



DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-3-403-416

EDN VYHGCS

УДК 631.535:712.41(98)

Научная статья / Research article

Технология зеленого черенкования древесных растений в Арктическом регионе

Н.В. Салтан^{1,2}  , Е.А. Святковская¹ ,
М.С. Заводских¹ , М.В. Корнейкова² 

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Российская Федерация

²Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация
 saltan.natalya@mail.ru

Аннотация. Для озеленения северных городов возрастает потребность в декоративных растениях, устойчивых к условиям обитания, в связи с этим возникает необходимость найти решение для их размножения в промышленных масштабах. Разработана технология зеленого черенкования древесных растений (*Syringa josikaea* и *Spiraea media*) как одного из перспективных способов вегетативного размножения лиственных декоративных пород в арктическом регионе. Установлены сроки черенкования (после цветения, в начале одревеснения побега): для *Spiraea media* — 1–10 июля; для *Syringa josikaea* — 10–25 июля. Определено положительное влияние стимулятора роста ИМК 1000 ppm на развитие корневой системы и надземной части черенков при 6- и 12-часовой обработке. Показано, что эффективным способом является более длительный период обработки 12 часов. Длина корней у *Syringa josikaea* превышала контроль при 6-часовой обработке на 52 %; при 12 часовой — на 89 %; у *Spiraea media* — на 27 и 42 % соответственно. Выявлено также, что у обоих видов на 32...34 % увеличивалось количество корней при более продолжительном воздействии. Отмечено, что 12-часовая обработка достоверно увеличивала образование листьев на черенке *Syringa josikaea* ($r = 0,87$ $p > 0,001$) и *Spiraea media* ($r = 0,89$ $p > 0,001$). Результаты показали, максимальный процент приживаемости укоренившихся черенков имели *Syringa josikaea* (95,1 %) и *Spiraea media* (75,2 %) при обработке ИМК 1000 ppm в течение 12 часов.

Ключевые слова: вегетативное размножение, *Syringa josikaea*, *Spiraea media*, обработка ИМК, биометрические параметры, Мурманская область

Вклад авторов: Салтан Н.В. — дизайн эксперимента, анализ, систематизация и интерпретация полученных данных, написание текста статьи; Святковская Е.А. — концептуализация цели исследования, обработка данных, написание текста статьи; Заводских М.С. — проведение экспериментальных наблюдений;

© Салтан Н.В., Святковская Е.А., Заводских М.С., Корнейкова М.В., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Корнейкова М.В. — статистическая обработка результатов. Все авторы ознакомились с окончательной версией рукописи и одобрили ее.

Финансирование. Исследования проводились в рамках научно-исследовательской работы «Стратегия развития и содержания коллекционных фондов ПАБСИ, как базы для проведения научных изысканий в области интродукции и экологии в Арктической зоне РФ» (#FMEZ-2024-0012, пер. № 124020500057-4). Тестирование растений для озеленения арктических городов осуществлялось при поддержке проекта Министерства науки и высшего образования РФ #FSSF-2024-0023.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 1 апреля 2025 г., принята к публикации 21 апреля 2025 г.

Для цитирования: Салтан Н.В., Святковская Е.А., Заводских М.С., Корнейкова М.В. Технология зеленого черенкования древесных растений в Арктическом регионе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 3. С. 403–416. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-3-403-416 EDN: VYHGCS

Technology of green cuttings of woody plants for landscaping arctic cities

Natalia V. Saltan^{1, 2}  , Ekaterina A. Sviatkovskaya¹ ,
Marina S. Zavodskikh¹ , Maria V. Korneykova² 

¹Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Murmansk region, Russian Federation

²RUDN University, Moscow, Russian Federation

 saltan.natalya@mail.ru

Abstract. For landscaping of northern cities, requirement for ornamental plants resistant to urban conditions is increasing, so there is a need to find a solution for multiplication at commercial scale. A technology of green cuttings of woody plants (*Syringa josikaea* and *Spiraea media*) has been developed as one of the promising methods of vegetative propagation of deciduous ornamental species in the Arctic region. The terms of cuttings (at the beginning of shoot lignification) have been established: for *Spiraea media* — July 1–10; for *Syringa josikaea* — July 10–25. A positive effect of the growth stimulator IBA 1000 ppm on the development of the root system and the above-ground part of the cuttings was determined with 6-hour and 12-hour treatment. It was shown that a longer treatment period (12 hours) was more effective. The length of the roots of *Syringa josikaea* exceeded the control with a 6-hour treatment by 52%; at 12 hours by 89%; in *Spiraea media* — by 27 and 42%, respectively. In both species the number of roots increased by 32–34% with a longer exposure. The treatment of cuttings for 12-hour significantly increased the formation of leaves on the cuttings of *Syringa josikaea* ($r = 0.87$ $p < 0.001$) and *Spiraea media* ($r = 0.89$ $p < 0.001$). The results revealed that the cuttings treated with IBA 1000 ppm (12h) registered maximum survival percentage of rooted cuttings of *Syringa josikaea* (95.1%) and *Spiraea media* (75.2%).

