве / В. Ф. Верзилов. – М. : Наука, 1971. – 144 с.

83. Скрипченко, Н. В. Интродукція видів роду *Actinidia* Lindl. в лісостепу України (ріст, розвиток, особливості розмноження) : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05 / Н. В. Скрипченко ; Нац. ботан. сад ім. М. М. Грішка. – Київ, 2002. – 21 с.

84. Бобрышев, Ф. И. Регуляторы роста в растениеводстве / Ф. И. Бобрышев. – Ставрополь : Книжное изд-во, 1980. – 71 с.

85. Деева, В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Минск : Беларус. навука, 2008. – 133 с.

86. Заар, Э. И. Влияние гетроауксина на рост спящих почек у *Theobroma cacao* L. / Э. И. Заар, Е. А. Яковлева // Ботан. журн. – 1962. – Т. 47, № 2. – С. 280–282.

87. Зайцева, Н. В. Биологическая активность веществ, регулирующих рост и развитие растений, в сверхмалых концентрациях / Н. В. Зайцева // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : материалы V Междунар. науч. конф., Минск, 28–30 нояб. 2007 г. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; науч. ред. Н. А. Ламан. – Минск, 2007. – С. 75.

88. Полевой, В. В. Роль ауксина в регуляции роста и развития растений / В. В. Полевой // Гормональная регуляция онтогенеза растений : сб. ст. / АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; отв. ред. М. Х. Чайлахян. – М., 1984. – С. 87–100.

89. Хрипач, В. А. Защитные функции брассиностероидов в растениях / В. А. Хрипач // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : материалы V Междунар. науч. конф., Минск, 28–30 нояб. 2007 г. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; науч. ред. Н. А. Ламан. – Минск, 2007. – С. 5.

90. Cholvabova, B. The role of cytokinins in plastid biogenesis in conifer seedlings / B. Cholvabova, L. Saganova, J. Hudak // *Biologia Plantarum*. – 1999. – Vol. 42. – P. 43.

91. Ludwig-Müller, J. Indole-3-butyric acid: biosynthesis, regulation and possible function / J. Ludwig-Müller // *Biologia Plantarum*. – 1999. – Vol. 42. – P. 10.

92. Musatenko, L. Phytohormones in processes of algae growth and development // *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. – 1998. – Special Issue. – P. 116.

93. Vilhar, B. Jasmonic acid affects cell division in cultured tobacco cells / B. Vilhar, H. J. Rogers, D. Francis // *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. – 1998. – Special Issue. – P. 18.

94. Thimann, K. V. The action of hormones in plants and invertebrates / K. V. Thimann. – New York : Academic Press Inc., Publishers, 1952. – 223 p.

95. Баскаков, Ю. А. Регуляторы роста растений / Ю. А. Баскаков, А. А. Шаповалов. – М. : Знание, 1982. – 64 с.

96. Антонюк, Е. Д. Влияние регуляторов роста на корнеобразование у черенков представителей рода *Taxus* L. / Е. Д. Антонюк, В. И. Торчик // *Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук*. – 2006. – № 1. – С. 111–113.

97. Кабайкова, А. Н. Влияние концентрации индолилуксусной кислоты на укореняемость декоративных видов и форм можжевельника казацкого / А. Н. Кабайкова // Хозяйственная деятельность и окружающая среда : материалы факультет. науч. конф., Горки, 18 дек. 2008 г. / Бел. гос. с.-х. акад. Агроекол. ф-т ; редкол.: Т. Ф. Персикова [и др.]. – Горки, 2009. – С. 49–51.
98. Лазаревич, С. В. Влияние гетероауксина и условий выращивания при зеленом черенковании на ризогенез у декоративных хвойных пород / С. В. Лазаревич, В. Н. Балицкий // Вестн. Бел. гос. с.-х. акад. – 2008. – № 3. – С. 54–57.
99. Мамчур, Т. В. Агротехнічні особливості стеблового зеленого живцювання смородини червоної / Т. В. Мамчур, А. Ф. Балабак // Зб. наук. праць / Уман. держ. аграр. ун-т. – Умань, 2009. – Вып. 71, ч. 1: Агрономія. – С. 117–123.
100. Мамчур, Т. В. Вплив α -нафтилоцотової кислоти на регенераційну здатність стеблових живців різних сортів порічок / Т. В. Мамчур, А. Ф. Балабак // Зб. наук. праць / Уман. держ. аграр. ун-т. – Умань, 2009. – Вып. 72, ч. 1: Агрономія. – С. 182–190.
101. Руденко, О. А. Укоренение черенков туи западной в климатермосветокамере с применением стимуляторов роста / О. А. Руденко, Д. Г. Пешкин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений : материалы XII Междунар. науч. конф., Красноярск, 22–24 окт. 2009 г. / СибГТУ ; редкол.: Р. Н. Матвеева [и др.]. – Красноярск, 2009. – С. 99–101.
102. Ткачук, О. Ф. Эффективность применения регуляторов роста разной химической природы при вегетативном размножении черенков винограда (*Vitis L.*) / О. Ф. Ткачук // Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали міжнар. конф. молодих учених-ботаніків, Київ, 17–20 верес. 2007 р. / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України ; під ред. О. А. Петльованого. – Київ, 2007. – С. 231–232.
103. Турецкая, Р. Х. Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста / Р. Х. Турецкая, Ф. Я. Поликарпова. – М. : Наука, 1968. – 94 с.
104. Турецкая, Р. Х. Инструкция по применению стимуляторов роста при вегетативном размножении растений / Р. Х. Турецкая. – М. : Изд. АН СССР, 1963. – 72 с.
105. Henselova, M. Synergistic effect of benzolinone with IBA and fungicides on the vegetative propagation of ornamental plants, park, and fruit woody species / M. Henselova // HortScience. – 2002. – Vol. 29, № 2. – P. 41–50.
106. Hunt, M. A. Indole-3-butyric acid accelerates adventitious root formation and impedes shoot growth of *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *P. caribaea* var. *hondurensis* cutting / M. A. Hunt, S. J. Trueman, A. Rasmussen // New Forests. – 2011. – Vol. 41, № 3. – P. 349–360.
107. Marks, T. R. Interaction of explant type and indole-3-butyric acid during rooting *in vitro* in a range of difficult and easy-to-root woody plants // T. R. Marks, S. E. Simpson // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2000. – Vol. 62, № 1. – P. 65–74.
108. Negash, L. Vegetative propagation of threatened African wild olive (*Olea europaea* L. Subsp. *cuspidata* (Wall. EX DC.) Ciffieri) / L. Negash // New Forests. – 2003. – Vol. 26, № 2. – P. 137–146.

