

КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА — ЗАГАДОЧНОЕ ДЕРЕВО СЕВЕРА

Доктор технических наук Борис БЕЛАШЕВ,
старший научный сотрудник Института геологии
Карельского научного центра (КарНЦ) РАН,
кандидат биологических наук Виктор БОЛОНДИНСКИЙ,
научный сотрудник Института леса КарНЦ РАН
(г. Петрозаводск, Республика Карелия)

Карельская береза — экологическая форма березы повислой (*Betula pendula* Roth.), получившая название в 1857 г. в трудах русского ученого-ботаника члена-корреспондента Императорской академии наук Карла Мерклина, широко известна в мире благодаря своеобразной аномальной форме ствола и ветвей, а также уникальной узорчатой текстуре древесины. Эти внешние и внутренние отклонения от нормы, а также их природа хорошо изучены. Однако до сих пор в научном сообществе нет единого мнения о причинах их образования. Одни специалисты считают это результатом воздействия бактерий и вирусов. Другие основывают свои гипотезы на химическом составе почв. Третьи настаивают на хромосомных мутациях, указывая на то, что стопроцентные признаки «карелистости» не наследуются в семенном потомстве. Четвертые выступают за криогенную теорию происхождения редкой породы, согласно которой признаки ее отклонения от нормы — результат влияния заморозков на обычную березу в раннем возрасте. Авторы же данной статьи склоняются к версии мутагенного воздействия на эту породу радиоактивного газа радона, поступающего из литосферы.



Роща карельской березы.

Характерный вид карельской березы.

Карельская береза (*Betula pendula* Roth. *Var. carelica* Mercl.) представляет собой кустарник или дерево до 25 м высотой со стволом, имеющим утолщения в виде вздутий, желвачков, заметных под тонкой корой молодых деревьев, или крупные бочковидные образования и наплывы с перехватами между ними. Главный ее структурный признак — затрагивающая прежде всего стебель плотная узорчатая древесина, отличающаяся поверхностными углублениями — ямчатостью. Обнаруженное у сахарного клена, сосны, ольхи и других пород, это явление у карельской березы выражено наиболее ярко. По красоте рисунка ей нет равных среди других лиственных светлых пород. Благодаря использованию в интерьерах монарших покоев и дворцов вельмож она получила название «царское дерево».

В текстуре карельской березы присутствуют темные включения разнообразной формы, блестящие «завитки», волнисто изгибающиеся годичные слои. Неоднородность образуется за счет вставания коры в камбиальные* кольца, появления скоплений сердцевинных лучей в паренхиме (мягкая ткань, одна из основных в стеблях растений, листьев и мякоти фруктов). Причиной аномалий считают различия в деятельности камбия по окружности ствола. Ослабление ее активности ведет к отложению в сторону древесины паренхимных (округлых) элементов вместо трахеальных (трубчатых). Скопления первых

*Камбий — образовательная ткань в стеблях и корнях, дающая начало вторичным проводящим тканям и обеспечивающая их рост в толщину (прим. ред.).





Ярко выраженные утолщения ствола у карельской березы.



придают стволу бугорчатость. При переходе от древовидных к кустовидным и кустарниковым формам декоративность и паренхимизация древесины усиливаются. Потомство расщепляется на узорчатые и безузорчатые особи, как правило, в соотношении 1:1.

Ареал карельской березы, составляющий малую часть области распространения березы повислой, занимает северо-западную часть России, включая Карелию, Ленинградскую, Ярославскую, Владимирскую, Калужскую, Брянскую области, страны Балтии, Скандинавии, Беларусь и Украину. Образцы этой породы встречаются на юге Карпат, редко в Польше и Германии. Северная граница ареала соответствует изотерме 16°C. Как показал в классических исследованиях известный биолог, физиолог растений член-корреспондент РАН Юрий Гамалей, это тот температурный рубеж, на котором начинается подавление транспорта сахаров из листьев в ствол. Южную границу распространения объяснить гораздо сложнее. Некоторые исследователи связывают ее с плодородием почв.

Карельская береза произрастает на грунтах разного состава. В нашей республике, Ленинградской области, странах Балтии и Скандинавии ее можно найти на моренных валунных суглинках, супесях с примесью карбонатов, в местах с холмистым рельефом. Продуктивные насаждения встречаются и на свежих суглинках или супесях.

Лесов загадочное дерево не образует, произрастает одиночно или небольшими группами. В пределах ареала особи могут быть удалены друг от друга на десятки и сотни километров. Однако встречаются площади с полнотой до сотни и более растений на гектар. В Карелии редкая порода растет в травяно-злаковых, кисличниковых, черничниковых и каменистых лесах.

