

Научная статья

УДК 582.623.2:581.165.712:502.654

DOI: 10.37482/0536-1036-2025-3-52-62

Влияние сроков черенкования на укореняемость черенков некоторых видов ивы в Норильском промышленном районе

Г.С. Вараксин¹✉, д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: [HNJ-3503-2023](https://orcid.org/0000-0003-4335-4784),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4335-4784>

Н.Н. Чербакова², аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6337-6927>

¹Институт леса им. В.Н. Сукачёва – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ Сибирского отделения РАН, ул. Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия, 660036; varaksings@mail.ru✉

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики – филиал ФИЦ КНЦ Сибирского отделения РАН, ул. Комсомольская, д. 1, г. Норильск, Россия, 663302; natalya.ochikolova@mail.ru

Поступила в редакцию 18.12.23 / Одобрена после рецензирования 17.03.24 / Принята к печати 19.03.24

Аннотация. Для создания ивовых насаждений в Норильском промышленном районе необходимо применять посадочный материал из наиболее устойчивых к техногенному воздействию местных видов ив (*Salix lanata* L., *S. hastata* L. и *S. viminalis* L.), используя способ черенкования. Получение наилучших результатов укоренения черенков в открытом и закрытом грунтах в условиях Норильского промышленного района возможно при соблюдении оптимальных сроков их срезания, которые должны совпадать с периодом готовности побегов материнского растения к образованию корней, а также при создании определенных условий для выращивания растений (температурно-влажностный и осветительный режимы, наличие питательной грунтосмеси, обработка черенков препаратом корнеобразования). Рассмотрены и определены сроки черенкования с учетом метеоусловий, фенофаз развития материнских растений и влияния перечисленных факторов на процесс укоренения. Оптимальными сроками можно считать периоды начиная с момента набухания почек и заканчивая вступлением маточных растений в фазу активного роста (с I декады июня по I декаду июля). Заготовка черенков видов рода *Salix* в это время способствовала успешности их укоренения и приживаемости. Высокие результаты укоренения в обоих типах грунта зафиксированы в 2023 г. у видов *S. viminalis* L. (51–87 %) и *S. hastata* L. (48–82 %) в период начала роста листьев и интенсивного развития растений; немного ниже, при тех же условиях, показатели у *S. lanata* L. (41–74 %). Важно подчеркнуть, что для изучаемых видов ив в ходе исследования не было выявлено существенных различий процесса укоренения черенков. Анализ результатов укореняемости черенков различных видов ивы позволяет прийти к выводу о целесообразности их дальнейшего использования в качестве посадочного материала в данной природной зоне. Полученные сведения могут послужить основой для разработки технологии выращивания черенковых саженцев ивы в арктических условиях и применены при планировании рекультивации и озеленения городских объектов в Норильском промышленном районе.

Ключевые слова: арктические условия, ивы, закрытый и открытый грунт, сроки черенкования, техногенно-нарушенные земли, укоренение черенков, Норильский промышленный район



Для цитирования: Вараксин Г.С., Чербакова Н.Н. Влияние сроков черенкования на укореняемость черенков некоторых видов ивы в Норильском промышленном районе // Изв. вузов. Лесн. журн. 2025. № 3. С. 52–62. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-3-52-62>

Original article

The Influence of the Cuttings Propagation Timing on the Rooting Ability of Cuttings of Some Willow Species in the Norilsk Industrial District

Gennadij S. Varaksin¹✉, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [HNJ-3503-2023](https://orcid.org/0000-0003-4335-4784),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4335-4784>

Natal'ya N. Cherbakova², Postgraduate Student; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6337-6927>

¹Sukachev Institute of Forest of the Siberian Branch of the RAS – Division of Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS”, Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation; varaksings@mail.ru✉

²Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic – Branch of Federal Research Center “Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, ul. Komsomolskaya, 1, Norilsk, 663302, Russian Federation; natalya.ochikolova@mail.ru

Received on December 18, 2023 / Approved after reviewing on March 17, 2024 / Accepted on March 19, 2024

