

Klonen für den perfekten Weihnachtsbaum

Nordmannstannen aus somatischen Embryonen

Jürgen Matschke

Die Nordmannstanne ist die wichtigste Baumart für die Erzeugung von Weihnachtsbäumen. Die Saatgutimporte aus ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet werden jedoch zunehmend problematischer. Saatgutplantagen können für hochwertiges Saatgut wertvoller Nachkommen sorgen. Auch über Stecklingsvermehrung oder Pfropfung lassen sich Nachkommen wertvoller Ausleseebäume als Klonsorten erzeugen. Mittels somatischer Embryogenese versucht man vielerorts eine Methode zu finden, um junge Tannen für den Weihnachtsbaumanbau zu produzieren. Allerdings ist die Erzeugung von Klonpflanzen wie z. B. der Nordmannstanne aus somatischen Embryonen immer noch problematisch.

Der Saatgutimport der Nordmannstanne aus Georgien, Abchasien und Russland wird zunehmend unsicherer und gleichzeitig teurer. Um angestrebte Lizenzmonopole auszuschließen und züchterisch sicheres Pflanzgut zu erhalten, ist der zusätzliche Aufbau von Genreserven über Saatgutplantagen und von Klonsorten sinnvoll. Die Produktion geeigneten Saatgutes und von Sämlingen für den Weihnachtsbaumanbau erforderten Feldversuche mit geprüften Herkünften, Rassen und geeigneten Ausleseebäumen. Dabei wurden auch die ersten aus der somatischen Embryogenese im Jahre 2002 erzeugten Klon-Pflanzen einbezogen. Die Anbauversuche ergaben nicht erwartete Ertragsunterschiede in Abhängigkeit ausgewählter Rassen und Ausleseebäume sowie der vorgenommenen Kulturmaßnahmen. Die Ertragsunterschiede schwankten zwischen 24.000 und 70.000 Euro pro Hektar.

Hier stellt sich nun u. a. die Frage, inwieweit eine immer noch recht aufwendige und bisher noch nicht zu automatisierende Verklonung wertvoller Nachkommen der Nordmannstanne betriebswirtschaftlich überhaupt sinnvoll ist, um die Ausbeuten der bewährten Rassen mit diesen Klon-Sorten aus somatischer Embryogenese zu verbessern.

Abbildung 1: Somatische Embryonen mit ersten Nadelanlagen; noch fehlen die Wurzelanlagen. nachdem sich die ersten Wurzeln gebildet haben, können die Pflänzchen in Substrat überführt werden.

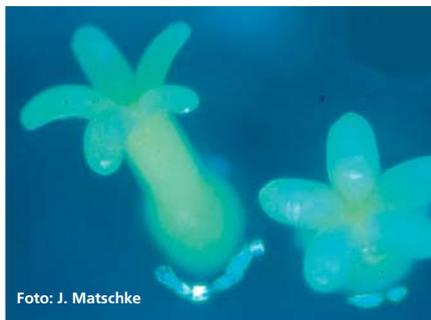


Foto: J. Matschke

Pfropflinge und Stecklinge: Produkte der klassischen vegetativen Vermehrung

Rassen und Sorten mit erbbeständigen Merkmalen können derzeit aus erbbeständigeren Herkünften sowie aus Klonpflanzen (Pfropflinge, bewurzelte Steckreisner und somatische Embryonen) erzeugt werden.

Die Vermehrung somatischer Embryonen ist neben der bekannten Pfropfung von Reisern auf Typenunterlagen oder der Bewurzelung von Reisern ausgelesener Plusbäume derzeit die Methode für die vegetative Vermehrung von Nadelbäumen. Während die Pfropfung von Reisern an sich unproblematisch verläuft, gelingt die Bewurzelung von Steckreisnern nur, wenn diese von jungen/juvenilen Mutterbäumen geerntet wurden. Ursache hierfür sind der Hormonstatus und die mit ihm in Verbindung stehenden regulierenden Enzyme in den Mutterbäumen und damit in den zu bewurzelnden Steckreisnern. Allerdings macht den Fachleuten immer wieder zu schaffen, dass Stecklinge und Pfropflinge zum Teil über mehrere Jahre hinweg Schrägwuchs (Plagiotropie) aufweisen. Bei Stechfichten, Korea- und Korktannen ist kaum Schrägwuchs zu beobachten. Dagegen lässt der senkrechte (orthotrope) Wuchs bei der Nordmannstanne bis zu drei, mitunter auch vier Jahre auf sich warten. Die bewurzelten Klonpflanzen können sogar hinsichtlich ihrer Wüchsigkeit den Sämlingen um ein Jahr unterlegen sein.

