

# ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО, БИОТЕХНОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Известия ТСХА, выпуск 4, 2013 год

УДК 631.535

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕЛЕНОГО ЧЕРЕНКОВАНИЯ САДОВЫХ РАСТЕНИЙ

О.Н. АЛАДИНА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В статье обобщены результаты многолетних исследований по совершенствованию технологии зеленого черенкования садовых растений. Обсуждаются преимущества новых элементов, которые позволяют существенно увеличить выход качественного укорененного и посадочного материала.*

*Ключевые слова: садовые растения, легко- и трудноукореняемые сорта, зеленое черенкование, маточники, подготовка маточных растений, регуляторы роста, биологически активные вещества, субстраты, обеззараживание субстратов, внекорневые обработки, контейнеры.*

Зеленое черенкование — один из наиболее перспективных способов вегетативного размножения, позволяющих получать корне собственные растения в промышленных масштабах. Создание базовой технологии и ее внедрение в производство явилось результатом многолетней работы, проведенной под руководством М.Т. Тарасенко коллективом научных сотрудников и преподавателей академии (З.А. Прохорова, В.В. Фаустов, Б.С. Ермаков, Ф.Я. Поликарпова, Е.Г. Самощенко, В.К. Бакун, В.А. Маслова, А.Г. Матушкин, И.М. Поснова, Л.П. Скалий) совместно с питомниками. Накопленный научный и производственный опыт позволил разработать технологию зеленого черенкования применительно к зональным условиям нашей страны и биологическим особенностям культур и сортов.

Однако, несмотря на то, что технология производства посадочного материала садовых культур на основе зеленого черенкования к концу XX в. была в основном отработана и нашла широкое применение, еще имеются значительные резервы повышения ее эффективности. Результаты наших 25-летних исследований, представленные в этой статье, тому подтверждение.

Зеленое черенкование основано на естественной способности растений к регенерации — восстановлению утраченных органов или частей, образованию целостных растений из облиственных стеблевых черенков после формирования придаточных корней. Регенерация проявляется неодинаково и зависит от многих факторов:

жизненной формы, наследственных особенностей, возраста, состояния маточных растений, условий укоренения и пр.

Зеленое черенкование дает возможность увеличить выход черенков с одного маточного растения и существенно (в 4-5 раз) сократить площади маточников. Оно позволяет расширить число видов и сортов, способных размножаться вегетативно, и незаменимо для быстрого размножения растений, имеющих в ограниченном количестве (ценные селекционные формы, редкие сорта, оздоровленные клоны). Значительным преимуществом зеленого черенкования является физиологическая целостность и генетическая однородность корнесобственных растений. Зеленое черенкование способствует также оздоровлению посадочного материала: растущие побеги в меньшей степени заселены вредителями (стежляница, галлица, почковый клещ), чем одревесневшие. Эта технология обеспечивает не только высокий коэффициент размножения, но и более короткий период выращивания. Она успешно сочетается с другими способами: микроклональным размножением, размножением зеленой прививкой, одревесневшими черенками, отводками. Возможно сочетание зеленого черенкования с пикировкой розеток земляники и выращиванием рассады цветочных, овощных и лекарственных растений.

В технологии зеленого черенкования можно использовать современные средства механизации и автоматизации технологических процессов. Укоренение зеленых черенков и, отчасти, их доращивание осуществляются в защищенном грунте в контролируемых условиях, при этом результаты не зависят от неблагоприятных климатических факторов. Благодаря интенсивному использованию защищенного грунта (плотное размещение черенков на единице площади, применение контейнеров, освоение вертикального профиля теплиц, введение культурооборотов) зеленое черенкование рентабельно.

Узкое место существующей технологии — большие потери укорененных растений в период хранения и после пересадки на доращивание в открытый грунт. У трудноразмножаемых культур длительный период корнеобразования, низкая укореняемость (не более 30-50%) и слабое развитие корневой системы является причиной плохой приживаемости при пересадке, низкой зимостойкости укорененных растений и невысокого качества посадочного материала [33]. Кроме того, весьма велики затраты на закладку интенсивных маточников, сооружение туманообразующей установки с автоматизированной системой регулирования внешних условий, строительство культивационных сооружений, помещений для черенкования и зимнего хранения укорененных черенков и пр. Зеленое черенкование, несмотря на кажущуюся простоту выполнения, требует хорошего знания биологических особенностей размножаемых видов и сортов, продуманной системы мероприятий по организации производства и четкости при выполнении всех технологических приемов [30].

Ранее исследователями [11, 13, 23, 32, 37, 39] были выявлены основные закономерности и разработаны главные элементы технологии. Было установлено, что эффективность зеленого черенкования зависит от жизненной формы растений (самая высокая корнеобразовательная способность — у лиановых и многолетних травянистых растений, самая низкая — у древесных), видовых и сортовых особенностей [19]. Даже в пределах одного вида (например, сорта яблони, косточковых, крыжовника, барбариса) укореняемость черенков неодинакова.

Исследователи и практики единодушны в том, что условия укоренения (влажность, освещенность, температура воздуха и субстрата, состав последнего) являются одним из главных факторов успешного укоренения зеленых черенков. Для активно-

го корнеобразования необходимы условия, которые могут обеспечить максимальное сокращение транспирации и интенсивный фотосинтез. В классической литературе по зеленому черенкованию представлен исчерпывающий материал по реакции черенков разных пород и сортов на внешние условия, оптимизации режимов укоренения, устройству гряд, подготовке субстратов, способам закаливания, по конструкции теплиц, туманообразующей установки и проч. [26, 31].

Обработка базальных частей регуляторами роста — один из наиболее результативных приемов, стимулирующих процессы регенерации придаточных корней у стеблевых черенков. Прием обеспечивает большой экономический эффект при малых затратах труда и средств. В свое время благодаря открытию способности гормональных препаратов ауксинового ряда индуцировать корнеобразование многие трудноразмножаемые культуры были переведены в ранг средне- и легкоукореняемых [35].

Выявлены наиболее эффективные препараты: [3-индолил-3-уксусная кислота (ИУК, 50-200 мг/л); [3-индолил-3-масляная кислота (ИМК, 5-100 мг/л); а-нафтилуксусная кислота (НУК, 5-50 мг/л) и способы обработки: слабо концентрированными водными растворами (16-24 ч); концентрированным спиртовым раствором (несколько секунд); ростовой пастой или пудрой. Обработка черенков водными растворами — способ наиболее простой, доступный и широко используемый в технологии зеленого черенкования. Концентрация препарата и длительность обработки зависят от корнеобразовательной способности растений и степени одревеснения побегов.