Abstract. To create willow plantations in the Norilsk Industrial District, it is necessary to use planting material from the most resistant to man-made impact local willow species (*Salix lanata* L., *S. hastata* L. and *S. viminalis* L.) using the cuttings method. Obtaining the best results of rooting cuttings in the open and covered ground in the conditions of the Norilsk Industrial District is possible if the optimal timing of their cutting is observed, which should coincide with the period of readiness of the shoots of the maternal plant to form roots, as well as when certain conditions are created for growing plants (temperature-humidity and lighting conditions, the presence of a nutrient soil mixture, treatment of cuttings with a rooting preparation). The timing of cuttings propagation is considered and determined taking into account weather conditions, phenophases of development of maternal plants and the influence of the listed factors on the rooting process. The optimal timing can be considered to be the periods starting from the moment of bud swelling and ending with the entry of maternal plants into the active growth phase (from the first 10 days of June till the first 10 days of July). Harvesting cuttings of species of the genus *Salix* at this time has contributed to the success of their rooting and survival. High rooting results in both types of ground have been recorded in 2023 for the species *S. viminalis* L. (51–87 %) and *S. hastata* L. (48–82 %) during the period of the beginning of leaf growth and intensive plant development; slightly lower, under the same conditions, have been the indicators for *S. lanata* L. (41–74 %). It is important to emphasize that for the studied willow species, no significant differences in the rooting process of cuttings have been identified. Analysis of the results of the rooting of cuttings of various willow species allows us to conclude that it is advisable to further use them as planting material in this natural area. The data obtained can serve as a basis for the development of a technology for growing willow cuttings in arctic conditions and be applied in the planning of reclamation and landscaping of urban facilities in the Norilsk Industrial District.

Keywords: arctic conditions, willows, open and covered ground, cuttings propagation timing, technogenically disturbed lands, rooting of cuttings, the Norilsk Industrial District

For citation: Varaksin G.S., Cherbakova N.N. The Influence of the Cuttings Propagation Timing on the Rooting Ability of Cuttings of Some Willow Species in the Norilsk Industrial District. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2025, no. 3, pp. 52–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-52-62>

Введение

Для Норильского промышленного района (НПР) актуальной проблемой остается восстановление земель и растительного покрова, поврежденных вследствие негативного воздействия интенсивной промышленной деятельности [26, 30]. Один из эффективных способов решения данной проблемы – создание древесных насаждений из местных быстрорастущих растительных ресурсов – видов рода *Salix*, способных выдерживать суровые климатические условия, устойчивых к антропогенным нагрузкам и стремительно «реанимирующих» нарушенные территории [1, 4, 14–17, 35]. Накоплен значительный опыт использования ив в области биорекультивации техногенных ландшафтов [6, 12–17, 21–24, 31]. Черенкование – перспективный метод получения посадочного материала древесных растений, который применяется в различных почвенно-климатических условиях России [8, 10, 18, 19, 26, 34]. Исследования такого способа размножения растений показали, что поиск оптимального срока черенкования также является ключевым аспектом для успешности укоренения и приживаемости растений. Данный период зависит от анатомических и морфологических особенностей видов в различные фазы роста и развития материнских растений, которые характеризуются уникальным содержанием фитогормонов, влияющих на физиологические процессы, включая готовность стеблевых черенков к укоренению [32]. Благодаря правильно подобранным срокам черенкования можно ускоренно получить в большом количестве черенковые саженцы, идентичные материнским растениям.

Цель данного исследования – определение влияния сроков черенкования в зависимости от фенофаз маточного растения на укоренение черенков ивы.

Объекты и методы исследования

Исследование проводилось с 25 мая по 5 сентября 2022–2023 гг. в условиях открытого и закрытого грунтов НПР. Объект исследования – черенки местных видов рода *Salix*. Черенковый материал собирался в питомнике Научно-исследовательского института сельского хозяйства и экологии Арктики Сибирского отделения РАН (г. Норильск), что обеспечивало высокую степень адаптации саженцев к местным почвенно-гидрологическим условиям. Применялись общепринятые в лесном хозяйстве методики [8, 10, 21]. Статистическая обработка данных [11] выполнялась с помощью компьютерной программы Excel. Для оценки достоверности результатов рассчитывался коэффициент изменчивости и значение критерия Стьюдента, применяемые в многофакторных опытах.