109. Radwan, M. A. Softwood cuttings for propagation of red alder / M. A. Radwan, T. A. Max, D. W. Johnson // *New Forests*. – 1989. – Vol. 3, № 1. – P. 21–30.
110. Vegetative propagation of *Holarrhena pubescens*, a wild tropical medicinal plant: effect of indol-3-butyric acid (IBA) on stem cuttings / T. K. Baul [et al.] // *Forestry Studies in China*. – 2010. – Vol. 12, № 4. – P. 228–235.
111. Саркисова, М. М. Гормональная регуляция роста и развития многолетних растений / М. М. Саркисова // Гормональная регуляция онтогенеза растений : сб. ст. / АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; отв. ред. М. Х. Чайлахан. – М., 1984. – С. 226–234.
112. Ермаков, Б. С. Выращивание саженцев методом черенкования / Б. С. Ермаков. – М. : Лесная промышленность, 1975. – 152 с.
113. Суцзюань, Г. Вегетативное размножение трудноукореняемых древесных и кустарниковых пород : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / Г. Суцзюань ; С.-Петерб. лесотехн. акад. – СПб., 1993. – 19 с.
114. Meahl, R. P. Effect of pretreating evergreen cuttings with alcohol before using root-promoting substance in powder form / R. P. Meahl // *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. – 1939. – Vol. 37. – P. 1105–1108.
115. Цепляев, А. Н. Использование стимуляторов в питомнике / А. Н. Цепляев // Ассоциация производителей посадочного материала [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.ruspitomniki.ru/articles/news165.php>. – Дата доступа: 01.02.2012.
116. Karpczyńska, A. Wpływ terminów ukorzenia i stymulatorów ukorzenia na regenerację korzeni u sadzonek goryczki bezłodygowej (*Gentiana acaulis* L.) / A. Karpczyńska, A. Kubińska // *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*. – 2007. – № 41. – P. 51–55.
117. Pacholczak, A. The effect of shading of stock plants on rhizogenesis in stem cuttings of *Berberis thunbergii* ‘Red Rocket’ / A. Pacholczak, W. Szydło, A. Łukaszewska // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2006. – Vol. 28, № 6. – P. 567–575.
118. Pacholczak, A. The influence of biological preparations Grevit 200SL and Biochikol 020PC on rooting of cuttings *Berberis thunbergii* ‘Green Carpet’ and *Potentilla fruticosa* ‘Goldfinger’ / A. Pacholczak, W. Szydło // *Horticulture and Landscape Architecture*. – 2008. – № 29. – P. 53–58.
119. Kolasieński, M. Propagation of narrow-leaved variety of Standish honeysuckle (*Lonicera standishii* Jacques var. *lancifolia* Rehder) by softwood cuttings / M. Kolasieński // *Nauka Przyroda Technologie* [Electronic resource]. – 2007. – Mode of access: http://www.npt.up-poznan.net/tom1/zeszyt3/art_46.pdf. – Date of access: 02.02.2012.
120. Усольцева, О. Г. Влияние физиологически активных веществ на корнеобразовательную способность стеблевых черенков некоторых культиваров *Thuja occidentalis* L. / О. Г. Усольцева // *Вісн. Донецьк. нац. ун-ту. Сер. А. Природничі науки / Донецьк. нац. ун-т. – Донецьк, 2008. – Вип. 2. – С. 428–430.*
121. Усольцева, О. Г. Особливості вегетативного розмноження тису ягідного стебловими живцями в степу України / О. Г. Усольцева // *Зб. наук. праць / Уман. держ. аграр. ун-т. – Умань, 2009. – Вип. 71, ч. 1: Агронімія. – С. 183–188.*

122. Маяцкий, И. Н. Размножение декоративных деревьев и кустарников в Молдове / И. Н. Маяцкий, Л. В. Талалуева ; под ред. Т. С. Гейдеман. – Кишинев : Штиинца, 1991. – 159 с.
123. Турецкая, Р. Х. Приемы ускоренного размножения растений путем черенкования / Р. Х. Турецкая. – М. ; Л. : Изд. АН СССР, 1949. – 168 с.
124. Мовчан, Л. Т. Влияние различных видов стимуляторов роста на укоренение зеленых черенков фундука / Л. Т. Мовчан, А. Р. Рагимов // Изв. Самар. гос. с.-х. акад. – 2008. – № 4. – С. 79–82.
125. Adventitious rooting in shoot cuttings of *Azadirachta indica* and *Pongamia pinnata* / K. Palanisamy [et al.] // *New Forests*. – 1998. – Vol. 16, № 1. – P. 81–88.
126. Effect of indole butyric acid (IBA) on stem cuttings of *Shorea leprosula* / H. Amirah [et al.] // *Forest Ecology and Management*. – 1995. – Vol. 72, № 2–3. – P. 199–206.
127. Negash, L. Successful vegetative propagation techniques for the threatened African pencil cedar (*Juniperus procera* Hoech st. ex Endl.) / L. Negash // *Forest Ecology and Management*. – 2002. – Vol. 161, № 1–3. – P. 53–64.
128. Гаранович, И. М. Декоративное садоводство : справ. пособие / И. М. Гаранович. – Минск : Тэхналогія, 2005. – 348 с.
129. Драбудько, Н. Н. Влияние регуляторов роста на укоренение зеленых черенков клонового подвоя вишни ОВП-2 / Н. Н. Драбудько // *Плодоводство*. – 2004. – Т. 16. – С. 53–56.
130. Злотников, А. К. Размножение вечнозеленых сортов рододендрона стеблевыми черенками / А. К. Злотников // *Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира : тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию со дня основания ЦБС НАН Беларуси, Минск, 30–31 мая 2002 г. / ЦБС НАН Беларуси ; редкол. : В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2002. – С. 102–103.*
131. Ковалевская, Ж. В. Искусственное вегетативное размножение представителей рода *Podocarpus* L'Herit. Ex Pers. в условиях защищенного грунта на юго-востоке Украины / Ж. В. Ковалевская // *Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали міжнар. конф. молодих учених, Кам'янець-Подільський, 13–16 серпня 2008 р. / Кам'янець-Подільськ. нац. ун-т ; під ред. О. В. Герасимової. – Київ, 2008. – С. 99–101.*
132. Радчевский, П. П. Регенерационные свойства виноградных черенков под влиянием обработки их гетероауксином в зависимости от сортовых особенностей / П. П. Радчевский, Л. П. Трошин // *Политематич. сетевой электрон. науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 77. – С. 720–749.*
133. Чайко, В. В. Использование регуляторов роста при размножении различных сортов чайно-гибридных роз методом зеленого черенкования / В. В. Чайко, Н. Н. Нецадим, Т. Д. Епишина // *Политематич. сетевой электрон. науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2005. – № 12. – С. 200–206.*
134. Nandi, S. K. Chemical induction of adventitious root formation in *Taxus baccata* cuttings / S. K. Nandi, L. M. S. Palni, H. C. Rikhari // *Plant Growth Regulation*. – 1996. – Vol. 19, № 2. – P. 117–122.