Somatische Embryogenese

Bei der somatischen Embryogenese werden die Körperzellen (Soma-Zellen) für eine Vervielfältigung genutzt, wobei unter Hinzugabe bestimmter Hormone somatische Embryonen erzeugt werden. Diese werden unter spezifischen Kulturbedingungen zu jungen Pflänzchen herangezogen, um sie dann auf Weihnachtsbaumflächen auszupflanzen. Die somatische Embryogenese ist zunächst ein noch recht aufwendiger Ansatz



Foto: H. Pein

Abbildung 2: 19 Monate alte »Sämlinge« aus somatischer Embryogenese; erst wenn die Pflänzchen eine Höhe von mindestens zehn Zentimetern erreicht haben, sollten sie in Anzuchtbeete ausgepflanzt werden.

zur Entwicklung eines Verfahrens für die vegetative Massenvermehrung von Weihnachtsbäumen. Ein solches Verfahren gliedert sich in mehrere Abschnitte:

- *Induktion* somatischer Embryonen
- *Vermehrung* embryogener Kulturen
- *Reifung* der Embryonen
- *Weiterentwicklung* der reifen Embryonen zu Keimpflanzen
- *Akklimatisierung* der Embryonen, um diese zunächst ins Gewächshaus und dann in die Erdkultur überführen zu können

Für die Nordmannstanne erarbeitete das Versuchszentrum für Gartenbau Westfalen-Lippe gemeinsam mit der Humboldt-Universität zu Berlin ein entsprechendes Verfahren. Damit ist es gelungen, aus somatischen Zellen von Bäumen bewährter Herkunft Embryonen zu erzeugen und zu vervielfältigen. Die embryogenen Kulturen können dann unter flüssigem Stickstoff bei -196 °C für einen unbegrenzten Zeitraum konserviert werden.

Die erzeugten Klone werden derzeit in einem Feldversuch für den Anbau als Weihnachtsbäume getestet. Nach sechs Versuchsjahren stellte sich heraus, dass die somatischen Klonpflanzen mindestens zwei Jahr länger für ihre Entwicklung und ihr weiteres Wachstum benötigen als normale Sämlinge. Damit die embryogenen Klonpflanzen die Wüchsigkeit gleichaltriger Sämlinge erlangen, müssen das Verhältnis der Hormone während ihres Vermehrungs- und Alterungsprozesses, die Ausprägung der Endknospen, die Keimlingsbewurzelung und die Sprossentwicklung weiter optimiert werden.



Foto: J. Matschke

Abbildung 3: Sechsjährige Klonpflanzen aus somatischer Embryogenese (2002) erreichten circa 25 Zentimeter Höhe (2009), gleichaltrige Sämlinge waren fast dreimal so hoch.

Somatischen Embryogenese weiter optimieren

Die Methode zur Erzeugung von Keimlingen aus somatischen Embryonen ist zwar erarbeitet worden, doch existieren noch zahlreiche kritische Verfahrensschritte. Insbesondere bei Tannenarten verläuft der Prozess der Keimung in der Suspensionskultur, die Streckung der Keimlinge, ihr Wurzelwachstum, die Ausprägung der Endknospen sowie die Weiterkultur noch keinesfalls problemlos. Zudem müssen zeitaufwendige, händisch durchzuführende Arbeitsschritte automatisiert werden, um die Effizienz des Verfahrens zu steigern. Wichtige Schritte werden künftig zu bearbeiten bzw. zu beachten sein, beispielsweise:

- Ausschluss immer noch unbekannter Einflüsse, die eine *synchrone* Vervielfältigung und Alterung der Embryonen verhindern und damit zu unterschiedlichen Altersstadien führen
- Optimierung der Zellpolarisierung mit verbesserten Hormonrezeptoren in Verbindung mit Lichtintensität und -qualität sowie davon abhängig die beschleunigte Induktion der Rhizoidpunkte
- ausreichende Einlagerung von Reservestoffen in die Embryonen
- Verbesserung der Lagerfähigkeit mittels optimaler Trocknung der Embryonen
- kostengünstigere Tiefkühlagerung der Embryonen in der Genbank
- zeitliche Verkürzung der Kulturschritte, vor allem der Phasen der Ausprägung der Endknospen, der Keimlingsbewurzelung und der Sprossentwicklung nach Überführung in die Erdkultur
- Automatisierung der technologischen Arbeitsschritte, vor allem bei der Konversion sowie Überführung der Keimlinge aus der Steril- in die Erdkultur, um die Kosten je Pflanze deutlich zu reduzieren