Заготовку черенков осуществляли с прямых, неповрежденных частей побегов маточных растений следующих видов ив: ивы шерстистой (*S. lanata* L.), ивы копьевидной (*S. hastata* L.) и ивы прутовидной (*S. viminalis* L.), – устойчивых к техногенному воздействию [7]. При этом учитывались результаты фенологических наблюдений за их ростом и развитием [5, 20, 27, 29]. Черенкование

осуществляли в различные фазы развития маточных растений: набухание почек (II–III декада мая), начало роста листьев (I декада июня), массовое распускание листьев (II–III декады июня), интенсивный рост растений (I–II декады июля), появление осенней раскраски (II декада августа) [28]. Испытания отобранных видов проводились в 5 вариантах, каждый из которых включал 3 повторности по 30 шт. Черенки заготавливали длиной 45 см и диаметром не менее 6 мм, с 2–3 вегетативными почками. Срезка проводилась в 1-й половине дня, при этом нижний срез выполнялся наклонно под самой почкой, поскольку именно в этом месте скапливаются питательные вещества и активно формируется каллус, что в дальнейшем способствует интенсивному развитию корней (рис. 1). После срезки черенковый материал подвергался обработке стимулятором роста Гетероауксином в соответствии с инструкцией [9]. Черенки помещали на 24 ч в раствор стимулятора на глубину 3–5 см, в специально подготовленные пластиковые емкости. Температура рабочего раствора составляла 20 °С.



Рис. 1. Заготовка и обработка черенкового материала для закладки опытов

Fig. 1. Harvesting and treating the cuttings for the experiments

Обработанные черенки высаживались вертикально в вегетативные емкости, вместимостью 0,5 л в специальную питательную грунтосмесь на основе органоминеральных ресурсов, широко распространенных на территории НПП [31]. Глубина посадки составляла 1/3 длины черенка с обязательным условием оставления не менее 2 почек над поверхностью грунтосмеси. После посадки черенки обильно увлажняли, соблюдая определенный график и норму полива. За обработкой стимулятором роста следовала высадка материала в открытый грунт, в лунки на расстоянии 0,3×0,3 м друг от друга, после чего черенки также обильно поливали. Систематически вели наблюдения за процессом укоренения. Осмотр растений проводили на 3, 5, 7, 10, 15-й дни после посадки, также следили за развитием корней и распусканием ростовых почек, что являлось важным признаком дальнейшей приживаемости саженцев.

НПП находится в арктической зоне с субарктическим климатом, характеризующимся резкими континентальными условиями. Зима суровая и долгая, снежный покров устойчивый, лето относительно короткое и прохладное. Переходные сезоны, осень и особенно весна, очень непродолжительные. Среднегодовая температура воздуха равна –9,6 °С, в июле варьирует от 8 до 15 °С, достигая 35 °С, в январе – от –29 до –34 °С, с минимальным значением – –53 °С. Годовое количество осадков составляет около 400 мм. Снегопад начинается с конца сентября, а снежный покров сходит в последних числах мая – начале

июня, вскрытие рек наблюдается в то же время. Ветры в зимний период в основном юго-восточные и восточные, а в летний – северо-западные и юго-восточные, средняя скорость – 5,0 м/с, абсолютный максимум может достигать ~ 40 м/с [25]. Сезонная динамика метеофакторов вегетационного периода 2022–2023 гг. на основе [2] представлена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Температура воздуха и количество осадков за вегетационный период 2022–2023 гг.
The air temperature and amount of precipitation for the growing season 2022–2023

Показатель	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Температура воздуха, °С: средняя фактическая за 2022 г.	1,8	13,5	15,6	11,6	2,7
средняя фактическая за 2023 г.	–2,0	8,5	15,6	15,5	5,4
среднемноголетняя (2001–2021 гг.)	–2,6	9,7	14,9	11,5	5,03
Количество осадков, мм: фактическое за 2022 г.	11,4	16,0	7,7	103,1	116,6
фактическое за 2023 г.	74,4	78,6	99,4	25,8	102,5
среднемноголетнее фактическое (2001–2021 гг.)	36,1	42,3	51,2	62,8	45,3

Таблица 2

Количество дней и ветра вегетационного периода 2022–2023 гг.
The number of days and winds of the growing season 2022–2023

Показатель	2022	2023	Среднее (фактическое)
Количество дней вегетационного периода	119	115	103
Преобладающие ветры в вегетационный период	3; СЗ	СЗ; ЮВ	СЗ; ЮВ