Keywords: vegetative reproduction, *Syringa josikaea*, *Spiraea media*, IBA treatment, biometric parameters, Murmansk region

Author's contribution: Saltan N.V. — experimental design, analysis, systematization, and interpretation of the obtained data, writing the manuscript; Sviatkovskaya E.A. — conceptualization of the study goal, data processing, writing the manuscript; Zavodskikh M.S. — conducting the experimental observations; Korneykova M.V. — statistical processing of the results. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Funding. This research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project no. FMEZ-2024-0012, No. 124020500057-4). Plants testing for landscaping Arctic cities was supported of the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation's project no.FSSF-2024-0023.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Article history: received 1 April 2025; accepted 21 April 2025.

For citation: Saltan NV, Sviatkovskaya EA, Zavodskikh MS, Korneykova MV. Technology of green cuttings of woody plants for landscaping Arctic cities. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025;20(3):403–416. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-3-403-416 EDN: VYHGCS

Введение

При росте урбанизации, изменении климата и других глобальных экологических процессах качество и уровень зеленой инфраструктуры в урбоэкосистемах приобретают общепланетарное значение [1–3]. С экономическим ростом актуализируется проблема повышения качества жизни населения, особенно в арктических городах с экстремальными природными условиями [4]. Общеизвестно, что зеленые насаждения улучшают микроклиматические условия местности, положительно влияют на психоэмоциональное и физическое состояние людей [5–7].

В северных городах создаются новые общественные пространства, благоустроенные территории, вследствие чего увеличивается потребность в посадочном материале различных видов и форм декоративных растений. В связи с невозможностью обеспечения возросшего спроса местными ресурсами большое количество растений привозится из южных регионов. Поскольку растения не адаптированы к условиям Крайнего Севера, они имеют более низкую декоративность и эстетичность.

Интродукционными испытаниями большого количества древесных, травянистых растений и разработкой способов их размножения занимается Полярно-альпийский ботанический сад-институт (ПАБСИ / Сад) с первых дней его основания (1931). Долгое время предпочтение отдавалось семенному размножению, материал для которого поступал из экспедиций и в результате сбора семян с маточных растений, произрастающих на территории Сада. Период достижения декоративности деревьев и кустарников при данном типе размножении более продолжительный (на 2–3 года), чем при вегетативном. К тому же почти 40 % видов не дают качественные семена, либо заготовка семенного материала связана с большими трудностями. В связи с высоким спросом на посадочный материал древесных растений в регионе возникла необходимость разработки рентабельной технологии вегетативного размножения деревьев и кустарников.

Для решения таких задач наиболее подходит зеленое черенкование. При этом способе размножения растения сохраняют полезные признаки и свойства культур, полностью воспроизводят черты (цвет, форму и размеры) материнского растения. Способность черенков к укоренению и процент успеха черенкования зависят от многих факторов, таких как возраст материнского растения, дата сбора, длина

и тип черенка, уровень питательных веществ в черенке, климатические условия, последующий уход и т.д.

Для ускорения образования корней и роста побегов черенков часто используют регуляторы роста растений. Наиболее надежным гормоном укоренения является синтетический ауксин — индолилмасляная кислота (ИМК), поскольку она нетоксична для растений и может использоваться в широком диапазоне концентраций [8–10]. Показано, что обработка ИМК в концентрации 1000 ppm оказалась лучшей по большинству параметров вегетативного роста и скорости размножения черенков растений [11, 12].

Цель исследования — разработка технологии зеленого черенкования древесных растений в арктическом регионе для коммерческого получения посадочного материала.

Материалы и методы исследования

Исследование проводили в 2024 г. на территории Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ), расположенного в г. Кировск Мурманской области (рис. 1). Для проведения эксперимента выбрали декоративные красивоцветущие кустарники *Syringa josikaea* Jacq. fil. и *Spiraea media* Franz Schmidt., широко применяемые для озеленения северных городов. Данные виды включены в региональный озеленительный ассортимент в 1941 г. [13].

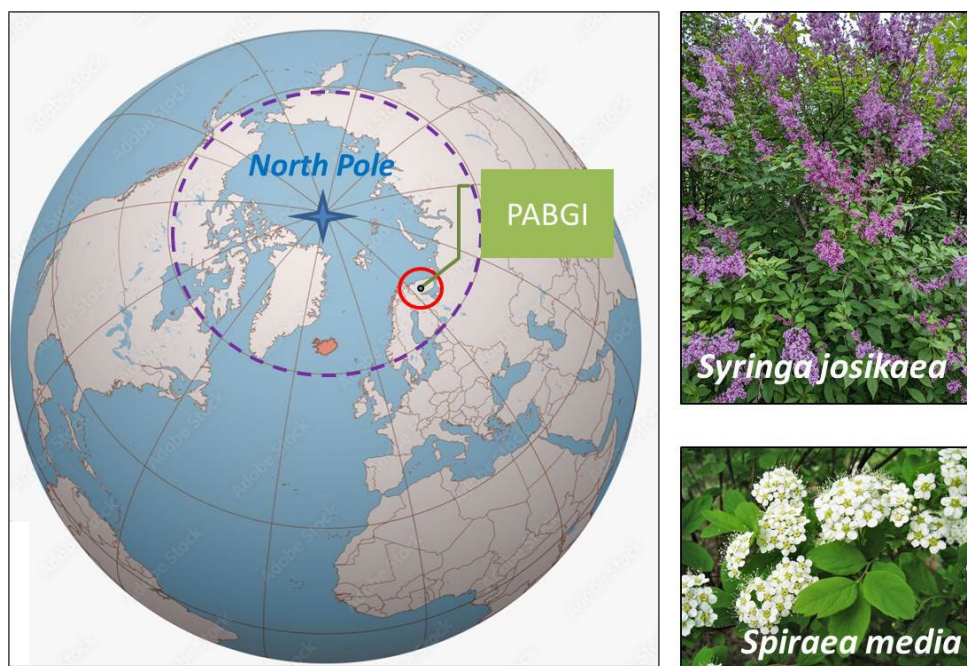


Рис. 1. Описание объектов и района исследований

Источник: фото растений Н.В. Салтан.

Впервые *Syringa josikaea* поступила в ПАБСИ для интродукционных испытаний в 1936 г. из Ленинграда (Ботанический институт) саженцами 2–3 лет. В 1940 г. этот вид впервые применен для озеленения парков и скверов Мурманска и Мончегорска. На родине, в природной флоре Карпат, считается редким видом [14]. *Syringa josikaea* является самым распространенным дендроинтродуцентом, встречается в каждом городе и составляет от 1 до 30 % от общего количества интродуцированных видов [15].

Syringa josikaea — декоративный кустарник высотой до 5 м. Листья сверху зеленые, снизу с сизоватым налетом, удлинённые, довольно крупные. Соцветия рыхлые, прямостоячие, пирамидальные, с хорошо выраженными ярусными разветвлениями. Цветки лилово-фиолетовые, длинные трубчатые с приятным слабым ароматом. Хороший медонос. В зависимости от погодных условий цветет с начала-середины июля в течение двух-трех недель. Плоды завязываются ежегодно, но редко вызревают. В конце июля побеги заканчивают рост и успевают одревеснеть к зиме. Листья сохраняют свежий зеленый цвет до снега [16]. Декоративность сохраняется до 60 лет при регулярном уходе.

Spiraea media поступила в ПАБСИ в 1936 г. Впервые использована в озеленении города Полярный в 1944 г. Встречается в озеленительных посадках во всех городах Мурманской области. Доля участия среди интродуцированных видов составляет от 0,5 до 18,0 %. Широко распространена в скверах Мончегорска (сквер в Южном районе) и Снежногорска (сквер на ул. Октябрьская). В уличных посадках отмечена в городах Апатиты и Мурманск [17].

Представляет собой сильно ветвистый, высокий (до 1,8 м) кустарник с густой кроной. Цветет в течение двух недель в июне. Цветки белые, собраны в многоцветковые зонтиковидные щитки, расположены густо по всему побегу. Зимостойка. Хорошо поддается стрижке. В городских условиях может сохранять декоративность в течение 40–50 лет в зависимости от условий произрастания.

Черенки *Spiraea media* и *Syringa josikaea* заготавливали рано утром с боковых побегов текущего года длиной 25–50 см. В качестве маточных растений использовали экземпляры в возрасте 5–15 лет, расположенные на хорошо освещенном месте, так как опытные культуры светолюбивые. До начала черенкования выбранные растения тщательно осматривали на наличие повреждений вредителями и болезнями. Листовые пластинки должны быть плоскими, не скрученными и не слишком большими.

Черенкование проводили на начальной стадии одревеснения побегов (коричневые вкрапления на зеленом фоне), у *Spiraea media* с 1 по 10 июля, у *Syringa josikaea* с 10 до 25 июля. Нарезали черенки из средней и верхней части побегов с вегетативными почками, делая косой срез на базальном конце и поперечный на верхушке каждого черенка. Черенки *Syringa josikaea* имели длину 5–10 см (1–2 междоузлия), нижние 1 или 2 листа удаляли, верхние обрезали на 1/3 или половину, что необходимо для уменьшения испарения влаги при отсутствии корневой системы. Листья с небольшой площадью оставляли без изменения. Черенки *Spiraea media* нарезались длиной 10–15 см (4–5 междоузлия). Листья у данного

вида мелкие, поэтому их не обрезали, а на нижних двух междоузлиях удаляли полностью. Из срезанного побега, в зависимости от его длины, получали у *Syringa josikaea* 2–4 черенка, у *Spiraea media* — 2 или 3.