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die somatische Embryogenese für die Praxis des Weihnachtsbaumanbaus noch viel zu aufwendig und zu teuer. Bis heute sind »Sämlinge« aus somatischer Embryogenese mindestens mehr als dreimal so teuer als gleichalte, dreijährige Elite-Sämlinge geprüfter Herkunft. Zudem beträgt der züchterische Gewinn aus der Verklonung zygotischer Zellen aus zuvor geprüften Herkünften nur maximal 15 Prozent, und auch nur, wenn die Klone die gleiche Wüchsigkeit aufweisen würden wie gleichaltrige Sämlinge.

Reinerbige Samlinge aus unbefruchteten Geschlechtszellen

Eine deutliche Verbesserung auf dem Gebiet der Klonpflanzen-Produktion wäre die Verklonung unbefruchteter weiblicher Geschlechtszellen von selektierten und bewährten Ausleseebäumen. Somatische Embryonen besitzen die mütterlichen und väterlichen Erbanlagen, unbefruchtete weibliche Geschlechtszellen haben nur die Genanlagen der Mutterpflanze. Wenn unbefruchtete, weibliche Geschlechtszellen bewährter Mutterbäume für die somatische Embryogenese genutzt werden könnten, hätte man die Möglichkeit, die bevorzugt zu vermehrenden, allerdings gealterten Ausleseebäume erbgleich zu vermehren. Da der Chromosomensatz unbefruchteter Geschlechtszellen einfach (haploid) ist, müssten die daraus entstehenden Zellen in der Folge gedoppelt (diploidisiert) werden. Auf diesem Wege würde man reinerbige Sämlinge erhalten und der Anteil wertvoller Weihnachtsbäume auf den Plantagen würde deutlich steigen. Leider sind die letzten Schritte noch nicht gelungen.

Wenn die Verfahrensschritte der somatischen Embryogenese künftig nicht ausreichend beschleunigt und vereinfacht werden können, sollte dieses aufwendige Verfahren zumindest dazu eingesetzt werden, um

- Ausleseebäume aus unbefruchteten Megasporen,
- zygotisches Zellmaterial aus selektierten Nachkommen gelenkter Kreuzungen von Plusbäumen nach vorherigen Leistungsprüfungen und
- bewährte Hybride aus zwischenartlichen Kreuzungen mit bevorzugten Eigenschaften zu produzieren.

Sollte es gelingen, die Verfahrensschritte der somatischen Embryogenese zu optimieren, so sind dennoch noch andere, v. a. zeitliche, Hindernisse zu überwinden, bevor die Klonsorten im großtechnischen Maßstab produziert werden können. Zunächst müssten die Nachkommen der Ausleseebäume, die verklont werden sollen, eingehend auf ihre Merkmale hin geprüft werden. Danach müssten die aus somatischer Embryogenese erzeugten Klone in mehrjährigen Feldversuchen zeigen, dass sie *Vorteile gegenüber herkömmlichen Sämlingen aufweisen*. Das betrifft Mehrgewinne für die Praxis aus einer Kombination erwünschter Merkmale. Dazu zählen u. a. ein ideales Verhältnis von Höhen- zu Breitenwachstum, verbessertes Nadelhaltevermögen, Spätaustrieb, Widerstandsfähigkeit gegenüber Frost, Resistenzen gegenüber Schadorganismen, Trockenheit oder Überflutung und die Verträglichkeit gegenüber nicht umweltbelastenden Selektiv-Herbiziden. Der Weg zum perfekten Weihnachtsbaum ist also noch alles andere als leicht.

Prof. Dr. habil. Jürgen Matschke war langjähriger Leiter des Versuchszentrums im Gartenbauzentrum Westfalen-Lippe und beschäftigt sich seit langer Zeit mit der Züchtung und Produktion von Weihnachtsbäumen. juergenmatschke@t-online.de



Foto: J. Matschke

Abbildung 4: So könnte ein perfekter Weihnachtsbaum aussehen. Noch aber ist der Weg über die somatische Embryogenese mit allerlei Hindernissen gepflastert.