Анализ погодных условий в вегетационные периоды 2022–2023 гг. выявил значительные отклонения температуры воздуха в 2022 г., когда весна была ранняя, а осень оказалась холодной, распределение осадков в течение лета характеризовалось как неравномерное: в начале вегетации отмечался недостаток влаги, а в конце – избыток. В 2023 г. погодные условия благоприятствовали укоренению черенков, однако в первые дни вегетационного периода установилась прохладная и влажная погода. Позже температура воздуха соответствовала средним многолетним показателям, а количество осадков превышало среднюю многолетнюю норму более чем в 1,5 раза. Несмотря на их обилие, низкая температура в июне замедлила наступление фазы роста растений. Таким образом, собранные метеорологические данные для 2022–2023 гг. подтверждают особенности климата НПП с неравномерным распределением осадков и резкими колебаниями температуры воздуха, которые оказывают существенное влияние на изучаемые объекты, прежде всего на их укореняемость, а также дальнейший рост и развитие саженцев.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты укоренения черенков исследуемых видов ивы в условиях закрытого и открытого грунтов НПП приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средняя (с ошибкой) укореняемость черенков некоторых видов *Salix* в 2022–2023 гг. при заготовке в различные фенофазы развития маточных растений, %
The average (with error) rooting ability of cuttings of some *Salix* species in 2022–2023 when harvested in different phenophases of development of maternal plants, %

Фаза развития маточного растения	2022 г.						2023 г.					
	открытый грунт			закрытый грунт			открытый грунт			закрытый грунт		
	<i>S.lanata</i> L.	<i>S.hastata</i> L.	<i>S.viminalis</i> L.	<i>S.lanata</i> L.	<i>S.hastata</i> L.	<i>S.viminalis</i> L.	<i>S.lanata</i> L.	<i>S.hastata</i> L.	<i>S.viminalis</i> L.	<i>S.lanata</i> L.	<i>S.hastata</i> L.	<i>S.viminalis</i> L.
Набухание почек	13±0,4	16±0,2	18±0,1	23±0,2	27±0,2	34±0,1	31±0,1	36±0,1	39±0,1	69±0,04	80±0,1	82±0,1
Начало роста листьев	21±0,1	23±0,2	26±0,1	54±0,1	60±0,1	68±0,04	32±0,1	34±0,1	39±0,1	74±0,04	81±0,03	87±0,01
Массовое распускание листьев	37±0,1	43±0,1	46±0,1	62±0,1	67±0,1	74±0,04	39±0,1	46±0,1	48±0,1	67±0,1	74±0,04	81±0,03
Интенсивный рост растения	4±0,6	6±0,5	12±0,2	83±0,03	87±0,01	89±0,03	41±0,1	48±0,1	51±0,1	70±0,1	82±0,1	83±0,03
Появление осенней раскраски листьев	32±0,1	34±0,2	36±0,1	39±0,1	46±0,2	48±0,1	30±0,0	36±0,1	36±0,1	32±0,1	34±0,1	36±0,1

Согласно данным табл. 3, оптимальные сроки черенкования для изучаемых видов ивы приходятся на начало роста листьев и активное развитие растений, в эти периоды было получено максимальное количество укоренившихся черенков. Высокие результаты в указанные фенофазы были зафиксированы для *S. viminalis* L. и *S. hastata* как в открытом, так и в закрытом грунте, в то время как у *S. lanata* L. при сопоставимых условиях выявлены немного более низкие показатели. Укоренение черенков, выполненное в период набухания почек и появления осенней раскраски, продемонстрировало ощутимо худшие результаты, особенно в условиях открытого грунта в 2022 г. Вероятной причиной могли стать погодные условия, оказавшие существенное влияние на укореняемость посадочного материала на этапе приживаемости, что подтверждается данными других исследователей [3, 12, 32–35].