Отыскать ее в природе непросто. Обычно она ниже повислой, крона у нее более редкая, а кора — грубая. Наличие у таких экземпляров текстуры устанавливается косвенно по выпуклостям на стволе. Об узорчатости судят по рельефной, ямчатой поверхности с эллипсовидными углублениями, несколько вытянутыми вдоль ствола после удаления коры. На внутренней стороне последней видны килевидные выступы, соответствующие форме и размерам ямок.

Волокна древесины направлены под разными углами, что придает срезу волнистость, курчавость и оригинальную цветовую гамму. Декоративная часть растения, как правило, расположена в нижнем, прикомлевом месте. С высотой узорчатость идет на убыль. Вверху ствола и на ветвях преобладают участки ровной поверхности. Однако иногда утолщения обнаруживают и там. В редких случаях отрезок с орнаментальной текстурой может достигать 10 м. Переход от древовидных к кустарниковым формам сопровождается ее изменением от крупно- до мелкоузорчатой.

Карельская береза отличается формовым разнообразием даже в пределах одного ареала. Выделяют высокоствольную, короткоствольную и кустообразную (по форме роста), узорчатую и ребристую (по поверхности ствола). Обнаружены формы, выходящие за рамки традиционной классификации: гигантские кусты, карликовые особи с шарообразными или цилиндрическими «наплывами» на ветвях, лировидные стволы спиральной ребристости, кустики с древесиной в 10–12 лет без признаков «карелистости», а также широкий спектр переходных видов. Естественные микропопуляции обычно представлены деревьями различной конфигурации. Разнообразие форм свидетельствует об исключительной изменчивости,



**Формы карельской березы
(посадки 1970-х годов).**

Карельские березы весной.

пластичности карельской березы, ее приспособленности к разным условиям.

Жизненный цикл кустовидных и короткоствольных особей составляет 40–60 лет. Рисунок появляется к 3–5 годам, активно формируется к генеративному периоду и к 30–35 годам снижает темп. Узорчатость и повышенная плотность древесины определяются скоростью деления клеток камбия, уровнем сахарозы во флоеме (проводящая ткань сосудистых растений, по которой происходит транспорт продуктов фотосинтеза), неспособностью выводить сахара, запасанием метаболитов в образующихся клетках паренхимы.

Адаптационные механизмы поглощения CO_2 позволяют карельской березе эффективно использовать солнечную радиацию в условиях конкуренции, стресса, почвенной и атмосферной засухи. В жаркие дни при хорошей оводненности почвы испарение воды на единицу листовой поверхности у восьмилетних деревьев рассматриваемого вида примерно на 80% ниже, чем у березы повислой, что связано с затрудненным движением влаги по стволу с аномальной древесиной. При этом за счет обменных процессов фотосинтез почти такой же. У двухлетних саженцев структурные изменения в стволе еще очень слабые и разница в испарении воды незначительна. В условиях же почвенной засухи, когда нормальные растения экономят воду, у карельской березы из-за нарушений водных регуляций и фотосинтеза испарение идет значительно интенсивнее, чем у «соперницы». В полосе обитания ценного вида, где длительные засухи редки, с учетом возможных ограничений роста риск потери воды оправдан. Неэкономное использо-



**Карельские березы
на вырубке.
Их изгиб направлен
в сторону освещенной
поляны.**



**Окоренный ствол карельской березы
с фрагментом коры.**

вание влаги при продолжительной засухе, сопровождаемой высокой температурой, приводит к гибели поросли. Эти экспериментальные факты в определенной мере объясняют южную границу ареала растения и позволяют увязать частоту его появления в регионах с аридностью (сухостью).

О происхождении карельской березы существуют разные гипотезы. По способности удерживаться в горах, на скалах среди каменных россыпей, скопле-

ний валунов, подзолистых и каменистых почвах ее считают реликтом, сохранившимся на возвышенностях от ледника. Аномалии древесины объясняют индивидуальными особенностями развития и заболеваниями, затрагивающими генотип растения, а также «ненормальным» развитием березы повислой под влиянием бактерий и вирусов. Заместитель директора Института экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси Александр Пугачевский



Тангенциальные (направленные по касательной) срезы ствола карельской березы: с насыщением узорчатости увеличивается нарастание коры (из коллекции лаборатории физиологии и цитологии древесных растений Института леса КарНЦ РАН).

