

А. В. Пугачевский, канд. биол. наук, зав. отделом ИЭБ НАН Беларуси;  
 В. Ф. Побирушко, канд. биол. наук, начальник отдела Минлесхоза;  
 В. В. Савельев, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник ИЭБ НАН Беларуси;  
 А. П. Роговой, мл. науч. сотрудник ИЭБ НАН Беларуси;  
 Е. В. Живулькина, мл. науч. сотрудник ИЭБ НАН Беларуси;  
 И. Н. Владимировна, мл. науч. сотрудник ИЭБ НАН Беларуси;  
 А. Б. Лиховицкий, мл. науч. сотрудник ИЭБ НАН Беларуси

## ВЫЯВЛЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО РЕСУРСОВ ДРЕВЕСИНЫ РЕЗОНАНСНОЙ ЕЛИ В БЕЛАРУСИ

The results of search of spruce trees with resonant characteristics of wood in forestry enterprises of Belarus are discussed in the paper.

Доходность лесного хозяйства может быть повышена не только увеличением общего выхода товарной продукции с гектара площади, но и целевым использованием древесины пород с ценными декоративными и физико-техническими свойствами, которая в настоящее время используются без учета этих свойств. В этом отношении в Беларуси перспективна ель обыкновенная (*Picea excelsa* Link.) с резонансными свойствами древесины.

Основным потребителем резонансной древесины в Беларуси является Борисовская фабрика музыкальных инструментов, которая выпускала около 20 тыс. высококачественных инструментов в год. Сырье для их производства поставляется из северных областей России. До начала XX века считалось, что единственным источником резонансной древесины в Европе являются насаждения Карпат, Рудных гор и Альп. Однако проведенные в 1907 г. исследования в Костромской, Пермской и Казанской губерниях показали, что из русской равнинной ели можно получить резонансный лес, по качеству не уступающий заграничному. На территории Республики Беларусь поиски такой древесины не проводились из-за неизученности вопросов отбора и учета ценных деревьев.

Существуют объективные предпосылки обнаружения резонансной ели в Беларуси: во-первых, страна располагает значительной площадью ельников (более 780 тыс. га), из них спелых и приспевающих – 36 тыс. га с запасом около 10 млн. м<sup>3</sup> [1]; во-вторых, распространены естественные древостои, перспективные в плане выявления резонансной древесины.

Это обусловило необходимость разработки научных основ выявления условий произрастания и идентификации по внешним морфологическим признакам деревьев ели с резонансными свойствами древесины. Исследования были проведены Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси в рамках ГНТП «Леса Беларуси».

С учетом специфичности резонансной ели как объекта исследования был разработан комплекс методических приемов, сочетающих методики лесоводственного, таксационного, ре-

сурсного и древесиноведческого характера. В ходе полевых работ использовались поисково-маршрутный и детально-маршрутный методы в сочетании с исследованиями на временных пробных площадях (ВПП). Всего было заложено 24 ВПП (0,25–0,5 га).

При поисковой работе учитывали и отмечали в натуре деревья ели диаметром ствола более 32 см на высоте груди, с прямым стволом, очищенным от сучьев на высоту не менее 6 м, с симметричной кроной, сформированной из негрубых ветвей, с мелкотрещиноватой корой, без внешних признаков гнили и повреждений. После предварительного отбора деревьев на ВПП по указанным внешним признакам, для проверки гипотезы об их принадлежности к особям с резонансной древесиной, приростным буровом на высоте 1,3 м с восточной стороны стволов отбирали керны древесины. Анализ кернов дает возможность исследования с достаточной точностью показателей радиального прироста на всех возрастных этапах у растущих деревьев.

В камеральных условиях под микроскопом проводили замеры общей ширины годичных колец и дополнительно – поздней древесины. По этим показателям определяли возможность отнесения того или иного дерева к особям с резонансными свойствами древесины. Критериями отнесения служила ширина годичных слоев, процент поздней древесины, а также пределы прочности и модуль упругости (ГОСТ 16483.3-84).

На первом этапе в четырех лесничествах Борисовского лесхоза было обследовано 42 выдела ельников естественного происхождения в кисличном, орляковом, мшистом и черничном типах леса, в возрасте 80–90 лет, I–II бонитета, где было взято 102 керна древесины.

Ширина годичного слоя деревьев имеет существенное значение для чистоты звука музыкального инструмента. При этом различные инструменты требуют дек с определенной шириной годичного слоя, в частности для пианино рекомендуется доска с шириной годичных слоев не более 1 мм. Поэтому замеры ширины годичных слоев в образцах позволили определить, насколько они отвечают по данному критерию требованиям резонантности.