У *S. viminalis* L. было достигнуто наибольшее укоренение черенков, составившее 89 % в фазе набухания почек в закрытом грунте и 51 % в период интенсивного развития маточных растений в открытом грунте. Лучшими сроками для черенкования *S. hastata* L. оказались этапы массового распускания листьев и активного роста маточных растений: укоренение черенков достигало 48 % в от-

крытом грунте и 87 % в закрытом грунте за время исследования. Установлены аналогичные закономерности процесса укоренения у *S. lanata* L. в сравнении с двумя другими видами. Наилучшие результаты для нее были получены в начале роста листьев и интенсивного развития растений – 83 % в закрытом грунте и 41 % в открытом грунте в 2023 г. Приведенные показатели могут свидетельствовать о приспособленности данных видов ивы к размножению черенками в арктических условиях.

На 2-м году исследования зафиксирована высокая степень укоренения черенков, заготовленных на протяжении всех фенологических стадий развития маточных растений, за исключением осенней раскраски листьев. Осенью у большинства растений замедляется активный рост побегов, что приводит к снижению процента успешного укоренения черенков [14]. Также были получены положительные результаты укоренения посадочного материала ивы в условиях открытого грунта этого года, что вероятно связано с благоприятными погодными условиями. Уровень укоренения достигал 20 % по сравнению с предыдущим годом исследования, что связано с изменениями абиотических факторов среды, в частности, режима влажности почвы в период приживаемости растений в условиях НПП. Кроме того, было отмечено значительное преимущество в результатах укоренения в закрытом грунте по сравнению с открытым, достигающее около 40 %. Полученные данные можно объяснить прежде всего условиями выращивания (микроклиматом): влажность воздуха в течение процесса укореняемости поддерживалась на уровне 70–85 %, а температура воздуха – в пределах 20–25 °С.

Черенки всех исследуемых видов ив продемонстрировали высокую способность к укоренению в закрытом грунте на протяжении почти всего цикла развития маточных растений и быстро формировали корни при соблюдении оптимальных условий выращивания (рис. 2).

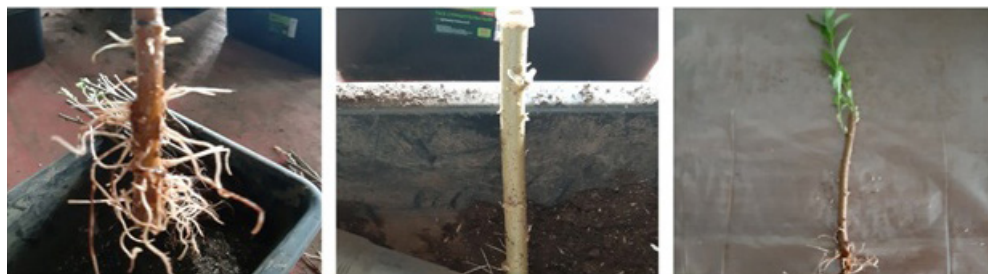


Рис. 2. Корнеобразование черенков ивы в закрытом грунте

Fig. 2. The rooting of willow cuttings in closed ground

Заключение

В ходе работы установлено влияние сроков черенкования на успешное укоренение черенков видов рода *Salix*: *S. lanata* L., *S. hastata* L. и *S. viminalis* L. В условиях Норильского промышленного района оптимальными сроками черенкования, при которых происходит быстрое формирование корневой системы и успешная приживаемость саженцев ивы, являются периоды набухания почек в случае выращивания посадочного материала в условиях закрытого грунта, начала роста листьев и интенсивного развития маточных растений в