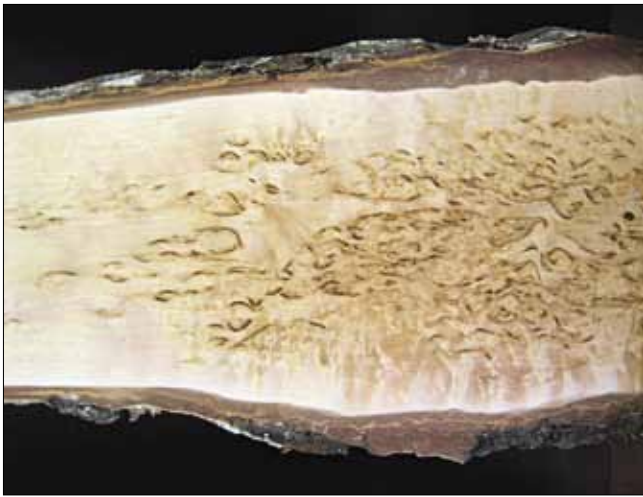
с коллегами «карелистость» рассматривают как результат воздействия заморозков на обычную березу в раннем возрасте. Заведующая лабораторией физиологии и цитологии древесных растений Института леса КарНЦ РАН доктор биологических наук Людмила Новицкая и ее ученики опытным путем показали: формирование структурных аномалий древесины и коры происходит под воздействием повышенных концентраций транспортных сахаров в тканях, расстройства ритмики камбиальной активности.

Увязать аномальную деятельность камбия с составом почв специалисты пытались с помощью выращивания семян березы повислой на субстрате старых карельских берез, воздействуя на сеянцы мутагенными веществами. Отклонения от нормального роста, отмеченные у двухлетних саженцев, и электромагнитное излучение, обнаруженное у трех карельских

берез недалеко от города Елгава (Латвия), дали основание латышскому исследователю Вернерсу Бандерсу еще в 1960-е годы говорить о влиянии радиационного фона и электромагнитных полей на ростовые процессы березы повислой.

Привлекательность предложенной ими гипотезы состоит в том, что она увязывает аномалии древесных растений с проявлениями тектоники. К абиотическим (связанным с неорганической природой) факторам таких сред, способным воздействовать на растения, относят радиоактивность, электромагнитные поля, потоки флюидов: водорода, метана, диоксида углерода, радона. Особый интерес как агент, вызывающий мутации, представляет радон (^{222}Rn) — инертный газ без цвета и запаха, в 9 раз тяжелее воздуха, хорошо растворимый в воде.

Как и его «родители» — уран (^{238}U) и радий (^{226}Ra), радон — альфа-излучатель с периодом полураспада 3,82 суток, дающий семейство дочерних нестабильных изотопов свинца, висмута, полония, таллия — источников α -, β - и γ -излучения. С водой инертный газ и продукты его распада через корни попадают в растение, вызывают механические повреждения, генерацию стрессовых белков, интенсивное деление клеток камбия. Радиоактивность сдвигает равновесие биологической среды в сторону мутагенеза и видообразования. Так, расположение боровых лент (узкие, длинные, изгибающиеся лесные массивы в предгорьях) на Алтае совпадает с разломами земной коры, вдоль которых зафиксированы выходы радона. Необыкновенно высокая частота появления в них наплывов, «ведьминых метел» (болезнь растений, характеризую-



**Продольные срезы ствола карельской березы
(из коллекции лаборатории физиологии
и цитологии древесных растений
Института леса КарНЦ РАН).**



щаяся образованием многочисленных тонких побегов, чаще бесплодных, прорастающих обычно из спящих почек) дает ученым основание полагать: аномалии носят мутантный, а не инфекционный характер.

В нашу задачу входило обследование объемной активности радона в местах естественного произрастания карельской березы и проявления структурных аномалий у других растений. В 2010–2012 гг. измерения проводили в 50 км к северу от г. Петрозаводска, в 2 км западнее поселка Кончезеро вблизи озера Габозеро, в деревне Вендеры Кондопожского района. Дополнительные — на окраине столицы Карелии в поселке Соломенное, где начинается так называемая соломенная брекчия (агломератовый туф)*, идущая вдоль берега Онежского озера на юго-восток до острова Мунак.

Выбранные участки расположены на западном берегу Онежского озера в полосе протяженностью 100 км примерно на равном расстоянии друг от друга. Эта территория сохраняет следы тектоники и вулканизма. Палеовулканизм представлен лавово-вулканическими полями, чередующимися потоками и покровами разных видов базальтов, переслаивающихся пепловыми и туфовыми агломератами. Трециноватость образует каналы транспорта эндогенных флюидов. В Онежской структуре известны уран-ванадиевые и шунгитовые месторождения**, участки выхода радионуклидов на дневную поверхность, высока здесь и объемная активность радона.

