

Всероссийский научно-исследовательский институт
лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ)
Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция»

Е. С. Багаев, С. С. Макаров, С. С. Багаев, А. И. Чудецкий

**БЕРЕЗА КАРЕЛЬСКАЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ:
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА**

Монография

Пушкино
2022

УДК 630.2
ББК 43.8
И88

Береза карельская в Центральной России: биологические особенности и перспективы воспроизведения : моногр. [Электронный ресурс] / Е. С. Багаев, С. С. Макаров, С. С. Багаев, А. И. Чудецкий. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2022. – 125 с. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-94219-276-1

Рецензенты:

- Л. В. Зарубина доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА им. Н.В. Верещагина»
В. В. Шутов доктор биологических наук, профессор кафедры лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет»

В монографии представлены данные о биологических особенностях березы карельской (*Betula alba L. var. carelica Merk.*), ее местонахождении, наиболее характерных отличительных особенностях, описаны основные способы ее семенного и вегетативного размножения.

Особое внимание уделено клonalному микроразмножению березы карельской методом *in vitro*, представлены современные методы выращивания посадочного материала.

Даны практические рекомендации по целевому выращиванию березы карельской в условиях центрально-европейской части России для художественной и декоративной обработки древесины.

Предназначена для широкого круга специалистов лесного хозяйства, лесопромышленного и агропромышленного комплексов, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов специальностей, связанных с отраслями сельского и лесного хозяйства, лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, а также биологов и экологов.

Karelian birch in central Russia: biological specifics and regeneration prospects: Monograph [Electronic resource] / E. Bagaev, S. Makarov, S. Bagaev, A. Chudetsky. – Pushkino : VNIILM, 2022 – 125 p. – 1 CD ROM. – Title from title screen.

Reviewers:

- L. Zarubina Doctor of agricultural sciences, prof. of forestry department, Vologda Vereschagina GMHA
V. Shutov Doctor of biological sciences, prof. of timber harvesting and processing industries department, the Kostroma State University.

The monograph highlights data on Karelian birch (*Betula alba L. var. carelica Merk.*) biological specifics, its location, most characteristic distinctive features, describes key ways of its seed and vegetative propagation.

Key focus is Karelian birch *in vitro* clonal micro-propagation updated planting stock production procedures are presented. There are practical recommendation for targeted Karelian birch production in central European Russia for timber craft and finish.

Designed for a wide range of forest, forest industry and agriculture specialists, researchers, teachers, post graduates and students specializing in agriculture and forestry related sectors, timber harvesting and timber processing industries as well as biologists and ecologists.

Монография рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-методической секцией по вопросам лесоводства и биологии Ученого совета ФБУ ВНИИЛМ, протокол от 25 апреля 2022 г. № 6.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования: Систем. требования : Intel Pentium 4 1,5 GHz и более ; RAM 512 Мб ; HDD 150 Мб ; Microsoft Windows XP/7/Vista/2000 и выше, FlashPlayer 9.0 и выше. – Загл. с титул. экрана.

*Посвящается памяти академика ВАСХНИЛ А. С. Яблокова
и сотрудников Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ –
заслуженного лесовода России, кандидата сельскохозяйственных наук С. Н. Багаева
и его супруги М. В. Багаевой*



Яблоков Александр Сергеевич
(1897–1973)

Академик ВАСХНИЛ, доктор сельскохозяйственных наук



Багаев Сергей Николаевич
(1931–2002)

Заслуженный лесовод РСФСР,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
Костромской ЛОС ВНИИЛМ



Багаева Маргарита Васильевна
(1927–2006)

Старший научный сотрудник
Костромской ЛОС ВНИИЛМ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ	6
1.1. Биологические особенности, распространение	6
1.2. Свойства древесины и ее применение.....	13
1.3. Рациональное использование древесины	20
ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ.....	21
ГЛАВА 3. ОПЫТ РАЗВЕДЕНИЯ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	29
3.1. Организация семеноводства	29
3.2. Традиционные способы размножения.....	38
3.2.1. Семенное размножение.....	38
3.2.2. Вегетативное размножение	45
3.3. Создание лесных культур.....	49
3.3.1. Агротехника создания лесных культур	50
3.3.2. Особенности выращивания на выработанных торфяниках	62
3.4. Лесоводственные уходы	66
ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ.....	70
4.1. Особенности роста и продуктивности березы карельской в условиях Костромской области.....	70
4.2. Проблема сохранения и воспроизводства ресурсов	78
ГЛАВА 5. МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ <i>IN VITRO</i>	81
5.1. Общие сведения и методология микроклонального размножения древесных растений	81
5.2. История микроклонального размножения березы карельской	85
5.3. Результаты исследований по микроклональному размножению карельской березы в Костромской области	85
ГЛАВА 6. ПЕРСПЕКТИВЫ ЦЕЛЕВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ	93
6.1. Опыт и перспективы закладки лесных культур целевого назначения	93
6.1.1. Выращивание целевой древесины	93
6.1.2. Лесоводственно-экологическое значение.....	96
6.2. Практические рекомендации по целевому выращиванию березы карельской .	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105

ВВЕДЕНИЕ

Береза карельская – феномен в роде *Betula*. Она получила широкую известность благодаря своим высоким декоративным свойствам: удивительно красивой узорчатой древесине с мраморной текстурой, оригинальным рисунком, перламутровым блеском и янтарным оттенком.

Ценность этого дерева также в высокой прочности и устойчивости к гниению. Изделия из карельской березы могут служить веками, именно поэтому на Руси она издавна называлась «царским деревом». Владимир Даль упоминает ее в своем словаре: «береза карельская», «березовая свиль», «сувойчатая береза» [Толковый словарь .., 2006].

Свое название эта береза получила потому, что впервые ее обнаружили в Карелии, но также ее называют узорчатой. Древесина ее – очень ценный отделочный материал. Объем заготовки ее оценивается не в кубометрах, а в килограммах. Внешне она бывает неказиста: нередко имеет небольшую высоту, кустообразную форму, характерные нарости и утолщения на стволе и ветвях. Однако, благодаря своим отличительным свойствам, она стоит в одном ряду с тропическими породами.

Береза карельская – уникальный и исключительно ценный подвид березы белой. У нее встречаются видовые признаки как березы повислой, так и березы пушистой. Есть основания отнести эту разновидность к реликтовым деревьям, обитающим в ряде мест с конца ледникового периода. Причины образования узорчатой древесины у карельской березы, ее систематического положения и наследования признака «карелистости» до сих пор до конца не изучены.

Впервые в Центральной России участки с естественным произрастанием березы карельской были обнаружены в лесах Костромской области в начале 1960-х годов научным сотрудником Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ С. Н. Багаевым [Багаев, 1963]. В связи с этим березу карельскую здесь иногда называют березой Багаева. При участии костромских ученых были заложены лесные культуры березы карельской в Костромской, Кировской, Ярославской, Ивановской областях, в Республике Марий Эл и ряде других регионов России. Костромская область стала первой в Центральной России, где была сформирована постоянная лесосеменная база березы карельской.

Ученые лесной опытной станции обосновали необходимость сохранения и рационального использования карельской березы, разработали целевую программу ее воспроизводства для районов Центральной России [Багаев, 1990].

ГЛАВА 1

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ

1.1. Биологические особенности, распространение

Береза карельская (*Betula alba L. var. carelica* Merk.) – редкий и ценный подвид березы белой. Относится к порядку *Fagales*, семейству *Betulaceae* C. A. Agardh, подсемейству *Betulioideae*, роду *Betula* L. Систематическое положение березы карельской до сих пор окончательно не определено. Мнения ученых и специалистов существенно расходятся [Багаев, 1988].

Береза карельская имеет утолщения на стволе и путано-свилеватую текстуру, создающую на спиле неповторимый мраморный рисунок, который является ее главным отличительным признаком и признаком аномальности формирования древесины [Багаев, 1973; Методические указания .., 1977].

Береза карельская – листопадное дерево, достигающее 25 м в высоту и 40 см по диаметру [Багаев, 1996]. Листья очерёдные, тонкокожистые, широкотреугольные до ромбических, с прямым или клиновидным основанием и оттянутой острой вершиной, 3–7 см длиной и 2,5–5,5 см шириной (рис. 1). Листья голые, сверху зеленые или темно-зеленые, снизу – более светлые, по краям двоякоострозвубчатые. Почки продолговато-яйцевидные, заостренные, буровато-коричневые, с клейкими чешуйками, размер почек: длина – 4–7 мм, диаметр – 2–3 мм. Листовой рубец с тремя следами. Молодые побеги тонкие, густо покрытые бородавками. У молодых деревьев кора темная, с 6–7-летнего возраста формируется береста, а с 10–15-летнего возраста в нижней части ствола кора утолщается, чернеет, образуются трещины. Крона ажурная, пропускает много света.

Особи березы карельской относятся к перекрестноопыляемым и ветроопыляемым однодомным растениям. Мужские и женские цветки ее собраны в соцветия, называемые сережками (рис. 1). Цветет в условиях Костромской области в начале мая, в период распускания листьев. Годы с обильным урожаем чередуются с неурожайными, слабо- и среднеурожайными. Опыление происходит в первой половине мая, а оплодотворение – в середине июня. Мужские сережки по 2–4 шт. закладываются в конце лета на коротких побегах и зимуют открытыми. Зачатки женских соцветий находятся в почках и появляются весной после их распускания. Мужские и женские цветки в количестве трех располагаются в пазухе чешуй, околоцветник отсутствует. Пестик один, с двумя рыльцами и двухгнездной завязью. Пыльца мелкая, от 18 до 24 мкм в диаметре. Плоды – крылатые семянки. Соплодия после вызревания распадаются на семянки и трехлопастные чешуйки. Форма их цилиндрическая, крыло семянки шире ее или такой же ширины [Пономарев, 1933].

Масса 1000 шт. семян колеблется от 0,11 до 0,25 г. [Соколов, 1950]. Выход семян составляет 30–35% от веса сережек. Всхожесть семян достигает 81%, в среднем в урожайный год составляет около 70%, в неурожайный – до 10%. Причины низкой всхожести семян: отсутствие женского или мужского цветения, неблагоприятные погодные условия (заморозки, ветер, осадки), поражение семян вредителями и болезнями.



Рисунок 1. Листья и сережки березы карельской

Береза карельская размножается главным образом семенами. Семена созревают в условиях Центральной России в первой декаде августа. Карельская береза начинает плодоносить на открытом месте в 8–10-летнем возрасте, в насаждении – с 15–20-летнего возраста. Береза обладает высокой репродуктивностью, сохраняющейся до глубокой старости.

Обилие плодоношения, кроме погодных условий и особенностей местопроизрастания, зависит от формовой принадлежности. При свободном опылении потомство в незначительной степени наследует признаки узорчатости древесины. Особи короткоствольной формы в благоприятных лесорастительных условиях плодоносят в целом обильнее других, в особенности кустарниковых. На одних деревьях могут доминировать женские сережки, а на других – мужские. Эта особенность способствует повышению реализации возможности перекрестного опыления.

Сбор плодовых сережек проводят вручную. Семена хранят по партиям, как правило, в течение 9 месяцев. Обычно посевные качества семян снижаются уже через 6 месяцев. При хранении в течение года всхожесть может упасть в 2 раза, при двухлетнем хранении семян она приближается к нулю. Посевные качества семян варьируют в широких пределах.

Береза карельская хорошо возобновляется порослью от пня, сохраняя эту способность до 60 лет и более. При этом она сохраняет ценные декоративные качества древесины.

Кариотип карельской березы включает 28 хромосом. При отсутствии опыления и оплодотворения плод развивается из завязи, внешне он выглядит нормально, но внутри – пустой (партенокарпия).

Карельская береза представлена несколькими формами по типу ствола (рис. 2).

1. Высокоствольная. Является наиболее быстрорастущей и хозяйственно-ценной формой [Багаев, 1996]. Деревья достигают высоты 25 м, имеют прямой, хорошо очищенный от сучьев ствол, развитую крону и высокие декоративные качества древесины. Из такой березы можно получить бревна, достигающие 4–5 м.

2. Короткоствольная. Основной ствол достигает высоты 6–8 м, выше идет разветвленная многовершинная крона, представленная 2–3 ветвями. Стволы искривлены, часто стелющейся формы. Имеет промышленное значение: из нижней части ствола можно взять, хоть и короткие, но ценные по текстуре кряжи.

3. Кустовидная. Достигает высоты 3–5 м, растет кустом с несколькими стволиками. Наиболее развита прикорневая часть ствола. Побеги завершаются не пазушной почкой, а двумя-тремя соседствующими почками, образующими вильчатое ветвление. Береза может достигать в лучших условиях роста и большей высоты, однако кустовидную форму сохраняет. Может произрастать под пологом леса и иметь вид подлесочного кустарника. В прикомлевой части такой березы самая ценная древесина, однако выход древесины небольшой и в промышленности она практически не используется.



Рисунок 2. Формы карельской березы: *а* – высокоствольная;
б – короткоствольная; *в* – кустовидная

В естественных насаждениях и культурах А. Я. Любавская выделила шесть форм с признаками узорчатой древесины и одну без признаков узорчатости [Руководство .., 1971; Любавская, 1978].

Отмечается значительная изменчивость березы карельской не только по типам роста, но и по поверхности ствола, и художественной текстуре древесины [Технические указания .., 1985]. По поверхности стволов выделяют ребристую, крупнобугорчатую, шаровидно-утолщенную и мелкобугорчатую формы (рис. 3), а по характеру рисунка древесины – пятнисто-, плотно-, мелко- и крупноузорчатую.

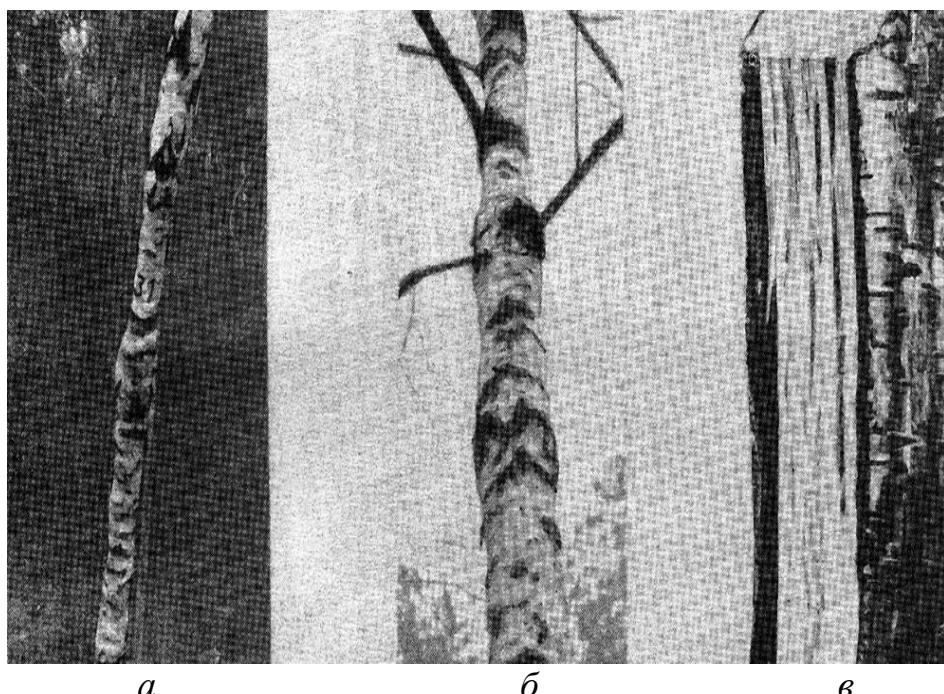


Рисунок 3. Береза карельская по типам поверхности ствала:
а – бугорчатая; б – шаровидно-утолщенная; в – ребристая

К прямым признакам отбора березы карельской относятся: наплывообразные утолщения, вздутия и перехваты как на ствалах, так и на боковых ветвях с неравнобугорчатой поверхностью под корой, хорошо заметной под корой и у молодых деревьев. Древесина этой березы на тангенциальном срезе имеет темно-бурые и коричневые полоски, завитки, паренхимную пятнистость, широкие сердцевинные лучи, путанную свилеватость древесных волокон (рис. 4).

Кrona у древовидных форм березы карельской компактная, вначале яйцевидная или овальная, затем – округлая. У кустарниковых форм крона раскидистая, неправильная. Побеги тонкие, коричневато-бурые, покрытые многочисленными железками, «бородавками».

Береза карельская среднетребовательна к плодородию почвы, является почвоулучшающей породой. Предпочитает те же лесорастительные условия с супесчаными или суглинистыми почвами, что и обычная береза. Береза карельская может произрастать на различных по мехсоставу и богатству почвах, за исключением болотных [Соколов, 1950; Heikinheimo, 1951]. В условиях Подмосковья она лучше растет и быстрее проявляет признаки узорчатости древесины на суглинистых почвах [Любавская, 1966].



Рисунок 4. Мелкобугорчатая поверхность ствола карельской березы под корой

выйдут в I ярус. Карельская береза доживает до 65–80-летнего возраста. Средний возраст естественных насаждений в Карелии – 50–80 лет. Деревья короткоствольных форм начинают загнивать с 40 лет, кустарниковых – с 30–40 лет.

Береза карельская – загадка природы, изученная не до конца. До настоящего времени ученые не пришли к единому мнению о причинах возникновения узорчатой древесины. Существуют несколько гипотез: воздействие вирусных болезней; генетические мутации; влияние климатических и экологических факторов; космическое излучение и др.

По данным С. Н. Багаева (1965), способность березы к формированию художественной текстуры древесины возникла в далеком прошлом в процессе эволюции как результат воздействия неблагоприятных факторов среды. Появление такой способности у деревьев объясняется проявлением структурного иммунитета, так как свилеватое строение древесных волокон в большей степени предохраняет дерево от механических повреждений и заражения древесины гнилью. Это имело место в последнюю межледниковую эпоху. В Костромской области очаг распространения карельской березы выявлен на Галичско-Чухломской возвышенности, не подвергавшейся последнему оледенению.

Способность к образованию декоративной текстуры древесины у березы может появляться в изолированных участках в результате самоопыления (инцухта), приводящего к ослаблению потомства и появлению атипичных форм [Багаев, 1965]. Причиной образования аномальной древесины мо-

Корневая система поверхностная. Карельская береза морозоустойчива, отлично приспособливается к любым неблагоприятным природным условиям. Деревья старше 5-летнего возраста, благодаря низкой транспирации, хорошо переносят длительные засухи. Являясь светолюбивой породой, карельская береза хорошо растет в насаждениях с невысокой полнотой – 0,3–0,5. При полноте 0,6–0,8 она угнетена и со временем выпадает – сначала засыхают кустообразные, затем древовидные формы. В насаждении могут остаться только деревья высокоствольных форм при условии, что они

жет быть нарушение флоэмного транспорта ассимилятов. Экспериментально доказана возможность получения у березы с обычным упорядоченным расположением элементов проводящих тканей структурных преобразований ксилемы и флоэмы, аналогичных карельской березе [Ермаков, 1990; Ветчинникова, 1998].

Ряд ученых [Сакс, Бандер, 1975] выдвигали гипотезу о патологическом происхождении березы карельской. При этом ученые из Латвии приводили следующие аргументы: деревья с узорчатой текстурой древесины внешне выглядят болезненными, угнетенными, имеют низкую конкурентоспособность, короткий жизненный срок, замедленный рост, редко и слабо плодоносят. Узорчатость древесины с возрастом изменяется, уменьшается к вершине ствола, а в сучьях, кроме крупных, отсутствует. По их предположению, вирус передается и с плодовых деревьев на березу. Был предложен новый способ «выращивания» березы карельской путем намачивания семян березы повислой в соке карельской.

Последующие исследования [Барильская, 1978] показали, что морфологические и анатомические особенности березы карельской устойчиво наследуются семенным потомством при интродукции. Вирусы в камбии и узорчатой древесине не были обнаружены.

Результаты экспериментов по выращиванию разнородной по текстуре древесины березы путем пересадки живой коры с березы карельской на стволы с обычной древесиной [Ермаков, 1986] подтверждают генетическое происхождение березы карельской. При размножении прививкой подвой берез повислой и пушистой «узорчатостью» не заражаются. В лесных культурах березы карельской, заложенных в различных регионах России и республиках бывшего СССР по способу, предложенному К. А. Саксом и В. Л. Бандером (в т.ч. в Костромской области), деревьев с узорчатой текстурой не оказалось.

Генетическая концепция происхождения узорчатой древесины основывается на результатах экспериментов по интродукции березы карельской в другие республики бывшего СССР и регионы России. Декоративная текстура древесины наследуется, но генетические закономерности этого явления пока не определены. Потомство, полученное в результате скрещивания двух растений карельской березы, не всегда сохраняет декоративные признаки. Требуется не менее 5–10 лет, чтобы определить, будет древесина узорчатой или нет [Ермаков, 1986].

Теоретической основой воспроизводства березы карельской в Костромской области является признание генетической концепции природы узорчатой текстуры древесины и встречаемости узорчатой березы среди двух видов берез – березы повислой и березы пушистой [Багаев, 1988].

Высокая жизнестойкость в неблагоприятных условиях среды и к различным заболеваниям, наследственный характер признаков узорчатой бересы в потомстве свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии таких деревьев, а не о патологическом явлении [Багаев, 1965].

Согласно закону гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова, встречаемость особей с узорчатой древесиной среди других видов и даже родов вполне возможна.

Карельская береса в природе встречается редко. Компактных больших массивов не образует. Встречается одиночно или небольшими группами. Островной ареал произрастания объясняется тем, что узорчатая береса – реликт флоры древней геологической эпохи. Заросли вторичного происхождения встречаются на пересеченных холмистых участках, в редколесье, на заброшенных сельскохозяйственных угодьях, прогалинах, пожарищах, среди обычной бересы, в поймах рек и озер, на опушках леса [Методические указания .., 1977]. При этом археологические раскопки свидетельствуют о том, что узорчатая береса была широко распространена еще в каменном веке, в период процветания видов бересы белой [Багаев, 2001]. По мнению профессора П. Н. Верехи (1898), карельская береса в России встречалась повсеместно от севера до крайних южных пределов распространения бересы, но в центральных и западных губерниях запасы ее были сильно сокращены из-за большого спроса на художественную древесину.

Береса карельская на территории России встречается в Карелии, а также в Ленинградской, Новгородской, Псковской, Брянской, Ярославской, Костромской, Смоленской, Владимирской, Калужской, Кировской и Ивановской областях.

На территории Костромской области особи бересы карельской обнаружены в ряде мест Судиславского, Костромского и Нерехтского районов не только среди бересы повислой, но и среди бересы пушистой [Багаев, 1973]. Узорчатая береса здесь естественно произрастает обычно на площадях с изрезанным и повышенным рельефом: на склонах оврагов, балок, берегов рек, холмов и гряд в различных лесорастительных условиях [Багаев, 1965]. При этом наиболее ценные очаги произрастания узорчатой бересы встречаются и могут быть выявлены на моренных водноледниковых отложениях древней геологической эпохи со значительным содержанием в почве песков, гравия и валунов.

За пределами России ареал произрастания бересы карельской включает территорию Белоруссии, Финляндии, Швеции, Норвегии, Чехии, Словакии, Германии, Польши, Литвы, Латвии, Эстонии, Украины и Дании [Ветчинникова, Титов, 2020]. Произрастание узорчатой бересы отдельными разрозненными очагами и куртинами вместе с реликтами флоры древней геологической эпохи в местах, не подвергшихся последнему оледенению, указывает на более широкий ареал распространения этой формы бересы на территории Европы уже в последний межледниковый период [Багаев, 1965].

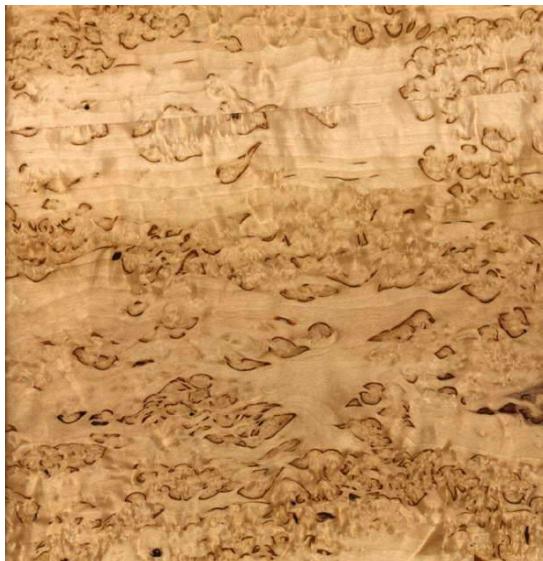
1.2. Свойства древесины и ее применение

Структура, текстура древесины. Важнейшей структурной особенностью березы карельской, определяющей ее биологические особенности и хозяйственную ценность, является уникальная узорчатая древесина с очень ценными декоративными качествами. Художественная текстура обусловлена наличием в древесине скрытых укороченных побегов и коричнево-бурых полосок различной формы со свилеватым расположением древесных волокон [Багаев, 1965]. Причины такого своеобразного строения древесины узорчатой березы пока окончательно не установлены. В ней обнаруживаются многочисленные включения темно-коричневого цвета, разные по форме, представляющие участки луба, вросшие в древесину. Между ними и в местах, где они отсутствуют, обычно откладывается свилеватая древесина, которая вместе с включениями луба имеет красивый рисунок.

Карельская береза славится необычной мраморной текстурой, перламутровым блеском и разнообразной палитрой оттенков: желтым, бурым, розовым, молочным, красноватым, янтарным. Древесина под корой имеет ямчатую поверхность (рис. 5).

Узорчатая древесина, как правило, расположена в нижней, нередко прикомлевой, части ствола. Узорчатость с высотой идет на убыль, постепенно переходя в «ребра». Отрезок ствола с узорчатой текстурой достигает 10 м лишь в единичных случаях. Сердцевина в разрезе имеет неправильную пятиугольную форму. По мере перехода древовидных форм к кустарниковым текстура древесины меняется от крупноузорчатой до мелкоузорчатой. Текстуру древесины березы карельской отличает наличие темно-бурых и коричневато-бурых полосок, линий, «штрихов», «виньеток» разной формы и размеров [Соколов, 1950]. Вторая особенность текстуры древесины – свилевато-волнистое расположение древесных волокон и наличие своеобразных «завитков», которые хорошо видны на тангенциальных срезах или на поверхности ствола при снятии коры. Третья выраженная особенность строения древесины – волнисто-изгибающиеся или состоящие из отдельных «дуг» годичные кольца, которые хорошо видны на торцовых срезах и на поверхности ствола при снятой коре. Строение поверхности стволов березы карельской под корой очень разнообразно, это зависит от условий среды и связано с рисунком древесины. Узорчатая структура древесины отчетливо видна на шпоне и на массиве древесины (рис. 5).

Древесина березы карельской по цвету и фактуре очень разнообразна (рис. 6). Наиболее распространенный цвет – белый с желтоватым и коричнево-желтоватым, иногда буроватым оттенком. Встречается розоватый и молочно-белый цвет древесины. С возрастом ее цвет изменяется, и она становится похожа на желтый мрамор.



a



б

Рисунок 5. Структура древесины карельской березы:
а – шпон; *б* – массив древесины

В древесине березы карельской имеются более темные включения, напоминающие букву «V», извилистые линии или волнистые черточки, размер которых составляет от 2 до 20 мм. Годичные слои древесины изогнуты волнами, волокна разнонаправлены, а сердцевинные лучики прорастают в мягкую ткань. В рисунке могут также присутствовать светлые дорожки («морозные узоры») протяженностью от 5 до 20 мм. Еще одна уникальность карельской березы – «муаровость» ее древесины (волокна светлого цвета как бы просвечивают сквозь более темные, создавая эффект свечения), благодаря чему изготовленная из нее мебель выглядит еще более необычно.

Береза карельская обладает особыми физико-механическими свойствами, делающими ее ценной для мебельной и фанерной промышленности, выработки токарных изделий из древесины [Яблоков, 1962].

Особенности анатомического строения и химического состава древесины. По анатомическому строению береза карельская отличается от древесины березы повислой очертанием сердцевины, наличием широких и сборных сердцевинных лучей и своеобразных участков паренхимной ткани, образование которой связано со значительным количеством каменистых клеток не только в коре, но и в древесине. В древесине березы карельской часто встречаются сердцевинные повторения, состоящие из плотно соприкасающихся между собой паренхимных клеток, имеющих угловатую форму и простые крупные поры. [Алексеева, 1962]. Аномальное развитие анатомического строения узорчатой березы обусловлено образованием каллуса в области эмбриональных тканей в местах повреждений [Яковлев, 1949].

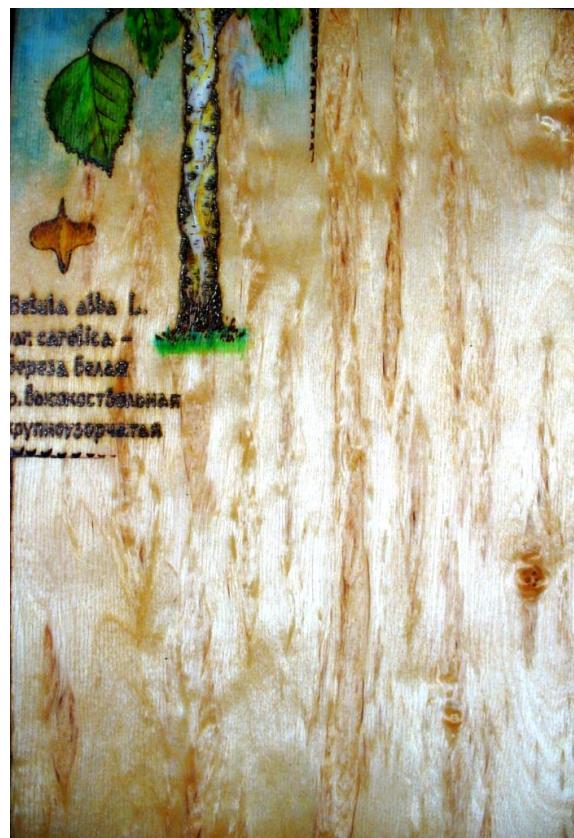


Рисунок 6. Цвет и фактура древесины березы карельской

В узорчатой зоне древесины березы карельской отчетливо заметно увеличение доли сердцевинных лучей и древесной паренхимы при уменьшении размеров сосудов [Любавская, 1978]. В лучевых клетках аномальных скоплений отсутствуют межклетники [Барильская, 1979]. Паренхимные клетки обладают высокой плотностью из-за крупных вакуолей с плотным фенольным осадком, плотность гиалоплазмы высокая. Активность пероксидазы в камбии березы карельской в 40 раз больше, чем у березы повислой.

По химическому составу древесина березы карельской, в отличие от обычной березы, имеет значительно меньшее содержание целлюлозы (31%), но превосходит их по содержанию пентозанов (до 34%) и других растворимых в спирто-бензольной смеси веществ [Багаев, 1965].

Физико-механические свойства. Древесина березы карельской – одна из самых прочных видов древесины. Она вязкая, тяжелая, твердая (по Бринеллю – около 3,5 единиц). По имеющимся данным [Соколов, 1950], древесина березы карельской отличается по ряду показателей от березы повислой:

- плотность выше на 10–15% ($750\text{--}770 \text{ кг}/\text{м}^3$);
- объемный вес выше (при 12% влажности – 0,712–0,740, а у обычной – 0,579–0,686);
- временное сопротивление сжатию в радиальном и тангенциальном направлениях выше в 2 раза ($216,6 \text{ кгс}/\text{см}^2$);
- временное сопротивление древесины статическому изгибу ниже на 40% ($355 \text{ кгс}/\text{см}^2$);
- твердость в торцовом, радиальном и тангенциальном направлениях существенно выше ($470\text{--}727 \text{ кгс}/\text{см}^2$, а у березы повислой – 330–400 $\text{кгс}/\text{см}^2$);
- скальвание в тангенциальном направлении почти в 3 раза, а в радиальном – в 4 раза выше;
- предел прочности при сжатии вдоль волокон на 27% выше.

Эксплуатационные свойства, особенности обработки. Древесина березы карельской ценится не только за оригинальные декоративные свойства, но и за хорошие эксплуатационные качества. Она обладает более высокими качественными характеристиками для использования в мебельном производстве и в производстве художественных изделий. Значительное содержание пентозанов и других растворимых в спирто-бензольной смеси веществ позволяет использовать отходы переработки древесины при химической переработке для производства фурфурола и метилового спирта [Соколов, 1950; Багаев, 1965]. Таким образом, можно организовать комплексное использование ценной по текстурным качествам древесины березы карельской.

Древесина березы карельской характеризуется высокой плотностью. Она тяжелее дуба, не подвержена разбуханию, коррозии, гниению и дефор-

мации. Благодаря свилеватости и перепутанности древесных волокон, древесина твердая, почти не колется, поэтому ее применяют для изготовления ударных частей инструментов [Верха, 1903].

Древесина березы карельской отличается равномерной усушкой как в тангенциальном, так и в радиальном направлениях. Она имеет небольшой коэффициент усушки ($0,12\text{--}0,34\%$), в результате чего изделия из нее не трескаются и не коробятся. Узорчатая древесина, по сравнению с древесиной с нормальным строением, имеет более высокие показатели при скальвании в радиальной и тангенциальной плоскости, но значительно уступает по качеству при статическом изгибе, сжатии вдоль волокон и по сопротивлению ударному изгибу [Багаев, 1965].

Цвет древесины темнее, чем у березы повислой. Каждое дерево отличается индивидуальным структурным рисунком, поэтому доски карельской березы всегда имеют разнообразную фактуру. После шлифовки они приобретают узор, имитирующий мрамор. Дубильные вещества способствуют качественному окрашиванию и тонированию ее древесины. Оттенок высушенного массива – от шоколадно-коричневого до золотистого, серовато-розового, красноватого, светло-желтого и кремового с перламутровым блеском.

Древесина березы карельской неустойчива к воздействию дереворазрушающих грибов.

Высокая плотность, вязкость и неоднородная структура древесины карельской березы создают большие трудности при ручной, механической резке и обтачивании материала. Крепеж она удерживает отлично, чему способствует почти каменная твердость. Хорошо поддается полированию. Сушка длительная, проводится только в естественных условиях в течение нескольких недель.

Применение. За уникальные декоративные качества и высокую прочность древесины карельская береза издавна высоко ценилась в народе, ее издревна называли «царским деревом». Ценную древесину рассматривали в качестве средства оплаты наряду с деньгами. Скандинавы еще в каменном веке делали из нее предметы домашнего обихода. Карельские племена уже в X–XI вв. повсеместно изготавливали из нее бытовые предметы, а в XIII в. древесина узорчатой березы использовалась и для создания различных художественных изделий [Верха, 1898; Багаев, 2001].

При проведении археологических раскопок на территории Новгородского Кремля были обнаружены изделия религиозного культа, в т.ч. ритуальные чаши из уникальной древесины, датированные X–XIII столетиями [Евдокимов, 1989].