открытом и закрытом грунтах. При этом важно учитывать погодные условия, поскольку они могут существенно воздействовать на процесс укоренения. Для достижения наилучшего результата необходимо также принимались во внимание биологические особенности вида, наилучшее соотношение абиотических факторов и условия выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Анциферов Г.И. Ива. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 101 с.
Antsiferov G.I. *Willow*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984. 101 p. (In Russ.).
2. Архив погоды в Норильске. Режим доступа: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Норильске (дата обращения: 04.04.25).
Weather Archive for Norilsk. (In Russ.).
3. Афонин А.А. Динамика развития побегов ивы трехтычинковой при разном атмосферном увлажнении // Лесоведение. 2023. № 1. С. 44–51.
Afonin A.A. Development Dynamics of the Almond Willow's Shoots on Different Levels Atmospheric Moisture. *Lesovedenie* = Russian Journal of Forest Science, 2023, no. 1, pp. 44–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0024114823010023>
4. Валягина-Малютина Е.Т. Ивы европейской части России: иллюстрир. пособ. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. 217 с.
Valyagina-Malyutina E.T. *Willows of the European part of Russia*: Illustrated Guide. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2004. 217 p. (In Russ.).
5. Вараксин Г.С., Антоненко С.Н. Фенологические особенности кустарниковых видов ив в окрестностях г. Норильска // Материалы Всерос. конф., посвящ. 60-летию ин-та леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН и 70-летию образования Красноярск. края. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2004. 491 с.
Varaksin G.S., Antonenko S.N. Phenological Features of Shrubby Willow Species in the Vicinity of Norilsk. *Proceedings of the All-Russian Conference Dedicated to the 60th Anniversary of the V.N. Sukachev Institute of Forest (Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences) and the 70th Anniversary of the Krasnoyarsk Region*. Krasnoyarsk, Institute of Forest (Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences), 2004. 491 p. (In Russ.).
6. Вараксин Г.С., Кузнецова Г.В. Особенности биологической рекультивации в Норильском промышленном районе // Сиб. лесн. журн. 2016. № 2. С. 92–101.
Varaksin G.S., Kuznetsova G.V. Specifics of Biological Recultivation in Norilsk Industrial Region. *Sibirskij lesnoj zhurnal* = Siberian Journal of Forest Science, 2016, no. 2, pp. 92–101. (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SJFS20160209>
7. Вараксин Г.С., Кузнецова Г.В., Евграфова С.Ю., Шапченкова О.А. Опыт биологической рекультивации техногенных ландшафтов в Норильском промышленном районе // Сиб. экол. журн. 2014. № 6. С. 1039–1047.
Varaksin G.S., Kuznetsova G.V., Evgrafova S.Yu., Shapchenkova O.A. Biological Recultivation of Technogenic Landscapes in Norilsk Industrial Region. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal* = Contemporary Problems of Ecology, 2014, no. 6, pp. 1039–1047. (In Russ.).
8. Вехов Н.К., Ильин М.П. Вегетативное размножение древесных растений летними черенками. Л.: ВИР, 1934. 284 с.
Vekhov N.K., Il'in M.P. *Vegetative Propagation of Woody Plants by Summer Cuttings*. Leningrad, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) Publ., 1934. 284 p. (In Russ.).
9. Гетероауксин: инструкция. Режим доступа: <https://edelstarus.ru/udobreniya/200-geteroauksin-instrukcija-po-primeneniju-stimuljatora-rosta-otzyvy-formula-sostav.html> (дата обращения: 27.03.25).
Heteroauxin: Instructions. (In Russ.).

10. Граница Ю.В., Соколова Н.А., Лежнин К.Т. Выращивание посадочного материала в древесном питомнике декоративных растений: курс лекций. Йошкар-Ола: Поволж. гос. технол. ун-т, 2012. 236 с.

Granitsa Yu.V., Sokolova N.A., Lezhnin K.T. *Growing Planting Material in a Tree Nursery of Ornamental Plants: Course of Lectures*. Yoshkar-Ola, Volga State University of Technology Publ., 2012. 236 p. (In Russ.).

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Dospikhov B.A. *Field Experiment Methodology (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russ.).

12. Енанчинцева О.В., Тишкина Е.А., Монтиле А.А. Особенности роста и развития в первые годы выращивания различных таксонов рода *Salix* L. на урбанизированной территории Екатеринбурга // Вестн. Бурят. гос. с.-х. акад. им. В.П. Филиппова, 2021. № 3(64). С. 83–91.

Epanchintseva O.V., Tishkina E.A., Montile A.A. Features of Growth and Development in the First Years of Growing Various Taxa of Genus *Salix* L. in the Urbanized Territory of Ekaterinburg. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii imeni V.P. Filippova* = Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, 2021, no. 3(64), pp. 83–91. (In Russ.). <https://doi.org/10.34655/bgsha.2021.64.3.011>

13. Захарова Л.А. Устойчивость видов рода *Salix* L. к аэротехногенному загрязнению атмосферы: дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2005. 176 с.

Zakharova L.A. *Resistance of Species of the Genus Salix L. to Aerotechnogenic Atmospheric Pollution*: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs. Novosibirsk, 2005. 176 p. (In Russ.).

14. Комиссаров Д.А. Биологические основы размножения древесных растений черенками. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 291 с.