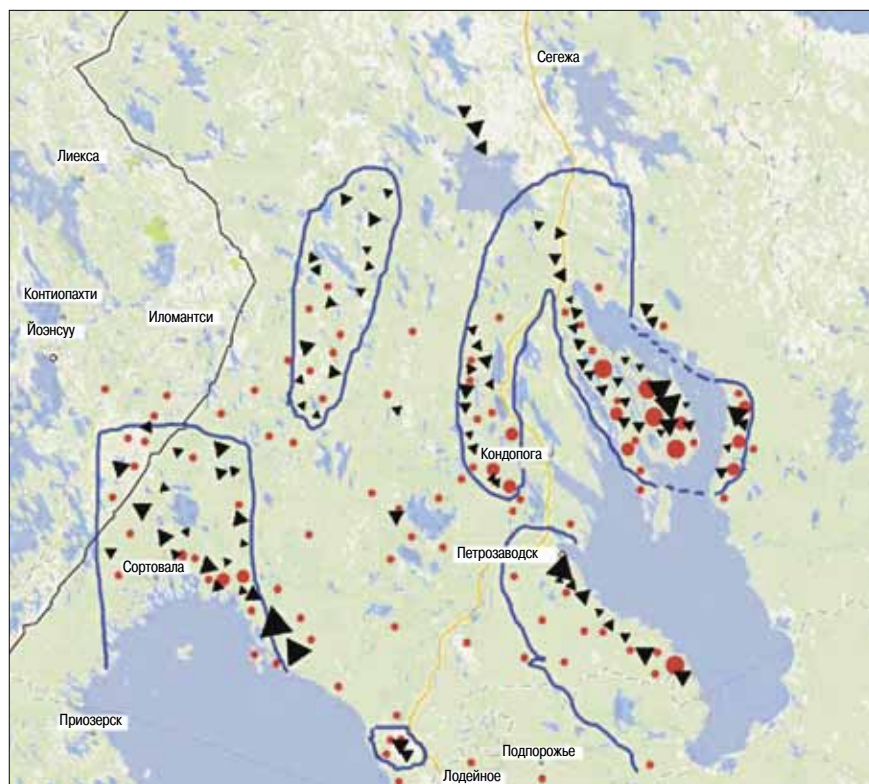
Радиационные измерения проводили с помощью сцинтилляционного радиометра СРП-68, сейсмической радоновой станции СРС-05, детекторов

СИРАД М 106 N и гамма-спектрометра СГС-200. Датчики радона размещали в ямах глубиной 0,4–0,6 м, имеющих узкий вертикальный канал примерно той же длины. Для предотвращения попадания влаги их закрывали полиэтиленом и обкладывали дерном. При исследовании грунта и коренных пород на естественную радиоактивность пробы измельчали до размера менее 5 мм, высушивали до постоянной массы, взвешивали, загружали в специальные контейнеры и по результатам измерений вычисляли их удельную активность.

Наши измерения, проведенные непосредственно у корней естественно произрастающей карельской березы недалеко от Кончезера, в основном давали значения 250–350 Бк/м³. В 100 м в прибрежной зоне Габозера они составляли 150–190 Бк/м³. В конце лета 2012 г. в результате сейсмической активности были зафиксированы величины до 600 Бк/м³. Фоновые значения также поднимались на уровень 350–400 Бк/м³. Повышение концентрации радона в почве (до 500 Бк/м³) в это время наблюдали также на окраине Петрозаводска в его южных пригородах, т.е. тектоническая активность отразилась на довольно большой территории. Зафиксиро-

*См.: А. Прохоров, Е. Платонова, А. Лантратова. Сад на скалах. — Наука в России, 2009, № 3; Л. Кулешевич. Где молчит история, там говорят камни. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).

**См.: Ю. Калинин. Экологический потенциал шунгита. — Наука в России, 2008, № 6 (прим. ред.).



Карта распространности карельской березы, месторождений и рудопроявлений урана и радоноопасных районов.
 Красные кружки — частота встречаемости (небольшой диаметр — 1–2 дерева на га, большой — свыше 10 деревьев на га).
 Черные треугольники: небольшого размера — урановые рудопроявления, большого — месторождения.
 Синяя линия — границы радоноопасных районов.