В конце XVIII в. в имении князя Мещерского в Курской губернии его крепостные мастера впервые применили эту разновидность березы для изготовления мебели. С этого времени «карелка» стала появляться во дворцах, поместьях и имениях. Кроме мебели, из ее древесины изготавливали двери,

панели для отделки дворцов и домов для богатых людей и сувениры. Мебель из карельской березы была обязательным элементом усадеб времен русского классицизма.

Вторая волна популярности мебели и изделий из карельской березы пришла на конец XIX–начало XX вв., когда в моду вошли уникальные предметы старины. Дворцовая мебель Александровской эпохи и художественные изделия из «карелки» являются произведениями искусства и хранятся в качестве экспонатов в музеях Москвы, Санкт–Петербурга и других городов России, а также в Финляндии, Швеции и Германии. Ценные образцы антикварной мебели имеются в московской гостинице «Националь» и санкт-петербургском отеле «Аничков», в Эрмитаже, Гатчинском дворце, в Царском селе, Государственном музейном фонде, музее Академии архитектуры, Пушкинском, Радищевском, Историческом и многих других музеях страны.

В 1917 г. Фаберже по императорскому заказу изготовил из древесины карельской березы уникальное по красоте пасхальное яйцо. Панели из шпона карельской березы украшали кабинеты многих государственных деятелей, в том числе – дачу И. В. Сталина. На Всемирной выставке мебели в Париже в 1968 г. финны за образцы мебели, сделанной из карельской березы, получили золотые медали [Багаев, 2001]. Береза карельская сразу же приобрела широкую известность в России, как только из ее древесины стали изготавливать мебель. В производстве мебели позднего ампира начался новый важный этап развития [Голоднов, 1989].

За свои редкие качества древесина этой березы издавна используется как поделочный материал для мастеров-краснодеревщиков. Пиломатериал березы карельской универсален в использовании. Из ее древесины изготавливают изысканные сувениры и различные художественные предметы (рис. 7), оригинальную мебель (рис. 8), которые отличаются высокой ценой. При изготовлении мебели используют лущеный и строганый шпон березы карельской. Все изделия из этой древесины являются штучными и обладают уникальным декором. Узорная мраморная текстура составляет около 25% от общего объема бревна. Цена узорчатой древесины сходна с ценой древесины тропических деревьев (1500\$ за 1 м³ и выше), поэтому чаще продажи осуществляются килограммами.

Высоко ценится массивная доска из березы карельской, имеющая перламутровую, янтарную и мраморную окраску древесины. В последнем случае на материале рисунок напоминает природный камень. Самой декоративной столовой частью считается прикомлевая, в которой много уплотнений. Наиболее выражен узорчатый рисунок у короткоствольных экземпляров.

Формирование текстуры у карельской березы происходит постепенно – чем старше дерево, тем красивее рисунок: у кустовидных деревьев – к 30–40 годам, у короткоствольных – к 50–60 годам, у высокоствольных – к 70–80 годам.

Шпон березы карельской применяют в производстве финишных отделочных панелей. Красиво и оригинально выглядит паркет из узорчатой берески.

Таким образом, древесина берески имеет ряд ценных качеств и широко применяется в различных отраслях производства – от мебельного до изготовления сувениров.



Рисунок 7. Изделия из карельской берески

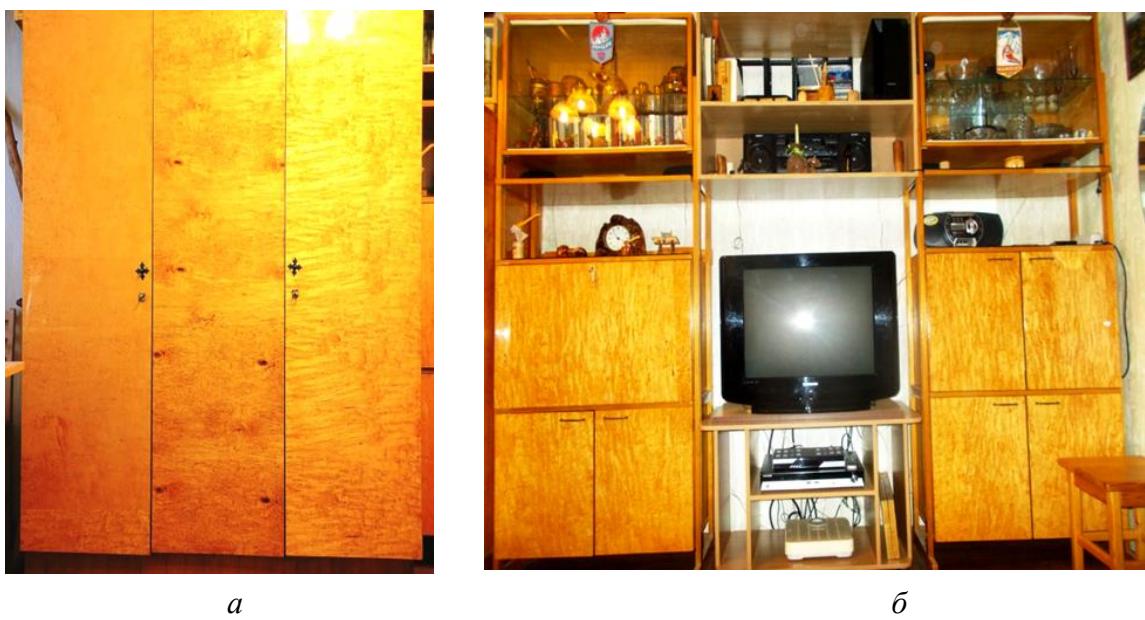


Рисунок 8. Мебель из берески карельской: *а* – шкаф; *б* – стенка

1.3. Рациональное использование древесины

Береза карельская – одно из уникальных древесных растений, произрастающих в нашей стране. Ее древесину с художественной текстурой целесообразно применять в производстве мебели, стройматериалов, для изготовления сувениров, игрушек и предметов быта, при отделке внутренних помещений.

Сырьевой базой узорчатой древесины могут служить выявленные в природе запасы ценных форм березы, целевое использование древесины при рубках спелых и перестойных насаждений, лесоводственных уходах, искусственно созданные насаждения промышленного значения [Методические указания .., 1977; Технические указания, 1985].

Среди выявленных мест произрастания для промышленного использования могут определяться участки или отдельные деревья, не имеющие значения для воспроизводства: перестойного возраста, неплодоносящие, с затрудненным сбором семян, а также в разрабатываемых лесосеках для заготовки древесины. В рубку можно назначать все зараженные гнилью и поврежденные деревья – как одиночные, так и в биогруппах. В вегетативных клонах выбирают крупномерные неплодоносящие деревья с усыхающими вершинами. Для нужд целевого назначения могут выделяться и одиночные деревья в насаждениях, не представляющие ценности для разведения и без ущерба для лесного хозяйства.

Во всех случаях рубка деревьев березы карельской осуществляется с проведением мер содействия ее естественному восстановлению. Рубить их целесообразно весной, до июня месяца. Появившаяся после этого периода поросль может одревеснеть до наступления осенних заморозков.

Основным сырьевым ресурсом для производства художественных изделий является рациональное использование древесины ценных фенотипов при рубках спелых древостояев и при рубках ухода.

Древесину высокоствольного фенотипа березы целесообразно использовать для лущения и строгания, короткоствольных и особенно кустовидных – на изделия «малой формы», с заготовкой поделочного кряжа.

Целевое воспроизведение и использование древесины с художественной текстурой позволит удовлетворять потребности деревообрабатывающей промышленности в сырье, а населения – в необходимых высококачественных товарах народного потребления.

ГЛАВА 2

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ

БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ

Первые описания карельской березы сделаны «лесным знателем – форстмейстером» Фокелем в 1766 г., изучающим леса северо-западной части России по заданию Екатерины II [Фокель, 1766; Любавская, 1978]. Ставилась задача найти альтернативу дорогостоящему красному дереву, ввоз которого в страну был временно запрещен.

В зарубежной литературе первые сведения о карельской березе можно найти в трудах Р. Гартига [Hartig, 1898]. В России карельская береза получила свое название в 1857 г. в трудах русского ученого К. Е. Мерклина [Ермаков, 1986]. Российский архитектор В. П. Стасов первым ввел в употребление понятие «мебель из карельской березы и тополя».

Существование древних промыслов изготовления мебели, предметов домашнего обихода и различных художественных изделий говорит о том, что узорчатая береза с великолепной текстурой древесины произрастала на территории северо-западной Руси с давних времен [Евдокимов, 1989]. Об историческом прошлом узорчатой березы свидетельствуют археологические раскопки и результаты научных исследований [Ruden, 1954; Вереха, 1898].

Т. Дж. Хинтикка впервые предложил систематизацию узорчатой древесины березы карельской [Hintikka, 1926]. Н. О. Соколов (1950) впервые подробно изучил ее текстуру и физико-механические свойства. Было установлено, что возникновение узорчатой древесины березы карельской обусловлено неправильной деятельностью камбия и непомерным образованием ложных сердцевинных лучей [Vaclav, Kucera, Rezabkowa, 1969]. Т. Руден исследовал формирование аномальной декоративной древесины у берез в Норвегии [Ruden, 1954]. А. И. Алексеева (1962) зафиксировала в коре березы карельской участки, окруженные пробковым слоем, отличающиеся от остального луба.

А. И. Толстопятенко (1967) изучал на территории Ленинградской области отличительные признаки, особенности плодоношения и географические посевы березы карельской.

В Костромской области в 1960–1970 гг. было выявлено не менее 200 деревьев березы карельской пушистой и 800 деревьев березы карельской повислой [Багаев, 1973]. Поэтому березу карельскую можно признать подвидом березы белой и сохранить за ней латинское название, данное впервые К. Ф. Мерклиным в 1857 г. – *Betula alba L. var. carelica Merklin*.

Повышенный спрос на древесину березы карельской привел к бессистемным рубкам, что могло привести к ее полному истреблению. По этой причине лесоводы стали проводить работы по воспроизводству этой ценной формы березы. Лесокультурное освоение березы карельской имеет сравнительно небольшую историю.

Первые опытные культуры этой породы заложены в Финляндии в 1920 г. [Raulo, Saarnio, Ylitalo, 1978; Huuri, 1978]. В Лапландии в 1950–1960 гг. общая площадь опытных участков с древостоями березы карельской Финского института леса составляла 30 га. В 1956 г. в стране было создано общество «Visaseura», которое координировало усилия специалистов разных направлений в деле изучения березы карельской и ее искусственного разведения [Huuri, 1978]. Опыт разведения березы карельской в 1920–1930 гг. позволил сделать вывод о возможности ее культивирования семенным способом, впервые были разработаны практические рекомендации по созданию искусственных насаждений. [Heikinheimo, 1936]. Закладка культур березы карельской началась: в 1936 г. – в Германии, в 1940 г. – в Швеции, в 1943–1944 гг. – в Норвегии, в 1956–1957 гг. – в Чехословакии, в 1964 г. – в Польше [Vaclav, Kicera, Rezabkova, 1969; Jakuszewski, 1973].

Первые в России опыты по культивированию березы карельской были проведены в Ленинградском Лесном институте в 1929 г. и в Карелии в 1934 г. [Вольф, 1929; Соколов, 1938, 1939, 1950]. Подтверждена перспективность искусственного размножения березы карельской семенным методом в России [Багаев, 1988]. В ряде лесхозов Ленинградской области и Карелии были заложены временные питомники. Семена березы карельской высыпались для выращивания опытного посадочного материала в Московскую и Брянскую области. В 1939 г. в Карелии стали закладывать лесные культуры березы карельской посевом семян в площадки [Соколов, 1939, 1950]. При содействии Н. О. Соколова береза карельская была введена в дендросады лесотехнических вузов в Киеве, Свердловске, Воронеже, Брянске, Архангельске, Йошкар-Оле.

В послевоенные годы опытные культуры березы карельской стали закладываться в Латвии и в Московской области. Первые опытные культуры в Латвии были созданы в 1946 г. посевом семян в площадки под руководством доцента В. Л. Бандера из семян местной заготовки. В последующие годы они закладывались посевом семян как местного, так и карельского происхождения. Проводились также опыты по вегетативному размножению березы карельской. На площади 5,0 га были заложены прививочные семенные плантации [Сакс, Бандер, 1969].

Опытные объекты в Московской области создавались под руководством А. Я. Любавской. На территории Ивантеевского дендрария ВНИИЛМ в 1947 г. и в опытных лесхозах были заложены опытно-производственные культуры березы карельской из семян от искусственного скрещивания лучших форм из Карелии и Белоруссии. В 1954–1957 гг. было выращено 30 тыс. шт. сеянцев и заложено около 10 га лесных культур березы карельской. Осуществлялся отбор кандидатов в плюсовые деревья, черенки которых использовались для закладки прививочных плантаций. Под руководством А. Я. Любавской в Подмосковье было создано более 100 га опытно-произ-

водственных культур березы карельской [Любавская, 1969]. А. Я. Любавская обосновала основные принципы выращивания узорчатой березы с максимальным сохранением хозяйственно ценных генотипов. Она предложила проводить сортировку посадочного материала с последующим разделным выращиванием саженцев в культурах. Первичная сортировка рекомендовалась при пересадке из посевного отделения в школьное, вторичная – при посадке саженцев на лесокультурную площадь. При этом обеспечивается максимальная сохранность всех ценных растений в промышленных культурах. Опыт А. Я. Любавской учтывался в последующие годы другими лесоводами, занимавшимися изучением березы карельской. Десятилетний опыт акклиматизации карельской березы под Москвой доказал возможность ее искусственного выращивания в природно-климатических условиях центрально-европейской части России [Яблоков, 1962]. Доказано, что особенности, присущие деревьям карельской березы в естественных лесах на ее родине, сохраняются и при разведении ее вне естественного ареала, даже при выращивании более чем за 1000 км к югу от него.

При разведении березы карельской в Сибири, на Урале и на Дальнем Востоке существенный вклад внесли лесоводы-любители, распространяющие семена. В 1957 г. семена карельского происхождения были посеяны в г. Новосибирске, в 1961–1966 гг. – в Омской области [Суходольский, Воеvoda, 1963]. В Воронежской области первые опытные культуры заложены М. М. Вересиным в 1960 г. [Косиченко, Попов, Щетинкин, 1983]. Большой научный и практический интерес представляет выявление в результате проведения цитологических исследований дерева-триплоида на этом объекте [Козьмин, Буторина, 1985].

В конце 1960-х гг. опытные культуры березы карельской стали создавать в Средней Азии. Первые объекты были заложены 1968 г. в Ташкентской области, затем – в Киргизии [Яскина, 1971].

В Свердловской области в 1972–1973 гг. под руководством А. К. Махнева была заложена опытно-производственная плантация березы карельской. При этом использовались семена, полученные из разных регионов России [Махнев, 1982].

В Украине в разные годы опытные культуры были заложены в ряде областей [Молотков, 1984]. Опыт создания культур в Украинском Полесье свидетельствует о нецелесообразности смешения березы карельской с сосной, дубом красным и о перспективности – с елью. В Полесье Украины найдены отдельные деревья березы карельской [Тарасевич, 2011].

В 1980-е гг. осуществлялось расширенное воспроизведение березы карельской на Северо-Западе РСФСР. Проводились анализ и опытно-производственная проверка накопленного опыта по организации постоянной лесосеменной базы, выращивания посадочного материала и создания культур этой ценной породы [Евдокимов, 1989].

На территории Беларуси, где произрастают от 15 до 40 тыс. шт. деревьев березы карельской, лесные культуры начали создавать на вырубках с 1986 года [Барсукова, 1995].

В южно-таежном районе европейской части России производственные культуры узорчатой березы создавались в Карелии, Ленинградской, Кировской, и в Костромской областях. На Костромской лесной опытной станции была разработана целевая программа воспроизводства березы карельской [Багаев, 1990]. В основу ее положены результаты исследований опытных и производственных культур 1–20-летнего возраста, заложенных в Костромской и Кировской областях на общей площади более 300 га.

Изучение березы карельской в Костромской области. Как уже отмечалось, впервые в Центральной России участки с естественным произрастанием березы карельской были обнаружены в лесах Костромской области в начале 1960-х гг. старшим научным сотрудником Костромской лесной опытной станции С. Н. Багаевым [Багаев, 1963]. В связи с этим березу карельскую здесь лесоводы часто называют «березой Багаева». Поиски ее С. Н. Багаев начал еще в Вятских лесах, работая лесничим [Багаев, 2007, 2012]. Там существовал древний народный промысел изготовления сувениров из березового капа и капокорня, который остро нуждался в ценном сырье. Артель «Идеал», занимающаяся этим производством, в 1958 г. обратилась к С. Н. Багаеву с просьбой помочь в поисках каповой березы. Но такой березы в лесах было очень мало, и С. Н. Багаев поставил цель – найти карельскую березу с художественным рисунком по всему стволу. Это помогло бы решить проблему с сырьем для обеспечения промысла вятских кустарей.

Писатель В. Бочарников писал о С. Н. Багаеве: «Он искал ее, как перо жар-птицы: увлеченно, неотступно, страстно, с горячей мечтой в сердце» [Бочарников, 1981]. В результате упорных поисков в октябре 1961 г. С. Н. Багаевым была найдена первая карельская береза в Костромской области – под Судиславлем, у деревни Клинцево. Текстура березы была проверена в лаборатории генетики в Ивантеевке, принадлежность найденной березы к карельской подтвердилась. Это стало сенсацией в лесной науке, ведь раньше считалось, что карельская береза встречается только в Карелии. Высоко оценил уникальную находку академик ВАСХНИЛ А. С. Яблков. Об этой ценной березе и дальнейших работах по ее селекции и разведению писали известные писатели – В. А. Бочарников (1981), Н. С Голоднов (1989), В. А. Шпанченко (2003). Публикации о карельской березе часто появлялись как в местной, так и в республиканской периодической печати [Фролова, 1987]. Ее часто стали называть «березой узорчатой» и «березой Багаева».

В результате упорных поисков в 1962–1964 гг. насаждения карельской березы были выявлены в ряде мест Судиславского, Костромского и Нерехтского районов Костромской области (рис. 9). Под Костромой семьей Багаевых была найдена целая роща из 60 деревьев (рис. 10). Всего Костромской ЛОС было найдено около двух тысяч стволов узорчатой березы. При этом

были отобраны более сотни карельских пушистых берез и новых форм – березы волнистой, пламенной, ледяной – с другим типом художественной текстуры древесины [Багаев, 1973]. В этот период на Станции были поставлены опыты по гибридизации и размножению отобранных берез [Багаев, 2001].

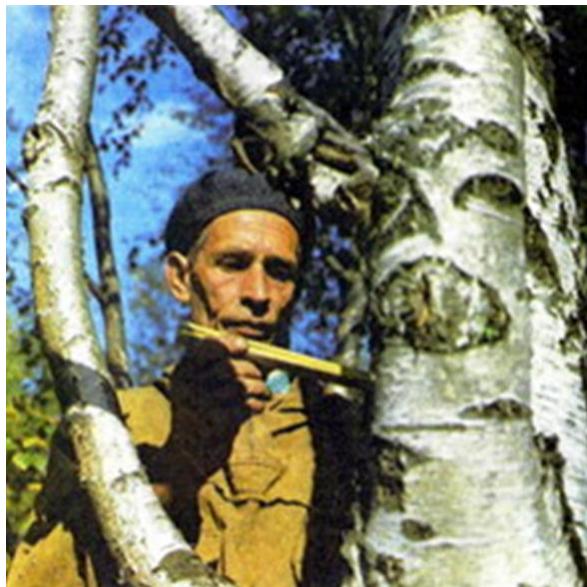


Рисунок 9. С. Н. Багаев у найденного дерева березы карельской
(Костромское лесничество, 1970 г.)



Рисунок 10. Роща березы карельской,
найденная семьей Багаевых
(Костромское лесничество, 1969 г.)

Открытие карельской березы в Костромской области в начале 1960-х гг. имело большое научное и практическое значение. Выявленные участки карельской березы в костромских лесах были в разное время осмотрены академиками ВАСХНИЛ А. С. Яблоковым и Н. П. Анучиным, профессорами К. Б. Лосицким, К. А. Саксом и другими учеными-лесоводами (рис. 11).



Рисунок 11. Академик ВАСХНИЛ А. С. Яблоков, директор Костромской ЛОС
А. А. Дюльдин и с.н.с. М. В. Багаева у первой карельской березы
(Судиславское лесничество Костромской области, 1961 г.)

Ученые признали, что нужно сохранять эти реликтовые березы, организовать их изучение и массовое размножение [Голоднов, 1989].

В 1962 г. в Министерстве лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР было издано постановление «Об организации специализированных хозяйств по выращиванию узорчатой березы в Судиславском и Костромском лесхозах». По заданию Костромского Совнархоза на Костромской ЛОС начались работы по искусственноому разведению, селекции и семеноводству карельской березы. В 1969 г. в Министерстве лесного хозяйства РСФСР состоялось специальное совещание по хозяйственному освоению карельской березы в нашей стране, на котором присутствовали ученые, работники производства и эксперты Всемирной выставки мебели. Была поставлена задача обеспечения строительной и мебельной индустрии облицовочным материалом из древесины с художественной текстурой отечествен-

ных пород, включая карельскую березу. Было намечено продолжить изыскания карельской березы в европейской части СССР, заложить в стране не менее 100 тыс. га ее культур. Лесоводам Костромской области была поставлена задача: в ближайшие годы закончить отбор узорчатой березы в лесах, заложить питомники, создать культуры промышленного значения в Костромской и сопредельных областях.

Академик А. С. Яблоков предлагал в зоне Костромской ЛОС заложить не менее 300 га плантаций и культур сортовой березы с тем, чтобы при массовом разведении изделия из нее через 40 лет были в каждой квартире. Работы по отбору и разведению узорчатой березы в Костромской области проводились под его руководством с начала 1960-х гг. в течение 10 лет его учеником – старшим научным сотрудником Станции С. Н. Багаевым. А. С. Яблоков был требовательным к себе и ученикам, он призывал «оставлять след на земле в виде рукотворных лесов, парков и дендрариев».

Первые рукотворные рощи березы карельской, заложенные в Костромском лесничестве, являются именными. Роща, посаженная весной 1964 г., названа Андриановской в честь ухаживающего за ней и охраняющего ее пенсионера Н. К. Андрианова. Другой участок, заложенный осенью 1964 г., назван Ритиной рощей в честь М. В. Багаевой – с.н.с. Станции, супруги и верной соратницы С. Н. Багаева. В 1972 г. она спасла плантацию от огня, получив при этом ожоги. Обе рощи являются постоянными лесосеменными участками узорчатой березы.

Для получения высококачественных по наследственным свойствам семян, сохранения ценного генофонда материнских растений, достижения раннего и регулярного плодоношения в 1964 г. в Костромском лесничестве была заложена первая в России лесосеменная плантация (далее – ЛСП) березы карельской привитым посадочным материалом на площади 1,5 га.

Наиболее ценные участки с естественным произрастанием узорчатой березы получили природоохраный статус уникальных памятников природы [Багаев, 2001]. Решением Костромского облисполкома от 30.01.1978 г. они были выделены в 4 районах на общей площади 30 га.

В настоящее время дело своих родителей продолжают их сыновья – С. С. Багаев и Е. С. Багаев.

Открытие березы карельской в Костромской области в начале 1960-х гг. имело большое научное и практическое значение. В 1977 г. на основании многолетнего опыта С. Н. Багаевым были разработаны Методические указания по селекции и разведению карельской березы в лесах нечерноземной зоны РСФСР [Методические указания .., 1977]. Работы по отбору и разведению узорчатой березы стали проводиться в Костромской области и ряде других регионов.

Сеянцы и семена этой ценной породы высыпались по заявкам предприятий лесного хозяйства в различные регионы России, в том числе в Московскую, Ленинградскую, Свердловскую, Вологодскую, Архангельскую,

Орловскую, Омскую, Камчатскую, Сахалинскую области, Ставропольский край, республики Татарстан, Удмуртию, Северную Осетию, в Украину, Беларусь, Казахстан, Молдову и Латвию, где также создавались лесные культуры березы карельской из семян местной репродукции.

За время культивирования березы карельской сеянцы и саженцы костромского происхождения селекционных категорий «улучшенные» и «нормальные» выращивались в постоянных питомниках в условиях закрытого и открытого грунта: Петровский и Рыбинский – в Ярославской области; Суздальский, Островский, Судиславский, Кадыйский, Мантуровский, Шарьинский – в Костромской области; Кировский, Вятско-Полянский, Суводский, Котельничский, Слободской, Кильмезьский, Гостовский – в Кировской области; Савинский – в Ивановской области; Семеновский, Арзамасский, Дзержинский – в Нижегородской области; Мушмаринский, Сернурский – в республике Марий Эл; Илишевский – в республике Башкортостан и в других регионах России.

При участии костромских ученых в период с 1964 по 1980 гг. в Костромской, Кировской, Ярославской и Ивановской областях было заложено 70 га ЛСП и 1000 га культур березы карельской, выращено более 1 млн шт. саженцев. В 1981–1989 гг. продолжалась закладка лесных культур и ЛСП березы карельской костромского происхождения в Костромской, Кировской, Ярославской, Ивановской, Нижегородской, Вологодской областях, в республике Марий Эл и ряде других регионов России. Общая площадь заложенных лесных культур березы карельской составила более 2000 га. Только в Костромской области заложено 300 га, а в Кировской – 200 га лесных культур этой ценной породы [Багаев, 1988].

Опыт создания опытно-производственных культур березы карельской показал, что стандартный подход (по аналогии с созданием традиционных культур хвойных пород) при ее выращивании неприемлем. Необходима разработка технологии и программы закладки лесных культур целевого назначения с учетом особенностей их роста и формирования.

В Костромской области, впервые в Центральной России, была сформирована лесосеменная база березы карельской, позволяющая ежегодно закладывать культуры этой ценнейшей породы на площади 100 га и более.

К сожалению, приказы Минлесхоза РСФСР № 300 от 30.12.1982 г. и № 111 от 13.05.1986 г. по выявлению, сохранению и разведению березы карельской не были выполнены. Работы по семеноводству, выращиванию посадочного материала и закладке лесных культур березы карельской в регионе с 1989 г. резко сократились, а затем были прекращены. Исследования березы карельской были остановлены.

ГЛАВА 3

ОПЫТ РАЗВЕДЕНИЯ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

3.1. Организация семеноводства

Береза карельская, как и большинство других древесных растений, может размножаться семенным и вегетативным способом. Семенное размножение для нее является основным, поэтому организации практического семеноводства необходимо уделить особое внимание.

Прогнозирование обилия цветения и плодоношения березы карельской производится по методу, разработанному в Институте леса Карельского филиала АН СССР [Ермаков, Зимина, Бумагина, 1983]. Это необходимо для планирования объемов заготовки семян, определения потребности в рабочей силе и материальных средствах. Данный метод применим к биогруппам, популяциям, растения которых не моложе 10–15 и не старше 60–70 лет [Технические указания .., 1985].

Семена березы карельской очень мелкие. Средняя масса 1000 семян составляет 0,17 г. По обилию и регулярности плодоношения береза превосходит другие древесные породы [Пономарев, 1933]. Плодоношение наступает примерно с 15 лет, и в разные годы неравномерное. Созревание семян зависит от условий произрастания, а также от почвенных и климатических особенностей.

Внешними признаками готовности соплодий к сбору является появление в некоторых местах буроватого оттенка или их полное побурение. Наиболее целесообразный срок сбора семян – конец июля–начало августа. Сроки созревания семян варьируют с середины июля до середины октября, поэтому возникает необходимость вести их сбор в несколько приемов. Основное плодоношение в насаждениях начинается в III классе возраста. Всходжесть семян колеблется от 10 до 80%. Образование пустых семян обусловлено повреждением березовым комариком, грибком склеротинией и партенокарпией. На лесосеменных объектах и в молодых культурах сбор семян осуществляется с земли с применением переносной лестницы-стремянки высотой до 3 м, деревянных шестов с крючьями на концах (рис. 12). Ветви подтягивают до необходимой высоты и сережки осторожно срывают с побегов. Обрезка веток для заготовки семян не допускается. Для сбора с высокоствольных особей необходимо использовать специальные приспособления и технические средства.

Для промышленного разведения могут заготовляться семена четырех категорий [Технические указания .., 1985]:

- смесь семян, собранных с деревьев различных форм;
- семена сбора с определенных форм;
- семена раздельного сбора с каждого материнского дерева или клона;

- семена гибридного происхождения от внутривидовых и межвидовых скрещиваний.



Рисунок 12. Заготовка семян с маточного дерева в семенном заказнике
(Судиславский лесхоз Костромской области, 1962 г.)

Собранные семена рассыпают тонким слоем в закрытых помещениях и просушивают, после чего очищают от листьев и мусора. Высушенные се-режки протирают и ссыпают в полиэтиленовые мешки или бутыли для хра-нения в сухом помещении с пониженной температурой. Хранение семян на складах более 2 лет не рекомендуется из-за снижения всхожести. Искус-ственное опыление цветков способствует повышению всхожести семян в 2–3 раза.

При интродукции в новые географические районы целесообразно ис-пользовать семена:

- в северных и северо-западных регионах России – из Карелии и Ле-нинградской области;
- в западных областях – из Белоруссии и Прибалтики;
- в центральных областях – из Костромской, Владимирской, Москов-ской, Калужской и Смоленской областей, а также из западных областей Бе-лоруссии и Прибалтики;
- в восточных регионах – из указанных центральных областей.

Разлет семян березы карельской начинается вскоре после созревания. Дальность полета семян, в зависимости от ветра, достигает 400 м. Появляющиеся всходы слабо укореняются в почве и очень медленно развиваются.

Создание и выделение объектов лесного семеноводства. Создание объектов лесного семеноводства является первоначальным этапом в обеспечении лесокультурного производства ценными семенами. Основные этапы организации улучшенного семеноводства березы карельской следующие [Методические указания .., 1977; Технические указания .., 1985]:

- отбор березы в природе;
- организация улучшенного, сортового и гибридного семеноводства;
- прогнозирование обилия цветения и плодоношения;
- сбор и хранение улучшенных семян.

В основе лесокультурного производства лежит отбор в природе ценных насаждений и форм березы карельской, признаки которых наследуются и могут передаваться потомству при семенном и вегетативном размножении.

Как уже отмечалось, первые естественные насаждения березы карельской были отобраны С. Н. Багаевым в начале 1960-х гг. в Судиславском и ряде других лесничеств Костромской области [Багаев, 1965]. Очень ценный по формовому составу участок леса был выявлен в 1962 г. вблизи пос. Судиславль (ур. Климцево). Этому уникальному насаждению был присвоен статус заказника. В нем были отобраны 37 плюсовых деревьев березы карельской разных форм на площади 10 га (рис. 13, прил. 1).



*Рисунок 13. Заказник березы карельской в урочище Климцево
(Судиславский район Костромской области, 1965 г.)*

На участке преобладают короткоствольные и высокоствольные формы (18 и 14 деревьев, соответственно). Средние показатели по формам приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Средние показатели по формам деревьев березы карельской
в селекционном заказнике в ур. Климцево**

Форма	Возраст, лет	Количе- ство дере- вьев, шт.	Средние биометрические показатели		
			высота, м	диаметр ствола на высоте 1,3 м, см	диаметр кроны, см
Высокоствольная	10–30	14	16	23	4,9
Короткоствольная	15–30	18	12	18	4,8
Кустовидная	4–8	5	4	5,2	2,4

Из числа выявленных плюсовых деревьев были отобраны 9 элитных, которые отличались наилучшими показателями по форме ствола, быстроте роста и качеству древесины (рис. 14).



Рисунок 14. Высокоствольное маточное дерево березы карельской в уроцище Климцево (Судиславский район Костромской области, 1965 г.)

Судиславского лесхоза. В непосредственной близости от них была выявлена

Ввиду их малочисленности и высокой ценности, черенковый материал и семена, собранные с них, использовались исключительно для закладки лесосеменных плантаций и исследования потомства. Черенки с 4-х деревьев (№№ 1, 25, 34, 48) были отправлены академику А. С. Яблокову для Ивантеевского питомника. В 1963–1965 гг. пыльца и черенки с деревьев (№№ 11–13, 41) были отправлены А. Я. Любавской для скрещивания и прививок [Багаев, 1965].

Деревья березы карельской произрастали также и в других местах в окрестностях пос. Судиславль Костромской области. Так, одиночные 35–45-летние особи с высотой ствола 12–18 м, с диаметром на высоте 1,3 м 14–26 см и внешними признаками узорчатости древесины встречались около квартала 32 Судиславского лесничества

биогруппа ценной по текстуре древесины березы. На другом участке 30–40-летние деревья достигали высоты 8–15 м и диаметра до 25 см. Большинство деревьев длительное время произрастало под пологом ели, в результате чего некоторые из них имели стелющуюся форму ствола. Три дерева из этой биогруппы имели прикорневые капы.

В насаждении, примыкающем к этой биогруппе, встречались единичные экземпляры усыхающих и усохших узорчатых берез, длительный период времени существовавших под пологом леса. В верхней части склона холма, в перелеске, были выявлены 3 биогруппы березы карельской. В нижней части склона оврага были отмечены единичные ценные 40-летние узорчатые особи с цилиндрической и малосбежистой формой ствола, с хорошей очищаемостью от сучьев. Среди многочисленного 5–12-летнего подроста встречались березы с желваками неровнобугорчатой формы, некоторые из которых являлись цennыми и использовались в опытах по скрещиванию. Неподалеку от д. Климцево Судиславского района на склоне формирующегося оврага было обнаружено 40-летнее насаждение с составом 9Бка1Е. Почва супесчаная, свежая. В биогруппе произрастали 9 ценных по качеству древесины деревьев. Большинство из них имели порослевое происхождение, высота ствола составляла 10–15 м. Высота ствола особей семенного происхождения составляла 16–18 м.

Единичные деревья узорчатой березы были обнаружены в кв. 79 Судиславского лесничества в лиственно-еловом древостое на площади 20 га. 45-летнее насаждение имело состав 5Б3Ос2Е ед. Олс. Средние значения высоты и диаметра ствола – соответственно 18 м и 16 см, полнота – 0,7, бонитет II. Местоположение ровное, почва суглинистая, подзолистая, свежая суборь. Узорчатая текстура древесины формировалась у деревьев, произрастающих в небольших «кокнах» и прогалинах, где они встречались совместно с березой повислой, ольхой и осиной.

В ур. Красная горка, примыкающем к пос. Судиславль, на неудобных для сельскохозяйственного пользования землях встречались единично и группами узорчатые березы 20-летнего возраста в разновозрастном насаждении с неравномерным составом и полнотой от 0,6 до 1,0. Почвы легкосуглинистые на моренной глине. На участках с высокой полнотой береза карельская имела не менее 10 м хорошо очищенного от сучьев ствола и диаметр 8–12 см. На соседнем участке произрастали четыре узорчатые березы 25-летнего возраста с высотой ствола 7–9 м и диаметром 8–12 см.