Komissarov D.A. *Biological Principles of Propagation of Woody Plants by Cuttings*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1964. 291 p. (In Russ.).

15. Кулагин А.Ю. Биологические особенности некоторых видов ив в техногенных местообитаниях Предуралья и Южного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1983. 19 с.

Kulagin A.Yu. Biological Characteristics of Some Willow Species in Technogenic Habitats of the Cis-Urals and Southern Urals: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs. Tomsk, 1983. 19 p. (In Russ.).

16. Кулагин А.Ю. Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Уфа: Гилем, 1998. 193 с.

Kulagin A.Yu. Willows: Technogenesis and Problems of Optimization of Disturbed Landscapes. Ufa, Gilem Publ., 1998. 193 p. (In Russ.).

17. Мартынова Н.А., Тохтарь В.К. Некоторые подходы к направленному подбору видов при создании устойчивых культурфитоценозов в антропогенно нарушенных экотопах // Науч. ведомости Белгородск. гос. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2011. № 9(104). Вып. 15/1. С. 308–312.

Martynova N.A., Tokhtar' V.K. Some Approaches to Directed Selection of Species at Stable Agrophytocoenosis Creation in Anthropogenously Transformed Ecotopes. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* = Belgorod State University Scientific Bulletin. Series: Natural Sciences, 2011, no. 9(104), iss. 15/1, pp. 308–312. (In Russ.).

18. Морозов И.Р. Ивы СССР, их использование и применение в защитном лесоразведении. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1950. 168 с.

Morozov I.R. *Willows of the USSR, Their Use and Application in Protective Afforestation*. Moscow – Leningrad. Goslesbumizdat, 1950. 168 p. (In Russ.).

19. Новицкая Г.Н. Черенкование кустарников // Цветоводство. 2013. № 1. С. 3–6.
Novitskaya G.N. Cuttings of Shrubs. *Tsvetovodstvo* = Floriculture, 2013, no. 1, pp. 3–6. (In Russ.).

20. Пахов А.С. Фенология аллювиальных видов ив в условиях дельты реки Северной Двины // Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития: тез. докл. Всерос. науч. конф. М.: ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН, 2017. С. 408–409.

Pakhov A.S. Phenology of Alluvial Willow Species in the Conditions of the Northern Dvina River Delta. *Monitoring of the State and Pollution of the Environment. Main Results and Development Paths*: Scientific Conference Abstracts of the All-Russian Scientific Conference. Moscow, Federal State Budgetary Institution “Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology of the Roshydromet and the Russian Academy of Sciences, 2017, pp. 408–409. (In Russ.).

21. Поликарпова Ф.Я., Пилюгина В.В. Выращивание посадочного материала зеленым черенкованием. М.: Росагропромиздат, 1991. 96 с.

Polikarpova F.Ya., Pilyugina V.V. *Growing Planting Material by Green Cuttings*. Moscow, Rosagropromizdat Publ., 1991. 96 p. (In Russ.).

22. Поляков А.А. Лесная рекультивация земель Таймыра и Норильского промышленного района как компонент биологической рекультивации // Биологические ресурсы Таймыра и перспективы их использования: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: сб. науч. тр. СПб.: Астерион, 2003. С. 183–186.

Polyakov A.A. Forest Reclamation of Lands in Taimyr and Norilsk Industrial Region as a Component of Biological Reclamation. *Biological Resources of Taimyr and Prospects for Their Use*: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference.: Collection of Scientific Papers. St. Petersburg, Asterion Publ., 2003, pp. 183–186. (In Russ.).

23. Поляков А.П. Полезащитные лесные полосы на Ямальской сельскохозяйственной опытной станции: бюл. НТИ. Л.: НИИСХ Крайнего Севера, 1957. № 2. С. 44–46.

Polyakov A.P. Shelterbelts at the Yamal Agricultural Experimental Station: *Bulletin of NTI*. Leningrad, Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic, 1957, no. 2, pp. 44–46. (In Russ.).

24. Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2007. Ч. 1. 457 с.

Pospelova E.B., Pospelov I.N. *Flora of Vascular Plants of Taimyr and Adjacent Territories*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2007, part 1. 457 p. (In Russ.).

25. Савченко В.А., Новицкий М.А. Современный климат Норильска. М.: ГАРТ, 2003. 168 с.