Динамика ширины годичного кольца определяется комплексом факторов – абиотических, фитоценологических, биологических. Полученные результаты показали, что в ельниках кисличных и орляковых отдельные деревья по внешним признакам хотя и отнесены к потенциально резонансным, по критерию «ширина годичных колец» они не отвечают требованиям, предъявляемым к резонансному сырью. Средняя ширина годичных колец варьирует у них от 1,4 до 4,9 мм.

В ельниках мшистого и черничного типов леса у 29% деревьев средняя ширина годичных колец была в пределах 0,7–1,3 мм, что близко к показателям резонансной ели. Из всех обследованных ельников в Борисовском лесхозе только в мшистом и черничном типах леса требованиям резонантности по этому критерию соответствовало от 1 до 3 деревьев на ВПП.

Таким образом, высокопродуктивные ельники, как и низкопродуктивные, не обладают ресурсами резонансной древесины. Первые – из-за широких годичных колец, а вторые – по причине слабой очищаемости от сучьев, смолистости и окрашенности древесины. Поэтому наиболее перспективны для получения резонансной древесины ельники II–III бонитета.

В Беларуси отбор резонансного сырья в лесу не производится из-за отсутствия стандарта и эталона на резонансное дерево. Попытки найти «универсальный» генетический признак резонансной ели через биоморфологические параметры пока не увенчались успехом [5]. Нужен способ определения акустических свойств дерева на корню, основанный на связи между качеством древесины, условиями произрастания, лесоводственно-таксационными и морфологическими параметрами древостоев.

При поиске резонансной древесины важно выявление по небольшому числу визуально просто определяемых признаков, с высокой достоверностью указывающих на замедленный прирост древесины, обеспечивающий ее узкослойность. Поэтому была исследована связь данного показателя с внешними признаками деревьев в разных условиях произрастания.

Как показали исследования, среди разнообразия форм крон ели, критерию отнесения к деревьям с резонансной древесиной отвечают только особи с конусовидной, близкой к симметричной формой кроны.

Важный признак деревьев с резонансной древесиной, который может быть использован для ее поиска, – это окраска и структура поверхности коры ели. Особи ели с гладкой корой отличаются быстрым ростом и чаще приурочены к богатым условиям произрастания, в мшистых и черничных ельниках их участие снижается, в долгомошном типе практически не встречаются. Во всех случаях у деревьев ели по ширине

годичных слоев, отнесенных к резонансным, кора была трещиноватая и только серого цвета.

Наиболее тесную связь со свойствами древесины имеет тип ветвления крон. В Беларуси выделены три основных типа ветвления ели обыкновенной: гребенчатый, компактный и лапчатый [2–4]. Деревья с гребенчатым типом ветвления обладают быстрым ростом и высокой продуктивностью. Они чаще встречаются в богатых условиях местопроизрастания и не отвечают требованиям к резонансной древесине по ширине годичных слоев.

Деревья с компактным ветвлением характеризуются узкоконусовидной кроной, хорошо выраженной закомелистостью основания ствола. Они чаще соответствуют по внешним признакам особям с возможно резонансной древесиной. С таким типом ветвления среди деревьев по внешним признакам выделенных как резонансные в мшистом типе выявлено 21, в черничном – 28 и долгомошном – 38%.

Ели с лапчатым типом ветвления крон также отличаются узкослойной древесиной. В мшистом типе их доля составляла 5, в черничном – 47 и долгомошном – 54% от общего количества деревьев, предварительно выделенных по внешним признакам резонантности.

Анализ результатов обмеров кернов показал, что в ельниках мшистого типа леса только 5% деревьев с компактным ветвлением кроны, отвечали требованиям, предъявляемым к резонансной древесине по ширине годичных слоев (до 1 мм в год). В черничных ельниках среди деревьев с компактным ветвлением этому критерию отвечали 35, с лапчатым – 39% от общего количества по каждому типу ветвления. В условиях долгомошного ельника по ширине годичных слоев требованиям, предъявляемым к древесине с акустическими свойствами, соответствовали 40% деревьев с компактным типом ветвления и 50% – с лапчатым.

Основные ресурсы древесины с акустическими свойствами сосредоточены в ельниках долгомошного и черничного типов леса. Из внешних признаков выделения деревьев ели с резонансными свойствами древесины наиболее информативным является тип ветвления крон.