Проведенные в 1965 г. исследования подтвердили результаты исследований Н. О. Соколова (1950), А. С. Яблокова (1962) и А. Я. Любавской (1966) о наличии в природе многоформенности березы по текстуре древесины. Наиболее быстрорастущими и хозяйственными цennыми из них являются представители высокоствольной формы узорчатой березы, которые достигали высоты 20 м, имели прямые, хорошо очищенные от сучьев

стволы и развитые кроны. Среди особей этой формы встречались деревья с белой, светло-серой, слабо трещиноватой корой.

Отобранные в начале 1960-х гг. насаждения и отдельные деревья высокоствольной и короткоствольной бересеки карельской в возрасте от 10 до 50 лет отличались нормальным ростом и продуктивностью. На легкосуглинистых подзолистых почвах, подстилаемых моренным суглинком, насаждения древовидных форм бересеки карельской в возрасте 40 лет имели следующие средние таксационные показатели: высота – 16–18 м, диаметр на высоте 1,3 м – 22–26 см, класс бонитета – II, полнота – 0,7, запас – 130 м³/га. Деревья хорошо очищаются от сучьев. Узорчатая текстура древесины формировалась у деревьев, произрастающих в небольших «окнах» и прогалинах, где они встречались совместно с бересекой повислой и другими породами.

В ряде случаев деревья кустовидных форм, длительное время произрастающие под пологом леса, приобрели форму подлесочного кустарника и усыхали.

При селекции на продуктивность выделяют, прежде всего, маточные древостои максимальной производительности и качественные по составу [Выращивание осины ..., 1986]. Среди наиболее распространенной бересеки карельской повислой отбираются для размножения формы с трещиновато-ромбовидной, продольно-трещиноватой и трещиновато-гладкой корой (рис. 15).

При селекции и разведении бересеки с декоративными качествами древесины для вегетативного клонового и семенного размножения в первую очередь выделяются плюсовые деревья по комплексу хозяйственно ценных признаков, главными из которых являются: яркая выраженность узорчатой текстуры древесины, высокая плотность рисунка, быстрый рост [Методические указания ..., 1977]. Ценными для целевого выращивания древесины с художественной текстурой являются высокоствольные деревья бересеки с признаками карельской, пламенной (ледяной), волнистой и трещиновато-грубокорой (рис. 16).

Проводимые мероприятия должны быть направлены на организацию производства улучшенных по наследственным качествам семян в требуемом объеме. Повышению выхода потомства с узорчатой текстурой в среднем на 20% при перекрестном опылении способствует удаление особей с обычной древесиной. Проведение разреживаний биогрупп и зарослей бересеки карельской с внесением комплексных удобрений способствует повышению урожайности и улучшению посевных качеств семян. При этом увеличиваются показатели технической и грунтовой всхожести, энергии прорастания и веса.

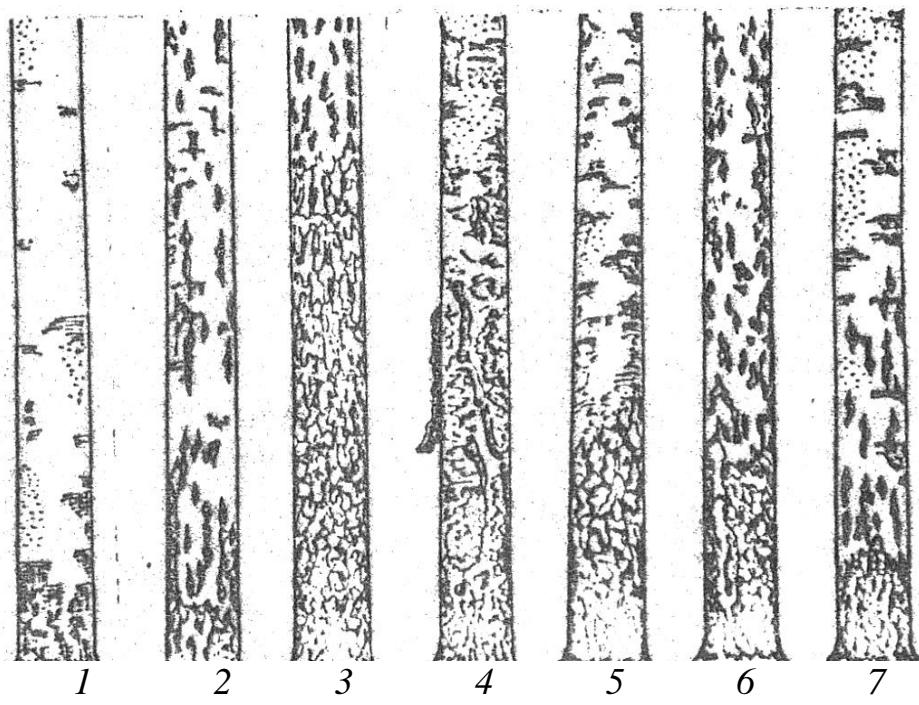


Рисунок 15. Фенотипы березы повислой и пушистой по коре:
1 – гладкокорая; 2 – ромбовидная; 3 – трещиноватая; 4 – слоистая;
5 – трещиновато-гладкокорая; 6 – трещиновато-ромбовидная;
7 – ромбо-гладкокорая

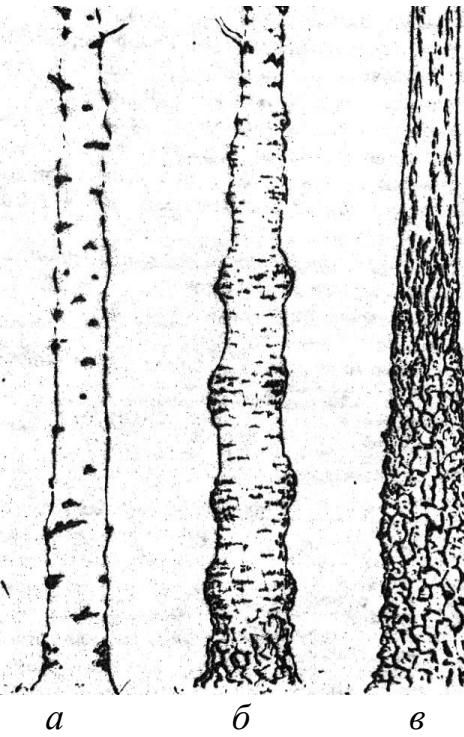


Рисунок 16. Формы березы, перспективные по продуктивности
и художественной текстуре древесины для получения декоративного кряжа:
а – пламенная (ледяная); б – карельская высокоствольная;
в – трещиновато-грубокорая

Для улучшения наследственных качеств, повышения процента полнозернистости и всхожести семян следует проводить дополнительное опыление женских сережек березы карельской пыльцой соседних деревьев такой же березы путем встряхивания ветвей или заготовки с них пыльцы и нанесения ее на женские сережки с помощью распылителей.

Для обеспечения лесокультурного производства улучшенными семенами в Костромском лесничестве были заложены и аттестованы ряд лесосеменных объектов этой ценной породы: ЛСП (табл. 2), постоянные лесосеменные участки (далее – ПЛСУ), выделены плюсовые деревья. Как уже отмечалось, в Костромской области, впервые в Центральной России, была сформирована лесосеменная база березы карельской.

Таблица 2

**Сводная ведомость ЛСП березы карельской
в Пригородном участковом лесничестве Костромского лесничества**

№ п/п	Площадь, га	Кв.	Выд.	№ по паспорту	Год закладки	Время аттестации	Способ закладки	Количество клонов, шт.
1	2,2	59	9	1	1967	1973	прививочная	20
2	1,5	59	13	2	1964	1973	прививочная	20
3	1,5	59	14	3	1978	1985	прививочная	20

Для получения улучшенных семян, сохранения ценного генофонда материнских растений, достижения раннего и регулярного плодоношения наиболее целесообразна закладка ЛСП семенного или вегетативного происхождения.

В 1964 г. в Костромском лесничестве была заложена первая в России клоновая ЛСП березы карельской на площади 1,5 га (рис. 17).



Рисунок 17. Клоновая ЛСП березы карельской в Пригородном участковом лесничестве Костромского лесничества

Земельный участок был подобран в квартале 59 Пригородного лесничества Костромского лесхоза. Рельеф участка ровный, почвенный покров представлен дерново-подзолистой суглинистой почвой, подстилаемой моренным суглинком. В августе 1963 г. на площади была проведена сплошная обработка почвы с последующим дискованием одной секцией бороны БДТ-2,2. После обработки участок был размаркирован на квадраты 5×5 м. Такое размещение позволило посадить на этой площади 400 деревьев при достаточной освещенности с возможностью проведения механизированных уходов. При закладке плантации использовались 1–2-летние привитые черенки от 9 материнских деревьев, выращенные в Судиславском питомнике. Ими была занята примерно 1/3 площади плантации. На остальной площади были сделаны прививки на высаженном с комом земли 2–3-летнем самосеве березы. В междуядиях был высажен резервный самосев. В летний период проводился двукратный уход, заключающийся в обработке междуядий навесной дисковой бороной и трехкорпусным плугом в агрегате с трактором Т-40 по двум взаимно перпендикулярным направлениям. В защитной зоне около саженцев на площадках 0,5–1,0 м² уход проводился вручную. Площадь плантации была огорожена. В 1-й год интенсивный рост привоев зависел от сроков проведения прививок. Наибольший прирост по высоте наблюдался в весенний период (в мае – до 40–60 см). Часть растений к концу 1-го года заложили мужские цветочные сережки. На второй год привои достигали размеров 70–80 см, на 3-й год – не менее 100 см. Была выявлена прямая зависимость: чем сильнее развитие подвоя, тем интенсивнее был рост прививок. ЛСП березы карельской неоднократно осматривались участниками конференций по проблемам семеноводства регионального, федерального и международного уровня.

ПЛСУ березы карельской заложен в 1965 г. в кв. 59, выд. 9 на площади 1,0 га методом изреживания; аттестован в 1999 г.

В кв. 59, выд. 5, 7, 8 имеется 38 плюсовых деревьев березы карельской, аттестованные в 1982 г. в возрасте 26 лет. Выполняют роль лесосеменных участков и именные рощи – Андриановская и Ритина.

На ЛСП в 1970–1989 гг. осуществлялся сбор семян березы карельской со стремянок. Собранные семена высевались в постоянных лесных питомниках Костромской области и ряда других регионов: Кировской, Ярославской, Ивановской, Нижегородской, Вологодской областей, в Республике Марий Эл. Выращенным посадочным материалом закладывались лесные культуры березы карельской.

Основные лесосеменные объекты березы карельской были включены в лесной участок, арендованный Станцией в соответствии с договором постоянного бессрочного пользования от 28.06.2010 г. № 400 в целях научно-исследовательской деятельности (стационар «Солонка»). Целевое назначение лесов – защитные, категория защитных лесов – лесопарковые зоны. Местоположение участка: ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное

участковое лесничество, кв. 59, выд. 9, 10, 11, 13. Площадь арендованного лесного участка – 4,3 га.

Фенотипы карельской березы, имеющие лучшие показатели роста, целесообразно использовать для селекции с целью повышения эффективности лесокультурного производства, в том числе с применением современных биотехнологических методов.

С 1989 г. работы по разведению березы карельской в регионе не ведутся.

3.2. Традиционные способы размножения

3.2.1. Семенное размножение

Семенное размножение является основным способом разведения березы карельской. В связи с этим разработанная Станцией целевая программа воспроизводства березы карельской базируется на данном способе размножения [Багаев, 1990].

Выращивание сеянцев в открытом грунте. Сбор семян для посевов проводится, прежде всего, на объектах постоянной лесосеменной базы, включая плюсовые деревья различных узорчатых форм. Выращивание семенного посадочного материала осуществляется в посевных отделениях лесных питомников (рис. 18). Качественные сеянцы можно вырастить только при соблюдении высокой агротехники в условиях постоянной влажности почвы с защитой от неблагоприятных факторов среды. Агротехника выращивания посадочного материала березы (сеянцев и саженцев) достаточно полно отражена в нормативно-справочных материалах [Наставление .., 1979; Справочник .., 1983; Технические указания .., 1985].



a



б

Рисунок 18. Выращивание сеянцев березы карельской в питомнике Костромского лесничества Костромской области (1968 г.): *а* – посев семян старшими научными сотрудниками Костромской ЛОС ВНИИЛМ С. Н. и М. В. Багаевыми; *б* – однолетние сеянцы в посевном отделении питомника

Ниже приводятся основные условия выращивания сеянцев березы карельской в открытом грунте:

- высев проросшими семенами;
- раннелетний посев с предпосевной культивацией почвы и обработкой почвы гербицидами;
- ленточный посев при ширине строчек 4–10 см, укрытие посевов еловым подсохшим лапником;
- трехстрочная схема посева (10–22–10–22–10–60 см), возможен механизированный посев;
- норма высева в зависимости от лабораторной всхожести колеблется от 2,7 (всхожесть 10%) до 0,2 (всхожесть 80%) г/пог. м;
- посев семян производят на глубину 1–1,5 см;
- регулярный полив по мере необходимости, в июне–июле с органоминеральными подкормками;
- на 2-й год – внесение азотных удобрений в 3 срока: рано весной (20 кг/га), в мае (40 кг/га), в июле (60 кг/га) в межстрочные пространства;
- борьба с сорняками на паровых полях и в посевах с применением химических средств и обработкой почвы;
- вспашка с оборотом пласта после выкопки посадочного материала на глубину 25–27 см.

Взошедшие проростки пикируют. Улучшению посевных качеств семян способствует проведение разреживаний биогрупп и зарослей березы карельской с внесением комплексных удобрений.

Посадочный материал березы карельской должен соответствовать следующим критериям: возраст – не менее 2 лет, диаметр стволика у корневой шейки – не менее 2,0 мм, высота стволика – не менее 20 см [Правила лесовосстановления ..., 2020].

При закладке разноформенных лесных культур березы карельской сеянцами сеянцы перед посадкой сортируются на 3 фракции: крупные, средние и мелкие.

Опыт выращивания сеянцев березы карельской в открытом грунте в 1970–1980 гг. в Костромской, Кировской и Ивановской областях [Селекция березы карельской ..., 1974], свидетельствует о возможности ускоренного выращивания посадочного материала:

- на перегоревших в результате наземных пожаров мелкоторфянистых почвах за счет использования ими легкоусвояемых минеральных элементов;
- с искусственным внесением и предварительным сжиганием растительных остатков на поверхности обработанных легкосуглинистых почв в количестве 40 т/га, при этом достигается усиление роста сеянцев за счет уменьшения кислотности почвы и увеличения содержания азота, фосфора, калия и других элементов;

– при использовании площадей из-под ольхи серой, с частичной раскорчевкой леса полосами шириной, равной высоте древостоя, и сплошной безотвальной обработкой полос с выравниванием и поверхностным рыхлением площади, при этом отпадает необходимость в дополнительном внесении удобрений, проведении поливов, мульчирования и затенения.

При ускоренном выращивании посев березы целесообразно проводить в 1-й декаде мая. Предпосевная подготовка семян производится путем намачивания их в воде в течение суток и последующего хранения при температуре $+15\dots+20^{\circ}\text{C}$ до начала их наклевывания. Наклонувшиеся семена хранят под снегом до момента использования. В результате такой подготовки улучшается грунтовая всхожесть и сокращается срок появления всходов.

Станцией в 1960–1970 гг. в постоянных питомниках Судиславского и Костромского лесничеств проводились исследования по выращиванию посадочного материала березы карельской костромского происхождения с использованием стимуляторов роста при предпосевной обработке семян и внеокорневых обработках 1–2-летних сеянцев [Багаев, 2016]. Отмечено положительное влияние на посевные качества семян и рост однолетних сеянцев гиббереллина (0,005%), гетероауксина (0,0001%) и нефтяного ростового вещества (далее – НРВ) с дозой 0,001–0,002%, а также на показатели роста 2-летних сеянцев гиббереллина в концентрации 0,0001%. Предпосевная обработка семян НРВ способствовала повышению всхожести семян до 50% и ускорению роста сеянцев до 80% по сравнению с растениями, полученными из сухих семян. Это согласуется с данными других исследователей [Ганюшкина, 1963, 1964; Симонов, 1963].

Были также проведены эксперименты по использованию золы при выращивании сеянцев березы карельской. Установлено положительное совместное влияние внесения золы и торфа на показатели роста сеянцев. При этом сочетание внесения золы и торфа с обжигом соломы способствовало получению большего эффекта (в 1,7 раза). Полученные данные свидетельствуют о большой эффективности выращивания сеянцев березы карельской на прогоревших почвах и реальной возможности достижения ими необходимых для посадки размеров в течение одного вегетационного периода с минимальными затратами труда и средств.

Существенное ускорение роста отмечено при подкормке сеянцев смесью комбинированного удобрения с микроэлементами и мочевиной. Наибольший эффект получен от использования при подкормке древесных растений смесью полного удобрения с известью. В питомниках на супесчаных почвах целесообразно внесение полного минерального удобрения с известью в объеме 520 кг /га (150 кг/га азотных, 150 кг/га фосфорных, 70 кг/га калийных, 150 кг/га извести). Однократный полив с такой дозой способствовал увеличению интенсивности роста 2-летних сеянцев березы карельской в 1,5–2 раза.

Наиболее быстрые темпы роста и развития наблюдались у сеянцев, полученных в результате отдаленной гибридизации берез повислой с пушистой, а также между представителями различных форм в пределах вида.

Более интенсивным ростом отличались семенные потомства более молодых жизнеспособных маточных деревьев, произрастающих в благоприятных лесорастительных условиях.

Преимущество ранневесеннего посева семян перед весенним по развитию сеянцев и грунтовой всхожести не выявлено. Наиболее целесообразным сроком посева является 1-я декада мая. В этот период достаточно просыхает почва и устанавливаются эффективные положительные температуры, способствующие более быстрому прорастанию семян и их развитию.

Было установлено положительное влияние на всхожесть семян предпосевной обработки с воздействием пониженных температур. С увеличением срока воздействия пониженными температурами от 15 до 20 дней грунтовая всхожесть и энергия роста сеянцев увеличивается. Проращивание семян перед посевом также оказало положительное влияние на рост и грунтовую всхожесть растений. Положительный эффект предпосевной обработки семян достигается за счет сокращения срока появления всходов на 10–15 дней.

В 2011–2014 гг. Станцией в постоянном питомнике Судиславского лесничества проводились испытания современных регуляторов роста: Циркон, Цитовит, гумат «Плодородие» (при предпосевной обработке семян), Супер гумисол, Силиплант, Рибав-Экстра, Крезацин, Эпин-Экстра, гумат «Плодородие» (при внекорневых обработках сеянцев 1-го и 2-го года выращивания).

При выращивании однолетних сеянцев с использованием регуляторов роста отмечено увеличение линейных параметров, фитомассы (на 10–30%), выхода посадочного материала с единицы площади (на 10–50%). За трехлетний период положительные результаты достигнуты по энергии роста и числу всходов. Высота стволиков сеянцев возросла на 20–60%, длина корня – на 27–73%. Лучшие результаты по энергии роста и накоплению фитомассы березовых сеянцев достигнуты в следующих вариантах:

- Циркон (0,1 мл/л) + Цитовит (1 мл/л);
- Циркон (0,1 мл/л) + Цитовит (1 мл/л) + Супер гумисол (10 мл/л) + Силиплант (4 мл/л);
- Циркон (0,1 мл/л) + Цитовит (1 мл/л) + Силиплант (4 мл/л).

Результаты изучения стимуляторов роста свидетельствуют о целесообразности применения при выращивании посадочного материала березы карельской предпосевной обработки семян Цирконом и Цирконом совместно с Цитовитом, гуматом «Плодородие» с внекорневой подкормкой сеянцев Супер гумисолом, Силиплантом, Крезацином, Рибав-Экстра, Эпин-

Экстра в комплексе с Цитовитом, гуматом «Плодородие». При этом ускоряется рост, улучшается качество и биомасса сеянцев, увеличивается выход посадочного материала с единицы посевной площади.

Выращивание сеянцев в закрытом грунте. Наиболее перспективно выращивание посадочного материала в закрытом грунте на искусственном субстрате, в качестве которого используют разложившийся низинный торф, смесь торфа с опилками (2:1) и с перепревшим конским навозом, верховой торф, обогащенный элементами минерального питания (рис. 19). Посевы под пленкой не требуют мульчирования, всходы быстро растут и к концу 1-го сезона достигают необходимых для посадки размеров [Выращивание осины .., 1986]. Усиление роста сеянцев под пленкой достигается благодаря более продолжительному вегетационному периоду и тепличному эффекту. С этой целью приемлемы и малогабаритные теплицы.



Рисунок 19. Выращивание сеянцев березы карельской в теплице
(Костромское лесничество, 1975 г.)

Агротехника выращивания сеянцев березы в теплицах приведена в нормативно-справочных материалах [Технические указания .., 1985 и др.].

Основные условия выращивания сеянцев березы карельской в закрытом грунте:

- ежедневный полив посевов;
- выращивание сеянцев на почвах с нейтрально-кислой средой ($\text{pH} = 6,5$), с содержанием азота не менее 10%, с высокой или средней обеспеченностью фосфором и обменным калием;
- весенний срок посева;

- предпосевная обработка семян намачиванием их в воде в течение суток и с последующим содержанием при температуре +15...+20°C до начала наклевывания, а затем – под снегом до посева;
- обработка сухих семян в течение суток растворами микроэлементов: молибденовокислый аммоний (0,001%), борная кислота (0,002%), сернокислая медь и марганцовокислый калий (0,001%), нефтяное ростовое вещество (0,002%);
- посев в строики шириной 8-10 см, в продольные борозды глубиной до 2 см, с заделкой семян до 0,5 см речным песком или смесью мелких опилок с песком (1:1);
- норма высева, в зависимости от лабораторной всхожести, колеблется от 1,3 (всхожесть – 10%) до 0,1 (всхожесть – 80%) г/пог. м;
- схема посевных борозд: (40–10–25–10–40 см) при ленточном посеве и через 20 см – при грядковом;
- обильный полив после посева;
- систематический уход за посевами в виде полива (8–20 л/м²) и прополки;
- полив: ежедневный – в семядольной фазе, через 1–2 дня – в листовой фазе, через 5–7 дней – в стеблевой фазе, постепенно увеличивая норму полива до 20 л/м² посева;
- в период появления листочек внекорневая подкормка сеянцев опрыскиванием смесью удобрений в 10 л воды: суперфосфата, настоянного на воде в течение 12 часов – 300 г, аммиачной селитры – 50 г, хлористого калия – 50 г, из расчета 1 л раствора на 1 м² посева (в вечернее время – во 2-й половине июня, в июле и в 1-й декаде августа);
- обработка посевов фунгицидами в соответствии с рекомендациями.

Агротехника выращивания березы карельской в питомниках может быть различной в зависимости от хозяйственных возможностей, почвенно-климатических и географических условий. В таежной зоне перспективно выращивание саженцев березы карельской с закрытой корневой системой (далее – ЗКС) [Евдокимов, Смирнов, 1983].

Опыт выращивания сеянцев березы карельской в закрытом грунте в 1970–1980 гг. в Костромской, Кировской и Ивановской областях, свидетельствует о возможности успешного ее выращивания в течение одного сезона с сокращением расхода ценных семян в 2 раза [Селекция березы карельской ..., 1974]. Лучшими субстратами для выращивания березы в теплицах являются разложившийся низинный торф, смесь торфа с опилками (2:1) и с перепревшим конским навозом. Внекорневая 3–4-кратная подкормка всходов смесью минеральных удобрений ускоряет рост и развитие сеянцев.

Лучшие условия для роста березы в питомниках создаются при нейтральной среде почвы ($\text{pH} = 6,5$) с содержанием в ней азота не менее 10%

и высокой (15 мг / 100 г почвы) или средней (7 мг/100 г почвы) обеспеченностью верхних горизонтов почвы фосфором и обменным калием. Обязательным условием успешного выращивания этой культуры является постоянная влагообеспеченность верхних горизонтов почвы.

Выращивание саженцев. Саженцы березы в культурах растут медленно, но уже через несколько лет процесс ускоряется, обеспечивая молодым деревьям преимущество перед высокими травянистыми растениями.

В 1960–1970-х гг. саженцы березы карельской выращивались в пикировочных и школьных отделениях питомников открытого грунта. Для пикировки использовались всходы в листовой фазе. Они высаживались в хорошо подготовленную почву уплотненной посадкой.

Школьное отделение создается 1–2-летними сеянцами с предварительной сортировкой их по размерам надземной части: высокие, средние и мелкие. Они высаживаются раздельно для обеспечения сохранности медленно растущих особей и упрощения их отбора перед посадкой на лесокультурную площадь. Школы закладываются весной, а также и осенью, после опадения листьев и формирования верхушечных почек. Для весенней закладки сеянцы после выкопки прикалывают в снег, прикрытый опилками или соломой. Перед посадкой у сеянцев на одном уровне подрезается корневая система. После обрезки корни обмакиваются в болтушке, состоящей из жидкой смеси перегноя или торфа с землей. К смеси добавляют ростовые стимуляторы, в том числе гетероауксин.

Сеянцы в школе доращаются 2–3 года, в зависимости от групп сортировки и условий выращивания. Школы создают уплотненной посадкой сеянцев (160–220 тыс. шт./га). При рядовом размещении расстояние между рядами составляет, как правило, 0,4 м, при шаге посадки 0,1–0,2 м. Размещение саженцев при ленточных схемах – трехрядное (0,4–0,4–0,7 м), четырехрядное (0,3–0,3–0,3–0,8 м) или пятирядное (0,2–0,2–0,2–0,2–0,7 м).

После пересадки сеянцев в школу их обрабатывали симазином в дозе 2–3 кг/га. Обработка проводилась водным раствором симазина (800 и 1600 л/га) с использованием опрыскивателей ОН-400 и др. Повторная обработка древесной школы симазином или другими триазинами осуществлялась на 2-й год после окончания вегетации. Обработка школы гербицидами сочетается с механизированным уходом с использованием культиваторов. В 1-й год для этого применяются вращающаяся мотыга МВН-2,8, а также культиваторы КРСШ-2,8А, КРН-2,8м и др. Глубина рыхления почвы составляет от 7 до 12 см. В засушливые периоды проводятся поливы саженцев с расходом 400–500 м³/га.

Для ускорения роста и увеличения сохранности в школьных отделениях вносятся азотные удобрения из расчета 40–60 кг/га или смеси азотных (30–40 кг/га), фосфорных (50–60 кг/га) и калийных (30–40 кг/га) удобрений. Вместо смешанных удобрений можно применять комплексные (нитрофос,

аммофоску и др.) Порошкообразные и гранулированные удобрения вносятся между рядами саженцев с помощью культиваторов-растениепитателей.

В 2013 г. в постоянном питомнике Костромского лесничества была заложена древесная школа с размещением $0,8 \times 0,5$ м и посадкой в каждом варианте не менее 90 сеянцев. По полученным данным, через год после проведения подкормки саженцы на опытных делянках превысили контрольные значения по высоте и диаметру ствола на 45% и 35% соответственно. Средняя приживаемость по вариантам – 95% (от 90 до 100%).

На выкопке саженцев используют выкопочную скобу НВС-1,2 и выкопочную машину ВМ-1,25, которые подрезают корни на глубине 18–25 см. Перспективно применение выкопочно-выборочной машины ВВМ-1.

3.2.2. Вегетативное размножение

Использование семенного способа размножения имеет ряд преимуществ: массовость и доступность размножения, возможность получения новых форм. Однако основной отличительный признак березы карельской – узорчатая текстура древесины – в семенном потомстве наследуют 30–50% растений [Технические указания .., 1985]. При семенном размножении невозможно получить в потомстве точное воспроизведение текстуры древесины материнского дерева. При вегетативном размножении у потомства полностью сохраняются хозяйствственно ценные признаки и свойства материнских деревьев, что позволяет повысить продуктивность и качество насаждений, ускорить выращивание посадочного материала, количество которого не зависит от урожая семян. В связи с острой необходимостью в сохранении и размножении узорчатых форм березы карельской с ценными признаками разрабатываются и совершенствуются способы искусственного вегетативного размножения. В настоящее время интенсивно развиваются различные способы вегетативного размножения. При этом основным направлением является физиологическое омоложение деревьев со стимулированием образования придаточных почек.

Порослевое размножение. Наиболее распространенный способ вегетативного размножения у березы карельской – порослевой. Поросль обычно появляется из придаточных почек. Встречаются случаи формирования порослевых побегов из спящих почек на остатках стволов. Вегетативным путем береза карельская размножается порослью на пнях после рубки молодых деревьев до 40–50-летнего возраста. В более старом возрасте порослевая способность существенно снижается с увеличением диаметра пней. Количество и рост поросли уменьшается с увеличением возраста дерева. На всех ствалах при этом сохраняется узорчатая текстура древесины.

Весной 1962 г. был поставлен опыт отведения побегов окучиванием 1–2-летней поросли у 5 пней ранее срубленных деревьев березы карельской.

При этом пни и развивающаяся вокруг них поросль засыпались перегнойной землей в виде холмиков высотой до 40 см. Первоначально после засыпки землей растения развивались нормально. На второй, а в особенности на третий месяц было отмечено значительное их увядание. К осени вся поросль погибла. Береза не переносит глубокой засыпки надземной части растений.

Прививка. Среди способов вегетативного размножения березы карельской наибольшее распространение получила прививка черенков, глазков со щитками древесины на молодые подвой березы повислой и березы пушистой. Описание наиболее надежных способов прививки березы карельской с целью создания лесосеменных плантаций и закладки целевых культур имеется в нормативно-справочных материалах [Технические указания ..., 1985]. Для прививок используют зеленые черенки с верхних частей крон деревьев. Заготавливают их в середине весны. Прививают материал в расщеп на пни старых деревьев или за кору. Открытые срезы замазывают пластилином или обвязывают пленкой.

Для получения вегетативного потомства определенного качества зарекомендует внимания окулировка березы спящим глазком. Для этого применим способ прививки «в соразмерный вырез», предложенный В. И. Ермаковым (авторское свидетельство № 192538), с использованием специального прибора. Может также применяться окулировка щитком с небольшой полоской древесины материнской ветви, испытанный С. Н. Багаевым в 1962 г. (авторское свидетельство № 294580).

Окулировка березы наиболее успешна в июле. Из растущей части кроны отобранных деревьев нарезают 2–3-летние ростовые побеги, с которых удаляют листовые пластинки с сохранением черешка, за который берут снятый щиток во время окулировки. Побеги связывают в пучки и ставят в воду. Допускается кратковременное хранение их, по мере использования, в прохладном темном месте. Для окулировки используют хорошо развитые спящие почки с 2–3-летних побегов, которые со щитками коры прививаются на побеги подвоя соразмерной толщины в нижней части зеленого побега текущего года. При размножении березы окулировкой спящей почкой экономно расходуется привойный материал. Для массового размножения сорта-клона необходимо закладывать вегетативные маточники прививкой его черенков.

В дополнение к прививкам зимними стеблевыми черенками может применяться способ прививки березы вегетирующим привоем [Ермаков, Зимина, Бумагина, 1983].

По достижении привитыми растениями 5–7-летнего возраста их используют для заготовки ветвей при создании промышленных плантаций.

Из применяемых в Костромской области способов вегетативного размножения березы карельской наибольшее распространение получила прививка черенков и глазков со щитками древесины на молодые подвой березы [Багаев, 1965]. Прививочные работы проводились в период с мая (после

окончания сокодвижения у березы) до середины июня включительно, во избежание повреждений заморозками. Для крупных черенков наиболее целесообразным оказался способ прививки «вприклад сердцевиной на камбий». Для повышения приживаемости тонких черенков, характерных для березы, применялись способы прививки: «глазком со щитком древесины в разрез под кору на двусторонний камбий», «в расщеп», «в боковой зарез клинозаостренным черенком» и «за кору». Длина черенков для прививок с одной верхушечной, одной-двумя боковыми пазушными почками составляла примерно 7 см. Уход за прививками заключался в периодическом удалении «диких» побегов подвоя, в ослаблении обмотки, а затем и полного ее удаления, обрезке подвоя на «шип» за исключением прививки «в расщеп». Прививочные работы проводились на специально выращенных 3–4-летних перешколовленных саженцах и на 5–7-летнем естественном березовом самосеве.

Летние (зеленые) черенки. Опыты по зеленому черенкованию, считавшемуся перспективным, проводились в Карелии, Латвии, Костромской, Ленинградской, Московской областях, Башкирии, Словакии и Финляндии [Ветчинникова, Титов, Кузнецова, 2018]. Приживаемость укорененных растений в среднем не превышала 40%.

Размножение березы карельской зелеными черенками перспективно, однако агротехника этого способа требует доработки. Береза относится к группе трудно укореняемых черенками древесных пород.

Первый опыт с размножением березы карельской зелеными черенками в Костромской области был заложен С. Н. Багаевым в Судиславском лесничестве 10 июля 1962 г. [Багаев, 1965]. Ветви были заготовлены с молодых деревьев 8-20-летнего возраста. Черенки длиной 5–8 см с 1–2 междоузлиями были поставлены в водный раствор гетероауксина с концентрацией 100 мл/л с погружением на 1/3 длины. Длительность замачивания – 12–14 часов. В парнике на смешанном субстрате торфа с речным песком (в соотношении 1:3) после обильного полива было высажено 1758 черенков с обработкой и без обработки препаратом. 1–2 раза в день проводилось опрыскивание субстрата чистой водой. Осуществлялась трехкратная внекорневая обработка части черенков раствором минеральной огородной смеси. Через 2 месяца после посадки приживаемость черенков, обработанных гетероауксином, составила 19%, а без обработки – все погибли.

Эксперименты в этом направлении были продолжены в 1980-х гг. [Испытание и оценка ..., 1987]. В одном из опытов для укоренения черенков в конце июня–первой декаде июля нарезались зеленые черенки с 4–5 почками. Листовые пластинки обрезались наполовину, а черенки помещались на 24 часа в раствор β-индолилуксусной кислоты (далее – ИУК) из расчета 150 мг/л воды. Черенки высаживались в парники на гряды из песчаного субстрата и притенялись. Формирование каллюса и корней происходило в течение двух вегетационных периодов. После этого черенковые саженцы использовались для посадки. Лучшие показатели по укоренению черенков

имели представители кустовидной и короткоствольной форм 5–10-летнего возраста. Основным недостатком такой технологии является слабая зимостойкость корнесобственных саженцев. В первый сезон черенки не успевают пройти фазу закаливания. По этой причине посадку зеленых черенков на укоренение необходимо осуществлять раньше, во второй половине мая–начале июня с предварительной подготовкой к ранней вегетации размножаемых маточных растений. Для успешного укоренения черенков березы карельской в парниках и теплицах необходимы искусственный подогрев субстрата до +25...+30°C и мелкокапельное орошение.