Срезанные черенки обрабатывали ИМК концентрацией 1000 ppm. Эксперимент ставили с 3 повторениями для 1 фактора: время экспозиции. Фактор содержит 3 обработки: дистиллированная вода (Т1); ИМК 1000 ppm, время экспозиции — 6 часов (Т2); ИМК 1000 ppm, время экспозиции — 12 часов (Т3). Раствор указанной концентрации готовили путем разбавления в дистиллированной воде, а pH поддерживали на уровне 7,0 с помощью 0,1 N КОН или HCl в присутствии цифрового pH-метра. Каждая повторность включала 30 черенков.

Обработанные черенки промыли водой и высадили в теплицу в предварительно подготовленные контейнеры, заполненные почвенным субстратом, уложенным слоями. Нижний слой (2–3 см) — керамзит для дренажа, второй слой (8–10 см) — плодородная почва кислотностью 6,3 с содержанием аммонийного азота — 3,34, нитратного азота — 4,03 и P_2O_5 — 258,4 мг/100г а.с.н.; третий (верхние 2 см) — речной песок. Перед посадкой черенков субстрат обильно поливали и на сутки оставляли закрытым пленкой.

При посадке черенки заглубляли на 1,5...2,0 см, так чтобы нижний срез находился в песке или на границе песка и почвы. Расстояние между черенками выдерживали от 3 до 4 см, чтобы листья не соприкасались друг с другом. Черенок устанавливали в субстрат наклонно и плотно закрепляли в почве. Для создания парникового эффекта контейнеры с черенками покрывались пленкой, которую в первые 2–3 недели снимали только для полива, а в дальнейшем и на ночь для лучшей адаптации к воздушной среде. Все черенки регулярно поливали. Относительная влажность воздуха в теплице поддерживалась на уровне больше или равно 85 %, а температура — 20...26 °C.

Дальнейшие наблюдения проводили по различным параметрам побегов и корней: количество корней на черенок; длина корня, см; прирост побега, см; количество листьев, образовавшихся на черенках; процент выживания, %. Измерения проводили на 50 день (начало сентября).

Статистическая обработка. Достоверность отличий экспериментальных данных оценена с помощью однофакторного дисперсионного анализа по критерию Тюрки. Для установления статистически значимых различий между вариантами обработок и биометрическими параметрами растений проводили анализ главных компонент с использованием пакетов FactoMineR и factoextra в R (R 4.3.3).

Результаты исследования и обсуждение

Через 20 дней после посадки черенков рекогносцировочный осмотр показал, что лучшее состояние имели черенки *Syringa josikaea*, обработанные стимулятором роста в течение 12 часов. У них отмечено меньше сухих листьев и на 50 % растений появились новые почки. При выемке единичных черенков отмечалось наличие каллюса и образование маленьких корней. У растений, обработанных

ростовыми веществами в течение 6 часов, новые почки выявлены у 30 % растений, в контроле — у 20 %.

Количество корней на черенок. Наибольшее количество корней достоверно обнаружено у черенков *Syringa josikaea*, обработанных ИМК, в течение 12 часов (9,9, $p = 0,009$), при нахождении черенков в 6-часовой период значение немного ниже (9,1, $p = 0,016$), рис. 2, 3. В контроле количество корней минимальное (7,4). У *Spiraea media* количество корней также выше при 12 часовой обработке (11,2, $p < 0,01$), при этом данный показатель превышает аналогичное значение для *Syringa josikaea*. Отмечено, что у обоих видов по сравнению с контролем количество корней при 6-часовом воздействии увеличивалось на 19...21 %, при 12-часовом — на 32...34 %. ИМК является наиболее широко используемым регулятором роста для стимуляции зарождения корней у черенков из-за его высокой способности стимулировать укоренение и слабой токсичности [18, 19].

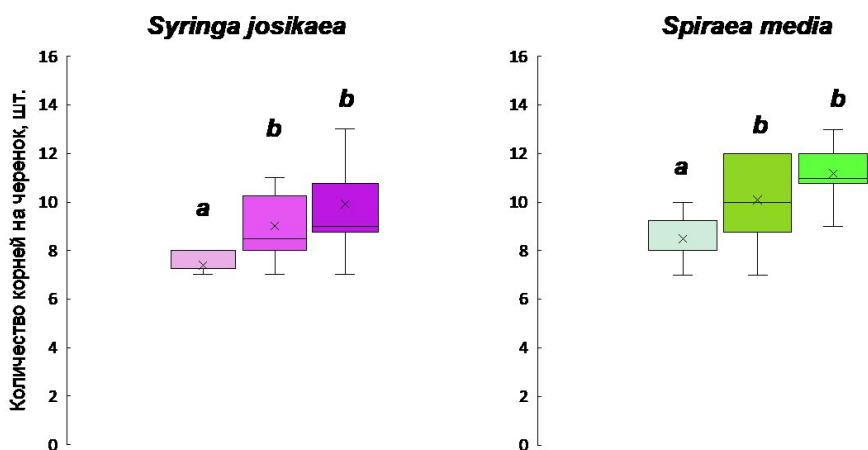


Рис. 2. Влияние обработки ИМК на количество корней на черенке у *Syringa josikaea* и *Spiraea media*. Величины *a*, *b* значимо ($p < 0,05$) различаются для разных вариантов обработок (ANOVA, критерий Тьюки)

Источник: выполнено Н.В. Салтан.

Более продолжительное нахождение черенков в стимуляторе способствовало лучшему образованию корней.

Длина корней. Обработка ИМК приводила также к увеличению длины корней у черенков изучаемых видов, но динамика их роста была различной (рис. 3, 4). У *Syringa josikaea* максимальная длина достоверно выявлена в варианте Т3 (16,6...20,0 см; $p < 0,05$), у *Spiraea media* также в варианте Т3 (9,8...15,7 см; $p < 0,05$). В целом, у *Syringa josikaea* по сравнению с контролем при 6-часовой обработке длина корней выше на 52, при 12-часовой — на 89 %. У *Spiraea media* эти показатели существенно ниже: при 6-часовой экспозиции — на 27, при 12-часовой — на 42 %.

Syringa josikaea



T1



T2



T3

Spiraea media



T1



T2



T3

Рис. 3. Развитие придаточных корней у черенков растений
Источник: фото сделано Н.В. Салтан.

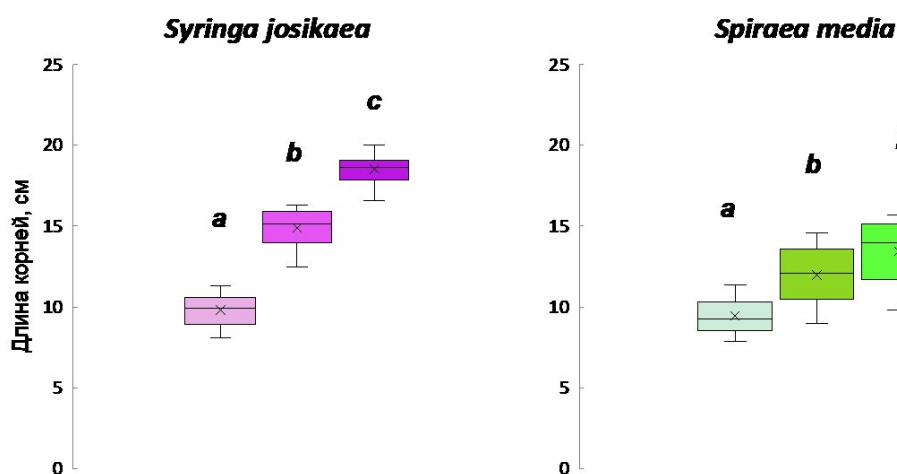


Рис. 4. Влияние ИМК на длину корней изученных видов. Величины *a*, *b* значимо ($p < 0,05$) различаются для разных вариантов обработок (ANOVA, критерий Тьюки)

Источник: сделано Н.В. Салтан.

Увеличение длины корня может быть связано с ранним образованием каллюса, дифференциацией клеток, большим удлинением клеток и дифференциацией сосудистой ткани, что в свою очередь способствовало росту корня. В работе Shenou показано, что увеличение длины корня у *Rosa damascena* по сравнению с контролем может быть связано с усиленным гидролизом углеводов, накоплением метаболитов и делением клеток, вызванным ауксином [20]. Эти результаты согласуются с выводами Singh et al. для *Cestrum nocturnum* [21] и Keerthivasan et al. для новых генотипов жасмина [22].

Прирост побега. Максимальный прирост побегов (14,9 см) зафиксирован у черенков *Spiraea media*, обработанных ИМК за 12 часов (ТЗ), а минимальный (1,3 см) — в контроле (Т1) (табл.). Данный параметр у черенков *Syringa josikaea* варьирует в более низком диапазоне значений, чем у *Spiraea media*, но с сохранением выявленной для нее тенденции. Для обоих видов растений эффект взаимодействия черенков с ауксином — увеличенный прирост побегов по сравнению с контролем, особенно при 12-часовой обработке. Усиление роста побегов черенков может быть обусловлено активным ростом корней и большим количеством корней на черенок, что в свою очередь увеличивает поглощение воды и питательных веществ. В черенках, обработанных ИМК, ауксин усилил деление клеток, удлинение клеток и синтез белка, что могло привести к усилению здорового вегетативного роста. Подобные результаты получены также Kumaresan et al. для *Jasminum multiflorum* [19] и Mohammed et al. для некоторых сортов роз [23].