Однако, несмотря на высокую стимулирующую активность синтетических ауксинов, их применение в настоящее время ограничено, поскольку они относятся к токсичным соединениям. Ведется поиск столь же эффективных, но экологически безопасных аналогов. В качестве стимуляторов корнеобразования можно использовать витамины (аскорбиновая кислота, тиамин), фенольные соединения (рутин, янтарная, галловая, салициловая, ферулловая и оксикоричные кислоты (циркон), а также стероидные гликозиды (эмистим, экост) [23].

На разных видах и сортах ягодных и декоративных кустарников нами было показано, что некоторые экологически безопасные препараты: эпин, лигногумат калия (150-250 мг/л), соли крезолуксусной кислоты (крезацин, 100-250 мг/л), крезивал, этиран (250-500 мг/л), циркон (250-500 мкл/л), производные хитозана (экогель) (20-30 мг/л), препарат Байкал ЭМ-1 (1:2000, 1:500), эндофитные препараты (никфан, симбионт, мицефит; 10-100 мг/л) высоко эффективны в качестве стимуляторов корнеобразования и могут заменить синтетические ауксины ([3-ИУК, (3-ИМК), широко применяемые в технологии зеленого черенкования [1,4, 6].

Для того чтобы производство посадочного материала было рентабельным, подбор пород и сортов необходимо вести с учетом их производственной ценности, потребительского спроса и естественной способности к размножению зелеными черенками. Укореняемость должна быть не менее 60-90% и выход стандартных саженцев не ниже 30-40% от исходного числа черенков. Желательно, чтобы ассортимент садовых растений был разнообразным и регулярно обновлялся. В этой связи необходимо предусмотреть оперативную замену маточных насаждений, роль которых трудно переоценить.

Было установлено, что способность к размножению зелеными черенками определяется не только наследственными особенностями, но также возрастом и физиологическим состоянием материнских растений. Большую роль играет возраст маточников. Как правило, растения на ранних стадиях своего онтогенеза проявляют

высокую регенерационную способность, которая в дальнейшем, по мере старения, снижается. В связи с этим маточки, в зависимости от жизненной формы растений, целесообразно использовать до 5-12-летнего возраста [2].

Совершенно оправданы затраты на закладку маточников оздоровленным посадочным материалом, что существенно увеличивает черенковую продуктивность насаждений и сокращает защитные мероприятия и пестицидные нагрузки.

Многие исследователи [24, 41] справедливо полагают, что при разработке технологий размножения садовых растений зелеными черенками и в стерильной культуре состояние материнского растения имеет первостепенное значение, и считают необходимым выделить предварительный этап, целью которого должна стать целенаправленная подготовка растений к размножению.

Ранее было разработано несколько весьма эффективных приемов подготовки маточных растений к черенкованию. Уплотненное (по типу живой изгороди) размещение растений при разреженных междурядьях и сильная обрезка обеспечивают увеличение суммарного прироста и выхода зеленых черенков с единицы площади маточника. При этом сдержанный рост побегов способствует более легкому образованию корневых зачатков.

Высокоэффективный прием — выращивание маточных растений в защищенном грунте (рис. 1 А): выход черенкового материала в 5-20 раз выше, чем в открытом грунте, что особенно важно на начальных этапах размножения. До трех недель уве-



А



В

Рис. 1. А — маточник ягодных культур в защищенном грунте; В — локальное этиолирование

личивается благоприятный период для черенкования, у ряда трудноразмножаемых растений на 20-35% повышается укореняемость черенков [16, 25].

Хорошая оводненность тканей благоприятна успешному укоренению черенков, поэтому влажность почвы в маточниках должна быть не ниже 70-80% полной полевой влагоемкости. В этой связи, особенно в условиях защищенного грунта, оправдано сплошное мульчирование почвы черной полиэтиленовой пленкой. Под пленкой лучше сохраняется влага, весной раньше прогревается почва, исключается ручная прополка. Благоприятный температурный и водный режим в корнеобитаемом слое обеспечивает мощный рост корней, способствует лучшему росту надземной части и на 15-20% увеличивает черенковую продуктивность [20].

Большое значение имеет обеспеченность маточных растений элементами минерального питания, однако избыток азота и чрезмерно сильный рост побегов препятствуют укоренению черенков. Поэтому азотные удобрения допустимы только в виде подкормок в начале лета [36].

К известным приемам предварительной подготовки относится этиоляция маточных растений [22]. В нашей стране этот способ нашел широкое применение при выращивании клоновых подвоев. Этиоляция активизирует пробудимость почек, в т.ч. спящих, усиливает побегообразование, увеличивает выход черенков с маточного растения, положительно влияя на формирование корневых зачатков: этиолированные побеги по развитию тканей более молодые и превосходят зеленые по запасу пластических веществ, активности ферментов и гормонов, особенно 3-ИУК, которая индуцирует придаточное корнеобразование.

Действенным способом предварительной подготовки побегов для черенкования является их локальное этиолирование [34]: по мере отрастания на узлы побега накладывают несколько темных спиралевидных трубок (длиной 25-30 см) по числу потенциальных черенков (при заготовке черенков затененная часть становится базальной) (рис. 1 В).

Этот прием позволяет в 2-3 раза сократить период корнеобразования, улучшить качество корневой системы и на длительное время сохранить способность средней и нижней частей побега к укоренению. У легкоукореняемых видов и сортов на затененных участках побега под пленкой формируются корневые зачатки, что существенно сокращает сроки укоренения.