В июле 1986 г. был проведен эксперимент с размножением березы карельской зелеными черенками в Костромском лесничестве. Черенки высаживались в парники на гряды из песчаного субстрата и притенялись. Листовые пластиинки обрезались наполовину, а черенки помещались на 24 часа в растворы регуляторов роста: индолилмасляной кислоты (далее – ИМК), этиленгликоля (далее – ЭГ), нефтяного ростового вещества (далее – НРВ), лактонов (РВУ-1 и люпон) из расчета 150 мг/л воды. Через 2 месяца после посадки приживаемость черенков березы карельской повислой высокоствольной (элита I класса), обработанных РВУ-1 и люпоном, составила соответственно – 52% и 48%, ЭГ – 41%, а на контроле – 41%. Приживаемость черенков от воздействия НРВ и ИМК оказалась низкой – соответственно 29% и 14%. Приживаемость черенков, обработанных люпоном и НРВ, составила соответственно 48% и 29%. Некоторые ауксины в определенной степени оказали ингибирующее влияние (НРВ, ИМК).

Таким образом, наиболее высокая приживаемость зеленых черенков, нарезанных с березы карельской пушистой высокоствольной формы, отмечена при использовании стимуляторов ЭГ и РВУ-1 – соответственно 63% и 60%. В производственных условиях черенкование возможно проводить без использования ростовых веществ.

Лучшие результаты при укоренении растущих побегов березы карельской повислой высокоствольной формы в условиях закрытого грунта получены при применении препаратов люпон и РВУ-1 – соответственно 29% и 28%. При укоренении побегов этой формы березы в зимнеспящем состоянии в закрытом грунте лучшие показатели приживаемости достигнуты после обработки активаторами люпон и РВУ-1 – соответственно 69% и 54%.

Отводки. Вегетативное размножение отводками может получить ограниченное применение. Оно в природе происходит очень редко [Ветчинникова, Титов, Кузнецова, 2018]. Для размножения отводками наиболее пригодными являются маточные растения с низкоопущенной кроной или кустовидной формы. При этом способе укороченные ветви или побеги пригибают к земле и засыпают почвой так, чтобы вершинная часть была на свету и приподнята вверх [Технические указания .., 1985 и др.]. Предварительно проводят их кольцевание (снимают полоски коры шириной 0,5–1,0 см) перед зоной

присыпки почвой. После формирования корней их отделяют от маточных растений и высаживают в школьное отделение питомника.

Опыты по размножению отводками и порослью березы осуществлялись на территории Судиславского заказника у 8 разновозрастных деревьев с наличием прикорневой поросли [Багаев, 1965]. В мае 1962 г. около них выравнивалась площадь, на которой радиально проводились неглубокие (1,5–2 см) бороздки, в которые укладывались побеги. Пригнутые к земле порослевые побеги укреплялись шпильками и слегка засыпались землей. В дальнейшем, когда из почек развивались вертикальные побеги высотой до 15–20 см, их окучивали на 5–7 см. По мере роста побегов окучивание повторялось с доведением насыпи до 1/3 высоты побега. По окончании вегетации было установлено, что укоренение отводков с образованием новых побегов происходило лучше у молодых растений. Ветви 15–30 лет такой способности не проявили. Корневая система в 1-й год развивалась в первую очередь в местах укрепления побегов, где обеспечивалось их максимальное соприкосновение с землей. К концу 2-го года побеги дали хороший прирост (40–60 см) и сформировали более развитую корневую систему. В сентябре 1963 г. 25 отводковых растений были высажены в семенном заказнике.

Проведенные опыты показали, что отводковый способ размножения березы карельской достаточно эффективен.

3.3. Создание лесных культур

Успешное искусственное восстановление березы карельской возможно только при учете ее биологических особенностей, отработке технологии создания лесных культур в оптимальных лесорастительных условиях на разных категориях лесокультурных площадей. Правильный выбор лесокультурных площадей и соблюдение необходимой агротехники закладки и выращивания культур способствуют раннему и более полному проявлению признаков узорчатости древесины. Большая пластичность и неприхотливость березы карельской (повислой и пушистой) позволяют культивировать ее в различных лесорастительных условиях [Багаев, 1965].

Лесные культуры березы карельской в России создавались преимущественно для получения ценной узорчатой древесины. В Костромской области и в соседних регионах закладка культур этой ценной формы березы проводилась в 1960–1980-х гг. после формирования необходимой лесосеменной и лесопитомнической базы.

До 1970-х гг. культуры березы карельской закладывались небольшими площадями (в среднем до 5 га), преимущественно в Костромском лесничестве. Лесные культуры закладывались на следующих категориях лесокультурных площадей: неиспользуемые сельхозугодия, выработанные торфяники (с остаточным слоем торфа до 50 см) на песках, разработанные выровненные карьеры, свежие вырубки с песчаными и супесчаными почвами

(с ограниченным возобновлением обычной березы). На нелесных землях закладывались культуры с относительно равномерным размещением березы по площади.

Подготовка почвы под культуры березы карельской проводилась как сплошная, так и частичная – с использованием плугов: ПКЛ-70 (преимущественно); ПЛ-1; ПЛМ-1,3; ПЛП-135; ПЛШ-1,2; ПЛ-2-50; ПЛБ-0,7; ПЛБ-1; ПЛД-1,2 и якорного покровосдирателя. В более поздний период на части опытно-производственных участков (в Островском лесничестве) осуществлялась подготовка площади: полосной расчисткой МРП-2; корчевкой пней корчевателем КМ-1; понижением пней на полосах без корчевки МУП-4. Подготовка почвы на расчищенных полосах проводилась плугами: ПКЛ-70 с одноотвальным корпусом; ПЛМ-1,3; фрезой ФЛШ-1,2 и созданием микроповышений укороченной лопатой трактора ЛХТ-55 в виде небольших холмиков. На рекультивированных землях без дополнительной обработки почвы использовались лесопосадочные машины ЛМД-1 и СБН-1. Посадка 2-летних сеянцев с размещением $1,5 \times 4,0 - 5,0$ м осуществлялась преимущественно вручную под меч Колесова и лопату: в пласты, гребни, расчищенные полосы с сохранением и без сохранения гумусового горизонта; подстилку без обработки почвы. При посадке использовались преимущественно 2–3-летние сеянцы, выращенные из семян узорчатых форм. Густота посадки составила: несортированных сеянцев березы карельской повислой и пушистой – до 10 тыс. шт./га, саженцев – 1,1–2,5 тыс. шт./га. Посадка проводилась в основном в весенний период. В первые годы саженцы обоих видов березы имели высокую приживаемость в большинстве условий произрастания.

С 1971 г. культуры березы карельской из семян костромской репродукции заложены в 7 лесхозах Костромской, в 7 лесхозах Кировской областей и в 2 лесхозах Марийской АССР на общей площади более 250 га. Одновременно, в порядке интродукции и акклиматизации, костромская береза выращивалась в различных климатических условиях: в Украине, Белоруссии, Казахстане, Молдавии, Латвии, Башкирии, Западной Сибири, на Северном Кавказе, Южном Сахалине; в ряде областей РСФСР – Ярославской, Ивановской, Ленинградской, Архангельской, Свердловской, Оренбургской, Вологодской и др. Общая площадь созданных культур превысила 500 га.

3.3.1. Агротехника создания лесных культур

В 1970–1980 гг. Станцией были проведены исследования в Костромской (Костромской, Кадыйский, Макарьевский, Мантуровский, Островский, Судиславский лесхозы) и Кировской (Кировский, Кильмезский, Котельничский, Слободской, Сорвижский, Суводский, Шабалинский лесхозы) областях на более чем 80 участках опытно-производственных культур бе-

резы карельской, созданных на нелесных землях (пустыри, прогалины, пастбища, сенокосы, луга, выработанные торфяники, гари, песчаные карьеры, вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования земли) и на не покрытых лесом площадях (вырубки) в различных лесорастительных условиях (A3, B2, B3, C2, C3) на общей площади более 300 га [Багаев, 1988].

Лесорастительные условия и обработка почвы. На тесную зависимость роста и развития березы карельской в культурах от способа обработки почвы указывали А. Я. Любавская [Методические указания .., 1977; Любавская, 1971; Евдокимов, 1989 и др.].

В первые годы после посадки саженцы березы карельской имели высокую приживаемость в большинстве условий произрастания. Существенный отпад наблюдался при использовании мелких сеянцев в условиях избыточного увлажнения на выработанных торфяниках, где их приживаемость к концу 2-го года выращивания вследствие выжимания составила 50–70%. В год посадки береза карельская имела незначительный текущий прирост по высоте ствола (6–17 см). На 2-й год влияние лесорастительных условий стало более существенным. Максимальный текущий прирост (52 см) отмечался на гарях. В последующие годы, в зависимости от лесорастительных условий, интенсивность роста растений улучшалась. На выработанных торфяниках береза карельская в 3–5 раз превосходила по быстроте роста одновозрастные хвойные породы (сосну, ель и лиственницу Сукачева). Быстрота линейного роста существенно увеличивалась с возрастом.

Высокие показатели сохранности и морфометрических параметров культур березы карельской были отмечены на землях, вышедших из-под сельхозпользования, а также на пустырях, прогалинах, гарях, выработанных торфяниках, свежих вырубках в сосняках брусничных, черничных, кисличных, ельниках черничных, березняках кислично-мелкотравных и чернично-кислично-широкотравных. Показатели роста березы карельской по высоте ствола в 3–5-летних культурах варьировали в пределах от 89 до 123 см. На выработанных торфяниках наиболее благоприятные для саженцев березы карельской условия произрастания выявлены при значительной толщине торфяного слоя (от 20 см до 60–70 см), где высота ствола достигала 62 и 48 см соответственно.

Установлено, что береза карельская повислая в культурах I–II классов возраста во всех исследованных условиях на вырубках, гарях и выработанных торфяниках существенно превосходила по интенсивности роста карельскую пушистую.

При временном избыточном увлажнении более благоприятные условия для сохранности и роста растений создаются на микроповышениях вследствие улучшения воздушного режима (рис. 20).



Рисунок 20. Лесные культуры березы карельской, созданные посадкой саженцев в пласти плуга ПЛП-135

При бороздной обработке почвы на влажных подзолистых суглинках лучшим посадочным местом является пласт с двойным гумусовым горизонтом. Средняя высота стволов березы карельской в 4–5-летних культурах составляла 1,2–8,0 м, при этом саженцы отличались быстрым ростом.

С возрастом у растений усиливается дифференциация стволов: признаки узорчатости древесины в благоприятных лесорастительных условиях проявлялись раньше, и к 5–6-летнему возрасту четко выделялись все формы березы карельской. При этом коэффициенты вариации высот и диаметров стволов достигали максимальных значений. На рост саженцев 5–10-летнего возраста существенно влияют условия рельефа, а на выработанных торфяниках – толщина торфяного слоя.

Наиболее быстрым ростом отличались деревья высокоствольной формы, замедленным – кустовидной, тогда как представители короткоствольной формы занимали промежуточное положение. Вследствие особенностей строения узорчатой древесины, в которой в значительной степени представлены элементы древесной паренхимы и сердцевинные лучи, ценные экземпляры в культурах к 20-летнему возрасту значительно отстают по высоте ствола от безузорчатых форм. Отмечено отрицательное влияние смыкания крон на конкурентоспособность березы карельской.

Оценка качества заложенных производственных культур березы карельской на общей площади около 200 га показала, что большинство участков культур по быстроте роста березы имели удовлетворительное качество. При этом отмечено, береза обычной формы заглушала деревья березы узорчатой.

Станцией были разработаны региональные показатели оценки качества культур при переводе их в покрытую лесом площадь. При расчетах по перечнику кроны принят равным 1,5 м в соответствии с шагом посадки саженцев. Смыкаемость крон деревьев березы карельской повислой в среднем наступала в 7 лет (в разных лесорастительных условиях – от 6 до 10 лет), при этом кустовидная, короткоствольная, высокоствольная узорчатые и безузорчатые формы имели высоты соответственно – 2,0, 2,5, 2,9 и 3,0 м. Кроны березы карельской пушистой смыкались позже – в 8 лет (в зависимости от лесорастительных условий – в 7–11 лет).

Выявлено, что в первые годы после посадки наиболее быстрым ростом отличались саженцы на нелесных землях с легкосуглинистыми и супесчаными почвами, а также на свежих вырубках в кисличной и брусничной группах типов леса. В условиях временного избыточного увлажнения на вырубках в черничной группе типов леса, выработанных торфяниках, гарях создаются менее благоприятные условия. С возрастом различия в размерах деревьев на нелесных площадях и вырубках становятся более существенными.

На одном из участков свежей вырубки из-под березняка чернично-широкотравного низкая приживаемость (47–69%) отмечена на вариантах посадки с нулевой обработкой (контроль, подстилка, расчищенная полоса), а высокая (91–93%) – у растений, высаженных в микроповышения, созданные укороченной лопатой («прерывистые пласти») и плугом ПЛМ-1,3. На микроповышениях плугов ПКЛ-70 с одноотвальным корпусом, ПЛМ-1,3, фрезы ФЛШ-1,2 саженцы имели максимальные размеры (табл. 3), что обусловлено благоприятными условиями в посадочных местах. Почва в пластиах имела рыхлое сложение, высокую порозность, влагоемкость, аэрацию, значительное содержание гумуса, общего азота, подвижного фосфора, калия, суммы поглощенных оснований. Высота саженцев березы карельской на микроповышениях и на расчищенной полосе на 28–39% превышала показатели на необработанной почве, на раскорчеванной полосе – на 4%. Прирост в высоту на микроповышениях был больше, чем в контроле на 2–43%, на расчищенной полосе – на 54%, однако на раскорчеванной полосе данный показатель был на 9% меньше по сравнению с контрольным вариантом. Диаметр саженцев у шейки корня на раскорчеванной, расчищенной полосах и на микроповышениях был больше аналогичных показателей на необработанной почве на 10%, 18% и 25–55% соответственно; диаметр кроны в тех же вариантах обработки почвы превышал контрольные на 5%, 32% и 21–54% соответственно.

Таблица 3

**Показатели роста и развития саженцев березы карельской повислой
в 6-летних опытных культурах на свежей вырубке**

Показатели саженцев	Варианты обработки почвы					
	без обра- ботки (кон- троль)	Расчищен- ная по- лоса	микроповышения			Раскорче- ванная полоса
			ФЛШ- 1,2	ПЛМ-1,3	ПКЛ-70- 1	
Высота, см	129,5±7,9 2	174,7±12,5 6	179,8±9,8 5	166,4±8,2 4	174,3±9,6 1	134,6±5,71
Прирост в высоту, см	25,3±1,82	39,0±4,41	36,2±2,95	28,1±1,63	25,8±1,89	23,1±1,35
Диаметр у шейки корня, мм	15,7±1,04	18,5±1,63	21,3±1,42	19,6±0,99	24,4±1,32	17,2±0,8
Диаметр кроны, см	65,4±4,17	86,6±6,02	79,3±3,03	82,9±3,85	101,0±4,4 3	68,4±2,90
Сохранность, %	68	47	82	91	77	80
Доля узорчатых форм в составе, %	46,7	48,4	51,9	58,0	59,2	51,7

На свежей вырубке в сосняке брусничном в 6-летних культурах лучший рост саженцев отмечен на площадках с минерализацией, рыхлением почвы и прожиганием подстилки. В 13 лет разница по показателям роста саженцев на опытных вариантах с контролем была существенной.

При высокой сохранности корневой системы в период консервации, на вариантах посадки с почками в зимнеспящем состоянии, в фазах набухания почек и листораспускания была отмечена высокая приживаемость саженцев березы карельской при одинаковой быстроте их роста.

Сортировка посадочного материала. Впервые ранняя диагностика саженцев березы карельской с их сортировкой по высоте перед посадкой в культуры была предложена А. Я. Любавской [Любавская, 1969]. Проведение предпосадочного отбора растений можно проводить также по внешним морфологическим признакам. Образование аномалий строения узорчатой древесины происходит уже в 1-й год жизни растений [Косиченко, Попов, Щетинкин, 1983]. Н. О. Соколов к диагностическим признакам предпосадочного отбора относил: утолщения, вздутия на поверхности ствола и побегов, особенно в нижней части, сближенные узлы, узловатость и ребристость побегов, двухвершинность листовых пластинок, наличие нескольких почек на вершинках главного или бокового побегов, заметную сбежистость, сильную ветвистость [Соколов, 1950]. Эти признаки при выращивании сеянцев в открытом грунте проявляются с 2–3-летнего возраста, наиболее отчетливо – при редком размещении. Отбор представителей кустовидной и короткоствольной форм не вызывает затруднений [Соколов, 1975]. Он рекомендо-

вал использовать отбор посадочного материала по морфологическим признакам для выращивания растений целевого назначения в опытном порядке [Соколов, 1959].

При создании культур березы карельской в условиях Костромской области С. Н. Багаев считал пригодными к посадке сеянцы с размерами по высоте ствола не менее 15 см, по диаметру у шейки корня – 3 мм [Багаев, 1975]. Для уточнения оптимальных размеров растений и изучения влияния предпосадочной сортировки и отбора по внешним формовым признакам на интенсивность роста и формовую структуру насаждений в регионе было заложено несколько опытных объектов.

Отбор по высоте. На одном из опытных участков (Костромской лесхоз, Пригородное лесничество, кв. 57) на мелкоторфянистой почве со сплошной обработкой в мае 1967 г. проводилась раздельная посадка крупных, средних и мелких сеянцев с градацией по высоте ствола: более 30 см, от 16 до 30 см и до 15 см. В качестве контроля принималась партия несортированных сеянцев. Размещение растений на всех вариантах было одинаковым – 1,5×3,0 м. В 16-летнем возрасте, установлено влияние предпосадочной сортировки на формовую структуру культур. На участках с посадкой крупномерных и среднеразмерных сеянцев был отмечен максимальный выход (53%) особей с безузорчатой текстурой древесины – на 4–5% больше, чем на контроле. Наибольшая доля стволов с узорчатой древесиной (65%) отмечена при посадке мелких сеянцев. На площади с посадкой крупномерного посадочного материала максимально была представлена высокоствольная узорчатая форма (21%). На вариантах с посадкой среднеразмерных и маломерных растений преобладали представители короткоствольной и кустовидной узорчатых форм (22% и 44% соответственно). Результаты предпосадочной сортировки свидетельствовали о том, что из крупных сеянцев вырастают преимущественно безузорчатые и высокоствольные узорчатые деревья, из средних по размерам – безузорчатые и короткоствольные, из мелких – кустовидные и короткоствольные стволы [Багаев, 1988]. По средней высоте деревья из крупномерной фракции превышали низкостольные более чем на 1 м и лучше очищались от сучьев. Наиболее острая конкуренция между представителями быстро- и медленнорастущих форм была отмечена на опытном объекте с посадкой крупномерных сеянцев.

Предпосадочный отбор сеянцев по высоте ствола оказался перспективным для целевого выращивания насаждений с получением как безузорчатой, так и узорчатой древесины, используемой в мебельном (высокоствольная форма) и в сувенирном (короткоствольная и кустовидная формы) производствах. Соотношение представителей узорчатых форм к безузорчатой на участках с крупной и средней фракциями саженцев составило 1:1, за исключением мелкой фракции, где оно составило 2:1.

Отбор по диаметру у шейки корня. Сортировку сеянцев целесообразно проводить также по диаметру у корневой шейки с использованием

специальных шаблонов в соответствии с рекомендациями, разработанными ВНИИЛМ [Смирнов, Бредихина, Калякин, 1972].

Сортированными по шаблонам сеянцами были заложены 3 опытные участка лесных культур в Пригородном лесничестве Костромского лесхоза в весенние периоды 1977–1979 гг. Обработка почвы проводилась плугами АОЗ-55М, ПКЛ-70, ПН-4-35. Размещение сеянцев – $1,5 \times 3,0$ м. Значительная часть (48%) растений перед посадкой имела диаметры у шейки корня от 3 до 5 мм.

Участок № 1 был заложен в кв. 57 на осушенней площади с дерново-торфянистой легкосуглинистой влажной почвой; участок № 2 – в кв. 55 на задернелой прогалине с дерново-подзолистой супесчаной влажной почвой; участок № 3 – в кв. 57 на осушенней площади с дерново-подзолистой среднесуглинистой свежей почвой.

На участке № 1 2-летние сеянцы березы карельской повислой после выкопки из открытого грунта сортировались по специальным шаблонам на 7–9 групп с диаметрами у шейки корня от 2 до 9 мм. В первые 3 года после закладки культур на участках с бороздной обработкой почвы отмечена наиболее высокая приживаемость при толщине корневой шейки сеянцев 5–9 мм и средней высоте 40–75 см. Более низкая приживаемость – у более мелких сеянцев диаметром 2–4 мм и очень крупных диаметром более 9 мм. Влияние предпосадочной сортировки сеянцев березы карельской на интенсивность роста растений в 2-летних культурах на дерново-подзолистой супесчаной почве – высокое и достоверное (табл. 4).

Таблица 4

Показатели однофакторного дисперсионного комплекса по изучению влияния сортировки сеянцев по шаблонам на размеры 2-летних саженцев березы карельской на дерново-торфянистых легкосуглинистых влажных почвах

Показатели	Высота, см	Текущий прирост по высоте, см	Диаметр у шейки корня, мм
G_x^2 – варианса факториальная	29529,7082	7619,9140	245,8897
G_z^2 – варианса случайная	483,1702	265,5803	3,7680
$\eta_x^2 \pm m_{\eta_x^2}$ – сила влияния и ее ошибка	0,2920±0,0047	0,1622±0,0056	0,3057±0,0046
F – достоверность влияния	61,1165	28,6915	65,2564
F_{st} – достоверность по Фишеру	2,1–3,0–3,8	2,1–3,0–3,8	2,1–3,0–3,8

Различия по приросту в высоту между соседними по диаметру группами выравниваются с 3-летнего возраста. Сходные результаты были получены при исследовании культур и на других двух участках (кв. 55 и кв. 57).

Между высотами и диаметрами стволов березы карельской была выявлена высокая прямая корреляционная зависимость ($r = 0,96–0,99$). Сила

влияния по высоте ствола составила 29%, по диаметру у шейки корня сеянцев – 31%, по текущему приросту в высоту – 16% от общего влияния всех факторов, влияние достоверно на уровне вероятности 0,001. Таким образом, сортировка сеянцев узорчатой березы по диаметру ствола существенно повлияла на приживаемость и рост молодых культур в разных условиях местоизрастания.

На этих трех участках в 8–10-летних культурах был проведен учет формового состава. Согласно полученным данным при посадке сеянцев с предпосадочными диаметрами 3–4 мм доля деревьев с узорчатой древесиной в составе культур достигает до 59%, среди которых наиболее представлены короткоствольная (34–38%) и кустовидная (7–12%).

Таким образом, сортировка сеянцев (даже из семян свободного опыления) по диаметру ствола у корневой шейки, так же, как по высоте ствола с раздельной посадкой в культурах со снижением остроты конкуренции между представителями быстро- и медленнорастущих форм, способствует сохранению представителей кустовидной и короткоствольной форм и уменьшению доли безузорчатой березы до 10%. При этом отпадает необходимость в проведении ранних лесоводственных уходов.

Отбор по морфологическим формам и быстроте роста. Отбор растений по формовым признакам в молодом возрасте еще требует научной разработки. Н. О. Соколов (1975) в качестве диагностических признаков предпосадочного отбора считал: утолщения, вздутия на поверхности ствола и побегов, особенно в нижней части, сближенные узлы, узловатость и ребристость побегов, двухвершинность листовых пластинок, наличие нескольких почек на вершинках главного или бокового побегов, заметная сбежистость, сильная ветвистость. Эти признаки при выращивании сеянцев в открытом грунте проявляются с 2–3-летнего возраста, наиболее резко – при редком размещении растений.

Опытные объекты были заложены в 1979 г. в кв. 57 Пригородного лесничества Костромского лесхоза на двух опытных участках – на прогалине с дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой и на выработанном торфянике. Подготовка почвы осуществлялась, соответственно, плугами ПКЛ-70 и ПЛД-1,2. Посадка 2–3-летних сеянцев, выращенных из семян свободного опыления, проводилась в открытом грунте с предпосадочным отбором по морфологическим признакам и типу роста сеянцев. Значительная часть растений (35%) была отнесена к безузорчатым, 26% – к кустовидным, 23% – к короткоствольным, 16% – к высокоствольным формам.

Результаты биометрических исследований культур на прогалине приведены в табл. 5.

Таблица 5

Влияние предпосадочного отбора сеянцев бересклета карельской по типу роста и морфологическим признакам на приживаемость и рост растений в 6-летних культурах на прогалине

58

Форма	Приживае- мость		Показатели роста саженцев	Год выращивания					
	в год по- садки	через 5 лет		1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год
Безузорчатая	93,0	88,4	Высота, см	50,5±2,77	86,5±3,48	100,4±3,53	137,5±4,17	192,7±5,44	235,2±8,23
			Диаметр у шейки корня, мм	6,0±0,24	10,0±0,37	13,3±0,53	18,1±0,75	27,7±0,92	35,8±1,11
Высоко- ствольная	97,0	94,1	Высота, см	65,3±1,83	93,2±2,37	110,5±2,84	145,2±3,92	197,1±6,86	250,3±10,96
			Диаметр у шейки корня, мм	10,1±0,28	13,4±0,45	17,6±0,54	19,3±0,87	28,2±0,96	36,9±1,61
Коротко- ствольная	96,2	93,0	Высота, см	40,7±1,81	68,4±2,28	83,6±2,44	116,0±3,46	176,0±5,23	233,2±7,64
			Диаметр у шейки корня, мм	6,2±0,25	8,9±0,37	12,8±0,50	15,6±0,60	26,1±0,85	36,2±1,45
Кустовидная	97,7	92,3	Высота, см	26,1±1,32	62,1±3,04	79,2±3,22	107,3±4,65	160,8±7,34	219,5±11,73
			Диаметр у шейки корня, мм	4,4±0,19	8,1±0,43	13,1±0,62	15,9±0,75	26,3±1,24	34,3±1,48

Полученные данные свидетельствуют о высокой приживаемости, сохранности растений березы карельской и их успешном росте. По высоте ствола доминировали деревья безузорчатой и высокоствольной форм. Дифференциация березы в культурах начинает проявляться с 4–5-летнего возраста. Диаметры стволиков, в отличие от высоты, с возрастом имеют небольшое варьирование. Особи с узорчатой древесиной становятся сбежистыми благодаря интенсивному приросту по диаметру ствола. Результаты проведенного дисперсионного анализа подтвердили существенное (42–46%) влияние диагностического отбора саженцев на интенсивность роста при рядовом смещении.

Аналогичные результаты получены на участке выработанного торфяника, где приживаемость растений березы карельской была ниже из-за неоднократного выжимания почвы. В 5–6-летних культурах у растений проявились признаки узорчатости древесины на ствалах – неровности, вздутия, наплывы, перехваты. Формовые особенности наиболее четко проявились при использовании крупномерного посадочного материала: среди представителей высокоствольной формы – до 75%, короткоствольной – до 85%, кустовидной – до 25%. Доля участия безузорчатой формы варьировала от 16 до 33%.

Достаточно высокая вероятность отбора березы карельской по внешним морфологическим признакам форм в раннем возрасте позволяет рекомендовать его в качестве основного агротехнического приема при закладке культур березы карельской целевого назначения.

Таким образом, использование в качестве посадочного материала несортированных саженцев способствует формированию разноформенных культур с преобладанием представителей безузорчатой формы в составе, нуждающихся в проведении своевременных лесоводственных уходов (осветлений и прочисток). Сортировка саженцев и раздельное выращивание необходимы для изоляции быстрорастущих особей от медленнорастущих форм с узорчатой древесиной (высокоствольной и в особенности короткоствольной и кустовидной). При раздельной посадке быстрорастущих и медленнорастущих форм существенно уменьшается отпад ценных узорчатых экземпляров.

Густота посадки и схема размещения. Густота культур определяется в зависимости от сортности семян и качества посадочного материала [Любавская, 1966; Багаев, 1977]. Оптимальная густота лесных культур березы карельской зависит от ряда условий и обусловлена ее биологическими особенностями. По мнению Н. О. Соколова, только после сформирования прямого полнодревесного ствола следует стремиться к созданию благоприятных условий, способствующих проявлению признаков узорчатости с предоставлением деревьям лучшей освещенности, поскольку при свободном размещении саженцев с раннего возраста нельзя рассчитывать на получение высококачественных кряжей [Соколов, 1951]. По результатам его ис-

следований, до 12–15 лет культуры березы карельской необходимо выращивать при значительной густоте, при этом через 2–3 года после проведения интенсивного изреживания начинается проявление формовых признаков [Соколов, 1959]. Однако такой режим формирования имеет серьезные недостатки: к этому временному периоду в результате естественного отбора все генотипы кустовидной и значительная часть короткоствольных форм будут выведены из состава насаждений, при этом будут доминировать представители безузорчатой формы [Багаев, 1988].

В 1965 г. для исследования данного вопроса в Костромской области был заложен опытный участок культур березы карельской на пашне на 4 секциях с разным размещением 2-летних саженцев ($1,0 \times 0,5$ м; $1,0 \times 1,0$ м; $1,5 \times 1,5$ м; $2,0 \times 2,0$ м), с густотой посадки 2-летних саженцев от 2,5 до 20 тыс. шт./га соответственно. Объект обследовался в возрасте культур 9 и 20 лет.

Сохранность березы карельской на объекте находилась в тесной зависимости от густоты посадки и варьировалась от 76% (при густоте 20 тыс. шт./га) до 100% (при 2,5 тыс. шт./га). Доля участия в составе узорчатых форм варьировала по вариантам от 22 до 35%, тогда как представители безузорчатой формы доминировали во всех блоках (84–92% общего запаса древесины).

Максимальная продуктивность культур березы карельской выявлена на варианте с размещением саженцев $1,0 \times 0,5$ м. По отношению к нему в варианте с размещением посадочных мест $1,0 \times 1,0$ м запас составил 87%, с размещением $1,5 \times 1,5$ м – 48%, с размещением $2,0 \times 2,0$ м (2,5 тыс. шт./га) – 11%. Установлено, что при значительной густоте стволы лучше очищаются от сучьев и имеют максимальные высоты. Наибольшие значения средних диаметров имеют посадки с редким размещением.

Ряды распределения деревьев по толщине ствола являются важными показателями. Отмечено достаточно равномерное распределение в рядах представителей безузорчатой формы в отличие от узорчатых форм с более короткими рядами, где значительное число стволов сосредоточено в центральных ступенях толщины. Полученные данные свидетельствовали о зависимости показателей роста 9-летних культур в значительной степени от густоты посадки и формовой принадлежности саженцев. Установлено существенное влияние густоты культур и формовой принадлежности растений на показатели высоты и диаметра ствола [Багаев, 1988].

Основной запас древесины на опытных вариантах сформировался за счет безузорчатой березы. Результаты эксперимента показали, что из семян березы карельской при значительной загущенности растений и несвоевременных уходах вырастают обычные березняки. Максимальный общий запас древесины в 20-летнем возрасте сохранился на варианте густой посадки (20 тыс. шт./га). Отмечено, что в загущенном состоянии деревья к этому возрасту существенно отстают по интенсивности роста по высоте и диаметру ствола от деревьев с наиболее редкой посадкой (2,5 тыс. шт./га). Результаты

проведенного дисперсионного анализа свидетельствовали, что формовая принадлежность и густота посадки на 90% определяют показатели деревьев по диаметру ствола, однако имеется более сильное влияние формовых особенностей.

Анализ данных, полученных в результате изучения опытных культур с 4 вариантами густоты в возрасте культур 9 и 20 лет, позволяет отметить, что густые культуры (10–20 тыс. шт./га) за счет ранней смыкаемости и дифференциации при естественном отборе в первые годы выращивания способствуют быстрому росту в высоту, повышению общей продуктивности молодняков, но не обеспечивают сохранности медленно растущих деревьев кустовидной и короткоствольной узорчатых форм, которые уже к возрасту прочисток выпадают из состава.

К возрасту 20 лет, за счет высокой полноты, эти культуры еще сохраняют максимальные запасы древесины, однако по быстроте роста деревьев по высоте и по диаметру ствола значительно отстают от деревьев, произрастающих на участке с редким размещением ($2,0 \times 2,0$ м). К этому возрасту в блоках с посадкой растений не менее 4,5 тыс. шт./га насаждения формируются из безузорчатых экземпляров, тогда как доля узорчатых форм не превышает 5%, а высокоствольная форма не представлена. Представители узорчатых форм в посадках с густотой 2,5 тыс. шт./га в первые годы уступают по быстроте роста густым, но в насаждениях при этом обеспечиваются условия для интенсивного прироста деревьев с ценной древесиной по диаметру ствола и их сохранности без проведения ранних лесоводственных уходов. В связи с этим, с лесоводственной точки зрения, деревья березы карельской до проявления внешних признаков узорчатости древесины необходимо выращивать при свободном размещении.

Таким образом, по результатам исследований Станции, лесные культуры березы карельской на территории южно-таежного района ЕЧР необходимо создавать с редким размещением, поскольку в генотипе местного происхождения преобладает короткоствольная узорчатая форма, которая из-за замедленного роста быстро выпадает в густых посадках.

Происхождение семян. На прогалинах и бывших пашнях в Костромской и Кировской областях были заложены 7 опытных участков на площади 33 га с использованием посадочного материала березы карельской, выращенного из инорайонных семян, собранных в местах естественного произрастания (в Карелии, Белоруссии, Латвии, Калужской области), а также в искусственных насаждениях в Московской, Омской, Свердловской и Архангельской областях. На всех участках проводилась сплошная обработка почвы. Использовались схемы размещения саженцев – $1,5 \times 1,5$ м, $2,0 \times 2,0$ м, $3,0 \times 1,5$ м, $3,0 \times 2,0$ м; смешение вариантов – рядовое, рендомизированное. На одном из участков культур 5-летнего возраста было отмечено различие по средней высоте и диаметру ствола между видами березы: карельская повислая по размерам существенно превосходила пушистую, как в среднем (по

высоте ствola – 2,65 м и 2,5 м, по диаметру ствola – 2,1 см и 1,6 см соответственно), так и по формам. В 9-летних культурах береза повислая карельская костромского происхождения имела среднюю высоту ствola 3,1 м, диаметр – 2,1 см, что превышало показатели березы карельской пушистой (в 1,3 и в 1,8 раза соответственно), а также березы из Архангельской, Омской областей, Беларуси и Латвии. В 15-летних посадках береза повислая карельская костромского происхождения имела средние значения по высоте 8,5 м и по диаметру – 13 см, что превышало показатели березы из Карелии в 1,3 и в 1,2 раза соответственно.

Таким образом, культуры березы карельской могут закладываться как сеянцами, так и саженцами. Сеянцами можно создавать разноформенные культуры с густотой посадки растений до 5–6 тыс. шт./га при размещении их в ряду через 0,5–1,0 м, между рядами – 2–4 м. Перед посадкой сеянцы сортируются на 3 фракции: крупные, средние и мелкие. Различные по размерности саженцы следует высаживать отдельными рядами, поскольку такие культуры быстро смыкаются в рядах и нуждаются в проведении ранних лесоводственных уходов. При этом для формирования насаждения качественной структуры к возрасту спелости необходимо проводить многократное изреживание за счет удаления деревьев без признаков узорчатости.