Влияние времени обработки регулятором роста на параметры черенков

Регулятор роста		Прирост побега, см		Количество листьев на черенок	
		<i>Syringa josikaea</i>	<i>Spiraea media</i>	<i>Syringa josikaea</i>	<i>Spiraea media</i>
T1	Контроль	1,59 1,10–2,30	3,41 1,30–5,10	2,67 2,0–4,00	13,83 10,00–17,00
T2	ИБА 1000рм (6 ч)	2,91 1,50–4,50	4,83 2,20–7,30	3,17 2,00–4,00	21,5 15,00–27,00
T3	ИБА 1000рм (12 ч)	3,59 1,60–6,30	7,72 3,20–14,90	5,33 3,00–7,00	37,17 30,00–42,00

Примечание: над чертой жирным шрифтом – среднее; под чертой – минимум–максимум.

Источник: составлено Н.В. Салтан.

Количество листьев на черенок. У *Spiraea media* достоверно отмечено значительное увеличение числа новых листьев (37,17) при более продолжительной обработке ИМК (Т3) (см. табл.). В контроле у черенков новые листья образуются, но в меньшем количестве (13,83). У *Syringa josikaea*, для которой характерны более крупные листья и длинные междоузлия, данный показатель гораздо ниже, чем у спиреи. Однако 12-часовая обработка ауксином оказалась более эффективной, чем 6-часовая, и лучше стимулировала листообразование, что может быть связано с увеличением высоты растения и количества побегов. Показано, что под воздействием экзогенного ауксина растет количество листьев на черенок из-за разделения клеток каллуса, расширения клеток и синтеза белка, что приводит к усилению роста корней, побегов и, таким образом, к увеличению количества листьев [24, 25].

Взаимосвязь факторов. Анализ главных компонент у *Syringa josikaea* выявил, что первая компонента (64,9 %) связана с длиной корней, количеством корней, приростом побега, количеством листьев на черенок (рис. 5). Наибольшие значения параметров, характеризующие эффективность применения стимулятора роста, отмечены для количества корней на черенок. Перекрывающиеся эллипсы для Т1 и Т2 свидетельствуют о слабой разнице между обработками ИМК в течение 6 и 12 часов.

У *Spiraea media* максимальный вклад в дисперсию обусловлен первой компонентой (69 %), включающей такие параметры, как длина и количество корней, приростом побега, количеством листьев на черенок. У этого вида растений типы обработки образовали изолированные эллипсы, где эффект 12-часовой обработки в стимуляторе роста показал наилучший результат, особенно на прирост побега.

Процент приживаемости. Доля укоренных растений без использования ростовых веществ (Т1) варьировала от 60 (*Syringa josikaea*) до 65 % (*Spiraea media*) (рис. 6). У черенков обоих видов, которые находились в стимуляторе роста 6 часов, укоренение составило 70 %. Обработка в течение 12 часов увеличила прижива-

емость у спиреи до 75, у сирени до 95. Таким образом, 12-часовое воздействие стимулятора роста оказало наибольшее влияние на укоренение зеленых черенков *Syringa josikaea*, для *Spiraea media* оно было менее значительно. У обеих культур не укоренились очень тонкие черенки, нарезанные из верхней части побегов.

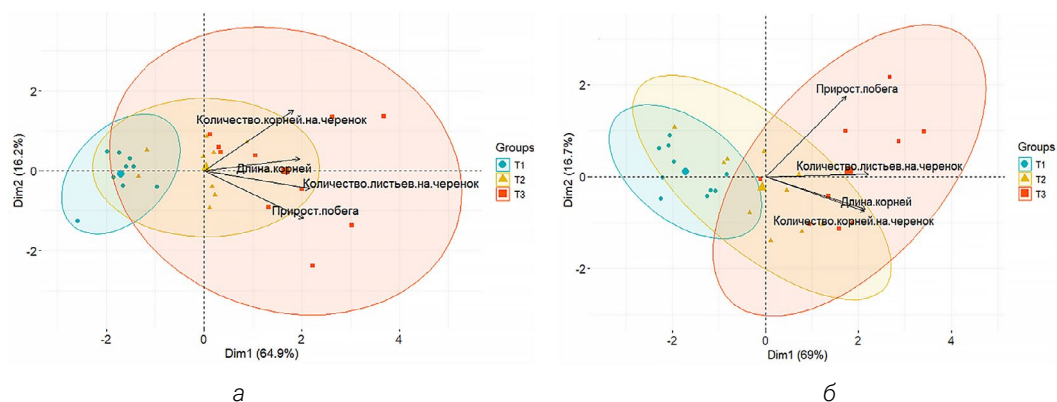


Рис. 5. Вклад переменных в главную компоненту: а — *Syringa josikaea*; б — *Spiraea media*

Источник: выполнили Н.В. Салтан, М.В. Корнейкова.