135. Berhe, D. Asexual propagation of *Juniperus procera* from Ethiopia: a contribution to the conservation of African pencil cedar / D. Berhe, L. Negash // Forest Ecology and Management. – 1998. – Vol. 112, № 1/2. – P. 179–190.

136. Swamy, S. L. Effect of auxins (IBA and NAA) and season on rooting of juvenile and mature hardwood cuttings of *Robinia pseudoacacia* and *Grewia optiva* / S. L. Swamy, S. Puri, A. K. Singh // New Forests. – 2002. – Vol. 23, № 2. – P. 143–157.

137. Swamy, S. L. Propagation of *Robinia pseudoacacia* Linn. and *Grewia optiva* Drummond from rooted stem cuttings / S. L. Swamy, S. Puri, K. Kanwar // Agroforestry Systems. – 2002. – Vol. 55, № 3. – P. 231–237.

138. Особенности вегетативной и половой репродукции лиственницы европейской / П. В. Тупик [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2007. – Вып. 15. – С. 288–292.

139. Browne, R. D. Improvements in asexual multiplication procedures for Jack pine (*Pinus banksiana*) / R. D. Browne, C. G. Davidson, S. M. Enns // New Forests. – 2000. – Vol. 19, № 3. – P. 259–278.

140. Effect of uniconazole-P and auxin treatment on rooting of *Pinus thunbergii* cuttings / M. Ohira [et al.] // Journal of Japanese Forest Society. – 2009. – Vol. 91, № 5. – P. 348–353.

141. Majeed, M. Vegetative propagation of *Aesculus indica* through stem cuttings treated with plant growth regulators / M. Majeed, M. A. Khan, A. H. Mughal // Journal of Forestry Research. – 2009. – Vol. 20, № 2. – P. 171–173.

142. Peroxidases during adventitious rooting in cuttings of *Arbutus unedo* and *Taxus baccata* as affected by plant genotype and growth regulator treatment / D. J. Metaxas [et al.] // Plant Growth Regulation. – 2004. – Vol. 44, № 3. – P. 257–266.

143. Жеронкина, Т. А. Вегетативное размножение некоторых видов рода *Juniperus* / Т. А. Жеронкина // Труды ботанических садов АН Каз. ССР. – 1972. – Т. 12. – С. 45–52.

144. Almehtdi, A. A. Propagation of pistachio rootstock by rooted stem cuttings / A. A. Almehtdi, D. E. Parfitt, H. Chan // Scientia Horticulturae. – 2002. – Vol. 96, № 1–4. – P. 359–363.

145. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by leafy stem cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting medium / D. A. Ofori [et al.] // Forest Ecology and Management. – 1996. – Vol. 84, № 1–3. – P. 39–48.

146. Самощенко, Е. Г. Опилки и мох как компоненты субстратов для зеленого черенкования сливы и алычи / Е. Г. Самощенко // Садоводство и виноградарство. – 2000. – № 1. – С. 9–11.

147. Houle, G. The effect of collection date, IBA, plant gender, nutrient availability, and rooting volume on adventitious root and lateral shoot formation by *Salix plantifolia* stem cuttings from the Ungava Bay area (Quebec, Canada) / G. Houle, P. Babeux // Canadian Journal of Botany. – 1998. – Vol. 76, № 10. – P. 1687–1692.

148. Балицкий, В. Н. Использование индолилуксусной кислоты при зеленом черенковании декоративных хвойных пород / В. Н. Балицкий // Сб. науч. работ студентов и аспирантов / Бел. гос. с.-х. акад. – Минск, 2007. – Вып. 3 :

Биология и совершенствование агротехники сельскохозяйственных культур. – С. 13–19.

149. Тупик, П. В. Влияние различных ростовых веществ на укоренение ели колючей / П. В. Тупик // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2006. – Вып. 14. – С. 195–196.

150. Collado, L. M. Vegetative propagation of the hybrid *×Cupressocyparis leylandii* by cuttings: effect of indole-3-butyric acid and wounding / L. M. Collado, M. M. Ribeiro, A. M. Antunes // Acta Horticulturae. – 2010. – № 885. – P. 91–98.

151. Copes, D. L. Effects of IBA and NAA treatments on rooting Douglas-fir stem cuttings / D. L. Copes, N. L. Mandel // New Forests. – 2000. – Vol. 20, № 3. – P. 249–257.

152. Cutting propagation in *Thuja occidentalis* L. ‘fastigiata’ using rooting stimulators / A. Florincescu [et al.] // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 1996/1997. – Vol. 26/27. – P. 57–63.

153. Effect of IBA, time of cutting collection, type of cuttings and rooting substrate on vegetative propagation in *Cupressus macrocarpa* ‘Goldcrest’ / G. Vakouftsis [et al.] // Propagation of Ornamental Plants. – 2009. – Vol. 9, № 2. – P. 65–70.

154. Effect of plant growth regulators in the rooting of *Pinus* cuttings / A. Henrique [et al.] // Brazilian Archives of Biology and Technology. – 2006. – Vol. 49, № 2. – P. 189–196.

155. Rooting of *×Cupressocyparis leylandii* ‘Castlewellan Gold’ by cuttings as influenced by IBA, harvesting season, type of cuttings, and rooting medium / G. Vakouftsis [et al.] // Propagation of Ornamental Plants. – 2008. – Vol. 8, № 3. – P. 125–132.

156. Southworth, A. L. Timing and K-IBA treatments effect rooting of stem cutting of *Cephalotaxus harringtonia* // A. L. Southworth, M. A. Dirr // HortScience. – 1996. – Vol. 31, № 2. – P. 222–223.

157. Белоусова, З. П. Генотоксичность производных индола / З. П. Белоусова, Е. С. Селезнева // Вестн. СамГУ – Естественнонауч. серия. – 2004. – Второй спец. выпуск. – С. 106–113.

158. Забродина, З. А. Изучение экорегуляторного действия гетероауксина / З. А. Забродина, С. М. Рогачева, П. Е. Кузнецов // Экологические проблемы промышленных городов : сб. науч. тр. / Саратов. гос. технич. ун-т ; под ред. Т. И. Губиной. – Саратов, 2007. – С. 115–118.