Особенности закладки одноформенных целевых культур приведены в разделе 6.1.1.

Результаты проведенных исследований были использованы при разработке технологии и агротехники закладки лесных культур березы карельской, которая достаточно полно отражена в ряде нормативных документов [Методические указания .., 1977; Технические указания .., 1985; Выращивание осины .., 1986].

3.3.2. Особенности выращивания на выработанных торфяниках

Опытно-производственные культуры березы карельской повислой и пушистой были заложены Станцией на рекультивированных землях Мисковского, Филиппцевского (Костромская область) и Прокопьевского (Кировская область) торфопредприятий на общей площади 32 га [Багаев, 1981]. По данным Станции [Багаев, 2019], на отработанных картах низинного болота со слоем торфа до 0,5 м в Мисковском торфопредприятии 12-летняя береза повислая росла по I классу бонитета, пушистая – по II классу, сосна и тополь Подмосковный – по IV, ель – по V классу бонитета. На данных площадях были заложены культуры березы карельской и других лиственных пород без подготовки почвы на остаточной торфозалежи мощностью 0,5–0,6 м, подстилаемой суглинком. Проведенные исследования показывают, что в возрасте 2 лет культуры березы карельской отличаются более высокой приживаемостью и успешным ростом в сравнении с культурами тополей и рябины черноплодной (табл. 6).

Таблица 6

Биометрические показатели двухлетних культур на выработанном торфянике Мисковского торфопредприятия

Вид (форма)	Высота, см	Диаметр у шейки корня, мм	Приживаемость, %
Рябина черноплодная	37,8±0,7	5,6±0,2	98,7
Тополь Пионер	50,3±4,5	4,5±0,5	28,0
Тополь Подмосковный	61,5±5,3	6,9±0,6	42,0
Тополь волосистоплодный	110,6±6,3	8,4±0,8	54,0
Береза карельская	154,9±6,6	20,5±1,2	93,0

На картах 5–6-летней выработки после добычи торфа фрезерным способом в кв. 17 Караваевского участкового лесничества Костромского лесничества на площади 22 га были заложены культуры березы карельской, лиственницы сибирской и тополя Ивантеевский. Глубина остаточного слоя торфа – до 0,6 м. Минеральный подстилающий горизонт – супесь. Почва готовилась плугом ПЛД-1,2. Размещение саженцев в ряду – через 1,5 м, между рядами – 3 м. В опытах использовался посадочный материал березы карельской повислой и пушистой различной размерности, высотой 10–30 см и более.

В год посадки приживаемость березы карельской повислой составила 100%, пушистой крупномерной – 96% (мелкой – 92%). Текущий прирост по высоте у саженцев в пределах одинаковой размерности различался не существенно. В то же время у крупномерных растений он был в 2 раза больше, чем у мелких. Показатели роста саженцев березы карельской, лиственницы сибирской и тополя Ивантеевский в 2-летних культурах представлены в табл. 7. На следующий год текущий прирост по высоте у саженцев березы пушистой превысил показатель березы повислой в среднем на 20%. В данных лесорастительных условиях береза карельская отстает в росте от других пород, но в целом растет и формируется вполне успешно.

Таблица 7

Показатели роста саженцев древесных пород в 2-летних культурах на выработанном торфянике

(Караваевское участковое лесничество Костромского лесничества Костромской обл.)

Вид (форма)	Высота саженцев, см		Текущий прирост, см		Диаметр у шейки корня, мм	
	X±m	HCP	X± m	HCP	X± m	HCP
Береза карельская	33,85±1,29	-	6,29±0,39	-	4,64±0,25	-
Лиственница сибирская	48,49±1,71	6,8	10,86±0,39	8,3	7,13±0,31	6,2
Тополь Ивантеевский	50,86±1,81	7,7	10,51±0,73	5,1	6,35±0,24	4,9

Изучалось влияние толщины торфяного слоя на интенсивность роста саженцев березы карельской повислой в 3-летних культурах. Полученные данные приведены в табл. 8.

Таблица 8

**Влияние толщины слоя торфа на рост березы карельской
в 3-летних культурах**

Толщина слоя торфа	Высота саженцев, см		Текущий прирост, см		Диаметр у шейки корня, мм	
	X±m	HCP	X±m	HCP	X±m	HCP
0-20	43,00±3,33	-	5,26±0,43	-	6,71±0,48	-
21-40	61,64±2,25	4,7	10,50±0,89	5,3	9,28±0,35	4,4

Саженцы березы в более толстом слое торфа (21–40 см) превышали по высоте и диаметру ствола на 40%, а по текущему приросту – в 2 раза саженцы, высаженные в слой до 20 см.

В 1960–1980-х гг. на осушенных землях в Пригородном участковом лесничестве Костромского лесничества («Костромская низина») были заложены опытно-производственные культуры березы карельской и других пород на площади около 300 га. Почвы на возвышенных и переходных участках – дерново-суглинистые и супесчаные. Безлесные и залежные земли обрабатывались плугами ПКЛ-70 и ПЛП-135. Посадка сеянцев и саженцев проводилась в пласти, а на возвышенных местах – в борозды.

Приживаемость однолетних культур березы карельской была высокой (не менее 95%). Сохранность культур в возрасте 5 лет составила 80% [Багаев, Багаева, 1977]. На данный показатель отрицательно повлияла неравномерная обеспеченность верхних горизонтов почвы влагой. Наблюдается дифференциация по формовым признакам. В условиях нормального увлажнения, даже на относительно бедных супесчаных почвах, береза карельская достаточно продуктивна. Сравнительная характеристика средних статистических показателей деревьев древесных пород с фенотипами березы карельской в 10–16-летнем возрасте приведена в табл. 9.

На осушенных землях в условиях Костромской низины лесные культуры растут вполне успешно, средний класс бонитета – I (рис. 21). Наиболее быстрорастущие – высокоствольные формы, которые практически не отличаются в росте от сосны и лиственницы [Багаев, 2019].

Успешно рекультивировались выработанные торфяники Прокопьевского торфопредприятия в Кировской области. Почвы после отработки – торфянистые, песчаные. После снятия эксплуатационного слоя торфа сосна растет по II–III классам бонитета, лиственница сибирская – по III, ель – по IV, а береза повислая – по Ia классу бонитета. В кв. 10 Октябрьского участкового лесничества Слободского лесничества на площади 3,5 га 2-летние сеянцы березы карельской были высажены под лопату с размещением 4×4 м. Толщина остаточного слоя торфа – до 40 см. Приживаемость 2-летних культур составила 96%, а средний текущий прирост по высоте – 28 см.

Таблица 9

Показатели роста 10–16-летних лесных культур березы карельской и других пород на осушенных землях Костромской низины

Порода	Фенотип	Возраст, лет	Класс бонитета	Высота ствола, м	Диаметр ствола, см
Тополь бальзамический	-	16	Iб	10,3±1,2	10,4±0,1
Лиственница сибирская	-	16	I	7,0±1,3	10,9±0,4
Сосна обыкновенная	-	14	I	5,7±1,2	8,4±0,7
Ель европейская	-	14	III	3,1±0,8	3,2±0,2
Береза карельская	Безузорчатая	12	Iб	8,7±0,1	9,6±0,1
	Высокостволовая		I	5,9±0,1	6,0±0,2
	Короткостволовая		I	5,0±0,1	5,3±0,1
	Кустовидная		II	3,7±0,1	3,4±0,8
	Безузорчатая	10	Iб	7,6±0,1	7,8±0,1
	Высокостволовая		Ia	5,3±0,1	5,2±0,4
	Короткостволовая		I	4,8±0,1	5,3±0,1
	Кустовидная		II	3,7±0,1	3,1±0,1



Рисунок 21. Лесные культуры березы карельской в возрасте 15 лет на осушенных землях в Костромском лесхозе

У значительной части особей проявились формовые признаки. Одновозрастные культуры сосны в этих условиях имели приживаемость 61%, а средний текущий прирост по высоте – 4 см. Превышения березы карельской над одновозрастной сосной составили: по высоте – в 6 раз, по текущему приросту – в 7 раз, по диаметру – в 2 раза.

Проведенные исследования свидетельствуют о быстром росте и хорошем состоянии лесных культур березы карельской, заложенных на площадях выработанных торфяников с исправной осушительной системой, с остаточным слоем торфа 20–40 см.

3.4. Лесоводственные уходы

Индивидуальный уход за стволами. Лесные культуры березы карельской в целях создания благоприятных условий для роста, развития и проявления ценных формовых признаков до смыкания крон, ослабления конкуренции с обычной березой, закладывают с небольшой первоначальной густотой. По этой причине у саженцев развивается сильная суковатость, которая ухудшает качество стволовой древесины. В связи с этим при формировании культур необходимо проводить лесоводственные уходы, включающие индивидуальный уход за стволами «деревьев будущего» – обрезку сучьев.

Влияние обрезки ветвей и сучьев на состояние, рост и физиологические процессы деревьев изучалось многими лесоводами. Установлено, что затраты на обрезку сучьев компенсируются высокой стоимостью получаемых бессучковых сортиментов. Для лучшей приживаемости саженцев березы карельской на лесокультурной площади А. Я. Любавская рекомендует перед посадкой проводить обрезку нижних веток на 2/3 их длины [Любавская, 1966]. Д. А. Суходольский считает целесообразным удалять нижние сучья на 1/3 протяженности кроны у 3-летних саженцев, а в 5-летнем возрасте проводить повторную обрезку до высоты ствола 0,5–0,8 м [Суходольский, 1971]. Обрезку нижних сучьев у саженцев рекомендовали К. А. Сакс, В. Л. Бандер (1969), С. Н. Багаев, (1975), А. П. Евдокимов (1987). О положительном влиянии обрезки ветвей у стволов березы карельской на рост деревьев по диаметру сообщали финские ученые [Raulo, Saarnio, Ylitalo, 1978].

На одном из участков опытных культур в кв. 59 Пригородного участкового лесничества Костромского лесничества с размещением деревьев $1,5 \times 1,5$ м было выделено несколько рядов саженцев, у которых дважды подрезались нижние боковые побеги: в 5-летнем возрасте на высоту 0,5–1,0 м и в 10-летнем – до высоты 1,5 м. Через 3 года после проведения повторной обрезки деревья разных форм имели следующие показатели роста (табл. 10).

Таблица 10

Влияние обрезки нижних ветвей на рост березы карельской разных форм в 13-летних культурах

Форма березы	Контроль (без обрезки)			Обрезка сучьев		
	диаметр на высоте 1,3 м	высота, м	объем ствола, дм ³	диаметр на высоте 1,3 м	высота, м	объем ствола, дм ³
Безузорчатая (обычная)	4,4	4,9	4,0	4,9	5,3	5,2
Высокоствольная	3,5	4,3	1,9	4,8	5,0	4,0
Короткоствольная	2,7	3,1	1,1	3,9	3,8	1,4
Кустовидная	1,6	2,4	0,5	2,1	2,7	0,8
Средние по насаждению	3,5	4,3	2,5	4,0	4,7	3,7

Деревья с проведенной обрезкой сучьев отличаются лучшими средними показателями по высоте, диаметру на высоте 1,3 м и объему ствола. Различия доказываются по диаметру ствола в 95% случаев, по высоте и объему ствола – в 90%.

На другом опытном участке, заложенном в 7-летних культурах березы карельской в кв. 59 Пригородного участкового лесничества Костромского лесничества с размещением саженцев $1,5 \times 1,5$ м, осуществлялась обрезка ветвей секатором после прекращения сокодвижения (в начале июля) на высоту ствола 1,5 м. Были выделены 3 секции: А – без обрезки (контроль); В – с обрезкой боковых ветвей на всех деревьях; С – с обрезкой боковых ветвей на деревьях с признаками узорчатости древесины и удалением деревьев обычной березы. Каждая секция включала не менее 200 стволов, которые нумеровались масляной краской, а места измерения диаметров на высоте 1,3 м отмечались чертой. Для более точного наблюдения за динамикой текущего прироста по диаметру на высоте груди с западной стороны стволиков вводились стальные иглы с помощью иглозабойника – кондуктора [Дорманов, Исаев, 1977]. Длина иглы – 84,5 мм, толщина – 1,2 мм. При проведении осенних учетов в год закладки опыта и в последующие годы замерялись длины игл, высоты, диаметры стволов на высоте 1,3 м, у шейки корня, а также диаметры проекций крон деревьев.

Представители узорчатых форм на второй год после ухода составили по секциям: 44,5% (А), 53% (В) и 95% (С) от общего количества стволов. Полученные данные отражены на рис. 22.

Анализ полученных данных свидетельствует о существенном положительном влиянии обрезки боковых ветвей на рост березы карельской.

На секции В деревья без ценных признаков превзошли контрольные в 1,2–1,3 раза в 1-й и в последующие годы, а формы с узорчатой древесиной – на 2-й год. На 3-й год отмечено сглаживание приростов растений на сравниваемых секциях, в связи с чем возникает необходимость в проведении повторной обрезки. На проведение лесоводственных мероприятий и улучшение условий внешней среды лучше отреагировали по интенсивности роста в высоту высокоствольные формы березы, а по диаметру ствола – короткоствольные и кустовидные.

На секции С проведение индивидуального ухода за стволами с узорчатой древесиной в сочетании с сильным изреживанием культур привело к увеличению приростов по высоте и по диаметру стволов, которое составило у короткоствольных и кустовидных экземпляров 12–80%.

На следующий год на секциях В и С резко увеличился прирост по диаметру на высоте 1,3 м за счет снижения приростов у корневой шейки в среднем в 1,5–2,8 раза, а у представителей высокоствольной и короткоствольной форм – в 1,6–1,8 раза. На секции С увеличение в 1,3–1,4 раза было отмечено уже в год проведения уходов.

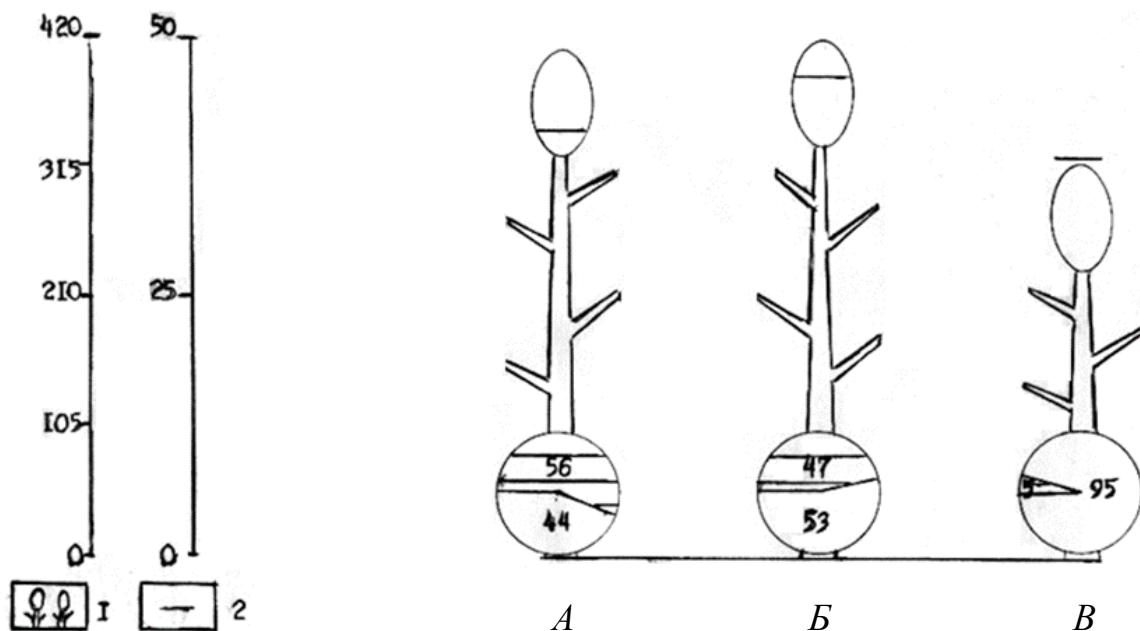


Рисунок 22. Рост и формовая структура карельской бересклеты в 8-летних культурах в зависимости от лесоводственных уходов:

A – без обрезки ветвей (контроль); *B* – с обрезкой ветвей; *C* – с обрезкой ветвей и удалением обычной бересклеты; 1 – высота; 2 – диаметр на высоте 1,3 м

В результате проведенных уходов улучшилась форма стволов, в особенности у деревьев высокоствольной формы. На 2-й год после проведения мероприятий прирост по диаметру на разных высотах выравнивается, напряженность конкурентных отношений между узорчатыми и безузорчатыми формами сглаживается.

Таким образом, проведение лесоводственных уходов в культурах бересклеты карельской с обрезкой нижних боковых, преимущественно тонких и сухих ветвей, способствует выращиванию высококачественной, бесщучковой в комлевой части древесины и ускорению роста деревьев.

Обрезка сучьев производится в 2–3 приема до высоты около 3 м. Рекомендуется обрезать только вымерзающие и больные побеги. Делать это следует ранней весной, до начала сокодвижения. Места срезов после санитарной обработки необходимо смазывать садовым варом.

Исследования Станции показали, что при рациональном ведении хозяйства затраты на проведение уходов полностью окупаются при реализации целевой узорчатой древесины [Багаев, 1965].

Рубки ухода. При семенном выращивании бересклеты карельской отмечается значительная дифференциация потомства по формам. При этом до 50% в составе формирующихся насаждений приходится на деревья без признаков узорчатости древесины. С учетом их высокой конкурентной способности и ускоренных темпов роста для сохранения ценных форм в культурах необходимо своевременно проводить ранние лесоводственные уходы.

Влияние рубок ухода на формирование культур березы карельской изучалось на двух опытно-производственных участках в кв. 59 Пригородного участкового лесничества Костромского лесничества. Культуры были заложены на прогалине в 1973 и 1975 гг. со сплошной обработкой почвы несортированными 2-летними сеянцами с размещением на первом участке $1,5 \times 1,5$ м, на втором – $2,0 \times 2,0$ м. Учетные работы проводились перед началом уходов и через 4 года после их окончания.

На первом опытном участке с размещением посадочных мест $1,5 \times 1,5$ м в 1985 г. в 10-летних культурах при полноте 0,9 были проведены прочистки механизированным способом («Секор-3») и кольцеванием.

На секции А (контроль) к 10-летнему возрасту сформировалось высокополнотное насаждение, в котором 59% стволов не имели признаков узорчатости древесины. Доля обычной древесины составляла 81% от общего запаса. Представители узорчатых форм, в особенности преобладающей по количеству кустовидной (46%), находились в угнетенном состоянии. При высокой продуктивности контрольного насаждения, имеющего I класс бонитета, вариация по классам бонитета между формами значительная – от Ia класса у безузорчатых до III класса у кустовидных.

На секции В прочистки проводились мотокусторезом «Секор-3» с интенсивностью 40% по числу стволов. При этом удалялись наиболее развитые экземпляры с безузорчатой древесиной, заглушающие ценные формы. В местах с отсутствием березы карельской и на ветрозащитных опушках по границам участка изреживание не проводилось. В результате ухода через 4 года увеличилось представительство узорчатых форм до 82% по числу стволов и до 55% по запасу ценной древесины. Прекратился отпад более медленно растущих узорчатых форм. При этом на контрольном участке за 4 года численность ценных форм сократилась на 10%. Интенсивная выборка способствовала ускорению роста ценной березы по диаметру ствола по сравнению с контролем в среднем на 25%. Ее запас по сравнению с контролем увеличился в 1,5 раза. Общий запас насаждения уменьшился по сравнению с первоначальным значением на 22% и стал меньше, чем на контрольной секции, на 75%.

На секции С вокруг деревьев ценных форм проводился групповой уход ручным кольцевателем с изреживанием 50% по числу стволов и 71% по запасу. Через 4 года представленность ценных экземпляров увеличилась до 92% по количеству стволов и до 80% по запасу.

На втором опытном участке с размещением посадочных мест $2,0 \times 2,0$ м в 1985 г. в 12-летних культурах при полноте 0,8–0,9 были проведены прочистки ручным способом. Примерно 2/3 деревьев в культурах не имели признаков узорчатости древесины. Третья часть стволов узорчатой березы была представлена преимущественно короткоствольной и кустовидной формами.

На секции А (контроль) безузорчатая береза составляла: по числу деревьев – 68%, по запасу – 94%. Все саженцы узорчатых форм находились

под пологом безузорчатых деревьев. На секции В с изреживанием 20% по числу стволов проводился групповой уход с удалением обычной березы вокруг представителей короткоствольной и кустовидных форм. В результате проведения уходов через 4 года увеличилось представительство узорчатых форм до 56% по числу стволов и до 30% по запасу ценной древесины. Общий запас текстурной древесины за 4 года увеличился в сравнении с контролем в 1,7 раза. Сохранность узорчатых форм составила 99%.

Таким образом, в культурах березы карельской необходимо проведение одной интенсивной прочистки с выборкой до 50% по числу стволов. При проведении последующего прореживания, наряду с уходом за экземплярами стволовых узорчатых форм, возможно проведение выборочной рубки кустовидных особей для целевого использования древесины. Целевое формирование искусственных насаждений, созданных несортированным посадочным материалом, связано с большими трудностями.

ГЛАВА 4

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ

4.1. Особенности роста и продуктивности березы карельской в условиях Костромской области

Условия распространения березы карельской. Береза карельская в Костромской области встречается одиночно и биогруппами во всех лесорастительных условиях, где произрастает береза повислая и пушистая, за исключением больших лесных массивов и болот. Узорчатая береза приурочена к прогалинам, опушкам леса, районам с низкой лесистостью, низкополнотным и разновозрастным насаждениям, заросшим пашням, сенокосным угодьям и рединам.

Благоприятными для ее роста и развития являются кисличные, брусличные и разнотравные типы леса. Основными почвообразующими породами в местах произрастания березы карельской являются: моренные, валунные и карбонатные суглинки и супеси со значительным содержанием гальки, камня и песка. Рельеф в условиях ее распространения обычно повышенный: водоразделы, сглаженные бугры, моренные гряды и отдельно стоящие холмы, чередующиеся с ровными долинами и низинами.

Зафиксирована значительная изменчивость березы карельской по типу роста, поверхности ствола и текстуре древесины.

Насаждения естественного происхождения – памятники природы. В 2021 г. авторами было проведено обследование двух насаждений березы карельской, впервые найденных под Костромой в 1962–1964 гг. – в ур. Серково и в ур. Самсонка, где первоначально насчитывалось 60 деревьев узорчатой березы (рис. 23).



a

б

Рисунок 23. Уникальные участки березы карельской в Костромском районе Костромской области: *а* – урочище Серково; *б* – урочище Самсонка

Эти рощи и ряд других насаждений с участием березы карельской в 1978 г. получили статус памятника природы решением Костромского облисполкома от 30.01.1978 г. [Багаев, 2001]. Сохранили они этот статус и в 1993 г. [Постановление..., 1993; Особо охраняемые ..., 1994]:

- «Узорчатая береза в урочище «Серково» (уникальный памятник)», площадью 0,5 га в Костромском районе, совхоз «Заволжский»;
- «Узорчатая береза в урочище «Самсонка», площадью 1,0 га в Костромском районе, совхоз «Заволжский».

Наряду с ними был присвоен статус памятника природы насаждениям как естественного, так и искусственного происхождения с участием березы карельской:

- в г. Костроме – «Дендропарк (коллекционная культура) в Пригородном лесничестве с прудами», площадь – 50,0 га;
- в Судиславском районе – усадьба «Следово с парком и плодовым садом, дендрарием и прудом», площадь – 7,0 га.

В настоящее время места произрастания ценных форм березы не включены в состав действующей сети особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) регионального значения, утвержденной в 2008 г. [Постановление..., 2008]. Это, по нашему мнению, является недопустимым.

Лесоводственно-таксационная характеристика участков лесных насаждений с участием березы карельской в Костромском районе Костромской области приведена в прил. 2. В таксационных описаниях насаждений в урочищах Серково и Самсонка береза карельская не отмечена.

На участке в ур. Серково насаждение в 50-летнем возрасте имеет II класс бонитета, полнота – 0,7. Тип леса – Е кис, С₂. Участие березы карельской в составе древостоев – плюсовое (40 шт./га). Состояние насаждения удовлетворительное. Следов самовольных рубок не обнаружено.

На участке в ур. Самсонка насаждение в 55-летнем возрасте имеет II класс бонитета, полнота – 0,5. Тип леса – С кис, С₃. Участие березы карельской в составе древостоя – единичное (3 шт./га). Состояние насаждения неудовлетворительное. Рощи испытывают негативное воздействие хозяйственной деятельности работающего рядом кирпичного завода, выявлены следы самовольных рубок. Часть деревьев усохла по причине отсутствия уходов.

На участке в ур. Серково найдено 20 карельских берез, в т.ч. 2 – высокостволовых, 15 – короткостволовых и 3 – кустовидных (табл. 11). Состояние большинства деревьев удовлетворительное. Угнетенные и усыхающие деревья относятся в основном к кустовидной форме. На участке в ур. Самсонка сохранилось всего 3 дерева с явными признаками узорчатости, в т.ч. 1 – высокостволовая и 2 – короткостволовые, (в т.ч. 1 находится в угнетенном состоянии).

Таблица 11

Характеристика березы карельской в составе естественных насаждений – памятников природы в Костромской области
(по данным учета 2021 г.)

Форма Березы карельской	Средние биометрические показатели			Количество деревьев, шт.			
	высота, м	диаметр на 1,3 м, см	диаметр кроны, м	всего	в том числе:		
					жизне- спо-соб- ные	угне- тен- ные	усы- хаю- щие
<i>Уроцище Серково</i>							
Высокостволовая	18	36	8,0	2	2	-	-
Короткостволовая	13	16	5,5	15	13	-	1
Кустовидная	10	13	5,5	3	-	2	1
Среднее по участку	13	17	6,0	20	15	2	2
<i>Уроцище Самсонка</i>							
Высокостволовая	18	14	6,0	1	1	-	-
Короткостволовая	9	10	4,0	2	2	1	-
Среднее по участку	12,0	11	5,0	3	2	1	-

Наибольшие размеры имеют высокостволовые формы. Их средняя высота в ур. Серково составляет 18 м, диаметр – 36 см, тогда как у кустовидной формы – соответственно 10 м и 13 см. Средние размеры карельской березы по участку в ур. Серково составляют: высота – 13 м, диаметр – 17 см,

диаметр кроны – 6 м. Наименее жизнеспособны на обоих участках кустовидные формы, которые находятся под пологом леса, часто принимают форму подлесочного кустарника и усыхают. Более высокая сохранность березы карельской в ур. Серково объясняется тем, что места ее произрастания с дорог не просматриваются, а сам лесной участок отнесен к особо защищенному участку леса (далее – ОЗУ).

Насаждения искусственного происхождения – опытно-производственные лесные культуры. В 1970–1980-х гг. лесные культуры карельской березы в Костромской области создавались сеянцами в Костромском (Пригородное и Красносельское лесничества), Судиславском (Калинкинское и Судиславское лесничества), Островском (Дымницкое лесничество) и других лесхозах.

В 2021 г. было проведено обследование двух участков опытно-производственных культур березы карельской в дендропарке Костромского лесничества (рис. 24). В таксационных описаниях данных насаждений береза карельская не отмечена (прил. 2). Лесные культуры были заложены в 1972 г. разноформенным семенным посадочным материалом с размещением посадочных мест 2×2 м. Тип леса – Е кис, С₃. В возрасте 49 лет оба участка имеют I класс бонитета, полнота – 0,6–0,5. Участие березы карельской в составе древостоев на разных участках – 1–2 единицы (60–100 деревьев).

Состояние насаждения удовлетворительное. На нескольких участках насаждения выявлены следы самовольных рубок и последствия воздействия больших рекреационных нагрузок в связи с близостью пруда – места отдыха в летний период. Наибольшие размеры имеют высокоствольные формы, наименьшие – кустовидные (табл. 12).



Рисунок 24. Береза карельская на опытно-производственном участке лесных культур в дендропарке Костромского лесничества

Таблица 12

Характеристика березы карельской в составе искусственных насаждений в Костромской области (по данным учета 2021 г.)

Форма березы карельской	Средние биометрические показатели			Количество деревьев, %							
	высота, м	диаметр на 1,3 м, см	диаметр кроны, м	всего	в том числе:						
					жизнеспособные	угнетенные	усыхающие				
<i>Опытно-производственные культуры</i>											
<i>Дендропарк (участок за прудом)</i>											
Высокоствольная	24	20	6,0	100	90	-	5				
Короткоствольная	17	15	3,5	100	20	-	80				
Кустовидная	7	12	4,0	100	5	-	95				
Среднее по участку	18	16	4,5	100	38	-	60				
<i>Дендропарк (участок у пруда)</i>											
Высокоствольная	18	16	5,0	100	-	-	-				
Короткоствольная	13	13	4,0	100	40	-	60				
Кустовидная	12	15	6,0	100	30	-	70				
Среднее по участку	14	14	5,0	100	35	-	65				
<i>Лесосеменные объекты</i>											
<i>«Андраниновская роща»</i>											
Высокоствольная	26	28	9,5	100	100	-	-				
Короткоствольная	19	18	5,5	100	90	-	10				
Кустовидная	15	28	8,5	100	70	-	30				
Среднее по участку	19	25	7,5	100	80	-	20				
<i>ПЛСУ (у садов)</i>											
Высокоствольная	31	33	9,0	100	95	-	5				
Короткоствольная	20	30	7,5	100	80	-	20				
Кустовидная	16	25	8,0	100	60	-	40				
Среднее по участку	21	28	8,5	100	70	-	30				
<i>ПЛСУ «Ритина роща»</i>											
Высокоствольная	33	45	13,0	100	-	-	-				
Короткоствольная	27	28	8,5	100	80	-	20				
Кустовидная	25	32	9,0	100	70	-	30				
Среднее по участку	28	34	10,0	100	75	-	25				
<i>Клоновая ЛСП</i>											
Кустовидная	14	22	9,0	100	90	-	10				
Среднее по участку	14	22	9,0	100	90	-	10				

Наибольшее количество усыхающих деревьев относится к группе короткоствольных (60–80%) и кустовидных (70–95%) берез. Средние размеры карельской березы по насаждению составляют: высота – 14–18 м, диаметр – 14–16 см, диаметр кроны – 4,5–5,0 м. Наименее жизнеспособны кустовидные формы, которые находятся под пологом леса, часто принимают форму подлесочного кустарника и отпадают без проведения лесоводственных уходов.

Насаждения искусственного происхождения – лесосеменные объекты. Обследование четырех ПЛСУ, проведенное в 2021 г., показало, что участие березы карельской в них наибольшее: 4 единицы (150 деревьев) в Андриановской роще; 5 единиц (230 деревьев) – в ПЛСУ в районе садового кооператива; 8 единиц (340 деревьев) – в Ритиной роще (рис. 25).

В таксационных описаниях данных насаждений береза карельская отмечена, за исключением Андриановской рощи (прил. 2), ее участие после проведения лесоустройства в течение 24 лет почти не изменилось. ПЛСУ были заложены в 1964–1965 гг. семенным посадочным материалом с размещением посадочных мест 2×2 м. Тип леса – Е кис, С₃. В возрасте 56–57 лет участки имеют I класс бонитета, полнота – 0,5. Состояние насаждений удовлетворительное. В ПЛСУ проведены прочистки в конце 1970 гг. На всех участках наибольшие размеры имеют высокоствольные формы, наименьшие – кустовидные (табл. 12). Наибольшее количество усыхающих деревьев относится к группе короткоствольных (10–20%) и кустовидных (30–40%) берез.

Средние размеры карельской березы на обследованных участках составляют: высота – 19–28 м, диаметр – 25–34 см, диаметр кроны – 7,5–10,0 м. Наибольшими биометрическими показателями отличаются деревья всех форм в Ритиной роще. Как и на всех других участках, наименее жизнеспособны на ПЛСУ кустовидные формы, но количество усыхающих особей в связи с проведенными лесоводственными уходами значительно ниже, чем в лесных культурах.



a



б

Рисунок 25. Лесосеменные объекты березы карельской
в Костромском лесничестве Костромской области:
а – Андриановская роща; *б* – Ритина роща

Клоновая (прививочная) ЛСП березы карельской была заложена в 1964 г. привитым посадочным материалом с размещением посадочных мест 5×5 м. (рис. 26) Тип леса – Е кис, С₃. В возрасте 57 лет участок имеет II класс бонитета, полнота – 0,5. Участие березы карельской в составе древостоев – 10 единиц (380 деревьев), состав древостоя – 10Бка (прил. 2). Состояние ЛСП удовлетворительное. На плантации произрастают березы кустовидной формы, 10% которых усыхают (табл. 12). Средние по участку размеры карельской березы составляют: высота – 14 м, диаметр – 22 см, диаметр кроны – 9,0 м. За ЛСП в 1964–1980 гг. регулярно проводились агротехнический и лесоводственные уходы, формировался низкий штамб семенных деревьев путем обрезки кроны для удобства заготовки семян. В настоящее время в связи с большим возрастом семеношение березы слабое, семенные деревья переросли и стали недоступны для заготовки семян.

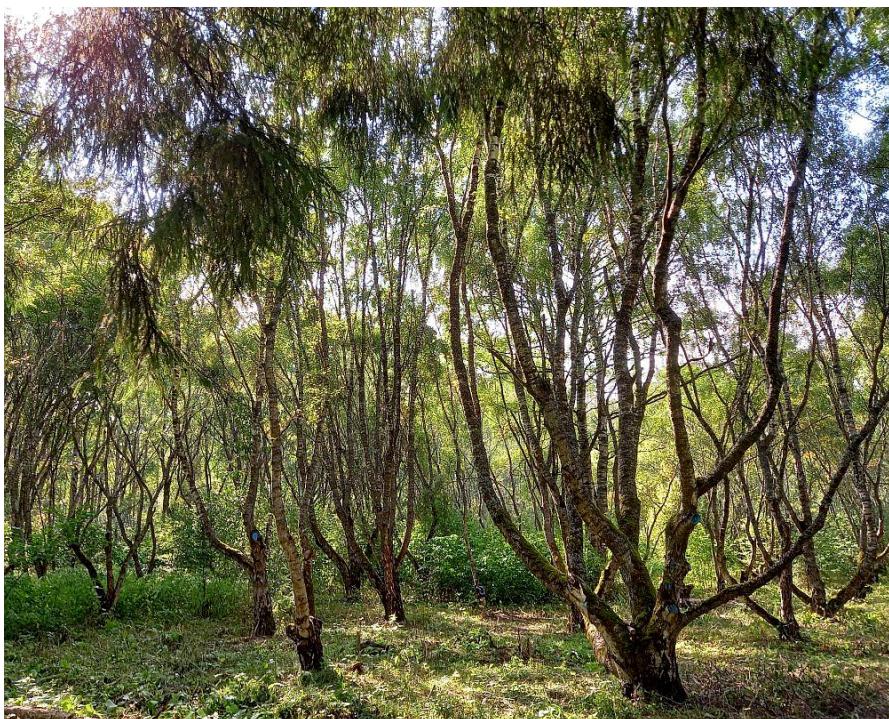


Рисунок. 26. Клоновая (прививочная) лесосеменная плантация березы карельской в Костромском лесничестве Костромской области (2021 г.)