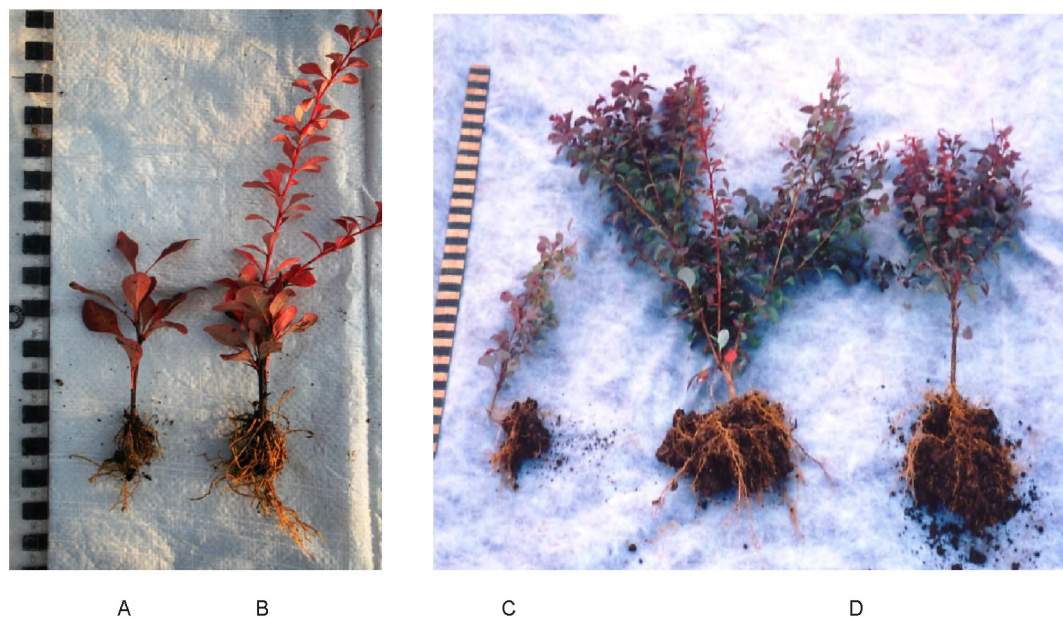
По нашим наблюдениям, весьма перспективно полное затенение маточных растений после сильной обрезки в комбинации с локальным этиолированием основания побегов. Особый интерес представляет этиолирование в сочетании с выращиванием маточных растений в защищенном грунте, что позволяет значительно увеличить коэффициент размножения и в 1,5-2 раза повысить число укорененных черенков с приростом. При выращивании маточников в теплице и локальном этиолировании возникает однотипная реакция, которая выражается в перестройке анатомии стебля черенкуемых побегов и усилении меристематической активности.

Новое направление в подготовке исходных растений к черенкованию связано с применением на маточниках регуляторов роста. В результате наших многолетних исследований (1983-2006), выполненных по общепринятой технологии зеленого черенкования [32, 33] в лаборатории плодоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, разработаны способы подготовки маточных растений плодовых, ягодных и декоративных культур к размножению с использованием физиологически активных веществ. Последние позволяют повысить уровень регенерационной способности вегетативного потомства, сократить период корнеобразования, улучшить раз-

вите корневой системы, повысить жизнеспособность, зимостойкость укорененного материала и качество саженцев. Результативность способов подтверждается на большом количестве видов и сортов с разной корнеобразовательной способностью и при использовании физиологически активных соединений разной направленности действия.

В основе действия регуляторов роста лежат глубокие изменения функционального состояния мембран, гормонального статуса и многих метаболических реакций. Нами было показано, что одними из самых эффективных регуляторов роста при подготовке маточных растений к размножению являются ретарданты: хлорхолинхлорид (ССС, 0,025%), паклобутразол (культар, 0,02-0,05%), мепикватхлорид (пике, 0,4-0,8 мл/л), хлорэтилфосфовая кислота (2-ХЭФК, 0,035-0,05%), ким-112 (2 мл/л). Обработки маточников ретардантами стимулируют ризогенез у зеленых черенков груши, сливы, вишни, средне- и трудноукореняемых сортов крыжовника, укороченных черенков красной и черной смородины, стеблевых черенков малины; декоративных видов барбариса (рис. 2). Выяснилось также, что норма реакции растений на действие экзогенных ретардантов зависит от сортовых особенностей. Чем хуже укореняемость сорта или формы, тем выше эффект. Ретарданты положительно влияют также на зимостойкость и качество укорененных черенков легкоукореняемых видов и сортов, в 1,5-2 раза увеличивая выход стандартного посадочного материала и проявляя значительное последствие на следующий год [8, 9].

Следует, однако, отметить, что при многократном применении ретарданты СССР, ким-112, культар могут подавлять рост материнских растений. После двух-трех лет использования необходимо делать перерыв или чередовать их с веществами дру-



**Рис. 2.** Влияние обработки маточных растений Барбариса Тунберга (*B. thunbergii*, f. *atropurpurea*) ретардантами (паклобутразол, 2 мл/л) на качество укорененных черенков (В) и саженцев (D) (А, С — контроль)

гой направленности действия (например, цитокининами). Обработки этиленпродуцентами и пиксом можно проводить ежегодно.

Препараты с цитокининовой активностью (6-БАП, 0,025-0,05%; дропп, 0,01-0,075% по д.в.) в 2-2,5 раза увеличивают вегетативную продуктивность маточных растений, повышают коэффициент размножения, качество укорененных черенков и саженцев. При размножении трудноукореняемых европейских сортов крыжовника увеличение корнеобразования с 5 до 50-60% оказалось возможным при сочетании подготовки маточника с обработкой черенков ауксинами (ИМК, 35-50 мг/л). При укоренении средне- и легкоразмножаемых видов и сортов в 2-3,5 раза увеличивается выход качественного укорененного и посадочного материала. При этом высокий положительный эффект достигается без обработки самих черенков ауксинами как в год подготовки маточника, так и на следующий [7].

Весьма перспективно применение физиологически активных соединений природного происхождения, безопасных для человека и окружающей среды (стероидные гликозиды — томатыозид, капсикоид, никотианозид — 5-50 мг/л) и препаратов, полученных на основе эндофитных грибов (никфан — 0,015-0,035 мл/л; СФГ-2 — 0,015-0,02 мл/л).

Несомненное преимущество имеет совместное применение регуляторов роста с азотом мочевины (5 г/л) и комплексом макро- и микроэлементов (цитовит, 1-1,5 мл/л). После комплексной обработки маточников усиливается корнеобразование у стеблевых черенков, возрастают устойчивость вегетативного потомства к стрессам и доля стандартных саженцев в общем количестве посадочного материала.

Стоит еще раз подчеркнуть, что в большинстве случаев положительный эффект достигается без обработки самих черенков стимуляторами корнеобразования, что существенно упрощает сам процесс черенкования, особенно при размножении шиповатых растений (крыжовник, барбарис, шиповник). После применения ретардантов черенки легкоразмножаемых растений хорошо укореняются в простых парниках без автоматизированной системы туманообразования; черенки же трудноразмножаемых пород и черенки из открытого грунта лучше укоренять в контролируемых условиях. При размножении легкоукореняемых растений, особенно в молодом возрасте, положительное последствие обычно наблюдается и на следующий год.