ванный факт говорит о том, что концентрация инертного газа в почве может возрастать за сезон в несколько раз. При этом значительное его количество попадает в растения с почвенной влагой. Измерения, проведенные карельским геофизиком Александром Савицким на Заонежском полуострове (северная оконечность Онежского озера), где ценный вид встречается часто, дали значения активности радона, намного превосходящие наши результаты. Так, у Покровской церкви — всемирно известного религиозно-исторического центра Кижского архипелага (XVIII–XIX вв.) — были зафиксированы концентрации ^{222}Rn свыше 10 кБк/м³, а на островах Кижского архипелага и в других местах Заонежья — до 31 кБк/м³. На полуострове находятся залежи шунгита, крупное уран-ванадиевое месторождение «Средняя Падма». В штреках горных выработок объемная активность радона превышает 1000 Бк/м³, в картофельных ямах 300–700 Бк/м³. Внешний же радиационный фон на уровне 1 м от дневной поверхности, измеренный сцинтилляционным поисковым радиометром СРП-68, не превышал 10 мкР/ч, и в целом радиационная обстановка была благополучной. Характерно, что близкие к этим цифры приводят исследователи белорусской антеклизы (массива) и припятского прогиба (толщи осадочных и вулканогенно-осадочных образований), где также наблюдается очень высокая частота встречаемости карельской березы.

Из сравнения тектонической схемы Онежской структуры с картами ареала распространения карельской березы видно, что области естественного произ-

растания породы в Карелии в значительной степени приурочены к тектоническим зонам и местам выхода радионуклидов на поверхность. Особенно это заметно для Заонежья с его уран-полиметаллическими месторождениями и наибольшей распространенностью ценного вида. Напротив, в южно-восточной части в большом по площади Пудожском районе, за исключением узкой полосы по восточному берегу Онежского озера, крупных разломов и выходов радионуклидов не обнаружено. И там, где их нет, распространенность карельской березы крайне низкая.

Разгадке тайн происхождения карельской березы способствует изучение сейсмической и радиационной обстановки в местах ее естественного произрастания. Большую роль играет геологическая предыстория края. Понятно, что высокая концентрация радона в почвах, под которыми залегают урановые руды, и сейчас очень высокая. В этих местах исследуемая порода произрастает в значительном количестве, причем, как и другие виды древесных растений с разнообразными аномалиями. Но такого рода объекты встречаются не только там. Их появление носит случайный характер, иногда они локализованы, иногда распределены достаточно равномерно по территории и немногочисленны. Концентрация подпочвенного радона при спокойной сейсмической обстановке в таких местах редко превышает 200–300 Бк/м³. Вероятность занесения карельской березы семенами вдали от ее скопления очень незначительна. Возможно, обнаруженные нами одиночные дере-



*Карельская береза в интерьерах
Государственного эрмитажа (Санкт-Петербург).*

вья представляют остатки популяций, сформированных столетия назад, когда радиация была значительно выше. После таяния ледников на территории Карелии и Ленинградской области происходили землетрясения до 8 баллов. Последнее масштабное событие на Заонежском полуострове, повлекшее сильные разрушения, зафиксировано в 1542 г. Сброс тектонической энергии в праразломах и других напряженных зонах сопровождался выделением метана, углекислого газа, гелия, образующих аэрозоли с радоном. Известно, что концентрации радона в период, предшествующий землетрясениям и следующий за ним, могут возрастать в сотни раз.

Вместе с тем семенное естественное размножение вида незначительно даже в местах с высокими концентрациями почвенного радона. Мутагенные процессы у березы повислой не дают заметного эффекта увеличения популяции карельской. Возможно, это связано со значительным падением ее численности. Начиная с первой половины XIX в. количество естественного растущих деревьев данного вида в Карелии неуклонно сокращается. Если в 1920–1930 гг. автор первой инвентаризации карельской березы в России профессор Ленинградской лесотехнической академии Николай Соколов оцени-

вал ее запасы примерно в 7000 стволов, то после хищнических рубок 1941–1944 гг. во время оккупации республики они значительно уменьшились и продолжают стремительно сокращаться. Тем не менее изучение функционирования и развития загадочного дерева Севера на территориях с высокой концентрацией радона могло бы приоткрыть завесу тайны и дать ценные знания для его выращивания.

Видный исследователь аномалий древесных растений профессор Московского государственного университета Владимир Коровин, свыше 50 лет занимающийся этой проблемой, писал: «Карельская береза так и продолжает «морочить голову» ученым. Не ясно вообще, почему неспецифические структурные аномалии возникают и что это такое, зачем они нужны, а может быть, и совсем не нужны растению? Скорее всего, аномальные образования потому и аномальны в нашем понимании, что мы не знаем, что это такое. Неразрешенных вопросов, таким образом, остается великое множество. Именно поэтому мы убеждены, что будущее в изучении рассматриваемой проблемы заманчиво и, вне сомнения, должно принести много важных открытий».

Иллюстрации предоставлены авторами