Таким образом, к настоящему времени в естественных насаждениях в возрасте 50–55 лет сохранились лишь единичные экземпляры узорчатой березы. Большая часть короткоствольных и кустовидных форм находятся под пологом обычной березы, испытывают угнетение и усыхают. В опытно-производственных культурах березы карельской в возрасте 49 лет участие узорчатой березы в составе насаждений составляет от одной до двух единиц. Без отсутствия лесоводственных уходов 60–65% карельских берез усыхают, из них 70–95% – кустовидных и 60–80% – короткоствольных форм. На ПЛСУ, пройденных ранее лесоводственными уходами, участие узорчатой березы в составе насаждений составляет от 4 до 8 единиц.

4.2. Проблема сохранения и воспроизводства ресурсов

Запасы березы карельской в центральных и западных губерниях России были сильно сокращены из-за большого спроса на ее художественную древесину [Вереха, 1898]. Продолжительные неконтролируемые рубки березы карельской, особенно в течение двух последних столетий (в объеме до 1,5 тыс. м³/год), привели к тому, что известные промышленные запасы ее в стране были практически исчерпаны. В XX в. такая береза стала большой редкостью. В связи с этим, начиная с 1930-х гг., проводятся работы по ее разведению. Помимо этого, важной проблемой является сохранение естественных зарослей узорчатой березы, организация в местах ее распространения особо охраняемых природных территорий.

В Карелии природные популяции ценной березы оказались под угрозой исчезновения в период Великой Отечественной войны, когда северные территории находились под оккупацией. Березу карельскую активно вырубали и вывозили. Самостоятельно восстанавливаться она не успевала, из-за чего в настоящее время считается редким растением. В Карелии выполнялась Региональная целевая программа «Сохранение генофонда карельской березы и воспроизведение ее ресурсов на территории Республики Карелия на 2008–2015 годы», утвержденная распоряжением Правительства Республики Карелия от 30.09.2008 г. № 387р-П. Целями этой программы являлись: сохранение генетического разнообразия карельской березы и воспроизведение ее наиболее ценных генотипов; создание условий для сбалансированного развития природно-сырьевой базы карельской березы; создание условий для формирования лесных плантаций и выращивания искусственных насаждений карельской березы.

Активно занимаются искусственным разведением карельской березы для получения «царской древесины» в странах Скандинавии. К сожалению, деревья с узорчатой древесиной – большая редкость, а их искусственное выращивание связано с большими трудностями. Финны с 1930-х гг. усиленно занимаются воспроизводством карельской березы, лесные культуры которой ежегодно закладываются на значительных площадях.

Необходимость широкого лесокультурного освоения березы карельской в южно-таежном районе ЕЧР обусловлена интенсивным развитием мебельного, сувенирного и фанерного производства при недостатке местного сырья, встречаемостью ценных индивидов в естественных древостоях и в лесных культурах, благоприятными почвенно-климатическими условиями [Багаев, 1988].

Сокращение ресурсов березы карельской в естественных лесах в последние 50–70 лет может привести к ее полному истреблению. Этому способствует отрицательная селекция, нарушения мест ее обитания и низкая конкурентоспособность с другими древесными растениями [Ветчинникова, 2021]. Следствием этого явилось снижение генетического разнообразия

узорчатой березы и практически полное отсутствие ее естественного возобновления.

На необходимость сохранения и массового промышленного разведения березы карельской указывал академик А. С. Яблоков (1962, 1969). Ученые признали, что нужно сохранять эти реликтовые березы, организовать их изучение и массовое размножение.

Береза карельская ранее была отнесена к категории редких и охраняемых древесных растений Костромской области [Багаев, 1996], но в Красную книгу области [Красная книга .., 2009], не была внесена. Как уже отмечалось, места произрастания ценных форм березы не включены в состав действующей сети ООПТ регионального значения, утвержденных в 2008 г. [Постановление ..., 2008]. Не включены места произрастания ценных форм березы и в особо защитные лесные участки. При этом береза карельская отнесена к перечню видов деревьев, заготовка древесины которых не допускается [Перечень видов .., 2011].

В лесных культурах и естественных насаждениях березы карельской не проводятся лесоводственные уходы, в связи с чем она попадает под полог обычной березы и других пород, испытывает угнетение и усыхает, особенно кустовидные и короткоствольные формы (рис. 27 а, б). Имеют место и самовольные рубки узорчатой березы в условиях отсутствия охраны (рис. 27 в). Эти факторы явились основными причинами сокращения ресурсов березы карельской как в естественных, так и в искусственных насаждениях.

В настоящее время сохранились лишь отдельные фрагменты уникальных рощ березы карельской. Исследования по карельской и другим ценным формам березы, их лесокультурное освоение не ведутся в Костромской области с конца 1980-х гг.

Для обеспечения сохранения и воспроизводства ценного генофонда, генетического разнообразия и ресурсов березы карельской считаем целесообразным:

- возобновить исследования ценных форм березы в местах ее естественного произрастания и в сохранившихся лесных культурах;
- произвести инвентаризацию и взять под охрану места произрастания ценных форм березы как местообитания ценных и редких видов растений, присвоив им статус памятников природы, ботанических заказников в обновленной сети ООПТ;
- включить все ценные формы березы в Красную книгу Костромской области;
- изучить опыт сохранения генофонда березы карельской в Республике Карелия [Ветчинникова, 2021].



a



b



c

Рисунок 27. Современное состояние насаждений березы карельской в Костромской области: а – урочище Самсонка; б – лесосеменная клоновая плантация в Костромском лесничестве; в – лесные культуры в дендропарке Костромского лесничества

ГЛАВА 5

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ *IN VITRO*

5.1. Общие сведения и методология микроклонального размножения древесных растений

Для получения чистосортного и здорового посадочного материала, освобожденного от вирусной и грибной инфекции, используется технология микроклонального размножения, позволяющая в кратчайшие сроки получить большое количество жизнеспособных растений, предназначенных как для садоводов, так и для промышленного выращивания [Сельскохозяйственная биотехнология .., 2015].

Микроклональное размножение – одно из важнейших направлений биотехнологии. Это наиболее современный метод вегетативного размножения, имеющий ряд преимуществ перед другими:

- возможность получения оздоровленного материала от пораженных вирусными, бактериальными и грибными болезнями растений;
- получение в большом количестве вегетативного потомства трудно-размножаемых в обычных условиях видов растений;
- работа в лаборатории в течение круглого года и планирование выпуска растений к определенному сроку;
- возможность хранения в течение длительного времени пробирочных растений [Катаева, Бутенко, 1983; Высоцкий, 1986; Калинин, Кушнир, Сарнацкая, 1992; Бутенко, 1999; Калашникова, Чередниченко, Киракосян, 2016].

Основоположником микроклонального размножения в мире считается французский ученый Жан Морель, а в нашей стране – Р. Г. Бутенко, которая начала работы по микроклональному размножению в 1960-х гг. в лаборатории культуры тканей и морфогенеза ИФРа. Были изучены условия размножения различных культур и предложены промышленные технологии. Как правило, исследователи в качестве первичного экспланта использовали верхушечные меристемы травянистых растений. В дальнейшем исследования по микроклональному размножению охватили и древесные растения [Катаева, Бутенко, 1983; Бутенко, 1999; Сельскохозяйственная биотехнология .., 2015].

Процесс микроклонального размножения состоит из 4 этапов (рис. 28):

1. выбор растения-донора, изолирование эксплантов и получение хорошо растущей стерильной культуры;
2. собственно размножение, когда достигается получение максимального количества меристематических клонов;

3. укоренение размноженных побегов с последующей адаптацией их к почвенным условиям, а при необходимости – депонирование растений-регенерантов при пониженной температуре ($+2\ldots+10^{\circ}\text{C}$);

4. выращивание растений в условиях теплицы и подготовка их к реализации или посадке в поле [Катаева, Бутенко, 1983; Биология культивируемых клеток ..., 1991; Сельскохозяйственная биотехнология .., 2015; Калашникова, Чередниченко, Киракосян, 2016].

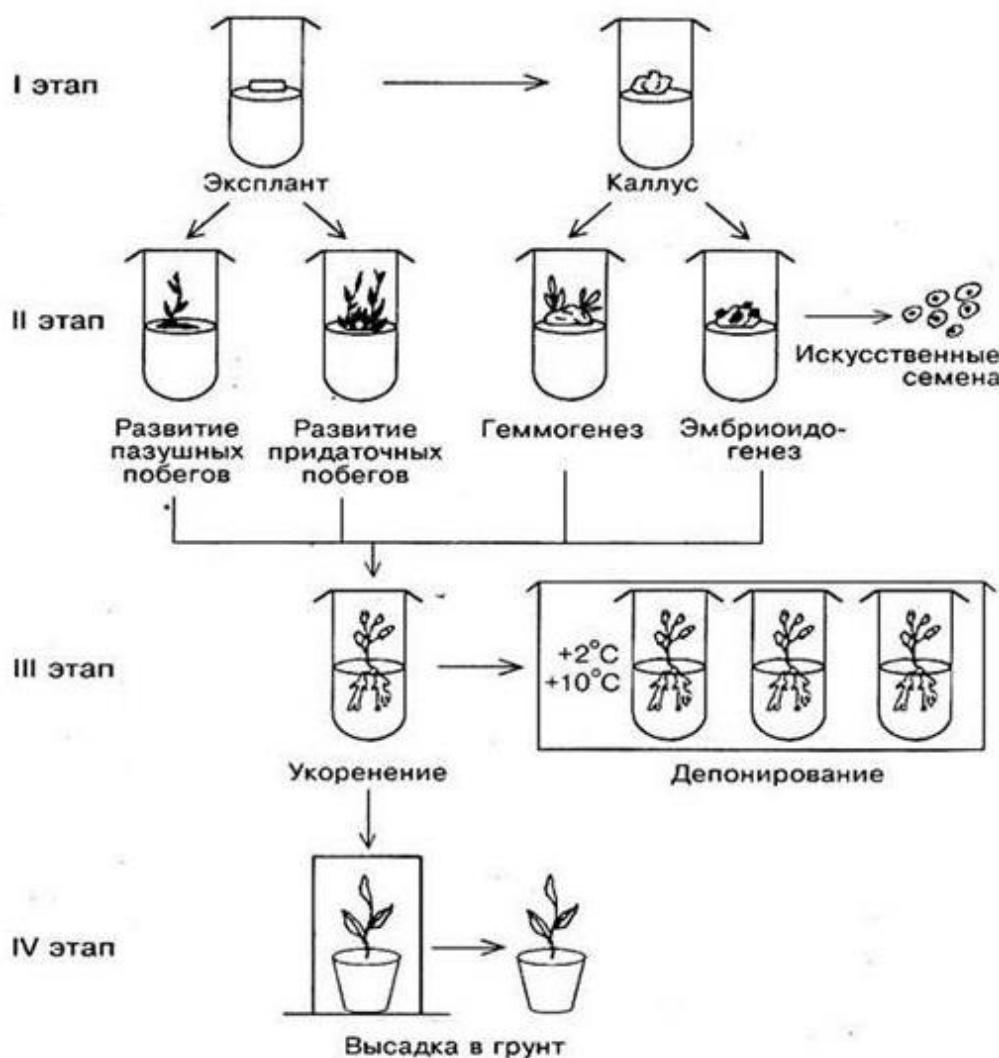


Рисунок 28. Этапы микроклонального размножения растений

Введение в культуру является самым затратным этапом при микроклональном размножении в силу больших потерь при довольно низкой производительности. Для введения в культуру *in vitro* возникает необходимость учета особенностей физиологических процессов растений [Катаева, Бутенко, 1983; Бабикова, Горпенченко, Журавлев, 2007]. Для успешного введения в культуру растений необходимо учитывать сезонность физиологических процессов растений. Благоприятная регенерация меристематических

эксплантов обычно проходит в фазу активного роста побегов, которая совпадает у жимолости с фазой бутонизации [Шорников, Муратова, Янковская, 2006].

При введении в культуру очень важным моментом является стерилизация исходного материала (эксплантов). Развитие экспланта и начало его скорейшего размножения зависит как от вида растения, стерилизатора, так и от системы стерилизации. В последнее время в качестве основного стерилизатора практически не применяют ртутьсодержащие препараты вследствие их токсичности. Например, при использовании сулемы повышается степень стерильности эксплантов, но при этом долгое время не начинается их рост [Катаева, Бутенко, 1983]. На сегодняшний день для использования в качестве стерилизаторов более распространены гипохлорит натрия (раствор «белизны» 1:1, 1:2), гипохлорит кальция (10%), перекись водорода (30%) [Шевелуха, 1992; Бутенко, 1999; Сельскохозяйственная биотехнология ..., 2015], а также новые стерилизующие агенты, такие как Экостерилизатор бесхлорный.

На этапе собственно размножения (пролиферации) начинается формирование боковых побегов – собственно размножение, при этом основная задача заключается в получении максимального количества микrorастений, идентичных исходному экземпляру. На данном этапе важное значение имеет создание растительных условий в соответствии с видовыми и сортовыми особенностями размножаемых, их происхождением, а также с учетом состава питательной среды и физических условий культивирования. На этапе культивирования эксплантов *in vitro* необходимо создать условия с таким температурным и световым режимами, при которых будет обеспечено правильное развитие растений. В лабораториях используются люминесцентные лампы (с освещенностью 2500–4000 лк), обеспечивается влажность 75–80% при температуре +22...+25°C и 16-часовом фотопериоде [Бутенко, 1999; Сельскохозяйственная биотехнология ..., 2015].

На данном этапе экспланты растений помещаются на питательную среду. В практике микроклонального размножения древесных растений применяется много разнообразных вариантов питательных сред: Мурасиге-Скуга (MS), WPM (Woody Plant Medium), Уайта, Андерсона и др. [Murashige, Skoog, 1962; Lloyd, McCown, 1980; Сельскохозяйственная биотехнология ..., 2015] с сахарозой, агар-агаром, физиологически активными веществами, фитогормонами (6-бензиламинопурин (6-БАП), 2-изопенталаденин (2-iP), тиодиазурон (ТДЗ) и др.) в различных концентрациях [Калашникова, 2012; Калашникова, Чередниченко, Киракосян, 2016]. Выбор среды и концентрации фитогормонов зависит от размножаемой культуры и ее сорта [Шевелуха, 1992].

Важнейшим фактором в процессе развития пазушных меристем является количество и соотношение в питательной среде фитогормонов цитоки-

ниновой и ауксиновой групп. Цитокинины синтезируются в апикальных меристемах корня, откуда активно транспортируются по ксилеме. По химическому строению – производные 6-аминопурина (аденина). 6-БАП применяют для активации деления клеток при получении каллусных тканей, индукции дифференцирования побегов в каллусе, а также для снятия апикального доминирования и повышения коэффициента размножения при микроклональном размножении. Цитокинины стимулируют развитие пазушных почек, а также играют важнейшую роль в снятии апикального доминирования, что способствует увеличению коэффициента размножения. При добавлении в питательную среду минимального количества цитокининов происходит получение микрорастений большой длины при их наименьшем количестве [Кулаева, 1973; Регуляторы роста растений, 1979; Катаева, Бутенко, 1983; Сидоров, 1990]. Ауксины синтезируются в апикальных меристемах стебля, откуда они поступают в другие органы. Они стимулируют дифференциацию меристематических или дедифференцированных клеток в клетки проводящих флюэмных и ксилемных тканей. Ауксины – это фитогормоны индолевой природы, производные индолилуксусной кислоты (ИУК). Ауксины ингибируют рост корневых волосков. При добавлении максимального количества цитокининов происходит обратное – получение наибольшего количества растений с наименьшей длиной микропобега [Катаева, Бутенко, 1983; Сельскохозяйственная биотехнология .., 2015].

Такие факторы, как состав питательной среды, условия выращивания, различные манипуляции с эксплантами, длительность субкультивирования должны обеспечить оптимальный коэффициент размножения 1:5–10 при количестве пассажей, не превышающем 10–15 [Катаева, Бутенко, 1983; Калашникова, Родина, 2004; Сельскохозяйственная биотехнология .., 2015].

Процесс образования адвентивных корней (rizогенез) проходит в 3 этапа: индукция (до начала клеточного деления), инициация (дифференциация меристем до корневых примордиев) и появление корней за пределами стеблевой части черенка [Калашникова, Чередниченко, Киракосян, 2016]. Корневые меристемы у черенков чаще всего формируются в местах пересечения камбия и флюэмы сердцевидными лучами [Бутенко, 1999]. Продолжительность первых двух этапов составляет 10–15 дней [Высоцкий, 1986]. Затем начинается визуально заметное появление и рост корней. В качестве стимуляторов для корнеобразования используют в основном ауксины – индолилмасляную (ИМК), индолилуксусную (ИУК) и нафтилуксусную (НУК) кислоты [Катаева, Бутенко, 1983; Калашникова, 2012]. ИМК является наиболее универсальным и эффективным стимулятором корнеобразования для большого числа культур. Оптимальная концентрация корнеобразовательного вещества определяется в зависимости от вида растения. При укоренении микрочеренков растений в лаборатории необходимо поддерживать температуру +18...+25°C при 16-часовом фотопериоде и освещенности 2500–4000 лк. Период укоренения микрочеренков длится, как правило, от

нескольких недель до нескольких месяцев [Сельскохозяйственная биотехнология .., 2015].

5.2. История микроклонального размножения березы карельской

Микроклональное размножение древесных пород посредством культуры тканей стало практиковаться только в последние десятилетия XX века. С помощью данного способа за довольно короткий срок возможно получить большое количество однородного посадочного материала. Размножением различных древесных пород в больших объемах занимались в США.

Исследованиями по внедрению в культуру *in vitro* карельской березы до настоящего времени занимался ряд российских исследователей в различных регионах страны [Машкина, Табацкая, Стародубцева, 1999; Ветчинникова, Ветчинникова, Устинова, 2005; Машкина, Табацкая, 2005; Кузнецова и др., 2008; Matveeva et al., 2008; Аубакирова, Калашникова, 2010; Сиволапов, 2012; Зеленина, Машкина, Табацкая, 2013; Tabatskaya, Mashkina, Korchagin, 2020; Ветчинникова, Кузнецова, Титов, 2014; Ветчинникова, 2015, 2017; Ветчинникова, Титов, Кузнецова, 2017; Ветчинникова, Титов, Кузнецова, 2018; Концевая, 2018; Анохина, Коновалов, Ханова, 2021 и др.].

С 2016 г. работы по клональному микроразмножению карельской березы форм костромского происхождения ведутся в лаборатории микроклонального размножения растений Станции и направлены на усовершенствование технологии выращивания, в т.ч. с применением различных росторегулирующих веществ.

5.3. Результаты исследований по микроклональному размножению карельской березы в Костромской области

Исследования проводили в Лаборатории микроклонального размножения Станции. В качестве объектов исследования использовали образцы клонов березы карельской костромского происхождения, отобранные на клоновой ЛСП в кв. 59 Пригородного участкового лесничества Костромского лесничества.

Перед введением в культуру *in vitro* березы карельской первоначально проводили стерилизацию донорных эксплантов. Стерилизация необходима для удаления с поверхности растительного материала инфекции, которая в дальнейшем может вызвать гибель экспланта. Наличие инфекции проявляется уже через 2–4 дня культивирования экспланта на питательной среде. Стерилизацию эксплантов следует проводить ступенчато: сначала донорные экспланты промывают в дистиллированной воде, затем стерилизуют в растворе этанола и гипохлорита натрия или с последующей промывкой в стерильной дистиллированной воде.

На первом этапе микроклонального размножения при введении в культуру *in vitro* березы карельской в качестве эксплантов используется меристема из пазушных почек или целые метамеры. Побеги заготавливали от материнского дерева. Для изолирования меристем в стерильных условиях ламинарного бокса под бинокулярной лупой сегмент с почкой помещали в пробирки, а далее с помощью скальпеля и препаровальной иглы вычленяли меристему и переносили ее в пробирку с питательной средой для индукции морфогенеза. Пробирки с материалом затем помещали в световую комнату, где при температуре +25°C происходило культивирование.

На этапе введения в культуру *in vitro* в качестве основных стерилизаторов использовали растворы препаратов: суплема 0,1%, Доместос 1:3, Экостерилизатор бесхлорный 5%, перекись водорода 30%, хлорная известь 1:1, нитрат серебра (AgNO_3) 0,2%, Лизоформин 3000 5%. Время экспозиции – 5, 10, 15 и 20 мин. В ходе исследований выявлено, что при введении в культуру *in vitro* эксплантов березы карельской наиболее эффективными оказались стерилизующие агенты AgNO_3 0,2% и Лизоформин 3000 5% при экспозиции 15 мин., жизнеспособность эксплантов достигала 82 и 88% соответственно. Достаточно высокая жизнеспособность эксплантов (86%) березы карельской была при использовании суплемы в течение 10 мин., однако при увеличении экспозиции до 15 и 20 мин. она резко снижалась (до 52 и 12%), что связано, по-видимому, с фитотоксичностью хлорида ртути. При экспозиции 5 мин. процент жизнеспособных эксплантов при обработке исследуемыми стерилизующими агентами был низким и не превышал 10–22%, остальные экспланты погибали от инфекции (табл. 13).

Таблица 13

Жизнеспособность эксплантов березы карельской в зависимости от стерилизующих агентов и экспозиции (%)

Стерилизующий агент	Время экспозиции, мин.			
	5	10	15	20
Суплема 0,2%	10	84	52	12
Экостерилизатор бесхлорный 5%	22	34	62	50
Перекись водорода 30%	16	24	66	20
Хлорная известь 1:1	18	26	50	60
AgNO_3 0,2%	10	62	88	52
Лизоформин 3000 5%	16	44	82	44

В исследованиях по выращиванию регенерантов березы карельской из первичного экспланта применялись безгормональные питательные среды WPM (Woody Plant Medium) и MS (Мурасиге и Скуга) стандартного состава. На этапе «собственно микроразмножение» изучали влияние состава питательных сред (MS, MS 1/2, WPM, WPM 1/2), цитокинина 6-БАП в концентрациях 0,1 и 0,2 мг/л и добавления препарата Эпин-Экстра в концентрации

0,5 мг/л на биометрические характеристики березы карельской (рис. 29). Проводили учет количества, средней и суммарной длины микропобегов березы карельской в расчете на одно растение. Повторность опыта 10-кратная. Для оценки достоверности опытов использовали наименьшую существенную разность на 5%-ном уровне значимости (HCP_{05}).



*Рисунок 29. Растения-регенеранты березы карельской *in vitro* на этапе «самостоятельно микроразмножение»*

В результате исследований значимых различий по количеству побегов у растений-регенерантов березы карельской в зависимости от состава питательной среды не выявлено. Данный показатель составлял в среднем 2,3–3,0 шт. При повышении концентрации цитокинина 6-БАП от 0,1 до 0,2 мг/л количество побегов у растений-регенерантов увеличивалось в среднем от 1,2–1,3 до 2,3–3,3 шт. Наибольшее количество побегов березы карельской формировалось при концентрации 6-БАП 0,2 мг/л и добавке препарата Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л и составляло в среднем 3,3 шт., тогда как на питательной среде WPM оно достигало 4,3 шт. (табл.14).

Таблица 14

Количество побегов березы карельской в зависимости от состава питательной среды, концентраций цитокинина 6-БАП и добавки препарата Эпин-Экстра, шт.

Питатель- ная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л			Среднее	
	0,1		0,2		
	без препарата Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мл/л			
MS	1,2	1,4	2,3	3,2	2,3
MS 1/2	1,4	1,3	2,5	2,8	2,3
WPM	1,3	1,3	2,3	4,3	3,0
WPM 1/2	1,1	1,2	2,1	3,0	2,5
Среднее	1,2	1,3	2,3	3,3	-
HCP_{05} фактор А = 1,59, фактор В = 1,48, общ = 1,82					

Средняя длина побегов березы карельской не имела статистически значимых различий в зависимости от состава питательной среды и варьировалась от 2,3 до 3,0 см. Концентрация цитокинина 6-БАП и добавление препарата Эпин-Экстра также не оказали существенного влияния на среднюю длину побегов березы карельской, которая составляла: при концентрации 6-БАП 0,1 мг/л – в среднем 2,1 см, при 0,2 мг/л – 2,6 см, в вариантах с добавлением препарата Эпин-Экстра при аналогичных концентрациях 6-БАП – 2,3 и 3,1 см соответственно (табл. 15).

Таблица 15

Средняя длина побегов березы карельской в зависимости от состава питательной среды, концентраций цитокинина 6-БАП и добавки препарата Эпин-Экстра, см

Питательная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л				Среднее	
	0,1		0,2			
	без препарата Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мл/л	без препарата Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мл/л		
MS	2,1	2,3	2,2	2,7	2,3	
MS 1/2	2,0	2,2	2,4	2,5	2,3	
WPM	2,4	3,0	2,7	3,8	3,0	
WPM 1/2	1,9	2,8	2,0	3,2	2,5	
Среднее	2,1	2,6	2,3	3,1	-	
НСР ₀₅ фактор А = 1,92, фактор В = 1,87, общ = 2,19						

Суммарная длина побегов березы карельской была существенно больше в вариантах с питательной средой WPM и составляла в среднем 7,4 см, тогда как в других вариантах – лишь 4,7–4,8 см. Суммарная длина побегов березы карельской при повышении концентрации в питательной среде цитокинина 6-БАП от 0,1 до 0,2 мг/л значительно увеличивалась при добавлении в питательную среду адаптогена Эпин-Экстра (в среднем от 5,4 до 10,4 см), а в вариантах без препарата – незначительно (от 2,6 до 3,4 см). Максимального значения (16,3 см) суммарная длина побегов березы карельской достигала на питательной среде WPM при концентрации цитокинина 6-БАП 0,2 мг/л и наличии адаптогена Эпин-Экстра 0,5 мг/л (табл. 16).

Таблица 16

Суммарная длина побегов березы карельской в зависимости от состава питательной среды, концентраций цитокинина 6-БАП и добавки препарата Эпин-Экстра, см

Питательная среда	Концентрация 6-БАП, мг/л				Среднее	
	0,1		0,2			
	без препарата Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мл/л	без препарата Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мл/л		
MS	2,5	3,2	5,1	8,6	4,8	
MS 1/2	2,8	2,9	6,0	7,0	4,7	
WPM	3,1	3,9	6,2	16,3	7,4	
WPM 1/2	2,1	3,4	4,2	9,6	4,8	
Среднее	2,6	3,4	5,4	10,4	-	
НСР ₀₅ фактор А = 2,52, фактор В = 2,47, общ = 3,96						



*Рисунок 30. Растения-регенеранты березы карельской на этапе укоренения микропобегов *in vitro**

В ходе исследований существенных различий по количеству корней у растений-регенерантов березы карельской в зависимости от состава питательной среды не выявлено, значения показателя составляли в среднем 1,4–1,8 шт. С повышением в питательной среде концентрации ауксинов от 1,0 до 2,0 мг/л количество корней на одно растение березы карельской незначительно увеличивалось: при использовании ИМК – в среднем от 1,5 до 1,9 шт., при ИУК – от 1,2 до 1,5 шт. (табл. 17).

Таблица 17

Влияние состава питательной среды и концентраций ауксинов ИМК и ИУК на количество корней березы карельской (шт.)

Питательная среда	Концентрация ауксина, мг/л				Среднее	
	ИМК		ИУК			
	0,5	1,0	0,5	1,0		
MS	1,5	1,7	1,1	1,5	1,4	
MS 1/2	1,5	1,6	1,2	1,5	1,4	
WPM	1,7	2,6	1,3	1,4	1,8	
WPM 1/2	1,4	1,9	1,4	1,7	1,6	
Среднее	1,5	1,9	1,2	1,5		
НСР ₀₅ фактор А = 1,73, фактор В = 1,60, общ = 1,89						

Средняя длина корней березы карельской не имела статистически значимых различий в зависимости от состава питательной среды и составляла 1,3–1,4 см. Концентрации ауксинов ИМК и ИУК также не оказали существенного влияния на среднюю длину корней березы карельской, которая составляла: при концентрации ИМК 0,5 мг/л в среднем 1,4 см, а при 1,0 мг/л – 1,7 см, в вариантах с аналогичными концентрациями ИУК – 1,2 и 1,3 см соответственно (табл.18).

Таблица 18

Влияние состава питательной среды и концентраций ауксинов на среднюю длину корней березы карельской (см)

Питательная среда	Концентрация ауксина, мг/л				Среднее	
	ИМК		ИУК			
	0,5	1,0	0,5	1,0		
MS	1,3	1,6	1,1	1,3	1,3	
MS 1/2	1,4	1,5	1,2	1,4	1,4	
WPM	1,4	1,5	1,2	1,4	1,4	
WPM 1/2	1,3	1,8	1,2	1,2	1,4	
Среднее	1,4	1,7	1,2	1,3	-	
НСР ₀₅ фактор А = 1,69 , фактор В = 1,51, общ = 1,71						

Суммарная длина корней на одно растение березы карельской оказалась наибольшей в вариантах с питательной средой WPM и составила в среднем 2,5 см. При повышении концентрации ауксина ИМК от 0,5 до 1,0 мг/л суммарная длина корней березы карельской увеличивалась в среднем от 2,1 до 3,1 см, а при использовании ауксина ИУК – от 1,5 до 2,0 см. Максимального значения (3,9 см) суммарная длина корней березы карельской достигала в варианте с питательной средой WPM и концентрацией ауксина ИМК 1,0 мг/л (табл. 19).

Таблица 19

Влияние состава питательной среды и концентраций ауксинов на суммарную длину корней березы карельской (см)

Питательная среда	Концентрация ауксина, мг/л				Среднее	
	ИМК		ИУК			
	0,5	1,0	0,5	1,0		
MS	1,9	2,7	1,2	1,9	1,9	
MS 1/2	2,1	2,4	1,4	2,1	2,0	
WPM	2,4	3,9	1,6	2,0	2,5	
WPM 1/2	1,8	3,4	1,7	2,0	2,2	
Среднее	2,1	3,1	1,5	2,0		
НСР ₀₅ фактор А = 1,19, фактор В = 1,11, общ = 1,60						

Для успешной адаптации растений-регенерантов к почвенным условиям в первый месяц необходимо соблюдение ряда правил, выполнение которых приведет к получению хорошо сформированных растений. Главными условиями являются высокая влажность, освещенность и температура. Растения-регенеранты, извлеченные из культуральных сосудов, промывают в проточной воде от остатков питательной среды, чтобы избежать загнивания корней. Адаптацию растений к нестерильным условиям проводили с использованием микропарников, в которых растения-регенеранты высаживались в

торфяные таблетки или в кассеты, набитые торфом. В микропарниках поддерживались следующие условия: влажность около 85–90%; освещенность 3000–4000 лк; температура +20...+22°C; фотопериод – 16/8 часов.

На 2-й месяц адаптации растения пересаживались в контейнеры для рассады объемом 350 см³ при освещенности 1830 лк. Субстрат состоял из смеси верхового, низового торфов и песка. На этапе адаптации к почвенным условиям молодые растения регулярно поливались, поскольку на приживаемость растений отрицательно влияет как высыхание почвы, так и непродолжительное переувлажнение. Приживаемость растений фиксировалась при появлении новых листьев. Оценка основных параметров роста растений осуществлялась путем измерения линейных размеров.

Далее, после достижения 20–25 см длины побега, растения высаживались в конце мая в открытый грунт под укрывной материал на 1 неделю. Затем адаптация проходила в течение 1 месяца с открытием укрывного материала каждый день на 8 часов.

Укорененные в пробирках растения березы карельской пересаживали для адаптации к нестерильным условиям в кассеты с различным составом субстратов. Наибольший процент прижившихся растений березы карельской отмечен на субстрате торф + песок (1:1) и составил 89,5%, тогда как на торфе она была ниже (70,4%).

Через год растения были высажены в естественные условия на субстраты из торфа верхового типа и смеси торфа с песком в соотношении 1:1 (рис. 31).

Приживаемость, средняя длина побегов и количество листьев березы карельской на торфяных субстратах после пересадки в естественные условия приведены в табл. 20.

Таблица 20
Влияние состава субстрата на приживаемость, среднюю длину побегов и количество листьев у адаптируемых растений березы карельской

Показатели	Состав субстрата	
	торф верховой	торф + песок 1:1
Приживаемость, %	78,2	44,7
Средняя длина побегов, см	4,5	4,0
Количество листьев, шт.	6,5	6,1



Рисунок 31. Адаптируемые растения березы карельской в естественных условиях на торфе верхового типа

Таким образом, при клональном микроразмножении березы карельской наиболее целесообразно использовать:

- на этапе «введение в культуру *in vitro*» – стерилизующие агенты AgNO_3 0,2% и Лизоформин 3000 5% при экспозиции 15 мин., а также суллема 0,2% при экспозиции 10 мин.;
- на этапе «собственно микроразмножение» – питательную среду WPM, цитокинин 6-БАП в концентрации 0,2 мг/л с добавлением адаптогена Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мг/л;
- на этапе «укоренение микропобегов» – питательную среду WPM, ауксин ИМК в концентрации 1,0 мг/л;
- на этапе «адаптация к нестерильным условиям» – субстрат из смеси торфа с песком в соотношении 1:1.

ГЛАВА 6

ПЕРСПЕКТИВЫ ЦЕЛЕВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ

6.1. Опыт и перспективы закладки лесных культур целевого назначения

6.1.1. Выращивание целевой древесины

В результате изучения опыта закладки 1–20-летних опытно-производственных лесных культур березы карельской целевого назначения в Костромской и Кировской областях на общей площади более 300 га Станцией была разработана целевая программа воспроизведения этой ценной породы для южно-таежного лесного района ЕЧР [Багаев, 1990]. Было установлено, что наиболее перспективно создавать сырьевую базу карельской березы для деревообработки и народных промыслов путем закладки плантационных культур отобранным сортовым посадочным материалом. Основой для этого являются саженцы с признаками карельской березы, отобранные в школьных отделениях питомников, а также растения от определенных клонов, выращенные методом микроклонального размножения. В таком случае культуры создаются с выращиванием древесины определенного качества.

При искусственном разведении в первую очередь используются семена карельской березы, которая дает разнообразное потомство, удовлетворяющее требованиям целевого ведения хозяйства на выращивание как обычного фанерного сырья, так и ценного художественного облицовочного материала.

Перед посадкой саженцы из школы в возрасте 3-4 года сортируются по формовым диагностическим признакам [Технические указания .., 1985]. Признаками отбора карельской березы среди саженцев являются: наличие большого количества мелких побегов в нижней части стволиков, сближенные почки на концах ростовых побегов, раскидистый тип ветвления, кустовидная крона, узловатость побегов. Данные признаки имеют возрастную изменчивость.