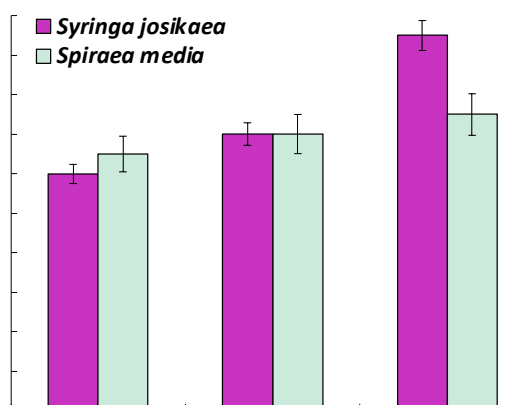


Рис. 6. Влияние регулятора роста на процент приживаемости зеленых черенков

Источник: выполнено Н.В. Салтан.

Заключение

Учитывая накопленные знания по вопросу зеленого черенкования для более южных регионов, мы внесли коррективы в технологию для арктических районов. Установлены региональные сроки черенкования, которые зависят от времени цветения растений и начала одревеснения побегов. Период развития и цветения опытных растений разный. *Spiraea media* относится к раннецветущим видам,

чем *Syringa josikaea*, и соответственно нарезка черенков проведена раньше почти на 10 дней.

Анализ результатов укоренения черенков показал положительное влияние обработкой стимулятором роста на развитие корневой системы и надземной части. Отмечено увеличение длины корней у черенков опытных растений: у *Syringa josikaea* по сравнению с контролем при 6-часовой обработке этот показатель выше на 52 %, при 12-часовой — на 89 %; *Spiraea media* — на 27 и 42 % соответственно.

Для листообразования 12-часовая обработка опытных видов стимулятором роста также оказалась более эффективной, чем 6-часовая. У *Syringa josikaea*, для которой характерны более крупные листья и длинные междоузлия, данный показатель гораздо ниже, чем у *Spiraea media*. В контроле у черенков новые листья образовывались, но в меньшем количестве.

На укоренение зеленых черенков наибольшее влияние оказало 12-часовое воздействие стимулятора роста: у *Syringa josikaea* — на 95, *Spiraea media* — 75 %, при 6-часовой обработке оно составило 70 % у обоих видов. Процент укорененных растений без использования ростовых веществ варьировал от 60 (*Syringa josikaea*) до 65 % (*Spiraea media*).

Таким образом, зеленое черенкование древесных видов, в частности *Syringa josikaea* и *Spiraea media*, является наиболее эффективным способом получения посадочного материала в арктической зоне.

Список литературы

1. Miakhel M, Abdulrahimzai AA, Habib A, Behsoodi MM. Urban green infrastructures and its impacts on the urban environment: a review. *Journal of Environment, Climate, and Ecology*. 2024;1(2):9–15. doi: 10.69739/jece.v1i2.135
2. Kim SY, Kim BHS. The effect of urban green infrastructure on disaster mitigation in Korea. *Sustainability*. 2017;9(6):1026. doi: 10.3390/su9061026
3. Scholz T, Hof A, Schmitt T. Cooling effects and regulating ecosystem services provided by urban trees — novel analysis approaches using urban tree cadastre data. *Sustainability*. 2018;10(3):712. doi: 10.3390/su10030712
4. Павленко В.И., Куценко С.Ю. Обеспечение комфортной жизнедеятельности человека в Арктике: проблемы и задачи // Экология человека. 2018. Т. 25. № 2. С. 51–58. doi: 10.33396/1728-0869-2018-2-51-58 EDN: YOJEJX
5. Breuste J, Artmann M, Li J, Xie M. Special issue on green infrastructure for urban sustainability. *Journal of Urban Planning and Development*. 2015;141(3):A2015001. doi: 10.1061/(asce)up.1943-5444.0000291
6. Nazish A, Abbas K, Sattar E. Health impact of urban green spaces: a systematic review of heat-related morbidity and mortality. *BMJ Open*. 2024;14(9):e081632. doi: 10.1136/bmjopen-2023-081632 EDN: ROKJEE
7. Zhao J, Ren R, Beeraka NM, PA M, Xue N, Lu P, Bai W, Mao Z, PR HV, Bulygin KV, Nikolenko VN, Fan R, Liu J. Correlation of time trends of air pollutants, greenspaces and tracheal, bronchus and lung cancer incidence and mortality among the adults in United States. *Frontiers in oncology*. 2024;14:1398679. doi: 10.3389/fonc.2024.1398679 EDN: XPISHS
8. Tsipouridis C, Thomidis T, Isaakidis A. Rooting of peach hardwood and semi-hardwood cuttings. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2003;43(11):1363–1368. doi: 10.1071/EA02153
9. Henrique A, Campinhos EN, Ono EO, de Pinho SZ. Effect of plant growth regulators in rooting of *Pinus* cuttings. *Brazilian Archives of Biological Technology*. 2006;49(2):189–196. doi: 10.1590/S1516-89132006000300002
10. Basuchaudhuri P. Auxins in rooting of cuttings. *Indian Journal of Plant Sciences*. 2021;10:69–85. doi: 10.13140/RG.2.2.35517.79847