159. Размножение декоративных древесных растений при интродукции / Ф. Т. Нурманбетова [и др.] // Проблемы современной дендрологии : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. член-корр. АН СССР П. И. Лапина, Москва, 30 июня – 2 июля 2009 г. / ГБС им. Н. В. Цицина РАН ; редкол.: А. С. Демидов [и др.]. – М., 2009. – С. 257–260.

160. Agampodi, V. A. Effect of coconut (*Cocos nucifera* L.) water extracts on adventitious root development in vegetative propagation of *Dracaena purplecompacta* L. / V. A. Agampodi, B. Jayawardena // Acta Physiologiae Plantarum. – 2009. – Vol. 31, № 2. – P. 279–284.

161. Химическая технология органических веществ : учеб. пособие : в 3 ч. / сост. : М. Ю. Субочева [и др.]. – Тамбов : Изд. ТГТУ, 2009. – Ч. 3. – 80 с.
162. Акопян, В. Б. Янтарное ожерелье здоровья / В. Б. Акопян // Химия и жизнь. – 2000. – № 5. – С. 28–30.
163. Васудеван, Д. Влияние среды на электросинтез янтарной кислоты на катод Ti/керамический оксид TiO₂ / Д. Васудеван // Электрохимия. – 2009. – Т. 45, № 11. – С. 1413–1415.
164. Юсупова, А. И. Биосинтез янтарной кислоты дрожжами из этилового спирта / А. И. Юсупова, С. В. Камзолова, Т. Н. Козырева // Вестн. биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю. А. Овчинникова. – 2006. – Т. 2, № 4. – С. 7–13.
165. Мякинков, А. Г. Использование янтарной кислоты в рецептуре диетических маргаринов / А. Г. Мякинков // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Рефератив. журн. – 1999. – № 1. – С. 316.
166. Романова, Н. К. Эффективность использования янтарной кислоты в производстве ликеро-водочных изделий из плодово-ягодного сырья / Н. К. Романова, Р. Р. Шайхутдинов, О. А. Решетник // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2001. – № 2–3. – С. 22–24.
167. Степанова, Е. Н. Возможность использования янтарной кислоты в технологии производства мармелада / Е. Н. Степанова, А. Н. Табаторович // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – Т. 17, № 2. – С. 8–12.
168. Янтарная кислота в производстве кондитерского изделия «Чак-Чак» / З. Мингалеева [и др.] // Хлебопродукты. – 2010. – № 2. – С. 52–53.
169. Браш, И. Г. Применение производных янтарной кислоты в лечении органического расстройства головного мозга / И. Г. Браш, В. А. Доровских, М. А. Штарберг // Успехи соврем. естествознания. – 2007. – № 1. – С. 55.
170. Иванова, А. В. Янтарная кислота в реабилитации новорожденных, перенесших асфиксию / А. В. Иванова, Г. Ф. Султанова // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 94.
171. Маркиянова, С. С. Эффективность солей янтарной кислоты при острой комбинированной патологии / С. С. Маркиянова, А. А. Котляров, Л. В. Ванькова // Саратов. науч.-мед. журн. – 2008. – № 1. – С. 59–63.
172. Применение 1,5% раствора янтарной кислоты в программе лечения больных с тяжелой формой панкреатита и панкреонекрозом / Т. В. Козлова [и др.] // Медицина неотложных состояний. – 2006. – Т. 7, № 6. – С. 84–87.
173. Блохин, Г. И. Янтарная кислота и воспроизводительные качества самок норок / Г. И. Блохин, Т. В. Блохина, Е. Н. Селюкова // Аграрная наука. – 2007. – № 4. – С. 21.
174. Герасимова, Х. К. Влияние янтарной кислоты на некоторые показатели гемопозза спортивных лошадей / Х. К. Герасимова, П. Р. Плотников // Коневодство и конный спорт. – 2007. – № 3. – С. 9–11.
175. Клименко, А. И. Влияние янтарной кислоты на племенные и продуктивные качества свиней и специализированных мясных типов / А. И. Клименко, Е. В. Жила, А. В. Жила // Вестн. ветеринарии. – 2006. – Т. 38, № 3. – С. 62–63.

176. Разработка и применение препаратов на основе янтарной кислоты / А. Ф. Лебедев [и др.] // Ветеринария. – 2009. – № 3. – С. 48–51.
177. Белопухов, С. Л. Влияние янтарной кислоты на качество волокна льна-долгунца / С. Л. Белопухов // Агрехимия. – 2005. – № 3. – С. 60–66.
178. Влияние производных янтарной кислоты на продуктивность озимой пшеницы / Л. А. Кононенко [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 3. – С. 9–12.
179. Гущина, Е. Н. Использование янтарной кислоты в качестве стимулятора роста при выращивании саженцев облепихи / Е. Н. Гущина, Л. Д. Шаманская // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 7. – С. 12–14.
180. Афанасьев, В. В. Цитофлавин в интенсивной терапии / В. В. Афанасьев. – СПб. : Мед. акад. последиплом. образования, 2005. – 35 с.
181. Благовещенский, А. В. Теоретические основы действия янтарной кислоты на растения / А. В. Благовещенский. – М. : Наука, 1968. – 115 с.
182. Хромова, Т. В. Совершенствование приемов размножения рябины черенками / Т. В. Хромова, И. П. Петрова // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1988. – Вып. 148. – С. 29–35.
183. Логгинов, В. Б. Декоративные формы ели для парковых композиций и их размножение прививкой / В. Б. Логгинов // Оптимизация структуры парковых насаждений с использованием интродуцентов : сб. науч. тр. / Дендрологический заповедник «Александрия» ; под ред. Н. А. Кохно. – Киев, 1990. – С. 97–100.
184. Кропоткина, В. В. Влияние сверхмалых доз органических кислот на рост и развитие ряда двудольных растений : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / В. В. Кропоткина ; Алт. гос. ун-т. – Барнаул, 2009. – 22 с.
185. Кропоткина, В. В. Стимуляция корнеобразования черенков винограда смесью природных органических кислот / В. В. Кропоткина, А. Л. Верещагин, Н. Н. Фаддеенков // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 4. – С. 36–37.
186. Improving rooting and survival of softwood peach cuttings / A. Gur [et al.] // Scientia Horticulturae. – 1986. – Vol. 30, № 1–2. – P. 97–108.
187. Thielges, B. A. Fungicides aid rooting of eastern white pine cuttings / B. A. Thielges, H. A. Hoitink // For Sci (Peking). – 1972. – Vol. 18. – P. 54–55.
188. Беномил – системный фунгицид // ООО «Химсибагро» [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://himsibagro.3dn.ru/publ/4-1-0-16>. – Дата доступа: 01.02.2012.
189. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Справочное издание / Минсельхозпрод Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост. Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск : Белбланкавыдат, 2008. – 460 с.
190. Каптан. Фунгицид контактного действия // ЕМА Company [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.emaagro.com/index.php>. – Дата доступа: 01.02.2012.

191. Тарасенко, М. Т. Черенкование в искусственном тумане / М. Т. Тарасенко, Б. С. Ермаков // Вестн. с.-х. науки. – 1966. – № 10. – С. 115–122.
192. Felker, P. A light-intensity controlled, mist system with water and power backup for rooting cuttings of agroforestry species / P. Felker // Agroforestry Systems. – 2008. – Vol. 72, № 1. – P. 23–27.
193. Радченко, С. И. Температурные градиенты среды и растения / С. И. Радченко. – М. ; Л. : Наука, 1966. – 392 с.
194. Радченко, С. И. Температура и растение / С. И. Радченко. – Иркутск : Восточносибир. книжн. изд-во, 1967. – 144 с.
195. Eidsten, I. M. The effect of root temperature on growth of curled parsley / I. M. Eidsten, H. R. Gislerød // Plant and Soil. – 1986. – Vol. 92, № 1. – P. 23–28.
196. Балабак, А. Ф. Технология размножения и выращивания кизила : внутривуз. учеб. пособие / А. Ф. Балабак. – Киев : Изд-во УСХА, 1992. – 44 с.
197. Еремеев, Г. Н. Размножение черенками и прививками древесных и кустарниковых растений / Г. Н. Еремеев // Рост растений : материалы совещания по физиологии и экологии роста растений, Львов, 2–10 июня 1958 г. / Львов. ун-т ; отв. ред. С. О. Гребинский. – Львов, 1959. – С. 206–211.
198. Hagen, R. H. Vegetative propagation of *Cercidium*, *Parkinsonia*, and *Prosopis* species / R. H. Hagen // Masters Abstracts International. – 1991. – Vol. 29, № 1. – P. 67.
199. Jackson, A. M. Determination of optimal rooting conditions for stem cuttings of *Ludisia discolor* / A. M. Jackson // Masters Abstracts International. – 1984. – Vol. 43, № 6. – P. 2064.
200. Lebrun, A. Description of *Syzygium paniculatum* Gaertn. ‘Verlaine’ and its propagation by stem cuttings / A. Lebrun, A. N. Toussaint, J. Roggemans // Scientia Horticulturae. – 1998. – Vol. 75, № 1–2. – P. 103–111.
201. Mohamed-Ahmed, I. A. R. Effect of root zone heating on adventitious root initiation and development in *Chrysanthemum morifolium* Romat. and *Pelargonium hortorum* Bailey (Carbohydrates) / I. A. R. Mohamed-Ahmed // Dissertation Abstracts International. – 1987. – Vol. 47, № 7. – P. 2706.
202. Павловский, Н. Б. Регенерационные способности зеленых черенков *Vaccinium coveilleianum* But. et. Pl. (*V. corymbosum* L.) в зависимости от сроков черенкования, типа почвенного субстрата и его температурного режима / Н. Б. Павловский // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67 : Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 528–541.
203. Торчик, В. И. Влияние температуры субстрата на корнеобразование у ели канадской конической (*Picea glauca* ‘Conica’) при зимнем черенковании / В. И. Торчик, Е. Д. Антонюк, О. Г. Шилова // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2004. – № 4. – С. 109–110.
204. Krška, V. The possibilities of propagation of the rootstock of *Prunus pumila* L. ‘Pumiselekt’ by hardwood cuttings / V. Krška, I. Oukropec, J. Mařák // Acta Horticulturae (ISHS). – 2004. – № 658. – P. 647–649.
205. Prat, L. Rooting of jojoba cuttings: the effect of clone, substrate composition and temperature / L. Prat, C. Botti, D. Palzkill // Industrial Crops and Products. – 1998. – Vol. 9, № 1. – P. 47–52.

206. Effect of cutting age and substrate temperature on rooting of *Taxus globosa* / L. Muñoz-Gutiérrez [et al.] // *New Forests*. – 2009. – Vol. 38, № 2. – P. 187–196.
207. Gislerød, H. R. Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cuttings. III. The effect of air content and temperature in different propagation media on the rooting of cuttings / H. R. Gislerød // *Plant and Soil*. – 1983. – Vol. 75, № 1. – P. 1–14.
208. Howard, S. Propagation of Norton Grapevines. A review / S. Howard // *Vineyard and Vintage View*. – 2004. – Vol. 19, № 4. – P. 7–12.
209. Ernst, A. A. Rooting of avocado (*Persea americana* Mill.) cuttings / A. A. Ernst // *Dissertation Abstracts International*. – 1985. – Vol. 45, № 8. – P. 2387.
210. Комиссаров, Д. А. Подбор благоприятных условий для укоренения черенков / Д. А. Комиссаров // *Ботан. журн.* – 1962. – Т. 47, № 12. – С. 1786–1800.
211. Проворченко, А. В. Особенности укоренения черенков различных видов можжевельника в условиях пленочных теплиц / А. В. Проворченко, Ю. В. Седина // *Гавриш*. – 2010. – № 5. – С. 26–30.
212. Роль субстратов и внекорневых обработок в укоренении зеленых черенков крыжовника в пластиковых ячейках / О. Н. Аладина [и др.] // *Известия ТСХА*. – 2008. – № 1. – С. 111–122.
213. Скалий, Л. П. Субстраты в технологии зеленого черенкования / Л. П. Скалий // *Доклады ТСХА*. – 2006. – Вып. 278. – С. 440–443.
214. Study on the cutting propagation technique of *Picea koraensis* / L. Guifeng [et al.] // *Journal of Forestry Research*. – 1995. – Vol. 6, № 2. – P. 19–22.
215. Чайко, В. В. Выбор субстрата и регулятора роста для получения хорошо развитых саженцев корнесобственных роз / В. В. Чайко // *Политематич. сетевой электрон. науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та*. – 2005. – № 12. – С. 207–212.
216. Halward, R. E. Methods of plant propagation using artificial light / R. E. Halward // *The Gardens' Bulletin*. – 1971. – Vol. 25, № 3. – P. 13–18.
217. Вехов, Н. К. Вегетативное размножение древесных растений летними черенками / Н. К. Вехов, М. П. Ильин. – Л. : Изд. Всесоюз. ин-та растениеводства, 1934. – 284 с.
218. Иванов, А. А. Влияние механического диспергирования в истирающих и режущих мельницах на состав и свойства торфов / А. А. Иванов, Н. В. Юдина // *Вестн. ТГПУ*. – 2010. – Т. 93, № 3. – С. 131–136.
219. Кузнецова, Л. М. Искусственные почвенные грунты / Л. М. Кузнецова, А. В. Михайлов, В. Г. Селеннов // *Вестн. ТГПУ*. – 2009. – Т. 81, № 3. – С. 145–150.
220. Rein, W. H. Propagation medium moisture level influences adventitious rooting of woody stem cuttings / W. H. Rein, R. D. Wright, J. R. Seiler // *Journal of American Society of Horticultural Science*. – 1991. – Vol. 116, № 3. – P. 632–636.
221. Шестак, К. В. Опыт вегетативного размножения ценных интродуцентов / К. В. Шестак // *Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали міжнар. конф. молодих учених, Ялта, 21–25 верес. 2010 р.* / Нікітський бот. сад –

Нац. наук. центр НААНУ ; редкол.: Є. Л. Кордюм [і інш.]. – Сімферополь, 2010. – С. 308–309.

222. Marandi, R. J. The effect of different culture media on the rooting of single-bud cuttings of grape cultivars / R. J. Marandi // Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Recourses. – 1997. – Vol. 1, № 2. – P. 31–39.

223. Micro- and cutting propagation of silver maple. I. Results with adult and juvenile propagules / J. E. Preece [et al.] // Journal of American Society for Horticultural Science. – 1991. – Vol. 116, № 1. – P. 142–148.

224. Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area / Z. Tchoundjeu [et al.] // Agroforestry Systems. – 2002. – Vol. 54, № 3. – P. 183–192.

225. Kreen, S. Rooting of clematis microshoots and stem cuttings in different substrates / S. Kreen, M. Svensson, K. Rumpunen // Scientia Horticulturae. – 2002. – Vol. 96, № 1–4. – P. 351–357.

226. Mesen, F. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz and Ravon) oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin / F. Mesen, A. C. Newton, R. R. B. Leakey // Forest Ecology and Management. – 1997. – Vol. 92, № 1–3. – P. 45–54.

227. Sanchez, J. H. Roses from cuttings / J. H. Sanchez, E. Sears // Horticulture. – 1994. – Vol. 72, № 5. – P. 64–65.

228. The substratum influence on cutting's rooting of *Taxus baccata* / M. Vlad [et al.] // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulturae. – 2009. – Vol. 66, № 1. – P. 554–557.

229. Мамедов, Ф. М. Укореняемость летних черенков древесных пород в различных субстратах / Ф. М. Мамедов // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1964. – Вып. 56. – С. 89–94.

230. Аладина, О. Н. Влияние возраста маточных растений на регенерационную способность крыжовника / О. Н. Аладина // Известия ТСХА. – 2006. – № 4. – С. 47–58.

231. Иванова, З. Я. Приемы черенкования хвойных растений / З. Я. Иванова. – Киев : Наук. думка, 1979. – 48 с.

232. Любинский, Н. А. Физиология вегетативного размножения растений в свете современных данных / Н. А. Любинский // Рост растений : материалы совещания по физиологии и экологии роста растений, Львов, 2–10 июня 1958 г. / Львов. ун-т ; отв. ред. С. О. Гребинский. – Львов, 1959. – С. 197–202.

233. Правдин, Л. Ф. Вегетативное размножение растений. Теория и практика / Л. Ф. Правдин. – М. ; Л. : Сельхозгиз, 1938. – 232 с.

234. Bulk method of hardwood cutting propagation of *Larix olgensis* / W. Qiuyu [et al.] // Journal of Forestry Research. – 1997. – Vol. 8, № 4. – P. 211–213.

235. Pezeshki, S. R. Rooting of bald cypress cuttings / S. R. Pezeshki, R. D. DeLaune // New Forests. – 1994. – Vol. 8, № 4. – P. 381–386.

236. Дубровицкая, Н. И. Регенерация и возрастная изменчивость растений / Н. И. Дубровицкая. – М. : Изд. АН СССР, 1961. – 230 с.

237. Кренке, Н. П. Теория циклического старения и омоложения растений и практическое ее применение / Н. П. Кренке. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 136 с.
238. Северова, А. И. Вегетативное размножение хвойных древесных пород / А. И. Северова. – 2-е изд. – М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1958. – 144 с.
239. Hansen, O. B. Propagating *Sorbus aucuparia* L. and *Sorbus hybrida* L. by softwood cuttings / O. B. Hansen // *Scientia Horticulturae*. – 1990. – Vol. 42, № 1–2. – P. 169–175.
240. Шкутко, Н. В. Укореняемость черенков некоторых видов семейства кипарисовых / Н. В. Шкутко, М. В. Шуравко // *Весці АН БССР. Сер. біял. навук.* – 1986. – № 4. – С. 106–108.
241. Fojtik, Z. Výsledky zkoušek vegetativního množení smrku / Z. Fojtik // *Lesn. Práce*. – 1979. – Т. 58, № 6. – S. 268–270.
242. Hansen, J. Influence of cutting position and stem length on rooting of leaf-bud cuttings of *Schefflera arboricola* / J. Hansen // *Scientia Horticulturae*. – 1986. – Vol. 28, № 1–2. – P. 177–186.
243. Pacholczak, A. The effect of etiolation and shading of stock plants on rhizogenesis in stem cuttings of *Cotinus coggygria* / A. Pacholczak, W. Szydło, A. Łukaszewska // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2005. – Vol. 27, № 4. – P. 417–428.
244. Белоконь, И. П. Различное качество черенков одного и того же растения / И. П. Белоконь, Е. И. Богомаз, Т. П. Коршук // *Бюл. Гл. ботан. сада.* – 1968. – Вып. 71. – С. 57–62.
245. Influence of nitrogen, photoperiod, cutting type, and clone on root and shoot development of rooted stem cuttings of sweetgum / H. Rieckermann [et al.] // *New Forests*. – 1999. – Vol. 18, № 3. – P. 231–244.
246. Vegetative propagation of *Colutea arborescens* L., a multipurpose leguminous shrub of semiarid climates / E. F. de Andres [et al.] // *Agroforestry Systems*. – 1999. – Vol. 46, № 2. – P. 113–121.
247. Maynard, B. K. Effect of stock plant etiolation, shading, banding, and shoot development on histology and cutting propagation of *Carpinus betulus* L. fastigiata / B. K. Maynard, N. L. Bassuk // *Journal of American Society for Horticultural Science*. – 1996. – Vol. 121, № 5. – P. 853–860.
248. Maynard, B. K. Rooting softwood cuttings of *Acer griseum*: promotion by stockplant etiolation, inhibition by Catechol / B. K. Maynard, N. L. Bassuk // *HortScience*. – 1990. – Vol. 25, № 2. – P. 200–202.
249. Nketian, T. Vegetative propagation of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum in China / T. Nketian, A. C. Newton, R. R. B. Leakey // *Forest Ecology and Management*. – 1998. – Vol. 105, № 1–3. – P. 99–105.
250. Harrison-Murray, R. S. Improvement of rooting by etiolation pre-treatment / R. S. Harrison-Murray // C. F. I. Occasional Papers / Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. – Surrey, 1981. – № 15 : Vegetative Propagation of Trees in the 1980s. – P. 12–13.
251. Ермаков, Б. С. Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием / Б. С. Ермаков. – Кишинев : Штиинца, 1981. – 222 с.

252. Тарасенко, М. Т. Размножение растений зелеными черенками / М. Т. Тарасенко. – М. : Колос, 1967. – 350 с.
253. Комаров, И. А. К методике учета сроков корнеобразования у летних черенков / И. А. Комаров // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1968. – Вып. 70. – С. 79–81.
254. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Академия наук СССР, Совет ботанических садов СССР ; отв. ред. П. И. Лапин. – М. : ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.
255. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла : ГОСТ 24027.2-80. – Введ. 01.01.81. – М. : Гос. комитет СССР по стандартам, 1980. – 10 с.
256. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
257. Иванов, О. В. Статистика : учебный курс для социологов и менеджеров : в 2 ч. / О. В. Иванов. – М. : Социол. ф-т МГУ им. М. В. Ломоносова, 2005. – 220 с.
258. Малета, Ю. С. Непараметрические методы статистического анализа в биологии и медицине / Ю. С. Малета, В. В. Тарасов. – М. : Изд. Моск. ун-та, 1982. – 178 с.
259. Методическое пособие по работе с программой Statistica 6.0 Rus и справочно-правовой системой Гарант Платформа F1 : для студентов лечебного, педиатрического, фармацевтического, стоматологического и медико-профилактического факультетов / А. В. Аладышев [и др.]. – Барнаул : Изд-во Алтайск. гос. мед. ун-та, 2007. – 63 с.
260. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
261. Bärtels, A. Geholzvermehrung / A. Bärtels. – Stuttgart, 1978. – 328 s.
262. List of Names of Woody Plants – International Standard ENA 2005 – 2010 / ed. by M. H. A. Hoffman, J. J. Cubey. – Wageningen: Applied Plant Research, 2005. – 871 p.
263. Auders, A. G. Encyclopedia of Conifers / A. G. Auders, D. P. Spicer. – Woking, United Kingdom : Royal Horticultural Society, 2012. – 1500 p.
264. Rifaki, N. Factors affecting vegetative propagation of *Juniperus exelsa* Bieb. By stem cuttings / N. Rifaki, A. Economou, S. Hatzilazarou // Propagation of Ornamental Plants. – 2002. – Vol. 2, № 2. – P. 9–13.
265. Торчик, В. И. Особенности ризогенеза у стеблевых черенков некоторых декоративных форм *Picea Dietr.* в зависимости от глубины покоя маточных растений / В. И. Торчик, Е. Д. Антонюк // Бюл. ГБС РАН. – 2006. – Вып. 190. – С. 93–97.
266. Келько, А. Ф. Особенности формирования придаточных корней у стеблевых черенков садовых форм видов рода *Juniperus* L. / А. Ф. Келько // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы Междунар. конф., посвящ. 80-летию Центр. бот. сада НАН Беларуси, Минск, 19–22 июня 2012 г. : в 2 ч. / НАН Беларуси, Центр. бот. сад ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 128–132.

267. Келько, А. Ф. Влияние условий хранения черенков декоративных хвойных растений на их укоренение / А. Ф. Келько // Научные стремления – 2012 : сб. материалов III Междунар. молодежной науч.-практич. конф., Минск, 6–9 ноября 2012 г. : в 2 т. [Электронный ресурс] / НАН Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Казбанов, С. В. Карпейчик. – Минск, 2012. – Т. 1. – С. 251–254.
268. Auxins or sugars: what makes the difference in the adventitious rooting of stored carnation cuttings? / M. A. Agulló-Antón [et al.] // Journal of Plant Growth Regulation. – 2011. – Vol. 30, № 1. – P. 100–113.
269. Mutui, T. M. The influence of plant growth regulators and storage on root induction and growth in *Pelargonium zonale* cuttings / T. M. Mutui, H. Mibus, M. Serek // Plant Growth Regulation. – 2010. – Vol. 61, № 2. – P. 185–193.
270. Ермаков, Б. С. Влияние температурных факторов на укореняемость зеленых черенков / Б. С. Ермаков // Лесн. хоз-во. – 1992. – № 1. – С. 40–43.
271. Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / Н. В. Козловская, В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1972. – 309 с.
272. Келько, А. Ф. Вегетативное размножение можжевельника китайского ‘Влааув’ в условиях Беларуси / А. Ф. Келько // Сб. науч. тр. / Центр научного знания «Логос». – Вып. 5, ч. 1 : Проблемы современной науки. – Ставрополь, 2012. – С. 21–28.
273. Крамер, П. Д. Физиология древесных растений / П. Д. Крамер, Т. Т. Козловский ; пер. с англ. И. Г. Завадской, Д. П. Викторова, М. В. Райхинштейна. – М. : Лесн. промышленность, 1983. – 464 с.
274. Плодовый питомник / сокр. перевод с нем. ; под ред. З. А. Метлицкого. – М. : Колос, 1978. – 350 с.
275. Gaspar, T. Changing concepts in plant hormone action In vitro Cellular and Developmental / T. Gaspar, C. Kevers // Biologi-Plant. – 2003. – Vol. 39, № 2. – P. 85–106.
276. Регуляторы роста и урожай / Э. М. Мовсумзаде [и др.] – Уфа : Реактив, 2000. – 207 с.
277. Simpson, D. Auxin stimulates lateral root formation of container-grown interior Douglas-fir seedlings / D. Simpson // Canadian Journal of Forest Research. – 1986. – Vol. 16, № 5. – P. 1135–1139.
278. Тишкович, А. В. Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения / А. В. Тишкович. – Т. 4. – Днепропетровск, 1973. – С. 214–217.
279. Самошкин, Е. Н. Парааминобензойная кислота – новый биостимулятор роста сеянцев и саженцев сосны / Е. Н. Самошкин, В. П. Иванов, Л. А. Крючкова // Известия вузов. Лесной журнал. – 1990. – № 4. – С. 25–28.
280. Baiguz, A. The chemical characteristic and distribution of brassinosteroides in plants / A. Baiguz, A. Tretyn // Phytochemistry. – 2003. – Vol. 62, № 7. – P. 1027–1046.
281. Малеванная, Н. Н. Новый растительный гормон – залог получения стабильных урожаев / Н. Н. Малеванная // Агро XXI. – 1999. – № 2. – С. 18–19.

282. Попа, Д. П. Применение регуляторов роста в растениеводстве: справочник / Д. П. Попа, М. З. Кример, К. И. Кучкова. – Кишинев : Штиинца, 1981. – 158 с.

283. Chee, P. P. Stimulation of adventitious rooting of *Taxus* species by thiamine / P. P. Chee // *Plant Cell Reports*. – 1995. – Vol. 14, № 12. – P. 753–757.

284. Плотникова, Л. С. Размножение редких видов древесных растений СССР черенками / Л. С. Плотникова // Бюл. ГБС. – Вып. 121. – С. 13–21.

285. Келько, А. Ф. Влияние регуляторов роста и подогрева субстрата на укореняемость стеблевых черенков *Juniperus scopulorum* Sarg. ‘Blue Arrow’ / А. Ф. Келько, В. И. Торчик // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 4. – С. 5–10.

286. Келько, А. Ф. Использование янтарной кислоты для стимулирования корнеобразования при черенковании декоративных форм видов рода *Juniperus* L. / А. Ф. Келько, В. И. Торчик // Труды БГТУ. – 2011. – № 1 (139) (Лесное хозяйство). – С. 198–201.

287. Келько, А. Ф. Укореняемость стеблевых черенков декоративных форм *Juniperus virginiana* / А. Ф. Келько, В. И. Торчик // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2011. – № 1. – С. 16–20.

288. Келько, А. Ф. Роль субстрата в укоренении стеблевых черенков декоративных форм видов рода *Juniperus* / А. Ф. Келько, В. И. Торчик // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларусі. – Вып. 71 : Проблемы лесоведения и лесоводства. – Гомель, 2011. – С. 231–237.

289. Головин, С. Е. Защита зеленых черенков сливы при укоренении в теплице с использованием фунгицидов и налипателей / С. Е. Головин, А. Ю. Павлова, Н. Ю. Джура // Фитосанитарное оздоровление экосистем : материалы Второго Всерос. съезда по защите растений, С.-Петербург, 5–10 дек. 2005 г. : в 2 т. / Мин. сельского хоз-ва РФ, Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. научн.-исслед. ин-т защиты растений, Инновационный центр защиты растений. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 271–273.

290. Smith, P. M. Diseases during propagation of woody ornamentals / P. M. Smith // *Intern. Hortic. Congr.* – 1982. – Vol. 2. – P. 884–893.

291. Будынков, Н. И. Обеззараживание теплиц – важнейшее звено профилактики заболеваний культур защищенного грунта / Н. И. Будынков, Е. Ф. Никифорова, В. Н. Юваров // Теплицы.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.greenhouses.ru/dezinfection-greenhouses>. – Дата доступа: 03.09.2012.

292. Стерилизаторы паровые медицинские. Общие технические требования и методы испытаний : ГОСТ 19569-89. – Введ. 01.01.90. – Минск : Ком-т по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь : Гос. ком-т по стандартизации Республики Беларусь, 1990. – 20 с.

293. Келько, А. Ф. Использование фунгицидов при черенковании можжевельника / А. Ф. Келько, В. И. Торчик, Н. Г. Дишук // Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 10. – С. 17–21.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень условных обозначений	3
Предисловие	4
Глава 1. Современные представления о ризогенезе и факторах, влияющих на его эффективность	7
Глава 2. Объекты и методы исследования	30
Глава 3. Оценка естественной способности черенков к придаточному корнеобразованию у культиваров хвойных видов умеренной зоны....	36
3.1. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода <i>Picea</i> Dietr.	36
3.2. Особенности ризогенеза у культиваров тсуги канадской (<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.	40
3.3. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода <i>Taxus</i> L.	42
3.4. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода <i>Chamaecyparis</i> Spach.	44
3.5. Особенности ризогенеза у культиваров различных видов рода <i>Juniperus</i> L.	47
3.6. Особенности ризогенеза у культиваров туи западной (<i>Thuja occidentalis</i> L.)	56
Глава 4. Особенности морфогенеза адвентивных корней у стеблевых черенков в зависимости от эндогенных факторов.....	60
4.1. Регенерационная способность стеблевых черенков в зависимости от срока их заготовки	61
4.2. Морфологические особенности формирования адвентивных корней у стеблевых черенков	76
4.3. Влияние условий хранения на укореняемость черенков.....	85

Глава 5. Влияние экзогенных факторов на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков	91
5.1. Влияние положительного вертикального температурного градиента на формирование придаточных корней у черенков	91
5.2. Влияние биологически активных веществ и вертикального температурного градиента на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков	99
5.2.1. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков представителей рода <i>Taxus</i> L.	101
5.2.2. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм <i>Chamaecyparis pisifera</i> Spach.	106
5.2.3. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков <i>Juniperus chinensis</i> L.	112
5.2.4. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков некоторых садовых форм <i>Juniperus ×media</i> van Melle ...	117
5.2.5. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков рода <i>Juniperus sabina</i> L.	118
5.2.6. Влияние БАВ и ВТГ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм <i>Juniperus scopulorum</i> Sarg. ...	122
5.2.7. Влияние БАВ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм <i>Juniperus squamata</i> Buch. Ham. et D. Don ...	131
5.2.8. Влияние БАВ и ВТГ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм <i>Juniperus virginiana</i> L.	135
5.2.9. Влияние БАВ и ВТГ на адвентивное корнеобразование у стеблевых черенков садовых форм <i>Picea glauca</i> (Moench) Voss.	143
5.3. Роль состава субстрата в формировании придаточных корней у черенков	149
5.4. Использование фунгицидов при черенковании хвойных растений.....	160
Глава 6. Основные технологические приемы размножения хвойных культуриваров стеблевыми черенками	169
6.1. Закладка маточных плантаций	170
6.2. Подготовка сооружений закрытого грунта для проведения черенкования.....	172
6.3. Технологические особенности подготовки черенков к укоренению.....	176
6.4. Посадка, регулирование микроклимата и уход за черенками....	185
Заключение	188
Summary	192
Литература.....	196

Научное издание

Торчик Владимир Иванович,
Келько Анна Федоровна,
Холопук Геннадий Анатольевич

**РИЗОГЕНЕЗ У ДЕКОРАТИВНЫХ САДОВЫХ ФОРМ
ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ И СПОСОБЫ
ЕГО ИНТЕНСИФИКАЦИИ**

Редактор *О. Н. Пручковская*
Художественный редактор *И. Т. Мохнач*
Технический редактор *О. А. Толстая*
Компьютерная верстка *Ю. А. Агейчик*

Подписано в печать 01.02.2017. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 12,79. Уч.-изд. л. 12,4. Тираж 152 экз. Заказ 16.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом
«Беларуская навука». Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/18 от 02.08.2013. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.