При сортировке среди саженцев березы выделяются следующие категории (рис. 32):

1. обычная безузорчатая береза – с одним высоким малосбежистым ровным стволиком и несильным боковым ветвлением;
2. высокоствольная – с высоким, нормально- или сильносбежистым стволиком и утолщениями на нем в местах отхода боковых побегов, некоторой ребристостью поверхности и раскидистой кроной;
3. короткоствольная – с сбежистым, часто искривленным невысоким стволиком с утолщениями в прикорневой части, вильчатым ветвлением, с раскидистой кроной;

4. кустовидная – с сильнообежистым коротким стволиком, распадающимся на несколько боковых побегов, с утолщениями в прикорневой части, широкораскидистой кроной, сильным ветвлением, небольшого типа роста.

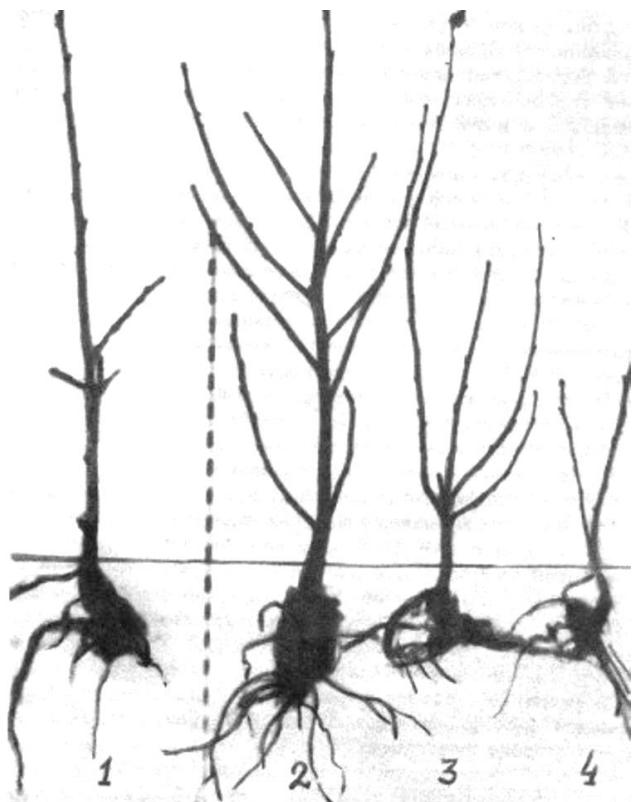


Рисунок 32. Саженцы березы с признаками:
1 – обычной высокоствольной; 2 – высокоствольной карельской;
3 – короткоствольной карельской; 4 – кустовидной карельской

Ранняя диагностика саженцев с их сортировкой по высоте ствola перед посадкой была предложена А. Я. Любавской (1978).

Отобранные саженцы используются для закладки культур целевого назначения (табл. 21).

Для выращивания крупномерной древесины на фанерное сырье культуры закладываются быстрорастущими саженцами березы повислой без внешних признаков карельской. В ряду они размещаются через 1,5 м, между рядами – 3–4 м, с количеством посадочного материала 1,6–2,2 тыс. шт./га.

В процессе выращивания проводятся 1–2 изреживания по низовому методу с отбором при первом изреживании деревьев-лидеров из числа быстрорастущих особей.

Таблица 21

Варианты закладки культур березы карельской целевого назначения отобранными саженцами (по С.Н. Багаеву)

Целевое назначение культур	Категория саженцев по признакам узорчатости древесины	Схема посадки, м	Густота посадки, тыс. шт./га	Выращиваемые сортименты	Оборот рубки, лет
Фанерное сырье	1 – безузорчатые	1,5×3–4	1,6–2,2	фанерный кряж	40
Облицовочное сырье	2–3 – с признаками узорчатости высокоствольные и короткоствольные	1,5×3–4	1,6–2,2	декоративный кряж	30
Текстурное сырье	4 – с признаками узорчатости кустовидные	3×3–4	0,8–1,2	поделочный кряж	20

При выращивании с целью получения декоративного кряжа для производства облицовочного декоративного шпона (лущеного и строганого) используются саженцы с признаками карельской высокоствольной и короткоствольной форм. Посадка осуществляется сравнительно редкая, со смыкаемостью в рядах и между рядами после начала проявления признаков узорчатости. При уходах удаляются особи, не проявляющие признаки карельской.

Саженцами с признаками карельской кустовидной формы закладываются культуры лесосеменного типа с редкой посадкой. Ранняя репродуктивная способность, небольшая высота деревьев, ограниченный жизненный цикл позволяют эффективно использовать эти формы прижизненно для семеноводческих целей, а при ускоренном обороте рубки использовать древесину для производства изделий «малой формы» и сувениров.

В широких (4 м) межурядьях целевых культур рекомендуется высаживать плодовые кустарники (черноплодную рябину, лещину и др.). Максимальная продуктивность березы с большим выходом фанерного сырья достигается при совместном произрастании (2–3 единицы в составе) с сосной и елью. Для полного сохранения всех генотипов целесообразно до периода отчетливого проявления признаков узорчатости древесины березу карельскую выращивать в культурах в условиях свободного произрастания [Багаев, 1988].

В культурах березы проводится одна интенсивная прочистка в возрасте 10–15 лет с выборкой до 50% деревьев. Одновременно у «деревьев будущего» удаляются сухие сучья. В разреженном состоянии береза выращивается еще 25–30 лет.

Для посадки используются лесные сажалки (МЛУ-1, СКЛ-1). Агротехнический уход за культурами в первые годы проводится удалением по-

росли, самосева и травянистой растительности. Для выращивания высококачественной бессучковой древесины и усиления роста деревьев в культурах с 3–5-летнего возраста проводится периодическая обрезка нижних сучьев на ствалах – в каждый прием на высоту 0,5–1,0 м.

Техническая спелость березы на фанерное сырье в целевых культурах наступит: на фанерное сырье – в V классе возраста, на облицовочный материал – в IV классе и на поделочный кряж – в III классе возраста. По данным Н. О. Соколова (1950), березу карельскую на фанерное сырье можно рубить в возрасте 30–50 лет. М.Г. Романовский (1986) оптимальным возрастом рубки считает 60 лет. Финские ученые [Raulo, Saarnio, Ylitalo, 1978] предлагают вырубать культуры в 50–52 года из-за максимального выхода фанерного кряжа. В Костромской области возраст рубки рекомендован в 40 лет.

Целевое воспроизводство и использование древесины березы карельской с художественной текстурой древесины позволит удовлетворять потребности мебельной, деревообрабатывающей промышленности и традиционных народных художественных промыслов в ценном сырье, а населения – в высококачественных товарах повышенного спроса (см. раздел 1.2). Это возможно при условии ее широкого лесокультурного освоения, чему способствуют распространение ценной березы в естественных древостоях и лесных культурах области и благоприятные для ее роста и развития почвенно-климатические условия. Немаловажное значение имеет и рациональное использование древесины березы карельской (см. раздел 1.3).

В лесном хозяйстве области есть возможность поставить производство ценной древесины березы карельской на промышленную основу. Для этого необходимо обеспечить восстановление и развитие ее лесосеменной и лесопитомнической базы для обеспечения предприятий собственным семенным и посадочным материалом, которым будут закладываться целевые культуры для промышленных нужд.

Для разработки технологии плантационного выращивания ценных форм березы необходимо проведение дальнейших исследований.

6.1.2. Лесоводственно-экологическое значение

Под искусственное разведение березы карельской могут использоваться техногенно нарушенные земли (выработанные торфяники, карьеры по добыче нерудных геологических материалов, неиспользуемые сельскохозяйственные земли, нелесные земли [Выращивание осины .., 1986; Багаев, 1988].

В этих случаях, помимо получения ценной декоративной древесины, могут решаться важные лесоводственно-экологические проблемы:

– биологическая рекультивация техногенно нарушенных земель – выработанных торфяников, мест добычи нерудных геологических материалов (песок, гравий);

- рекультивация неиспользуемых сельскохозяйственных земель;
- реабилитация лесных и нелесных участков, испытывающих стресс от чрезмерных рекреационных нагрузок (зелены, лесопарковые зоны);
- озеленение населенных пунктов.

Биологическая рекультивация выработанных торфяников. По состоянию на 01.01.2021 г. на территории Костромской области выработаны и выгорели запасы торфа 52 торфяных месторождений на общей площади 5 423,5 га [Баланс запасов .., 2021]. Использование выработанных фрезерным способом торфяников имеет важное хозяйственное и природоохранное значение. Лесовыращивание на этих площадях нередко затруднено ввиду плохих физико-химических свойств остаточного торфа, его высокой кислотности и токсичности [Багаев, Багаева, 1977; Багаев, Багаев, 1980].

Лучшие по лесорастительным условиям и гидрологическому режиму выработанные поля торфопредприятий Костромской и Кировской областей с 1960–1970-х гг. успешно использовались для посадки лесных культур ценных древесных пород, включая березу карельскую. Создание культур березы карельской на отработанных картах способствует повышению устойчивости сосны к пожарам и болезням.

Результаты исследований, проведенных в Костромской, Кировской, Ленинградской областях и в других регионах на выработанных фрезерным способом торфяниках, также подтвердили целесообразность закладки на них культур березы карельской [Багаев, 1988; Евдокимов, 1989]. Таким образом, разведение березы карельской на выработанных торфяниках является одним из эффективных способов их рекультивации. Создание культур этой ценной породы позволит за счет их быстрого роста и высокой стоимости узорчатой древесины окупить затраты на проведение лесомелиоративных работ и получить экономический эффект.

Биологическая рекультивация мест добычи нерудных геологических материалов. Исследователями отмечается положительный опыт выращивания березы карельской различных форм на нарушенных землях, подтверждающий перспективность ее использования при лесной рекультивации [Казанцева, Васильев, 2006; Любавский, 2006]. Создание культур березы карельской существенно ускоряет формирование древесного яруса, по сравнению с естественным заращиванием отвалов, и процесс формирования полноценных лесных биогеоценозов в общем [Соколов, 2006; Федорец, Соколов, Крышень, 2009]. Способность успешно расти на бедных супесчаных, песчаных и содержащих гравий бедных почвах (см. раздел 2.2) позволяет использовать березу карельскую при облесении мест добычи нерудных геологических материалов (песок, гравий и др.).

Авторами были обследованы насаждения березы карельской близ ур. Самсонка, успешно растущие на отвалах карьеров с бедными песчаными почвами (рис. 33).



Рисунок 33. Береза карельская, произрастающая на бедных супесчаных почвах на отвале карьера Ильинского кирпичного завода близ ур. Серково

Кроме того, береза карельская на обследованных участках в ур. Серково успешно произрастает на круtyх склонах (рис. 34). Таким образом, ее можно использовать и для укрепления крутых склонов для предотвращения их эрозии.



a



б

Рисунок 34. Береза карельская, произрастающая на бедных супесчаных почвах в урочище Серково: *а* – на вершине холма; *б* – на склоне холма

Рекультивация неиспользуемых сельскохозяйственных земель. Целевое выращивание березы карельской наиболее целесообразно на неиспользуемых сельскохозяйственных землях с достаточно плодородными почвами. Рекультивация этих земель является актуальной: вместо низкопродуктивного самосева древесных и кустарниковых пород на них могут быть выращены высокопродуктивные леса, при этом существенно сокращаются затраты на подготовку почвы и внесение удобрений. Площадь таких земель в России составляет около 40 млн га. [Паничев, 2014]. В Костромской области за 20 лет (1986–2006 гг.) было выведено из эксплуатации более 250 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из них более 60% заросли малоценной древесно-кустарниковой растительностью со значительным участием мягколиственных пород (береза – 40%, осина – 5%) [Корякин, 2006]. Такие земли широко распространены в аграрных районах области – Костромском, Красносельском, Нерехтском, Судиславском, Галичском и Вохомском.

На обследованных участках неиспользуемых сельскохозяйственных земель близ д. Самсонка Костромского района Костромской области были обнаружены единичные экземпляры березы карельской естественного происхождения (рис. 35). Это подтверждает перспективы использования данной породы для рекультивации заброшенных сельхозугодий.



Рисунок 35. Береза карельская на неиспользуемых сельскохозяйственных угодьях близ д. Самсонка Костромского района Костромской области

Реабилитация земель в условиях больших рекреационных нагрузок и озеленение населенных пунктов. Актуальное значение имеет реабилитация лесных земель (зеленые зоны, городские леса и др.), страдающих от

чрезмерных рекреационных нагрузок. Лесные культуры березы карельской в 1970-х гг. закладывались в лесопарке у пос. Первомайский г. Костромы и в дендропарке Костромского лесничества. Наблюдения показали, что посадки в дендропарке растут и развиваются вполне успешно, несмотря на большие рекреационные нагрузки (рис. 36).

Береза карельская с оригинальной формой кроны – перспективная порода для озеленения населенных пунктов (рис. 37). Она устойчива к загазованности воздуха. Опытные культуры этой породы успешно формируются в разных районах города Костромы (лесопарк в пос. Первомайский, дендропарк Костромского лесничества) и в эколого-биологическом центре «Следово» в Судиславском лесничестве.

Таким образом, в Костромской области и в других регионах южно-таежного лесного района ЕЧР целевое выращивание березы карельской может носить многоцелевой характер. Помимо промышленного значения, лесные культуры березы карельской имеют эстетическое, защитное, санитарно-оздоровительное, противопожарное, водорегулирующее значение. Разведение ценных форм берез будет способствовать решению важных лесоводственно-экологических проблем, рациональному использованию лесных и нелесных земель.



Рисунок 36. Лесные культуры березы карельской у пруда в рекреационной зоне в дендропарке Костромского лесничества



Рисунок 37. Береза карельская в озеленительных посадках в дендропарке Костромского лесничества

6.2. Практические рекомендации по целевому выращиванию березы карельской

К основным элементам технологии закладки культур березы карельской целевого назначения относятся следующие:

1. Категории лесокультурных площадей – нелесные и не покрытые лесом земли: неиспользуемые сельскохозяйственные угодья, выработанные торфяники с остаточным слоем торфа до 50 см, разработанные карьеры, свежие вырубки при ограниченном возобновлении обычной березы, вырубки и гари с удаленными или сгнившими пнями, прогоревшие почвы.

2. Для культивирования светолюбивой березы выбираются открытые участки с суглинистыми и супесчаными, достаточно плодородными почвами, на которых деревья раньше проявляют признаки узорчатости древесины и быстро растут. Группы типов леса – кисличная, черничная, брусничная.

3. Обработка почвы – сплошная или частичная (бороздная, полосная) с использованием плугов: ПЛ-1, ПЛМ-1,3, ПКЛ-70А, ПЛ-2-50, дискованием почвы или созданием микроповышений по расчищенным полосам в условиях временного переувлажнения.

4. В качестве посадочного материала березы карельской используют:

– адаптированные микроклоны с закрытой корневой системой высотой не менее 5 см и диаметром не менее 0,1 см, полученные от определенных клонов на ЛСП;

– отобранные саженцы с признаками карельской березы.

При получении стандартного высококачественного оздоровленного посадочного материала березы карельской методом клonalного микроразмножения следует применять:

– на этапе введения в культуру *in vitro*: стерилизующие агенты AgNO₃ 0,2% или Лизоформин 3000 5% – при экспозиции 15 мин.; суплема 0,2% – при экспозиции 10 мин.;

– на этапе «собственно микроразмножение»: питательная среда WPM + цитокинин 6-БАП 0,2 мг/л + адаптоген Эпин-Экстра 0,5 мг/л;

– на этапе укоренения микропобегов: питательная среда WPM + ауксин ИМК 1,0 мг/л;

– на этапе адаптации к нестерильным условиям: смесь торфа с песком (1:1).

Посадочный материал березы выращивается в соответствии с разработанной агротехникой [Технические указания .., 1985 и др.]. Целесообразна предпосевная обработка семян Цирконом и Цирконом совместно с Цитовитом, гуматом «Плодородие» с внекорневой подкормкой сеянцев Супер гумисолом, Силиплантом, Крезацином, Рибав-Экстра, Эпин-Экстра в комплексе с Цитовитом, гуматом «Плодородие». Ускоренное выращивание посадочного материала возможно на прогоревших мелкоторфянистых почвах за счет использования ими легкоусвояемых минеральных элементов.

Наиболее эффективно выращивание посадочного материала в закрытом грунте, при этом срок выращивания сокращается до 1 сезона с уменьшением расхода ценных семян в 2 раза. Лучшими субстратами для выращивания березы являются: разложившийся низинный торф, смесь торфа с опилками (2:1). Ускоряет рост и развитие сеянцев внекорневая 3–4-кратная подкормка всходов смесью минеральных удобрений.

Лучшие условия для роста березы карельской в питомниках создаются при нейтральной среде почвы (pH = 6,5) с содержанием в ней азота не менее 10% и высокой (15 мг / 100 г почвы) или средней (7 мг / 100 г почвы) обеспеченностью верхних горизонтов почвы фосфором и обменным калием. Обязательным условием успешного выращивания этой культуры является постоянная влагообеспеченность верхних горизонтов почвы.

5. Целевые культуры березы карельской закладываются по разработанным программам (см. раздел 6.1.1). При этом используются саженцы, отобранные по ранним формовым диагностическим признакам и разделенные на 4 группы по формам березы: безузорчатая; узорчатые: высокоствольная, короткоствольная, кустовидная.

Наиболее перспективно создание одноформенных культур целевого назначения для получения фанерного, облицовочного и текстурного сырья.

При этом увеличивается выход узорчатых форм, рационально используются все генотипы для получения целевых сортиментов и посадочный материал, а также отпадает необходимость в проведении ранних лесоводственных уходов.

6. Агротехника создания лесных культур направлена на создание благоприятных условий для раннего проявления признаков узорчатости древесины при свободном произрастании до наступления фазы смыкания крон. Лунки для саженцев должны быть в 1,5 раза крупнее корневой системы молодого деревца. При посадке в грунт можно вносить перепревший компост, листовой перегной или коровяк, а также добавлять мочевину, аммиачную селитру. После окончания работ растения обильно поливают. Сроки посадки: весна (до начала вегетационного периода) и осень (после окончания вегетационного периода).

7. В течение первых 3 лет необходимо проводить однократный агротехнический уход: скашивание травы, опахивание, удаление поросли и самосева. В первые годы после посадки дерева следует оберегать от пересыхания почвы, увлажняя ее в засушливую жаркую погоду. Для лучшего сохранения влаги в почве рекомендуется мульчировать приствольные круги хвоей, торфом или опилками. Для стимулирования роста саженцев целесообразно периодически (1–2 раза в сезон) вносить в почву комплексные минеральные удобрения.

8. К 3–5-летнему возрасту у деревьев начинают проявляться внешние признаки узорчатости, а в возрасте 10–15 лет узорчатые экземпляры можно определить точно. Для получения высококачественной бессучковой древесины и усиления роста деревьев в заложенных целевых культурах березы карельской проводятся лесоводственные уходы:

- индивидуальный уход за стволами деревьев с 3–5-летнего возраста путем периодической обрезки нижних сучьев до высоты 3 м;
- интенсивная прочистка в возрасте 10–15 лет с выборкой до 50% деревьев, с одновременным удалением сухих сучьев у деревьев будущего.

При рубках ухода проводится удаление безузорчатых форм, чтобы к возрасту спелости сформировался древостой с качественной декоративной текстурой древесины. Рубку с целью заготовки фанерного декоративного кряжа проводят в возрасте 30 лет, для заготовки поделочного кряжа – в 20 лет.

9. Специальной защиты перед зимним периодом для березы карельской не требуется ввиду ее достаточной морозоустойчивости. Корневые системы молодых посадок в морозы можно укрывать снегом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Береза карельская – уникальная и исключительно ценная форма березы белой, получившая широкую известность благодаря узорчатой древесине высокой художественной ценности, свойства которой передаются по наследству.

Сокращение ресурсов березы карельской в естественных лесах в результате приисковых рубок, нарушения мест ее произрастания, низкой конкурентоспособности и отсутствия естественного возобновления приводит к снижению ее генетического разнообразия и ставит на грань полного исчезновения.

Уникальные свойства древесины березы карельской, перспективы ее широкого использования в различных отраслях промышленности, в производстве товаров народного потребления и в сувенирном производстве, обусловливают важность сохранения и воспроизведения ее ценного генофонда, необходимость целевого выращивания.

Ученые Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ провели большую работу по выявлению мест естественного произрастания березы карельской в лесах Костромской области и в других регионах Центральной России, по формированию ее лесопитомнической и лесосеменной базы и лесокультурному освоению в 1962–1989 гг. Была обоснована необходимость сохранения, воспроизведения и рационального использования карельской березы. В результате многолетних исследований ими была разработана целевая программа воспроизведения березы карельской для районов Центральной России.

На базе созданных лесосеменных объектов березы карельской в Костромской области может быть реализовано целевое выращивание наиболее ценных форм березы с коротким циклом ротации и использованием современных методов биотехнологии, в частности – эффективного способа массового получения посадочного материала элитных форм методом клonalного микроразмножения *in vitro*. Отработанная технология позволяет получать высококачественный посадочный материал для закладки целевых культур карельской березы.

Воспроизведение березы карельской приобретает актуальное значение в условиях возрастающего спроса на древесину лиственных пород в связи с развитием лесоперерабатывающего производства и перспективами внедрения инновационных технологий глубокой переработки древесины.

Внедрение в лесовосстановительную практику березы карельской будет способствовать воспроизведению этой ценной древесной породы и уменьшению импорта декоративной древесины в Россию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Алексеева, А. И. Диагностические признаки древесины карельской березы / А. И. Алексеева // ИВУЗ. Лесной журнал. – 1962. – № 3. – С. 33–37.
- Анохина, Н. С. Микроклональное размножение карельской березы и триплоидной осины *in vitro* / Н. С. Анохина, В. Ф. Коновалов, Э. Р. Ханова // Экобиотех. – 2021. – Т. 4. – № 2. – С. 101–106.
- Аубакирова, Л. С. Индукция *in vitro* клеточных структур *Betula pendula* Roth / Л. С. Аубакирова, Е. А. Калашникова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ульяновск, 8–10 июня 2010 г.). – Ульяновск : УГСХА, 2010. – Т. V : Агрономия и агроэкология. – С. 8–11.
- Бабикова, А. В. Растение как объект биотехнологии / А. В. Бабикова, Т. Ю. Горпенченко, Ю. Н. Журавлев // Комаровские чтения. – 2007. – Вып. LV. – С. 184–211.
- Багаев, Е. С. Береза карельская узорчатая / Е. С. Багаев // Редкие и охраняемые растения и грибы Костромской области (материалы к Красной книге области). – Кострома, 1996. – С. 102–105.
- Багаев, Е. С. Ритина роща / Е. С. Багаев // Эковестник «ОКО». – Кострома, 2007. – № 3. – С. 2–3.
- Багаев, Е. С. Щемящее чувство дороги / Е. С. Багаев // Кострома, 2012. – 118 с.
- Багаев, С. Н. Карельская и капокорешковая береза в лесах Костромской области / С. Н. Багаев // Лесное хозяйство. – 1963. – № 6. – С. 20–22.
- Багаев, С. Н. Карельская береза – реликт костромских лесов / С. Н. Багаев // Губернский дом. – 2001. – № 1 (42). – С. 20–26.
- Багаев, С. Н. Лесокультурное освоение осушенных земель / С. Н. Багаев, М. В. Багаева // Информ. листок. – Кострома : Костромской ЦНТИ, 1977. – № 84. – 4 с.
- Багаев, С. Н. Опыт создания культур карельской березы на осушенных торфянистых почвах и выработанных торфяниках / С. Н. Багаев, С. С. Багаев // Лесохозяйственное использование осушенных земель. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1980. – С. 82–85.
- Багаев, С. Н. Опыт ускоренного выращивания сеянцев карельской березы в открытом грунте / С. Н. Багаев // Информ. листок. – Кострома : Костромской ЦНТИ, 1975. – № 54. – 4 с.
- Багаев, С. Н. Селекция узорчатой и капокорешковой березы в условиях Костромской области : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / С. Н. Багаев. – Свердловск : УЛТИ, 1965. – 21 с.
- Багаев, С. Н. Ценные формы и насаждения древесных пород в лесах нашей области / С. Н. Багаев // Природа Костромской области и ее охрана. – Ярославль, 1973. – Вып. 1. – С. 70–81.
- Багаев, С. С. Культуры карельской березы в подзоне южной тайги (Костромская и Кировская области) : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / С. С. Багаев. – Л., 1988. – 17 с.

Багаев, С. С. Лесокультурное освоение осушенных земель на территории Костромской низины [Электронный ресурс] / С. С. Багаев // Повышение эффективности лесного комплекса : мат-лы V Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Петрозаводск, 21 мая 2019 г.). – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2019. – С. 14–15. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Загл. с этикетки диска.

Багаев, С. С. Опыт создания культур березы карельской на выработанных торфяниках / С. С. Багаев // Информ. листок. – Кострома : Костромской ЦНТИ, 1981. – № 61. – 4 с.

Багаев, С. С. Применение биологически активных веществ при выращивании однолетних сеянцев березы карельской / С. С. Багаев // Повышение эффективности лесного комплекса : сб. мат-лов II Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 65-летию Высшего лесного образования респ. Карелия (Петрозаводск, 24 мая 2016 г.). – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2016. – С. 9–11.

Багаев, С. С. Создание культур березы карельской на выработанных торфяниках / С. С. Багаев // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сб. ст. 70-й Междунар. науч.-практ. конф. (Караваево, 17 января 2019 г.). – Караваево : Костромская ГСХА, 2019. – Т. 1. – С. 22–25.

Багаев, С. С. Целевая программа воспроизведения березы карельской / С. С. Багаев // Повышение комплексной продуктивности южно-таежных лесов европейской части РСФСР : сб. науч. тр. – М. : ВНИИЛМ, 1990. – С. 45–51.

Баланс запасов торфа Костромской области по состоянию на 01 января 2021 года [Электронный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области : офиц. сайт. Режим доступа: http://dpr44.ru/filearchiv/pub/Balans_torfa.pdf (дата обращения: 02.09.2021).

Барильская, Л. А. Сравнительный структурный анализ древесины березы повислой и карельской березы: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Л. А. Барильская. – Л., 1979. – 24 с.

Барильская, Л. А. Структурный анализ узорчатой древесины карельской березы / Л. А. Барильская // Ботанический журнал. – 1978. – Т. 63. – № 6. – С. 805–811.

Барсукова, Т. Л. Изменчивость, отбор и размножение березы карельской в Беларуси : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Т. А. Барсукова. // Гомель, 1995. – 21 с.

Барсукова, Т. Л. Изменчивость березы карельской по морфологическим формам в культурах разного возраста в условиях Беларуси / Т. Л. Барсукова // Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды : мат-лы Междунар. конф. – Петрозаводск : Карельский НЦ РАН, 2011. – С. 29–33.

Биология культивируемых клеток и биотехнология растений / Р. Г. Бутенко [и др.]; под ред. Р. Г. Бутенко. – М. : Наука, 1991. – 278 с.

Бочарников, В. А. В краю деда Мазая / В. А. Бочарников // В краю деда Мазая. – М : Советская Россия, 1981. – 88 с.

Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р. Г. Бутенко. – М. : ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.

Вереха, П. Н. Опыт лесохозяйственного терминологического словаря / П. Н. Вереха. – СПб., 1898. – 588 с.

Вереха, П. Н. Береза карельская / П. Н. Вереха // Энциклопедия русского лесного хозяйства. – СПб, 1903. – Т. 1.

Ветчинникова, Л. В. Влияние бензиламинопурина на жирнокислотный состав мембранных липидов в побегах карельской березы *in vitro* / Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов, Т. Ю. Кузнецова // Цитология. – 2017. – Т. 59. – № 7. – С. 498–504.

Ветчинникова, Л. В. Влияние кадмия на морфо- и органогенез березы *in vitro* / Л. В. Ветчинникова, Т. Ю. Кузнецова, А. Ф. Титов // Тр. Карельского НЦ РАН. – 2014. – № 5. – С. 174–181.

Ветчинникова, Л. В. Карельская береза: ареал и ресурсы / Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2020. – 59 с.

Ветчинникова, Л. В. Карельская береза: биологические особенности и способы размножения : учеб.-метод. пособие / Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов, Т. Ю. Кузнецова. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2018. – 51 с.

Ветчинникова, Л. В. Карельская береза: важнейшие результаты и перспективы исследований : моногр. / Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2021. – 243 с.

Ветчинникова, Л. В. Карельская береза в природе и культуре *in vitro* / Л. В. Ветчинникова // Бореальные леса: состояние, динамика, экосистемные услуги : тез. докл. Всеросс. науч. конф. с междунар. участием, посв. 60-летию Ин-та леса Карельского НЦ РАН (г. Петрозаводск, 11–15 сентября 2017 г.). – Петрозаводск : Карельский НЦ РАН, 2017. – С. 59–61.

Ветчинникова, Л. В. Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. / Л. В. Ветчинникова. – М. : Наука, 2015. – 269 с.

Ветчинникова, Л. В. Клональное микроразмножение карельской березы в Карелии / Л. В. Ветчинникова, Т. Ю. Ветчинникова, А. В. Устинова // Resources and Technology. – 2005. – Т. 5. – С. 17–22.

Ветчинникова, Л. В. Клональное микроразмножение селекционного материала березы карельской / Л. В. Ветчинникова // Научные основы селекции древесных растений Севера. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 1998. – С. 73–87.

Вольф, Э. Л. Парк и арборетум Ленинградского лесного института / Э. Л. Вольф // Известия Ленинградского лесного ин-та. – Л., 1929. – Вып. 37. – С. 255.

Выращивание осины и березы на спецсортименты (спичечное и фанерное сырье) : практ. реком. / Сост. Л. Е. Михайлов, С. Н. Багаев, Е. С. Багаев. – М. : Гослесхоз СССР, ВНИИЛМ, Минлесхоз РСФСР, 1986. – 32 с.

Высоцкий, В. А. Клональное микроразмножение растений / В. А. Высоцкий // Культура клеток растений и биотехнология. – М. : Наука, 1986. – С. 91–102.

Ганюшкина, Л. Г. Применение микроэлементов при выращивании березы карельской / Л. Г. Ганюшкина // Ученые записки Петрозаводского ГУ. – 1963. – Т. II. – Вып. 4. – С.40–43.

Ганюшкина, Л. Г. Опыт по применению гиббереллина под сеянцы и саженцы древесных растений в Карельской АССР / Л. Г. Ганюшкина // Ученые записки Петрозаводского ГУ. – 1964. – Т. XII. – Вып. 3. – С.40–42.

Голоднов, Н. С. Пядь родной земли / Н. С. Голоднов. – Ярославль : Верхне-Волжское кн. изд-во, 1989. – 94 с.

Дорманов, Б. А. Измерение текущих приростов деревьев по диаметру / Б. А. Дорманов, Г. Н. Исаев // Лесное хозяйство. – 1977. – № 4. – С. 68–69.

Евдокимов, А. П. Биология и культура карельской березы / А. П. Евдокимов. – Л. : Изд. ЛГУ, 1989. – 228 с.

Евдокимов, А. П. Выращивание карельской березы на Северо-Западе РСФСР / А. П. Евдокимов. – Л. : ЛТА, 1987. –39 с.

Евдокимов, А. П. Выращивание карельской березы на Северо-Западе РСФСР : метод. реком. / А. П. Евдокимов, С. Д. Смирнов. – Л. : ЛТА, 1983. – 30 с.

Ермаков, В. И. Механизм формирования узорчатой текстуры древесины и происхождение березы карельской / В. И. Ермаков // Петрозаводск : Ин-т леса КНЦ РАН, 1990. – 35 с.

Ермаков, В. И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера / В. И. Ермаков. – Л. : Наука, 1986. – 144 с.

Ермаков, В. И. Прогнозирование обилия и плодоношения березы / В. И. Ермаков, С. Н Зимины, З. Д. Бумагина // Информ. листок. – Петрозаводск : Карельский МТ ЦНТИП, 1983. – № 157-83. – 4 с.

Ермаков, В. И. Способ прививки березы вегетирующими привоем / В. И. Ермаков, С. Н Зимины, З. Д. Бумагина // Информ. листок. – Петрозаводск : Карельский МТ ЦНТИП, 1983. – № 160-83. – 4 с.

Зеленина, Е. А. Оценка цитогенетической стабильности длительно культивируемых *in vitro* клонов карельской березы (*Betula pendula* Roth var. *carelica* Merkl.) / Е. А. Зеленина, О. С. Машкина, Т. М. Табацкая // Инновации и технологии в лесном хозяйстве – 2013 : мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.). – СПб. : СПбНИИЛХ, 2013. – Ч. 1. – С. 239–245.

Испытание и оценка плюсовых деревьев по признаку быстроты роста для создания плантационных культур : отчет НИР № 202 (промеж.) / Костромская ЛОС ВНИИЛМ; рук. С. Н. Багаев. – Кострома, 1987. – 90 с.

Казанцева, Е. В. Карельская береза как один из перспективных видов для лесной рекультивации нарушенных земель / Е. В. Казанцева, С. Б. Васильев // Лесной вестник. – 2006. – № 5. – С. 95–99.

Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учеб. пособие / Е. А. Калашникова. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 217 с.

Калашникова, Е. А. Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов биотехнологии :

учеб. пособие / Е. А. Калашникова, А. Р. Родина. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : МГУЛ, 2004. – 84 с.

Калашникова, Е. А. Современные аспекты биотехнологии: учеб.-методич. пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 125 с.

Калинин, Ф. Л. Технология микроклонального размножения растений / Ф. Л. Калинин, Г. П. Кушнир, В. В. Сарнацкая. – Киев : Наукова думка, 1992. – 232 с.

Катаева, Н. В. Клональное микроразмножение растений / Н. В. Катаева, Р. Г. Бутенко. – М. : Наука, 1983. – 96 с.

Козьмин, А. В. Спонтанный триплоид березы карельской / А. В. Козьмин, А. К. Буторина // Лесоведение. – 1985. – № 6. – С. 71–75.

Концевая, И. И. Эффект абсцизовой кислоты при депонировании карельской березы в культуре *in vitro* / И. И. Концевая // Бюллетень науки и практики. – 2018. – Т. 4. – № 7. – С. 11–16.

Корякин, В. А. Исследование характера возобновления леса на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования / В. А. Корякин // Сб. науч. ст., посв. 50-летию Костромской ЛОС ВНИИЛМ. – Кострома, 2006. – С. 104–108.

Косиченко, Н. Е. Рост культур и микроструктура узорчатой древесины березы карельской в условиях ЦЧО / Н. Е. Косиченко, В. К. Попов, С. В. Щетинкин // Лесная интродукция. – Воронеж : ЦНИИЛГиС, 1983. – С. 152–161.

Красная книга Костромской области / Под ред. ДПР Костромской области. – Кострома, 2009. – 387 с.

