

Projektleiter: Gilbert Neuner

Bäume zählen zu den frosthärtesten Pflanzen überhaupt. Während boreale Arten im Hochwinter das Eintauchen in flüssigen Stickstoff (-196°C) unbeschadet überleben, halten mitteleuropäische Bäume viel weniger Frost aus. Dadurch ist ihre nord-östliche Verbreitung klar begrenzt. Die lebenden Zellen im Splintholz sind in der Regel das frostempfindlichste Gewebe und damit entscheidend fürs Überleben. Ihr Frosthärtemechanismus ist nur unzureichend erforscht. Generell wurde vermutet, dass Gehölze durch zwei recht konträre Strategien Fröste überdauern: Während wenig frosttolerante Arten unterkühlt ausharren, überleben die frosthärtesten Hölzer durch eine kontrollierte Gefrierentwässerung. Unterkühlung bedeutet, dass jegliches Zellwasser in den Zellen verbleibt und trotz Minusgraden nicht gefriert. Letztlich tötet aber eine unvermeidbare spontane intrazelluläre Eisbildung zwischen -24 und -50 °C die Zellen ab; so zum Beispiel Apfelholz bei ca. -40°C. Wie aber extrem frostharte Zellen selbst bei fast -200°C nicht ausfrieren, ist unbekannt. Es wird vermutet, dass die Zellen sukzessive entwässern und in einem glasartigen Zustand überdauern. Jüngste Erkenntnisse deuten jedoch darauf hin, dass auch an der Unterkühlbarkeit eine überlagerte Gefrierentwässerung beteiligt sein könnte.

Mit innovativen Methoden wird die Frosthärte von Holzzellen, das Gefrierverhalten und die Lokalisierung von Eismassen im Splintholz von unterschiedlich frostharten Bäumen untersucht und mit strukturellen Parametern wie Zellstruktur und Holzanatomie sowie Zellwandelastizität und -chemie in Beziehung gesetzt. Die mechanistische Beteiligung der Holzarchitektur und der molekularen Komponenten an der Frostüberlebensfähigkeit von Holzzellen ist ein wenig erforschtes Thema. Ein neues Instrument, das Differential Scanning Calorimeter, erlaubt es, das Ausmaß und die temperaturabhängige Dynamik der Unterkühlung und Gefrierentwässerung von Holzzellen zu quantifizieren. Damit sollen artspezifische Unterschiede im Frosthärtemechanismus und jahreszeitliche Veränderungen erfasst werden. In diesem Zusammenhang werden mit Hilfe der RAMAN-Spektroskopie spezifische molekulare Komponenten innerhalb der Holzzellen (Anti-Eis-Keimbildungssubstanzen) und der Zellwände, die deren Porosität und Steifigkeit beeinflussen, sowie der mit den Tüpfeln assoziierten schwarzen Kappe (Lipide), analysiert.

Angesichts des Klimawandels verschieben sich die Austriebstermine rasant. In Mitteleuropa treiben die Bäume bereits um rund 3 Wochen früher aus als im langjährigen Mittel. Zudem werden häufigere und strengere Kälteeinbrüche und Fröste, insbesondere im späten Frühjahr, erwartet. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit von Frostschäden an Bäumen insgesamt. Die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt sollen zu einer wesentlich besseren Vorhersage führen, wie Bäume auf den Klimawandel reagieren. Dies ist von großer Bedeutung für die Forstwirtschaft, aber auch für den Anbau von Obstgehölzen und Zierpflanzen.