Как показали наши исследования, результаты подготовки маточных растений садовых культур к размножению зависят не только от их наследственных особенностей, но и от всей совокупности внутренних и внешних факторов. Изложенный ниже материал получен в опытах с крыжовником, интересной модельной культурой, представленной двумя группами сортов, которые существенно отличаются по многим биологическим особенностям, в т.ч. по способности к корнеобразованию.

При достаточно высоком уровне агротехники применение ретардантов способствует увеличению укореняемости зеленых черенков крыжовника и регенерации его *in vitro* во все возрастные периоды (5-60 лет). Принимая во внимание вегетативную продуктивность и укореняемость, максимального выхода качественных укорененных черенков с одного маточного растения можно добиться: у трудноразмножаемых сортов — в возрасте 10-15 лет, у легкоукореняемых — в возрасте до 5 лет (до начала массового плодоношения). Чем моложе растения, тем заметнее последствие ретардантов на следующий год.

Высокий эффект достигается при обработке маточников только в определенную фазу роста однолетних побегов: у легкоукореняемых растений — в начале, у трудноукореняемых — в конце фазы затухающего роста. У последних оптимальная

фаза короткая и наступает раньше, чем у легкоукореняемых культур. Фаза затухающего роста характеризуется активным состоянием ассимиляционной поверхности (высокие значения оводненности тканей, содержания хлорофилла, аскорбиновой кислоты) и началом отложения пластических веществ в запас (увеличение содержания углеводов в побегах, снижение содержания общего, белкового и небелкового азота). Обработка материнских растений в эту фазу сопровождается снижением содержания гибберелловой кислоты (ГК) в стеблях и увеличением отношения суммы ауксинов и цитокининов (ИУК+ЦК) к абсцизовой кислоте (АБК), что тоже способствует корнеобразованию. В защищенном грунте оптимальный период для обработки маточных растений увеличивается на 2-3 нед. у всех сортов крыжовника.

В проявлении максимального эффекта большое значение имеет также время обработки в течение суток. Опрыскивание растений необходимо проводить в утреннее (с 7 до 11) и вечернее (с 17 до 19 ч) время, когда восстанавливается тургор. В жаркие дневные часы (13-15 ч) результат отрицательный. Неодинаковая эффективность регуляторов роста в разное время суток связана, по-видимому, с устьичными движениями, которые в значительной степени зависят от оводненности тканей, напряженности метеорологических факторов (температура и влажность воздуха, условия водоснабжения, освещенность) и интенсивности ассимиляционных процессов. Обработки мало эффективны в темное время суток и при совместном использовании с поверхностно-активными веществами (КЭП).

Лучшие результаты применения ретардантов на маточниках получены нами в годы с влажной и очень теплой погодой. В засушливые годы качество обработок возрастает на фоне предварительного орошения (60-70% ППВ) (особенно отзывчивы трудноукореняемые формы).

В жаркую и сухую погоду трудноразмножаемые сорта следует черенковать на 15-17-й день после обработки маточников. В дождливую и прохладную — оптимальные сроки черенкования сдвигаются на 1,5-2 нед. Черенкование легкоукореняемых сортов необходимо начинать на 6-10-й день после обработки маточных растений независимо от погодных условий.

При содержании исходных растений в защищенном грунте при сплошном мульчировании черной полиэтиленовой пленкой и регулярном поливе эффективность обработок увеличивается и в меньшей степени зависит от климатических условий периода вегетации. При этом возрастают регенерационная способность трудноукореняемых сортов, укороченных черенков и черенков из более одревесневшей части побега, улучшается качество укорененных растений и саженцев. Время от обработки маточных растений до начала черенкования сокращается до 3-5 дней.

В начале периода вегетации необходима интенсивная обрезка маточных растений, но при слишком сильном укорачивании существенно снижается суммарный прирост. Кроме того, важно сохранить несколько порядков ветвления и ограничить число сильно растущих осевых, жирующих побегов, черенки от которых укореняются слабо.

В технологии зеленого черенкования большое значение имеют размер и тип черенка. Для заготовки черенков лучше всего использовать однолетний прирост высших порядков ветвления, средней силы роста, с хорошо освещенной стороны кроны. Размеры черенков зависят от планируемого выпуска посадочного материала и биологических особенностей растений. Известно, что из длинных черенков растения развиваются лучше, однако в обычной практике средняя длина черенка составляет 12-15 см. При размножении видов с крупными листьями используют двух-трех-



узловые черенки. Как правило, лучше укореняются верхушечные и комбинированные черенки (зеленые с частью прошлогодней древесины), особенно у трудноразмножаемых растений (хвойные, сирень и крыжовник). Оздоровленный посадочный материал и ценные сорта в ограниченном количестве можно размножать укороченными черенками, но из-за небольшого запаса пластических веществ они укореняются слабо и нуждаются в применении дополнительных приемов, стимулирующих ризогенез.

У трудноукореняемых пород оптимальный срок черенкования относительно короткий (10-14 дней) и четко совпадает или с фазой интенсивного роста побегов (вишня, слива, персик, сирень, барбарис, золотистая и красная смородина и пр.), или с фазой заступающего роста (европейские сорта крыжовника, облепиха, клоновые подвои, яблоня, айва). У легкоукореняемых растений период зеленого черенкования более растянутый и может продолжаться в средней полосе России с начала июня до середины августа. Хвойные растения (туя, можжевельник, кипарисовик) с длительным периодом корнеобразования лучше черенковать в середине — конце июня и оставлять на месте укоренения еще один год. При содержании маточников в защищенном грунте период черенкования отдельных пород более растянутый. Определяя сроки черенкования, следует обращать внимание на такие показатели, как гибкость или ломкость побега, степень одревеснения, наличие травянистой верхушки.

Большим резервом увеличения эффективности размножения садовых растений черенкованием является подбор оптимальных субстратов. Известно, что субстраты, используемые в технологии зеленого черенкования, должны быть легкими, теплоемкими, иметь устойчивую структуру, оптимальное соотношение фаз, высокую общую пористость и пористость аэрации. В условиях промывного режима искусственные смеси должны иметь достаточный запас питательных веществ, высокую емкость обменного поглощения и реакцию почвенного раствора, близкую к нейтральной, иметь благоприятную микробиологическую среду. Субстраты не должны содержать семян сорных растений, вредителей и возбудителей болезней. Для укоренения зеленых черенков чаще всего используют искусственные субстраты — смеси, состоящие из компонентов растительного происхождения (торф, мох, лигнин, опилки хвойных и листопадных пород, измельченная кора, отработанный шампиньонный субстрат, всевозможные компосты, свежескошенная газонная трава, кокосовое волокно), и инертные материалы (гравий, асбест, песок, перлит, керамзит, пемза, минеральное волокно, пенопласт, цеолит) [27, 29, 42, 43, 44]. Классическим субстратом для укоренения черенков является смесь низинного торфа с перлитом в разном соотношении, в зависимости от размножаемых видов и форм садовых растений. Как правило, эти смеси лёгкие и воздухоёмкие.

Наши опыты показали, что насыщение таких субстратов раствором лигногумата калия (0,5%) способствует усилению регенерационной способности. В этом варианте выше доля черенков с приростом, дольше срок жизни старых листьев, больше листовая поверхность молодых. В совокупности это обеспечивает более высокий уровень ассимиляционных процессов (к моменту выкопки общая листовая поверхность в 1,5-2 раза больше, чем в контроле), что положительно сказывается на укореняемости и развитии корней (число, длина корней, величина общей адсорбирующей поверхности). Гуминовые вещества играют важную роль в улучшении физико-химических свойств почвы и активизации микрофлоры. Лигногуматы — одни из наиболее активных препаратов гуминовой природы, которые получают на определенных этапах термохимической трансформации биополимера лигнина в гумус. В его состав входят 80-90% гуминовых кислот, причем 20-25% из них составляют низкомолеку-

лярные фульвокислоты, которые и обеспечивают высокую физиологическую активность. Они усиливают проницаемость мембран, активируют фотосинтез и обменные процессы в растениях, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям [14].

Наши исследования показали также, что перспективным компонентом искусственных субстратов для укоренения ягодных и декоративных кустарников являются осадки городских сточных вод (ОГСВ). После механической и микробиологической очистки сброженный, механически обезвоженный осадок содержит высокое количество основных макро- и микроэлементов и является ценным органическим удобрением (куддек), который характеризуется нейтральной реакцией среды и высокой степенью насыщенности основаниями. Он стабилизирован, оструктурен, имеет рассыпчатую консистенцию, отличается высоким содержанием гумифицированного органического вещества (57-75% на сухое в-во), содержит большое количество азота (N общий — 2,5-4% на сухое в-во) и фосфора ( $P_2O_5$  — 2,5-5% на сухое в-во).

Механически обезвоженный осадок по своему составу соответствует санитарным нормам (СанПиН 2.1.7.573-96), и его можно использовать в сельском хозяйстве, как это делается во многих индустриально развитых странах. Согласно заключению Всероссийского НИИ удобрений и агропочвоведения (ВИУА) [28, 38], ОГСВ Москвы могут быть использованы в качестве органического удобрения без риска загрязнения почвы и растениеводческой продукции тяжелыми металлами. В настоящее время разработаны рекомендации по использованию ОГСВ под зерновые на фураж, кормовые и технические культуры, их рекомендуется использовать в лесных и плодопитомнических хозяйствах, в луговодстве, семеноводстве и цветоводстве.

Как показали наши опыты, продукты жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в очистке и сбраживании осадков (более 30 систематических групп), обладают гормональной активностью, которая в значительной степени зависит от длительности хранения осадков. Свежие осадки после фильтр-прессов отличаются самым высоким содержанием ауксинов (ИУК) и цитокининов (ЦК), пары гормонов, отвечающих за морфогенез. В свежих осадках и в осадках после года хранения отмечена заметная гиббереллиновая активность, которая реализуется в наличии приростов на черенках и хорошем развитии листового аппарата. Высокая питательная ценность субстратов, содержащих свежие ОГСВ, наличие в среде гормонов, синтезированных микроорганизмами на этапе термофильного сбраживания, обеспечивают высокую ценность смесей для укоренения зеленых черенков садовых растений. Через 5-7 лет хранения на иловых площадках содержание гормонов в осадках резко сокращается, ухудшается структура субстратов, укореняемость черенков падает, снижается их качество. Кроме того, осадки при длительном хранении заселяются патогенной микрофлорой, вызывающей гнили зеленых черенков.

К недостаткам ОГСВ можно отнести низкое содержание калия, основная масса которого уходит с очищенной водой, а также низкую водоудерживающую способность [10]. Устранить этот недостаток можно, используя в составе субстрата вместо низинного торфа верховой.

Известно, что торф верхового типа моховой группы со степенью разложения не более 20% является наиболее пригодным для приготовления субстратов, особенно для малообъемной технологии выращивания растений. Сфагновый торф обладает значительной буферностью, высокой сорбционной способностью, антисептическими свойствами благодаря кислой реакции среды и наличию фенольных соединений [17], сочетает высокие пористость аэрации (до 95%) и влагоемкость. Верховой

торф имеет слабокислую реакцию, отличается высоким содержанием органического вещества (92,7%) и средним содержанием основных элементов питания. К достоинствам этого вида торфа можно отнести длиноволокнистую структуру и небольшую долю пылевой фракции.

Как показали наши исследования, для многих растений лучшим является субстрат, состоящий из верхового торфа, крупнозернистого перлита и ОГСВ (не более 1 года хранения) в равном соотношении. В этом варианте получены самые высокие показатели укореняемости и качества черенков благодаря хорошим физическим свойствам субстрата, высокой обеспеченности элементами минерального питания и гормональной активности среды укоренения. Последнее свойство позволяет укоренять легкоразмножаемые кустарники без применения регуляторов роста. ОГСВ в составе субстратов оказывает существенное положительное последствие на качество посадочного материала с минимальными выпадками при перезимовке и доращивании.

Использование защищенного грунта связано с быстрым накоплением патогенной микрофлоры в почве. Основные причины — зараженность традиционных субстратов (на основе низинного торфа) почвенными патогенными грибами, а также заготовка черенков с маточных растений, зараженных фузариозом и корневыми гнилями. При укоренении зеленых черенков в пленочных теплицах в условиях искусственного тумана создаются благоприятные условия для развития инфекции (высокая температура и влажность воздуха и субстрата), и часто наблюдается их массовое загнивание, причем выпады зеленых черенков могут достигать 60-80% [12]. Установлена наиболее уязвимая для грибных патогенов зона черенка, которая совпадает с зоной наиболее интенсивного корнеобразования [21].

При интенсивном освещении и высокой температуре воздуха (25 °С и более) в начале укоренения наиболее опасны термофильные виды *Risoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola* и виды, развитию которых способствует высокая влажность воздуха: *Altemaria*, *Phytium*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*. Перечисленные патогены вызывают базальную гниль, которая начинается с надземной нижней части черенков. В пасмурную же погоду при температуре ниже 19 °С преобладает поражение черенков серой гнилью (*Botrytis cinerea*). Для подавления патогенной почвенной микрофлоры при укоренении черенков используют широкий спектр фунгицидов (фундазол, ронилан, топаз К, атеми, спортак, зупарен, бенлат, ридомил, топсин М). Снизить запас инфекции позволяет также обработка маточных растений и черенков водной суспензией пестицидов, а также пропитывание субстрата растворами препаратов до посадки черенков на укоренение [21, 40]. Нередко положительный эффект достигается только после повторных обработок с интервалами в две недели.

В наших опытах мы выявили высокую эффективность бактериальных препаратов для обеззараживания субстратов, таких, например, как коредон, представляющий комплекс спор бактерий *Bacillus subtilis* и биологически активных веществ. Штаммы бактерий обладают иммуномоделирующим действием и высокой антагонистической активностью по отношению к широкому спектру патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. При совместном применении коредона с лигногуматом калия наблюдается положительный суммарный эффект: снижаются запас почвенных патогенов и потери черенков от гнилей. Однако следует подчеркнуть, что применение фунгицидов и биопрепаратов целесообразно только при обеззараживании субстратов на основе низинного торфа или ОГСВ после длительного хранения. Субстраты, содержащие качественный верховой торф, перлит и свежие ОГСВ, в обеззараживании не нуждаются.

В практике зеленого черенкования садовых растений значительное место отводится внекорневым минеральным подкормкам, поскольку на фоне жесткого промывного режима слабая корневая система неспособна к полноценному поглощению элементов питания из субстрата, особенно в начальные фазы корнеобразования. Была разработана эффективная система внекорневых подкормок для клоновых подвоев яблони, косточковых, ягодных культур, на многих объектах убедительно показано преимущество мочевины перед другими формами азотных удобрений [30].

Как показали наши исследования, одним из перспективных приемов повышения эффективности зеленого черенкования садовых растений является применение экзогенных обработок черенков в период корнеобразования веществами, обладающими физиологической активностью. По результатам многолетних исследований, стабильные результаты дают внекорневые подкормки препаратами с цитокининовой активностью: дропп (тидазурон), 6-БАП, цитодеф (20-50 мг/л).

Высокое содержание цитокининов в листьях способствует формированию высокодифференцированного фотосинтетического аппарата, о чем свидетельствует увеличение отношения столбчатого мезофилла к губчатому, содержания зеленых пигментов и интенсивности фотосинтеза. Обработка цитокининами задерживает старение листьев, что крайне важно для индукции корнеобразования и развития корневой системы у стеблевых черенков. Обработанные цитокининами листья играют роль аттрагирующего центра, куда направляется поток метаболитов [3]. Обработка цитокининами вызывает также отток ассимилятов из листьев в побеги, что не может не оказать влияния на формирование корней: в 5-7 раз увеличивается их общая адсорбирующая поверхность. Известно, что экзогенный цитокинин может выступать в роли одного из главных индукторов метаболизма, направленного на повышение холодоустойчивости и жаростойкости. Регуляторы роста с цитокининовой активностью повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, проявляя мембраностабилизирующее действие. В листьях обработанных растений снижается утечка электролитов, вызванная охлаждением, и интенсивность перекисного окисления липидов [15, 18].

Эффективны обработки составами, содержащими цитокинины и соли крезово-уксусной кислоты: крезацин, крезивал (крезацин: мивал = 1:1), этиран (крезацин: мивал = 9:1) (10-40 мг/л). К эффективным компонентам составов можно отнести препараты черказ (хлорметилсилатран) и черказ-2 (хлорэтилсилатран) (40-50 мг/л), относящиеся к группе каркасных кремнийорганических соединений. Оптимизируя содержание фосфолипидов и ненасыщенных жирных кислот, они увеличивают вододерживающую способность тканей, стабилизируют состояние белков, аминокислот, влияют на проницаемость мембран, что положительно сказывается на устойчивости укорененных растений к стрессовым условиям.

Мы выяснили, что при совместном применении черказа с цитодефом в обработанных тканях листа возрастает содержание цитокининов и ауксинов и их отношение к АБК, что оказывает положительное влияние на корнеобразование у облиственных черенков. Анализ газообмена показал, что в этом варианте видимый фотосинтез максимальный, несмотря на возросшие затраты на рост корней и дыхание. Отмечены достоверные различия с контролем по величине листовой поверхности (за счет сохранения листьев в период укоренения и наличия прироста), числу корней, их массе, средней и суммарной длине (рис. 3).

Совместное применение препаратов на 2-2,5 нед. ускоряет корнеобразование у культур с длительным периодом укоренения зеленых черенков. Очевидно поло-



**Рис. 3.** Влияние внекорневой обработки зеленых черенков крыжовника (с. Лада) и барбариса (*B. thunbergii*, f. *augea*), содержащим цитокинины (цитодеф, 40 мг/л) и черказ (40 мг/л)

жительное последствие таких составов на качество укорененного материала, его устойчивость к неблагоприятным внешним факторам при пересадке, перезимовке и доращивании.

Перспективны также поверхностные обработки зеленых черенков гуминовыми препаратами (лигногумат калия, 150 мг/л), эпибрассинолидом (эпин, 0,2 мл/л), экогелем (производное хитозана, 10-20 мл/л). Устойчивый положительный эффект мы наблюдали в опытах с внекорневой обработкой зеленых черенков вишни, облепихи, крыжовника, красной и золотистой смородины мицефитом (10 мг/л). Мицефит, полученный на основе эндофитных грибов, обладает широким спектром биологической активности. Его применение активизирует развитие корневой системы растений и симбионтные взаимоотношения растений и ризосферных микроорганизмов, оптимизируя минеральное питание и обменные процессы [4]. Преимущество препаратов-адаптогенов проявляется также в повышении устойчивости укорененных растений к стрессам.

Нами установлено, что эффективность внекорневых обработок черенков регуляторами роста возрастает при совмещении с минеральными подкормками и зависит не только от наследственных особенностей размножаемых растений, но также от времени обработки и фазы корнеобразования. Максимальный эффект достигается при обработке черенков в утренние часы (с 6 до 9). При укоренении легкокорнеобразующих сортов — в фазу начала формирования корневых зачатков (через 2 нед. после посадки), трудноукореняемых — в период от начала заложения корневых зачатков (через 3-4 нед. после посадки) до массового роста корней. Повторные обработки влияют не столько на укореняемость, сколько на качество корневой системы.

Укоренение зеленых черенков ягодных и декоративных кустарников в пластиковых ячейках (рис. 4) обеспечивает высокую жизнеспособность укорененного мате-



А



В

**Рис. 4.** Зеленые черенки барбариса, высаженные на укоренение в кассеты (А); укорененный черенок крызовника с неповрежденными корнями (В)

риала с неповрежденной корневой системой, технологичность размножения, рациональное использование площадей защищенного грунта.

К слабым сторонам этого способа можно отнести более низкую, чем в грядках, укореняемость. Преодолеть этот недостаток нам позволили такие приемы, как использование комбинированных черенков и применение комплексных внекорневых обработок. На фоне оптимальных субстратов (торф верховой, перлит, ОГСВ) эффект от применения внекорневых обработок — максимальный (рис. 5).

Прием обеспечивает высокий выход жизнеспособных укорененных растений с неповрежденной корневой системой (рис. 6) и исключает необходимость предварительного обеззараживания субстратов [5]. Черенки с оплетенным корневым комом хорошо хранятся зимой и в кассетах, и насыпью в подвале под пленочным укрытием при низкой положительной температуре. Они успешно зимуют на месте укоренения и в открытом грунте после осенней пересадки (конец сентября). При доращивании в поле они быстро трогаются в рост, отличаются хорошим ветвлением, мощным развитием надземной части и корневой системы, и практически весь двухлетний посадочный материал можно отнести к стандартному.

Такие черенки как нельзя лучше подходят для контейнерной культуры. Не позднее первой декады октября их пересаживают в контейнеры и хранят при низкой положительной температуре до середины февраля. При пересадке весной (вторая декада февраля — первая декада марта) черенки с неповрежденным корневым комом рекомендуется обработать водным раствором экогеля (30 мл/л).

Можно добавить также, что при доращивании черенков в контейнерах включение в субстрат ОГСВ (30% по объему) способствует быстрому началу ростовых процессов, мощному развитию корневой системы, увеличению суммарного прироста, облиственности и раннему формированию кроны.



**Рис. 6.** Посадочный материал ягодных и декоративных кустарников в контейнерах (конец мая — начало июня)



A

B



C

D

**Рис. 5.** Качество черенков лапчатки (*P. fruticosa* L.) и крыжовника (с. Снежана), укорененных в кассетах в контроле (А, С) и после внекорневых обработок физиологически активными веществами

К середине мая — началу июня саженцы кустарников соответствуют стандарту на посадочный материал и по своему внешнему виду мало чем уступают растениям, выращенным к сентябрю в открытом грунте.

### Библиографический список

1. *Акимова С.В.* Разработка новых элементов технологии зеленого черенкования ягодных кустарников: автореф. ... канд. с.-х. н. М., 2005. 23 с.
2. *Аладина О.Н.* Влияние возраста маточных растений на регенерационную способность крыжовника // Известия ТСХА. 2006. Вып. 4. С. 47-58.

3. Аладина О.Н., Акимова С.В., Карсункина Н.П., Скоробогатова И.В. Роль внекорневых обработок в зеленом черенковании садовых растений // Известия ТСХА. 2006. Вып. 3. С. 46-55.

4. Аладина О.Н., Акимова С.В., Тараканов И.Г. Применение мицелий в технологии зеленого черенкования ягодных и декоративных кустарников. Сборник трудов научно-практической конференции «Состояние садовых растений после зимы 2006/07 г. и проблемы их зимостойкости» 13 июня 2007 г. и Международной научно-практической конференции «Инновационные направления в питомниководстве плодовых культур» 14-15 июня 2007 г. М.: Изд. Дом МСП ГНУ ВСТИСП, 2008. С. 16-29.

5. Аладина О.Н., Акимова С.В., Чернова С.Ю., Полянская А.Е., Скоробогатова И.В., Никиточкин Д.Н. Роль субстратов и внекорневых обработок в укоренении зеленых черенков крыжовника в пластиковых ячейках // Известия ТСХА. 2008. Вып. 1. С. 1-12.

6. Аладина О.Н., Карсункина Н.П., Акимова С.В., Дьяков В.В. Эффективность использования крезацина и его смесей с мивалом при укоренении зеленых черенков барбариса // Известия ТСХА. 2003. С. 1-11.

7. Аладина О.Н., Лесничева А.Н., Агафонов Н.В. Применение регуляторов роста в технологии размножения крыжовника // Известия ТСХА. 1989. Вып. 4. С. 107-113.

8. Аладина О.Н., Шарафутдинов Х.В., Агафонов Н.В. Использование паклобутразола при размножении вишни зелеными черенками // Известия ТСХА. 2002. Вып. 4. С. 116-130.

9. Аладина О.Н. Влияние обработки маточных растений ретардантами на эффективность размножения красной смородины и крыжовника *in vitro* // Известия ТСХА. 2004. Вып. 1. С. 1-14.

10. Воробьева Р.П., Додолина В. Т., Мерзляя Г.Е. Экологически безопасные методы использования отходов. Барнаул: Изд-во МСХ РФ, 2000. 555 с.

11. Гартман Х.Х., Кестер Д.Е. Размножение садовых растений. М.: Центрполиграф. 2002. 362 с.

12. Головин С.Е. Основные виды почвенных грибов. Плодоводство и ягодоводство России, 1994. С. 116-123.

13. Ермаков Б. С. Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием. Кишинев: Штиинца, 1981. С. 68-72.

14. Ермаков Е.П., Попов А.Н. Аспекты управления круговоротом органического вещества в системе почва — растение // Вестник РАСХН. 2001. № 1. С. 58-63.

15. Еришова А.Н., Баикирова Е.В. Действие регуляторов роста на активность каталазы и ферментов пероксидазной группы растений // Тезисы докладов Шестой Международной конференции (26-28 июня 2001 г.). М.: Изд-во МСХА, 2001. 91 с.

16. Кобец О.В., Аладина О.Н. Влияние условий содержания и степени обрезки маточных растений слабошипчатых сортов крыжовника на выход зеленых черенков. М.: Изд-во МСХА, 2000. Вып. 271. С. 100-105.

17. Кузнецова Л.М. Использование торфа в защищенном грунте. Торф в сельском хозяйстве Нечерноземной зоны: Справочник / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, Л.М. Кузнецова и др.; сост. В.Н. Ефимов. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. С. 109-130.

18. Лукаткин А.С., Пугаев С.В., Пугаев А.В., Кипайкина Н.В. Синтетические регуляторы роста как индукторы холодоустойчивости и продуктивности растений // Тез. докл. 6-й Межд. конференции «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях» 2001 г. М., 2001. С. 108-1094.

19. Матушкин А.Г. Способность к укоренению у черенков различных видов и сортов древесных и кустарниковых форм // Новое в размножении садовых растений. М., 1969. С. 158-163.

20. Никиточкина Т.Д., Гусев А.М. Рост и плодоношение земляники при мульчировании черной и прозрачной полиэтиленовыми пленками // Известия ТСХА. 1984. Вып. 1. С. 117-124.

21. Павлова А.Ю., Борисова А.А., Волков Ф.А., Головин С.Е., Джура Н.Ю., Дружба С.П. Оценка связей между показателями роста и развития корневой системы у зеленых черен-



ков вишни в зависимости от биологических особенностей и технологии укоренения // Пром. пр-во оздоровлен, посадоч. материала плодовых, ягод, и цветоч.-декоратив. культур. М., 2001. С. 107-112.

22. *Поликарпова Ф.Я.* Роль этиоляции маточных растений при зеленом черенковании // Сб. науч. работ ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина. Мичуринск, 1971. С. 106-112.

23. *Поликарпова Ф.Я.* Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками. М.: ВО Агропромиздат, 1993. 91 с.

24. *Поликарпова Ф.Я.* Роль маточных насаждений в технологии зеленого черенкования//Плодоовощное хозяйство. 1986. № 10. С. 22-21.

25. *Поликарпова Ф.Я., Салихов АИМ.* Влияние условий выращивания маточных растений черной смородины на их развитие и выход зеленых черенков // Сб. науч. работ Науч.-исслед. зон. ин-та сад-ва Нечерноземной полосы. 1979. Т. 13. С. 25-29.

26. *Прохорова З.А.* Размножение садовых растений зелеными черенками в связи с факторами внешней среды // Новое в размножении садовых растений. М., 1969. С. 183-188.

27. *Самоцветов Е.Г.* Опилки и мох как компоненты субстратов для зеленого черенкования сливы и альчи // Садоводство и виноградарство. 2000. № 1. С. 9-11.

28. *Седых Э.М., Адлсиенко В.Е., Старишинова П.П., Банных Л.П., Тацкий Ю.Г., Гулько П.П.* Анализ осадков городских стоков // РИА Стандарты и качество. Партнеры и конкуренты. 2001. № 1. С. 16-20.

29. *Скалий Л.П.* Субстраты в технологии зеленого черенкования // Доклады ТСХА. Вып. 278. М.: Изд-во МСХА. 2006. С. 440-443.

30. *Скалий Л.П., Самоцветов Е.Г.* Размножение растений зелеными черенками. М.: Изд-во МСХА, 2002. 115 с.

31. *Судейная С.В.* Роль внешних и внутренних факторов в ризогенезе стеблевых черенков растений // Рост растений и его регуляция. Кишинев: Штиинца, 1985. С. 124-130.

32. *Тарасенко А.Т.* Зеленое черенкование садовых и лесных культур. М.: ТСХА, 1991. 272 с.

33. *Тарасенко М.Т.* Размножение растений зелеными черенками. М.: Колос, 2001. 189 с.

34. *Тарасенко М.Т., Бакун В.К., Загурский С.Ф.* Совершенствование технологии выращивания клоновых подвоев яблони // Известия ТСХА. 1980. Вып. 5. С. 101-111.

35. *Турецкая Р.Х., Поликарпова Ф.Я., Кефели В.И, Коф Э.М., Кичина П.И.* Взаимодействие регуляторов роста при органообразовании у стеблевых черенков черной смородины и вишни // Физиология растений. 1976. Т. 23. Вып. 1. С. 67-75.

36. *Фаустов В.В.* Влияние условий минерального питания маточных растений вишни и крыжовника на укореняемость зеленых черенков // Новое в размножении садовых растений. М., 1969. С. 200-206.

37. *Фаустов В.В.* Регенерация и вегетативное размножение садовых растений // Известия ТСХА. 1987. Вып. 6. С. 137-160.

38. *Чеботарев П. Т.* Агроэкологическая оценка осадков сточных вод в качестве удобрений сельскохозяйственных культур // Бюл. ВИУА. 2002. № 116. С. 521-524.

39. *Юсуфова М.А.* Особенность регенерации стеблевых и листовых черенков растений // Рост растений и его регуляция. Кишинев: Штиинца, 1985. С. 131-136.

40. *Conway K.E., Foor C.J.* Biological and chemical control of Rhizoctonia solani aerial blight of Rosemary (*Rosemarinus officinalis*) // Phytopat. 1992. V 8. № 4. P. 497.

41. *Debergh P.C., Maene K* A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. Sci. Hort., 1981. V 14. № 4. P. 335-345.

42. *Greever P.T.* Quality plants start with propagation and the medium — Comb. Proc. / Intem.Plant Propagators Soc. 1985. Vol. 34. P. 173-177.

43. *Marcallo E.A., De Almeida R.C., Zuffellato-Ribas K.S.* Propagation of the Nerium oleander L. by the air-layering technique in different substratum. Scient. agr., 2001. Vol. 2. № 1/2. P. 123-125.

44. *Stoven Kooima H.* Coconat-coir-based media and versus peat-based media for propagation of woody ornamentals // Comb. Proc. /Intern. Plant Propagators'Soc. S. 1. 2000. Vol. 49. P. 373-374.

## OPTIMIZATION OF PROPAGATION TECHNOLOGY OF GARDEN PLANTS BY HERBACEOUS CUTTINGS

O.N. ALADINA

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

*The paper summarizes results of long-term research aimed at improving of propagation technology of garden plants by herbaceous cuttings. The advantages of some new technical elements that can significantly increase the yield of high-quality growing and planting material are discussed.*

*Key words: garden plants, easy and hard rooted cultivars, the propagation by softwood cuttings, mother plantation, mother plant's preparation, plant growth regulators, biologically active substances, substrates, disinfection, leaf treatments of cuttings, containers.*

Аладина Ольга Николаевна — д. с.-х. н. Тел. 976-82-74; e-mail: alberry7@yandex.ru.