Кузнецова, Т. Ю. Влияние кадмия на состав жирных кислот липидов в побегах карельской березы *in vitro* / Т. Ю. Кузнецова, Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов, М. К. Ильинова // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 5. – С. 731–737.

Кулаева, О. Н. Цитокинины, их структура и функция / О. Н. Кулаева. – М., 1973. – 264 с.

Лесной кодекс Российской Федерации. Утв. Президентом РФ от 04.12.2006 № 200-ФЗ.

Любавская, А. Я. Карельская береза / А. Я. Любавская. – М. : Лесная промстъ, 1978. – 157 с.

Любавская, А. Я. Руководство по разведению карельской березы в лесах РСФСР. – М. : ЦБНТИлесхоз, 1971. – 18 с.

Любавская, А. Я. Селекция и интродукция карельской березы : автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук / А. Я. Любавская. – М. : МЛТИ, 1969. – 48 с.

Любавская, А. Я. Селекция и разведение карельской березы / А. Я. Любавская. – М. : Лесная пром-сть, 1966. – 124 с.

Любавский, Д. В. Опыт выращивания карельской березы на рекультивируемых землях Щелковского учебно-опытного лесхоза / Д. В. Любавский // Лесной вестник. – 2006. – № 5. – С. 100–104.

Махнев, А. К. Интродукция карельской березы на Среднем Урале / А. К. Махнев // Интродукция и акклиматизация декоративных растений. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1982. – С. 30–35.

Машкина, О. С. Длительное микрочеренкование для массового клонального размножения карельской березы и тополя / О. С. Машкина, Т. М. Табацкая, Л. М. Стародубцева // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – № 6. – С. 950–953.

Машкина, О. С. Рекомендации по сохранению и воспроизведству методами биотехнологии ценных генотипов карельской березы, осины, тополя белого и серебристого / О. С. Машкина, Т. М. Табацкая. – Воронеж : НИИЛГиС, 2005. – 29 с.

Методические указания по селекции и разведению карельской березы в лесах нечерноземной зоны РСФСР / Сост. С. Н. Багаев. – М. : Гослесхоз СССР, ВНИИЛМ, 1977. – 18 с.

Молотков, П. И. Проявление признаков «кареловости» у березы при выращивании ее в районе г. Харькова // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев, 1984. – № 69. – С. 21–23.

Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР / М. : Лесная пром-сть, 1979. – 176 с.

Особо охраняемые природные территории и объекты Костромской области / Сост. Е. С. Багаев, Г. П. Осипов, С. С. Веремьев. – Кострома : Комитет охраны окружающей природной среды Костромской области, 1994. – 127 с.

Паничев, Г. П. Плантационное выращивание лесных ресурсов / Г. П. Паничев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. Сер.: Экономика. – 2014. – № 3. – С. 43–46.

Перечень видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается. Утв. Приказом Рослесхоза от 05.12.2011 № 513.

Пономарев, Н. А. Березы СССР / Н. А. Пономарев // М.-Л. : Гослестехиздат, 1933. – 246 с.

Постановление Главы администрации Костромской области от 25.11.1993 № 503 «Об организации особой охраны территорий и объектов природно-заповедного фонда».

Постановление администрации Костромской области от 16.07.2008 № 172-а «Об утверждении схемы развития и размещения особо охраняемых природных территорий регионального значения Костромской области».

Правила лесовосстановления. Утв. Приказом Минприроды России от 04.12.2020 № 1014.

Регуляторы роста растений / К. З. Гамбург [и др.]. – М., 1979. – 246 с.

Романовский, М. Г. Статистический подход к описанию полиморфизма карельской березы / М. Г. Романовский // Генетика. – 1986. – Т. 22. – № 1. – С. 86–94.

Руководство по разведению карельской березы в лесах РСФСР / А. Я. Любавская [и др.] // М. : ЦБНТИлесхоз, 1971. – 18 с.

Сакс, К. А. Карельская береза в Латвийской ССР / К. А. Сакс, В. Л. Бандер // Вопросы лесной селекции и семеноводства в Латвийской ССР. – Рига : Зиннатне, 1969. – С. 97–108.

Сакс, К. А. Новые данные о происхождении карельской березы / К. А. Сакс, В. Л. Бандер // Тр. ин-та экологии растений и животных. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1975. – № 91. – С. 91–97.

Селекция березы карельской на декоративные качества древесины для организации сырьевой базы художественным промыслам в условиях Кировской области : отчет НИР № 119 (закл.) / Костромская ЛОС ВНИИЛМ; Рук. С. Н. Багаев. – Кострома, 1974. – 108 с.

Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия / В. С. Шевелуха [и др.]; под ред. В. С. Шевелухи. – М. : URSS, 2015. – 715 с.

Сиволапов, В. А. Плантационное лесоразведение быстрорастущих пород в лесостепи с использованием биотехнологии *in vitro* : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / В. А. Сиволапов. – Воронеж, 2012. – 18 с.

Сидоров, В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В. А. Сидоров. – Киев : Наукова думка, 1990. – 280 с.

Симонов, И. Н. Влияние микроэлементов на рост и развитие сеянцев / И. Н. Симонов // Лесное хозяйство. – 1963. – № 11. – С. 36–37.

Смирнов, Н. А. Методические указания по стандартизации сеянцев лесных деревьев и кустарников / Н. А. Смирнов, Л. Н. Бредихина, А. Б. Калякин. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1972. – 22 с.

Соколов, А. И. Повышение ресурсного потенциала таежных лесов лесокультурным методом / А. И. Соколов. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2016. – 178 с.

Соколов, Н. О. Карельская береза / Н. О. Соколов // Л. : НИС ЛТА, 1959. – Вып. 1 (16). – 35 с.

Соколов, Н. О. Карельская береза / Н. О. Соколов // Петрозаводск : Госиздат КФ АССР, 1950. – 116 с.

Соколов, Н. О. Карельская береза: ее отличительные признаки и возможности хозяйственного освоения : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Н. О. Соколов. – Л. : ЛТА, 1939. – 48 с.

Соколов, Н. О. Краеведам о карельской березе / Н. О. Соколов. – Петрозаводск, 1938. – 16 с.

Соколов, Н. О. Отбор карельской березы в лесах и культурах Северо-Запада / Н. О. Соколов // Тр. Ин-та экологии растений и животных. – Вып. 91. – Свердловск : Уральский НЦ АН СССР, 1975. – С. 111–114.

Справочник по лесным питомникам / Сост. А. И. Новосельцева. – М. : Лесная пром-сть, 1983. – 280 с.

Суходольский, Д. А. Карельская береза в лесах Сибири / Д. А. Суходольский, А. К Воевода // Сельскохозяйственное производство Сибири и Дальнего Востока. – Омск, 1963. – № 11. – С. 88.

Суходольский, Д. А. Опыт разведения и акклиматизации березы карельской в Сибири. / Д. А. Суходольский // Лесное хозяйство. – 1971. – № 11. – С. 86–89.

Тарасевич, А. В. Популяционные разновидности рода *Betula* L. и их оценка для использования в Полесье Украины / А. В. Тарасевич // Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды : Петропавловск : КарНЦ РАН, 2011. – С. 337–346.

Технические указания по селекции и разведению березы карельской в лесах нечерноземной зоны РСФСР / Сост. С. Н. Багаев, В. И. Ермаков, А. Я. Любавская [и др.]. – М. : Гослесхоз СССР, 1985. – 47 с.

Толковый словарь живого великорусского языка : в 4 т. – Т. 1: А–З / Сост. В. И. Даля. – М. : РИПОЛ Классик, 2006. – 752 с. – (Золотая коллекция).

Толстопятенко, А. И. Отличительные признаки березы карельской (*Betula verrucosa* Ehrh. F. Soc.) в лесах Ленинградской области / А. И. Толстопятенко // Науч. тр. Лесотехн. акад. – Л. : ЛТА, 1967. – С. 138–139.

Федорец, Н. Г. Первичные этапы формирования биогеоценозов на техногенных землях при добыче рудных ископаемых / Н. Г. Федорец, А. И. Соколов, А. М. Крышень // Продуктивность и устойчивость лесных почв : мат-лы III Междунар. конф. по лесному почвоведению (Петропавловск, 7–11 сентября 2009 г.). – Петропавловск : КарНЦ РАН, 2009. – С. 315–319.

Фокель, М. Г. Описание естественного состояния растущих в северных российских странах лесов / М. Г. Фокель. – СПб. : При Мор. шляхет. кадет. корпусе, 1766. – 373 с.

Фролова, Е. Свет березовый / Е. Фролова // Вокруг света. – 1987. – № 3. – С. 27–29.

Шевелуха, В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе / В. С. Шевелуха. – М. : Колос, 1992. – 598 с.

Шорников, Д. Г. Перспективные виды нетрадиционных и редких культур и их активная интродукция с применением биотехнологических методов размножения растений / Д. Г. Шорников, С. А. Муратова, М. Б. Янковская // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования. – 2006. – Т. 1. – С. 49–52.

Шпанченко, В. А. Княжая пустынь (очерки разных лет) / В. А. Шпанченко. – Кострома, 2003. – 128 с.

Яблоков, А. С. Возможности промышленного разведения карельской березы / А. С. Яблоков // Лесохозяйственная информация. – 1969. – № 8. – С. 12–13.

Яблоков, А. С. Селекция древесных пород / А. С. Яблоков. – М. : Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1962. – 305 с.

Яковлев, А. В. Анатомическое строение ствола карельской березы / А. В. Яковлев // Известия Карело-Финской науч.-исслед. базы АН СССР. – 1949. – №1. – С. 3–19.

Яскина, Л. В. Карельская береза в Узбекистане / Л. В. Яскина. – Ташкент : Уз. ИТИ, 1971. – 15 с.

Heikinheimo O. Tuloksia visakoivun kasvattamisesta // Metsat Aikak. 1936. 53 (1): 12–17.

Heikinheimo O. Kokemuksia visakoivun kasvatuksesta // Commun. Inst. Fenniae. 1951. 39 (5): 1–26.

Hartig R. Die anatomischen untersuchungsmaterial der Wichtige ren in Deutschland Waschesen Holzer. Munchen, 1898.

Huuri O. Visaseura // Silva Fennica. 1978. 12 (4): 241–244.

Hintikka T. J. Uber den Habitus und die Wachstumsart der Visabirken Mitt // Deutsch. Dendrol. Gesell. 1926. 36 (1): 209–214.

Lloyd G., McCown B. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture // Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society. 1980. 30: 421–427.

Matveeva T. V., Mashkina O. S., Isakov Yu. N., Lutova L. A. Molecular Pass-portization of Clones of Karelian Birch Using PCR with Semi-specific Primers // Ecological Genetics, 2008. 6 (3):18–23. DOI: 10.17816/ecogen6318-23

Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures // Phisiol. Plantarum. 1962. 3 (15): 473–497.

Raulo J., Saarnio B., Ylitalo T. Visakcivun karaattujen okaien kyljestyminen ja varivianleviasminen niiatarunkoon // Silva Fennica. 1978. 12 (4): 257–263.

Ruden T. Om valdjork og endel andre unormale reddanelser hos bjerk // Menddelelser fra Norske Skogforaok – Avesen. Bergen, 1954 43 (12): 3.

Jakuszewski T. Badanie zmiennosci populacji brzozy karelskiej z Gorcow Arboretum Kornickie. Warszawa – Poznan, 1973. R. XVIII. S. 35–81.

Tabatskaya T. M., Mashkina O. S., Korchagin O. M. In Vitro Modelling of Salinity Stress for the Selection of Stress-tolerant Birch Lines // E3S Web of Conferences. 2020. 224: 04013. DOI: 10.1051/e3sconf/202022404013.

Vaclav E., Kucera B., Rezabkova J. Anatomicke fyzikalni a mechanické znaky a vlastnosti dreva svalcovite, ockove a plamenne brizy// Sbornik Vedeckeho lesnickeho ustavu USZ v Praze. 1969. 12: 111–127.

Обозначения и сокращения

2-иР	2-изопенталаденин	Лп	липа
6-БАП	6-бензиламинопурин	Лщ	лещина
МС	питательная среда по прописи Мурасига и Скуга	ЛОС	лесная опытная станция
WPM	питательная среда по прописи Woody Plant Medium	ЛСП	лесосеменная плантация
Б	береза	ПЛСУ	постоянный лесосеменной участок
Бзн	бузина	Мл	малина
Бка	береза карельская	НРВ	нефтяное ростовое вещество
ВАСХНИЛ	Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. Ленина	НСР05	наименьшая существенная разность на 0,5% уровне значимости между вариантами
ВНИИЛМ	Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства	НУК	нафтилуксусная кислота
выд.	выдел	ОЗУ	особо защитный участок
ГК	гибберелловая кислота	Олс	ольха серая
Д	дуб	Ос	осина
Др	дерен	ООПТ	особо охраняемая природная территория
Е	ель (ельник)	Р	рябина
ЕЧР	европейская часть России	РСФСР	Российская Советская Федеративная Социалистическая Республика
Ж	жимолость	РФ	Российская Федерация
ЗКС	закрытая корневая система	СССР	Союз Советских Социалистических Республик
Ивд	ива древовидная	ТДЗ	тидиазурон
Ивк	ива кустарниковая	пл.	площадь
ИМК	β-индолилмасляная кислота	пог. м	погонный метр
ИУК	индолилуксусная кислота	С	сосна (сосняк)
Ир	ирга	Смр	смородина
кв.	квартал	США	Соединенные Штаты Америки
кис	кисличный тип леса	ур.	урочище
Клин	калина	Чр	черемуха
Кло	клен остролистный	ЭГ	этиленгликоль
Крл	крушина ломкая		
Л	лиственница		

Словарь терминов и определений

Адаптация – процесс эволюционного (генетического) приспособления индивидуумов или их групп к условиям среды.

Адвентивные почки – почки на растениях, возникшие из клеток и тканей, обычно их не образующих.

Акклиматизация – одна из форм интродукции растений, когда приспособление популяции к новым условиям среды происходит вследствие генетического сдвига на основе естественного или искусственного отбора.

Ауксины – фитогормоны, стимулирующие образование корней у черенков (например: ИМК, ИУК, НУК).

Вегетативное возобновление (восстановление) леса – образование (создание) нового поколения леса из вегетативных органов растений или их частей: спелой поросли, корневых отпрысков, отводков, черенков и др.

Ген – участок хромосомы (молекулы ДНК), кодирующей структуру одной или нескольких полипептидных цепей, или молекулу РНК, или определенную регуляторную функцию.

Генетический фонд (генофонд) – совокупность генов популяции, характеризующаяся определенной их частотой.

Генотип – сумма всех генов организма; генетическая структура индивидуума.

Гибрид – особь, полученная в результате скрещивания между генетически различающимися родительскими типами.

Дедифференциация (в биотехнологии) – переход специализированных неделяющихся клеток к образованию недифференцированных делящихся каллусных клеток.

Депонирование – длительное хранение организмов при пониженных температурах.

Дифференциация (в биотехнологии) – комплекс процессов, приводящих к различиям между дочерними клетками, а также между материнскими и дочерними клетками.

Древесная школа (школьное отделение лесного питомника) – площадь лесного питомника, предназначенная для выращивания саженцев деревьев и кустарников.

Древостой – совокупность деревьев (иногда кустарников), являющаяся основным компонентом насаждения.

Желвак – вздутие под корой дерева.

Заказник – охраняемая природная территория, на которой (в отличие от заповедников) под охраной находится не природный комплекс, а некоторые его части (только растения, только животные, либо их отдельные виды, либо отдельные историко-мемориальные или геологические объекты).

Зеленый черенок – черенок, заготовленный из неодревесневшего побега с листьями в период вегетации (растения).

Инцухт (инбридинг) – «разведение в себе», скрещивание особей, родство между которыми более тесное, чем родство между особями, случайно взятыми из той же популяции.

Каллус – неорганизованная пролиферирующая ткань, состоящая из дедифференцированных клеток.

Клон (*в растениеводстве, лесоводстве*) – растения (совокупность всех потомков), полученные путем вегетативного размножения одного растения и имеющие идентичный генотип.

Клон растения (*в микробиологии, биотехнологии*) – популяция клеток или молекул, идентичных одной родоначальной клетке или молекуле.

Клонирование (*в биотехнологии*) – получение генетически идентичных популяций организмов.

Клоновая плантация (лесосеменная плантация вегетативного происхождения) – ЛСП, закладываемая с использованием материала вегетативного происхождения.

Клоновая лесосеменная плантация – ЛСП, создаваемая с использованием вегетативного потомства (клонов) плосовых и элитных деревьев.

Клоновый отбор – искусственный методический отбор лучших кlonov при их испытании для их дальнейшего вегетативного размножения (у тополей, ив, елей и др.).

Кольцевание (окольцовывание) деревьев – снятие коры и луба замкнутой полосой по периметру ствола с целью уничтожения и предотвращения вегетативного возобновления деревьев.

Корневой отпрыск – побег, образовавшийся из придаточных почек на корнях, расположенных близко к поверхности почвы.

Корневой черенок – черенок, заготовленный из части корня растения.

Культура клеток и тканей – форма существования клеток и тканей, возникших путем пролиферации клеток изолированных сегментов разных органов или самих органов растений, вне организма, в искусственной среде.

Культура первичных эксплантов – инкубация в стерильных условиях на питательных средах сегментов, изолированных из разных органов растений.

Лесосеменная база (ЛСБ) – естественные и искусственно созданные насаждения с ценными наследственными свойствами, предназначенные для заготовки семян.

Лесосеменная плантация (ЛСП) – искусственно создаваемое на основе применения различных методов селекции насаждение, предназначенное для получения семян с ценными наследственными свойствами.

Машина лесная фрезерная – роторная машина для подготовки полос под лесные культуры на вырубках с одновременным измельчением пней, порубочных остатков, поросли и рыхлением почвы.

Мериклон – точная копия растения, полученная из клетки меристемы родительского растения.

Меристема – образовательная ткань растения с активно делящимися клетками.

Микроклональное размножение (клональное микроразмножение) – получение особей растений, генетически идентичных исходному растению, неполовым путем в условиях *in vitro*.

Морфогенез – процесс формирования органов (органогенез), тканей (гистогенез) и клеток (цитогенез, или клеточная дифференцировка) растения.

Оборот рубки – период, в течение которого в среднем по хозяйству (хозяйственной секции) восстанавливаются запасы спелой древесины, вырубленной при сплошных и выборочных рубках.

Окулировка (прививка глазком) – способ прививки плодовых и декоративных растений одиночной почкой (глазком – одна почка с тонким слоем древесины), взятой от черенка культурного сорта.

Органогенез – процесс возникновения в неорганизованно растущей массе каллусных клеток зачатков органов (корней и побегов) растения.

Особо защитный участок леса (ОЗУ) – относительно небольшой участок леса, имеющий важное значение в выполнении специфических водоохраных, защитных и других функций, выделяемый в лесах любой группы, не отнесенных к категориям защитности, в которых установлен более строгий режим ведения лесного хозяйства и лесопользования.

Особо охраняемая природная территория (ООПТ) – участок земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, который изъят полностью или частично из хозяйственного использования решениями органов государственной власти и для которого установлен режим особой охраны.

Осушенные лесные земли – земли лесного фонда, на которых имеется действующая осушительная система, обеспечивающая заданный водно-воздушный режим.

Особь – отдельный живой организм, обладающий всеми признаками, свойственными виду, к которому он принадлежит, и в то же время обладающий морфологическими и физиологическими особенностями, отличающими его от других организмов того же вида.

Отвал – высокий берег (круча, обрыв), несколько обвалившийся; осыпавшийся высокий берег.

Отводок – молодое растение, образовавшееся из укоренившегося побега, способное к самостоятельному существованию.

Пикировка – пересадка всходов древесных растений, сопровождаемая присыпкой или подрезкой корней.

Плантационные лесные культуры (лесные культуры плантационного типа) – лесные культуры, созданные с целью получения определенной лесной продукции.

Плантация лесная – территория, предназначенная для искусственного выращивания древостоев с целью получения определенных лесных сортиментов (пилювочника, балансов и т.п.), технических, пищевых и лекарственных растений.

Плоидность – число одинаковых наборов хромосом, находящихся в ядре клетки или в ядрах клеток многоклеточного организма.

Плюсовые деревья – деревья, которые в одинаковых условиях произрастания обладают повышенными хозяйственными признаками и свойствами.

Побег – надземная часть сосудистого растения, включающая стебель, листья и почки.

Подвой – растение, у которого используются стебель и корневая система для вегетативного размножения способом прививки.

Полиплоидия – увеличение количества хромосомных наборов в клетках биологического вида, которое кратно одинарному числу хромосом.

Популяция – совокупность особей одного вида или гибридных особей, возникших в результате интрагрессии, длительное время занимающих обособленную территорию, свободно скрещивающиеся друг с другом и в той или иной степени изолированных от других популяций.

Поросль – молодые побеги, появляющиеся из спящих или придаточных почек на пне или корнях деревьев и кустарников.

Постоянный лесосеменной участок (ПЛСУ) – специально сформированное маточное насаждение для получения нормальных и улучшенных семян в течение длительного периода.

Прививка – вегетативный способ размножения растений путем объединения частей нескольких растений, с помощью которого объединяют свойства этих растений.

Привитой лесной посадочный материал – посадочный материал, выращенный в результате прививки почек или побегов одного растения на другое.

Привой – прививаемые к растению стебель, листья, цветки или плоды второго растения.

Пролиферация – новообразование клеток и тканей путем размножения.

Регуляторы роста растений (органические) – препараты, стимулирующие выработку в тканях растения специальных фитогормонов – низкомолекулярных органических веществ, контролирующих все процессы развития растения.

Рекреационная нагрузка – показатель рекреационного воздействия, определяемый количеством отдыхающих на единице площади, временем их пребывания на объекте рекреации и видом отдыха.

Рекреационное воздействие – воздействие на биогеоценоз факторов, обусловленных рекреацией.

Рекреационное лесопользование – пользование лесов в целях организации отдыха населения.

Рекреация – форма использования экологических (природных) условий территории (природного территориального комплекса) для отдыха населения.

Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Ризогенез – процесс развития корня растения.

Свилеватость – порок строения древесины, выражющийся в извилистом или беспорядочном расположении волокон древесины.

Субкультивирование – перенос транспланта в другой культуральный сосуд на следующую питательную среду.

Торф – органические отложения, образующиеся в результате неполного разложения растений на болотах в условиях избыточного увлажнения и недостаточного доступа кислорода.

Торфяник – избыточно увлажненный участок земной поверхности, имеющий торфяную залежь толщиной не менее 20–30 см и поросший влаголюбивой торфообразующей растительностью.

Торфяное месторождение – геологическое образование, состоящее из напластованного торфа, содержащее избыточную влагу и специфический болотный покров.

Триплоид – организм с тремя основными (гаплоидными) наборами хромосом в соматических клетках ($3n$), характеризующийся полной (или приближающейся к полной) стерильностью.

Угодья – участки территории, объединяемые по какому-либо хозяйственному или природному признаку (например: земельные, лесные, болотные, охотничьи, кормовые, сельскохозяйственные и т.п.).

Фенотип – совокупность всех наблюдавшихся признаков и свойств организма, сформировавшихся на основе взаимодействия генотипа с условиями внешней среды.

Фитогормоны – соединения, образующиеся в малых количествах в одной части растения, обычно транспортирующиеся в другую его часть и вызывающие специфический рост или формообразовательный процесс.

Фитомасса – масса абсолютно сухого или воздушно-сухого вещества, выраженная в единицах массы.

Черенок – часть растения, способная укореняться и образовывать новые растения.

Цитокинины – класс гормонов растений 6-аминопуринового ряда, стимулирующих деление клеток (цитокинез) (например: 6-БАП, 2-iP, ТДЗ и др.).

Эксплант – фрагмент ткани или органа, выращиваемый на питательной среде самостоятельно.

Элонгация (в биотехнологии) – последовательное присоединение мономеров к полимерной цепи.

in vitro – выращивание живого материала «в стекле», на искусственных питательных средах, в стерильных условиях.

ex vitro – выращивание живого материала в естественных (нестерильных) условиях.

Приложение 1

**Биометрические показатели разных форм березы карельской
в Судиславском заказнике Костромской области
(по данным учета 1963 г.)**

№ дерева	Диаметр на 1,3 м, см	Высота, м			Возраст, лет	Диаметр кроны СЮ×ЗВ	Бонитет
		общая	до мерт- вых сучьев	до живых сучьев			
1	2	3	4	5	6	7	8
Высокоствольная форма							
1	22	15,0	-	3,0	35	4,2×5,1	I
2	16	12,0	-	3,0	35	3,9×3,8	II
8	26	18,0	5,0	6,0	45	7,6×6,5	I
9	14	12,0	-	2,0	35	4,8×3,9	II
10	24	14,0	1,5	2,0	38	6,0×4,0	II
24	24	16,0	2,0	3,0	40	8,5×6,4	I
25	22	16,0	3,0	5,0	45	5,4×4,4	II
28	8	9,0	2,0	4,0	20	2,0×2,0	I
29	22	18,0	3,5	6,0	45	4,0×5,1	I
34	23	16,5	-	1,3	35	6,0×6,0	I
35	30	15,5	-	0,8	50	9,3×8,2	II
37	8	14,0	-	4,0	30	3,0×3,0	II
39	22	18,0	-	12	40	4,0×4,5	I
52	3	4,0	-	0,7	10	1,2×1,6	II
Короткоствольная форма							
10	24	14	1,5	2,0	38	6,0×4,0	II
28	8	9,0	2,0	4,0	20	2,0×2,0	I
35	30	15,5	-	0,8	50	9,3×8,2	II
37	8	14,0	-	4,0	30	3,0×3,0	II
11	29	16,0	2,5	4,0	50	6,1×7,1	II
12	31	16,0	1,7	3,0	50	7,2×9,8	II
13	20	14,0	-	2,5	50	7,3×6,6	IV
26	20	15,0	2,0	4,0	45	4,4×4,9	III
27	15	15,0	-	5,0	45	3,8×4,4	III
4	16	12,0	3,0	4,0	40	2,2×5,9	III
47	10	7,5	2,0	3,0	35	2,9×3,8	IV
3	16	8,0	-	2,5	35	4,7×5,7	IV
6	25	12,0	-	4,0	40	7,7×5,5	III
30	15	12,0	-	3,0	45	5,0×3,8	IV
31	9	10,0	-	2,0	45	4,2×2,0	V
32	12	12,0	2,0	5,0	45	4,4×3,6	IV
33	12	12,0	3,0	5,0	45	2,4×2,2	IV
46	18	10,0	2,0	4,0	50	6,4×5,0	V
Кустовидная форма							
	4	4,2	0,2	1,0	26	2,9×2,8	Va
	5	4,2	0,5	1,5	26	3,4×2,4	Va
	5	5,3	-	2,0	26	3,1×2,4	Va
	4	3,4	-	2,0	26	1,9×1,2	Va
	8	3,7	0,7	0,7	30	1,8×1,6	Va

Приложение 2

Лесоводственно-таксационная характеристика участков лесных насаждений с участием березы карельской в Костромской области

Год учета	Ярус	Происхождение (семенное, порослевое)	Состав	Элемент леса	Бонитет	Возраст, лет	Тип лесорастительных условий	Группа типов леса	H _{ср.} яруса, м	D _{ср.} яруса, см	Количество деревьев на 1 га, шт.	Плотность	Сомкнутость	Запас, м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

1. Насаждения естественного происхождения – памятники природы

1.1. Урочище Серково

ОГКУ «Костромское лесничество», Костромское участковое лесничество, ЗАО «Заволжское», кв. 1, кв. 87

Площадь участка – 0,5 га; категория защитности – защитные полосы вдоль дорог; ОЗУ – опушки леса, примыкающие к дорогам

2004*	1	-	7Б2Ос1Олс	Б	II	35	C3	Е кис	14,0	16,0	-	0,7	-	110
		Подлесок	Крл, Р								средний			
2021	1	Порослевое	10Б+Бка+Ос ед. С	Б	II	50	C2	Е кис	20,0	20,0	860	0,7	0,8	130
			Бка								40			
		Подрост	10Ос	Ос						1,0	200			
		Подлесок	Р, Крл, Ж, Кли, Лщ, Ивд								средний			
		ЖНП	Костяника, звездчатка, земляника, ландыш, хвош лесной, осока, мать-и-мачеха											

1.2. Урочище Самсонка

ОГКУ «Костромское лесничество», Костромское участковое лесничество, ЗАО «Заволжское», кв. 4, выд. 22

Площадь участка – 1,0 га; категория защитности – лесохозяйственные части зеленых зон

2004*	1	-	4Б2Ос2Олс1С1Е	Б	II	40	C3	С кис	17,0	16,0	-	0,7	-	130
		Подрост	10Е	Е		15			1,5		1000			
		Подлесок	Крл, Р, Мл								редкий			
2021	1	Порослевое	10Б ед. Бка	Б	II	55	C3	С кис	20,0	20,0	560	0,5	0,5	100
			Бка								3			
		Подрост	6Ос4Е+С	Ос					2,0		350			
				Е					2,0		200			
		Подлесок	Р, Крл, Кли								редкий			
		ЖНП	Земляника, хвош лесной, вейник, снить, осока, ландыш, костяника											

Продолжение прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2. Насаждения искусственного происхождения														
2.1. Опытно-производственные культуры (Дендропарк, за прудом), размещение 2×2 м														
ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное участковое лесничество, кв. 59, выд. 4 Площадь участка – 2,0 га, категория защитности – лесопарковые части зеленых зон														
1997*	1	Семенное	6Б2Л2С	Б	I	25	C3	Е кис	13,0	12,0	-	0,8	0,8	90
				Л					13,0	12,0				
				С					13,0	14,0				
2021	1	Семенное	9Б1Бка ед. Ос	Б	I	49	C3	Е кис	23,0	20,0	520	0,6	0,6	140
				Бка		49					60			
		Подрост	6Б4Ос+С+Е	Б					2,0		200			
				Ос					1,0		100			
		Подлесок	P, Крл, Чр, Мл, Д, Лп								редкий			
		ЖНП	Звездчатка, осока, земляника, сныть, кипрей, хвош лесной, костяника, зверобой											
2.2. Опытно-производственные культуры (Дендропарк, у пруда), размещение 2×2 м														
ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное участковое лесничество, кв. 59, выд. 4 Площадь участка – 1,5 га; категория защитности – лесопарковые части зеленых зон														
1997*	1	Семенное	6Б2Л2С	Б	I	25	C3	Е кис	13,0	12,0	-	0,8	0,8	90
				Л					13,0	12,0				
				С					13,0	14,0				
2021	1	Семенное	8Б2Бка+Ос	Б	I	49	C3	Е кис	24,0	22,0	380	0,5	0,5	120
				Бка							100			
		Подрост	8Б1Е1С	Б					1,0		150			
				Е					0,5		30			
				С					0,5		20			
		Подлесок	P, Чр, Д, Мл, Крл, Клин, Лп								редкий			
		ЖНП	Осока, злаковые, кипрей, сныть, зверобой, клевер											
2.3. ПЛСУ «Андраниновская роща», размещение 2×2 м														
ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное участковое лесничество, кв. 59, выд. 1, 12 Площадь участка – 1,8 га; категория защитности – лесопарковые части зеленых зон														
1997*	1	Семенное	6Б1ИвдЗОлс	Б	II	21	C4	Е прк	10,0	10,0	-	0,5	-	30
				Ивд					8,0	10,0	-			
				Олс					9,0	10,0	-			
2021	1	Семенное	6Б4Бка+Олс	Б	I	57	C3	Е кис	22,0	28,0	220	0,5	0,6	140
				Бка							150			

Окончание прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Подрост	6Е2Б1С1Олс	Е				0,5		200				
				Б				0,5		50				
				С				1,5		50				
				Олс				0,5		50				
		Подлесок	Чр, Р, Крл, Мл, Ж, Клин, Др, Лп, Кло, Д, Смр								редкий			
		ЖНП	Осока, земляника, хвощ лесной, сныть, костяника, манжетка, крапива, седмичник, ландыш, грушанка											

2.4. ПЛСУ, размещение 2×2 м

ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное участковое лесничество, кв. 59, выд. 14

Площадь участка – 3,0 га; категория защитности – лесопарковые части зеленых зон

1997*	1	Семенное	6Бка4Б	Бка	II	30	C4	Е прк	8,0	10,0	-	0,5	-	30
				Б					10,0	10,0				
2021	1	Семенное	5Бка5Б ед. Е	Бка	I	56	C3	Е кис	22,0	25,0	230	0,5	0,6	130
				Б					34,0	28,0	200			
		Подлесок	Чр, Клин, Р, Мл, Бзн, Смр, Ир									редкий		
		ЖНП	Крапива, гравилат, герань лесная, сныть, осока											

2.5. ПЛСУ «Ритина роща», размещение 2×2 м

ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное участковое лесничество, кв. 59, выд. 15

Площадь участка – 1,0; категория защитности – лесопарковые части зеленых зон

1997*	1	Семенное	8Бка2Б	Бка	III	33	C4	Е прк	9,0	14,0	-	0,6	-	50
				Б					11,0	12,0				
2021	1	Семенное	8Бка2Б	Бка	I	56	C3	Е кис	34,0	28,0	340	0,5	0,6	140
				Б					36,0	28,0	80			
		Подлесок	Мл, Чр, Р, Крл, Клин, Бзн, Смр, Др									редкий		
		ЖНП	Крапива, сныть, осока, гравилат, герань лесная, хвощ лесной											

2.6. Клоновая (прививочная) ЛСП, размещение 5×5 м

ОГКУ «Костромское лесничество», Пригородное участковое лесничество, кв. 59, выд. 13

Площадь участка – 1,5; категория защитности – лесопарковые части зеленых зон

1997*	1	Вегетативное	10Бка	Бка	III	33	C3	Е кис	8,0	10,0	-	0,5	-	30
2021	1	Клоновая	10Бка	Бка	II	57	C3	Е кис	22,0	14,0	380	0,5	0,5	120
		Подрост	10Е	Е					1,5		200			
		Подлесок	Крл, Чр, Ивк, Др									редкий		
		ЖНП	Крапива, герань лесная, гравилат, осока, таволга, ландыш, сныть, пастушья сумка, мышиный горошек											

Примечание: *Таксационные данные по выделу из лесоустроительных документов.

Багаев Евгений Сергеевич, Макаров Сергей Сергеевич,
Багаев Сергей Сергеевич, Чудецкий Антон Игоревич

**БЕРЕЗА КАРЕЛЬСКАЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ:
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА**

Монография

Текстовое электронное издание

В авторской редакции

Корректор *Кузнецова Е.Б.*
Компьютерная верстка *Трушеникова С.А.*

Подписано к использованию 11.05.2022

Объем 8.0 МБ

Тираж 10 CD-ROM

Всероссийский научно-исследовательский институт
лесоводства и механизации лесного хозяйства.
Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15
www.vniilm.ru, e-mail: info@vniilm.ru
Тел.: +7 (495) 993-30-54