11. Mehta NS, Bhatt SS, Kumar J, Kotiyal A, Dimri DC. Effect of IBA on vegetative growth and multiplication rate in stem cutting of pear rootstocks. *HortFlora Research Spectrum*. 2016;5(3):242–245.
12. Kamboj S, Singh K, Singh S, Gandhi N. Effect of indole butyric acid on rooting and vegetative parameters of pomegranate (*Punica granatum* L.) cuttings. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*. 2017;6(1):791–796.
13. Аврорин Н.А. Чем озеленять города и поселки Мурманской области и северных районов Карело-Финской ССР. Кировск, 1941. 126 с.
14. Красная книга СССР. 2-е издание. М., 1984. Т. 2. 478 с.
15. Салтан Н., Шлапак Е., Жиров В., Святковская Е., Гонтарь О., Тростенюк Н. Изучение пластичности фотосинтетического аппарата листьев дендроинтродуцентов в условиях урбаноcреды Кольской Арктики // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2–3. С. 545–549. EDN: ZWSWXT
16. Гонтарь О.Б., Жиров В.К., Казаков Л.А., Святковская Е.А., Тростенюк Н.Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты : КНЦ РАН, 2010. 226 с. EDN: QLBTDT
17. Святковская Е.А. Салтан Н.В., Тростенюк Н.Н., Гонтарь О.Б., Шлапак Е.П. Древесные интродуценты в ландшафтном оформлении внутриквартальных территорий городов Кольского Севера // Бюллетень Главного ботанического сада. 2020. № 1. С. 64–67. doi: 10.25791/BBGRAN.01.2020.1039 EDN: VWHKFN
18. Haissig BE. Influences of auxins and auxin synergists on adventitious root primordium initiation and development. *New Zealand Journal for Science*. 1974;4(2):311–323.
19. Kumaresan M, Kannan M, Sankari A, Chandrasekhar CN. Effect of different type of stem cuttings and plant growth regulators on rooting of *Jasminum multiflorum* (Pink Kakada). *International Journal of Chemical Studies*. 2019;7(3):935–939.
20. Shenoy R. *Influence of planting material and growth regulators on the rooting of stem cuttings in Rosa damascena* Mill. [Dissertation] Bangalore; 1992.
21. Singh KK, Rawat V, Rawat JMS, Tomar YK, Kumar P. Effect of IBA and NAA concentrations on rooting in stem cuttings of Night queen (*Cestrum nocturnum* L.) under sub-tropical valley conditions. *HortFlora Research Spectrum*. 2013;2(1):81–83.
22. Keerthivasan R, Ganga M, Chitra R, Vanitha K, Sharmila RC. Biochemical and physiological effects of propagule type and auxin concentration on adventitious root formation in novel Jasmine genotypes. *Plant Science Today*. 2024;11(4):852–863. doi: 10.14719/pst.4758 EDN: HQEOIS
23. Mohammed I, Karrar H, Al-Taey DKA, Li G, Yonglin R, Alsaffar MF. Response of Rose stem cutting to indole-3-butyric acid for root formation and growth traits. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2024;56(3):1187–1198. doi: 10.54910/sabrao2024.56.3.25 EDN: QTFUPF
24. Evans ML. Rapid responses to plant hormones. *Annual Review of Plant Physiology*. 1976;25:195–223. doi: 10.1146/annurev.pp.25.060174.001211
25. Safaa MM, Abo EL-Ghait EM, Youssef ASM, Sebaie H. Effect of some rooting media and IBA treatments on rooting, growth and chemical composition of stem cuttings of *Ficus benjamina* cv. Vivian. *Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor*. 2020;58(4):999–1010.

Об авторах:

Салтан Наталья Владимировна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: saltan.natalya@mail.ru

ORCID: 0000-0002-5905-9774 SPIN-код: 6405-0697

Святковская Екатерина Александровна — научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: sviatkovskaya@mail.ru

ORCID: 0000-0002-4069-7020 SPIN-код: 3143-2491

Заводских Марина Сергеевна — младший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: mar.umanets@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-5702-3858 SPIN-код: 1064-2792

Корнейкова Мария Владимировна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра «Смарт технологии устойчивого развития городской среды в условиях глобальных изменений», заместитель директора по научной работе аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: korneykova.maria@mail.ru
ORCID: 0000-0002-6167-1567 SPIN-код: 8258-4976