Анализ прироста деревьев в ельниках естественного происхождения показал, что резонансная древесина начинает формироваться только с 50 лет, поэтому у более старых деревьев (100–110 лет) оказывается более длительный период ее нарастания. Древостои ели такого возраста довольно редки, однако, как показали наши наблюдения, при среднем возрасте насаждений 80 лет отобранные по внешним признакам резонантности деревья ели имели возраст 90–120 лет, а по некоторым пробным площадям в Полоцком лесхозе – до 150–180 лет. Таким образом, выявление ресурсов

древесины с акустическими свойствами с 80 лет вполне обоснованно.

Метод временных пробных площадей позволил выявлять не только количество деревьев, по внешним признакам соответствующих особям с резонансными свойствами древесины, но и после обмеров ширины годичных колец – их количество, отвечающее требованиям резонансности. Проведенные учеты показали, что в обследованных ельниках по внешним признакам к деревьям с резонансными свойствами древесины было отнесено в среднем от 22 до 49 деревьев. Среди этого числа деревьев не на всех ВПП были выявлены особи ели, по ширине годичных слоев отвечающие требованиям резонансности. Не то чтобы узкослойная древесина отсутствовала вообще, просто общая ширина ее слоя оказывалась недостаточной. В среднем, требованиям, предъявляемым к акустическому сырью, в ельниках мшистого типа леса отвечает 2–4 дерева на 1 га, в черничном – от 10 до 15 и долгомошном – 16–21. С учетом выявленного количества деревьев ели с резонансной древесиной, длины комлевых кряжей (не менее 6 м) диаметром 30 см без коры в верхнем отрубе, общий выход древесины с искомыми свойствами в мшистом типе леса (при участии в составе насаждения ели от 7 единиц и выше) составляет 1–2 м<sup>3</sup>/га, в черничном – 5,5–7,5 м<sup>3</sup>/га, в долгомошном – 8,0–10,5 м<sup>3</sup>/га.

Количество поздней древесины у деревьев ели на всех ВПП варьировало от 20 до 45%. У деревьев, по всем остальным параметрам соответствующих особям с резонансной древесиной, этот показатель не превышал 20–30% и, таким образом, по данному критерию они соответствуют требованиям резонансности.

Под резонансной способностью древесины подразумевают усиление звука без искажения тона. Она характеризуется акустической константой (или константой излучения). Поэтому при соответствии древесины по ширине годичных слоев и доле участия поздней древесины в

обследованных древостоях ее ценность определяется еще и акустической константой.

Образцы древесины ели из ряда лесхозов республики (табл. 1) были испытаны в лаборатории композиционных материалов «Института БелГИИС». Полученные результаты показали, что представленные образцы по этому критерию соответствуют требованиям, предъявляемым к резонансному сырью (табл. 1).

Для сравнительного расчета дохода от реализации 1 м<sup>3</sup> древесины следует учесть, что коэффициент выхода полезных сортиментов для ели составляет 0,75, а в случае резонансной древесины – 0,50. Цена за 1 м<sup>3</sup> резонансной ели колеблется от 90–100 дол. США на внутреннем рынке до 1000 дол. США на внешнем [6]. Расчеты показывают, что использование по назначению древесины ели с резонансными свойствами выгоднее, чем обыкновенных сортиментов, даже на внутреннем рынке. В случае ориентации на экспорт экономическая целесообразность целевого использования резонансной древесины становится еще более очевидной.

По прогнозным расчетам, выполненным на основе лесостроительных материалов и их проверки в натуре, установлено, что природные запасы древесины резонансной ели, готовые к эксплуатации, в Беларуси превышают 20 тыс. м<sup>3</sup>. Лидирующее положение по запасам резонансной ели занимает Витебское ПЛХО (около 90% общего оценочного объема). Наибольшие ее запасы сосредоточены в Полоцком, Поставском и Верхнедвинском лесхозах. На Могилевское ПЛХО приходится 10% общего оценочного объема резонансной ели.

По результатам исследований на территории республики выделены два ресурсных района резонансной ели: Северный и Восточный (табл. 2). Ресурсное районирование ели с резонансными свойствами древесины следует учитывать при организации освоения и учета ее запасов, проведении рубок ухода в еловых молодняках с целью формирования бессучковой древесины, формировании семенной базы и производстве лесных культур ели.

Таблица 1

Физико-механические свойства древесины резонансной ели

Место взятия образца	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности, г/см <sup>2</sup> , при статическом изгибе	Модуль упругости, тыс. кг/см <sup>2</sup>	Акустическая константа, м <sup>4</sup> · кг <sup>-1</sup> · с <sup>-1</sup>
Полоцкий л-з, Полоцкое л-во, кв.124	0,41	920	133	13,9
Полоцкий л-з, Зеленковское л-во, кв.60	0,53	–	–	–
Полоцкий л-з, Зеленковское л-во, кв.60	0,57	–	–	–
Полоцкий л-з, Полоцкое л-во, кв.124	0,43	–	–	–
Полоцкий л-з, Полотовское л-во, кв.29	0,45	1209	174	13,8
Россонский л-з, Юховичское л-во, кв.120	0,49	1156	169	12,0
Образец с Борисовской музыкальной фабрики	0,44	1056	152	12,9

## Ресурсное районирование резонансной ели в Беларуси

Ресурсный район	Лесхозы
Северный	Бегомльский, Бешенковичский, Богушевский, Верхнедвинский, Витебский, Глубокский, Городокский, Дисненский, Дретуньский, Лиозненский, Лепельский, Полоцкий, Поставский, Россонский, Ушачский, Шумилинский
Восточный	Быховский, Горецкий, Оршанский, Могилевский, Бельничский, Толочинский, Кличевский, Чериковский, Костюковичский, Климовичский

В Северном ресурсном район целесообразно формирование древостоев с участием резонансной ели и ее сохранение на всех стадиях лесовыращивания в соответствующих лесорастительных условиях. В Восточном необходима организация целевого использования существующих ресурсов, а вот их активное воспроизводство не эффективно.

К мероприятиям по организации целевого неистощительного использования древесины резонансной ели относятся: выявление и учет ее ресурсов в ходе лесоустройства и при отводе древостоев в рубку главного пользования, выявление и учет перспективных в отношении резонансности деревьев при проходных рубках, выращивание бессучковой древесины ели путем обрезки сучьев в молодняках. Качество резонансного сырья зависит от наличия пороков древесины, ограничивающих ее использование по целевому назначению. Наиболее распространенный из них, снижающий выход древесины с акустическими свойствами, – сучковатость. Действующие стандарты на лесоматериалы не допускают любых сучков в резонансной древесине. Но ель, как теневыносливая порода, плохо очищается от сучьев, что снижает качество древесины.

Сучковатость древесины можно снизить обрезая сучья на растущих деревьях. Обрезка рассматривается как способ формирования высококачественной бессучковой древесины, при распиловке которой повышается выход лучших сортов пиломатериалов и спецсортиментов, в том числе резонансных. Повторяя через определенные периоды обрезку и выдерживая определенное соотношение числа оставляемых и обрезаемых мутовок, можно выращивать древесину повышенной плотности и прочности [8].

Целесообразность одно- или двухприемной технологии обрезки зависит от экономических факторов. Но в любом варианте работы желательно завершить в возрасте не более 25–30 лет.

При формировании насаждений с резонансной древесиной обрезка крон ели должна проводиться с таким расчетом, чтобы древесина (комлевое бревно длиной не менее 6 м) к возрасту рубки была не только бессучковой, но и по показателям ширины годичных слоев в течение периода роста не превышала 1 мм. Поэтому в зависимости от богатства условий произрастания интенсивность обрезки крон деревьев ели может сильно различаться. В насаждениях II–III бонитета прирост по диаметру можно сохранить на естественном уровне, вырезая малопродуктивную и компенсационную части крон. В ельниках I бонитета прирост деревьев следует снижать путем обрезки некоторой доли продуктивной части крон.

Сохранение генофонда резонансной ели может достигаться созданием генетических резерватов, лесосеменных плантаций из деревьев с коррелятивно связанными наследственными свойствами (типом ветвления) и др.

## Литература

1. Государственный лесной фонд Республики Беларусь: сводные материалы. – Минск: Белгослес. – 2001. – 91 с.
2. Юркевич, И. Д. Сезонное развитие ели обыкновенной / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод. – Минск: Наука и техника, 1966. – 70 с.
3. Правдин, Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР / Л. Ф. Правдин. – М.: Наука, 1975. – 176 с.
4. Блинцов, И. К. Формовое разнообразие ели на дерново-палево-подзолистых почвах БССР / И. К. Блинцов, П. Ф. Асютин // Лесоведение. – 1983. – № 6. – С. 8–14.
5. Федюков, В. И. Возможности целевого отбора и выращивания резонансной древесины в лесах России / В. И. Федюков // Лесное хозяйство. – 1999. – № 1. – С. 11–13.
6. Антонов, О. И. Влияние обрезки ветвей на качество древесины ели / О. И. Антонов, В. А. Старостин; Ленингр. НИИ лесн. х-ва. – СПб. – 1992. – С. 143–146.