Savchenko V.A., Novitskij M.A. *Modern Climate of Norilsk*. Moscow, GART Publ., 2003. 168 p. (In Russ.).

26. Телятников М.Ю., Пристяжнюк С.А. Негативное воздействие воздушных выбросов предприятий г. Норильска на растительность тундры и лесотундры // Сиб. экол. журн. 2014. № 6. С. 903–922.

Telyatnikov M.Yu., Pristyazhnyuk S.A. Anthropogenous Influence of Norilsk Industrial Area on Plant Vegetation Cover of the Tundra and Forest Tundra. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal* = Contemporary Problems of Ecology, 2014, vol. 7, pp. 654–668.

<https://doi.org/10.1134/S1995425514060158>

27. Турецкая Р.Х., Поликарпова Ф.Я. Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста. М.: Наука, 1968. 290 с.

Turetskaya R.Kh., Polikarpova F.Ya. *Vegetative Propagation of Plants using Growth Stimulants*. Moscow, Nauka Publ., 1968. 290 p. (In Russ.).

28. Чербакова Н.Н., Вараксин Г.С. Сроки черенкования некоторых видов ивы в Норильском промышленном районе // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XXVI Междунар. науч. конф. 2023. С. 207–211.

Cherbakova N.N., Varaksin G.S. Timing of Cuttings of Some Willow Species in the Norilsk Industrial Region. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rastenij: Materialy XXVI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii* = Gardening, Seed Growing, Intro-

duction of Woody Plants: Materials of the XXVI International Scientific Conference, 2023, pp. 207–211. (In Russ.).

29. Чербакова Н.Н., Вараксин Г.С. Характеристика рода *Salix* и особенности фенологического развития некоторых видов в Норильском промышленном районе // Хвойные бореал. зоны. 2024. XLII, № 1. С. 43–50.

Cherbakova N.N., Varaksin G.S. Characterization of the Genus *Salix* and Peculiarities of Phenological Development of Some Species in the Norilsk Industrial Region. *Khvoynye boreal'noi zony* = Conifers of the boreal area, 2024, vol. XLII, no. 1, pp. 43–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.53374/1993-0135-2024-1-43-50>

30. Чупрова И.Л. Оптимизация техногенных ландшафтов Крайнего Севера (Норильский промышленный район, п-ов Таймыр): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Петрозаводск, 2006. 59 с.

Chuprova I.L. *Optimization of Technogenic Landscapes of the Far North (Norilsk Industrial Region, Taimyr Peninsula)*: doc. biol. sci. diss. abs. Petrozavodsk, 2006. 59 p. (In Russ.).

31. Янченко З.А., Чербакова Н.Н. Оценка органоминеральных ресурсов рекультивации Таймыра // Наука и технологии Сибири. 2024. № 4(15). С. 108–110.

Yanchenko Z.A., Cherbakova N.N. Assessment of Organomineral Resources for the Reclamation of Taimyr. *Nauka i tekhnologii Sibiri*, 2024, no. 4(15), pp. 108–110. (In Russ.).

32. Haissig B.E. Influences of Auxins and Auxin Synergists on Adventitious Root Primordium Initiation and Development. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 1974, vol. 4, no. 2, pp. 311–323.

33. Harayama H., Uemura A., Utsugi H., Han Q., Kitao M., Maruyama Y., The Effects of Weather, Harvest Frequency, and Rotation Number on Yield of Short Rotation Coppice Willow over 10 Years in Northern Japan. *Biomass and Bioenergy*, 2020, vol. 142, art. no. 105797. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105797>

34. Keita N., Bourgeois B., Evette A., Tisserant M., González E., Breton V., Goulet C., Poulin M. Growth Response of Cuttings to Drought and Intermittent Flooding for Three *Salix* Species and Implications for Riverbank Soil Bioengineering. *Environmental Management*, 2021, vol. 67, pp. 1137–1144. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01444-3>

35. Ma X., Pang Z., Wu J., Zhang G., Dai Y., Zou J., Kan H. Seasonal Pattern of Stem Radial Growth of *Salix matsudana* and its Response to Climatic and Soil Factors in a Semi-Arid Area of North China. *Global Ecology and Conservation*, 2021, vol. 28, art. no. e01701. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01701>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest