

## Wichtige Voraussetzung zur Bereitstellung von Züchtungsmaterial

# Blühstimulation von Pappeln

Meike Borschel, Alwin Janßen, Christina Fey-Wagner, Steffen Fehrenz, Matthias Meyer und Doris Krabel

Um genetische Ressourcen zu schützen und zu erhalten, aber auch um die Potenziale der neu gezüchteten Genotypen frühzeitig nutzen zu können, werden an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (Abteilung Waldgenressourcen) in Kooperation mit der TU Dresden (AG Molekulare Gehölzphysiologie) im Rahmen des Verbundprojektes FastWOOD Versuche zur Blühstimulation an Pappeln durchgeführt. Ziel dieser Versuche ist es einerseits, raschere Generationsfolgen zu realisieren und andererseits die jährliche Beerntung von wertvollen Mutterbäumen zur Blühreisergewinnung für die Kreuzungszüchtung zu reduzieren. Die Beschleunigung des Züchtungsprozesses ohne den Einsatz von Gentechnik ist von großer Bedeutung für die Erzeugung neuer Genotypen.

Zur Steigerung der Energieholzproduktion werden im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz geförderten Verbundvorhabens „Züchtung schnellwachsender Baumarten für die Produktion nachwachsender Rohstoffe im Kurzumtrieb (FastWOOD)“ sowohl Pappelklone selektiert und auf Eigenschaften wie Biomassezuwachs und Krankheitsanfälligkeit geprüft als auch neue Klone über kontrollierte Kreuzungen gezüchtet.

Wesentliche Züchtungsziele sind Steigerung des Ertrags in Bezug auf Wüchsigkeit und Wassernutzungseffizienz, optimierte holzchemische Merkmale (Lignin- und Zellulosegehalt) sowie verbesserte holzphysikalische Eigenschaften (Faserlänge und Aschegehalt). Darüber hinaus sollen die neuen Züchtungen ein erhöhtes ökologisches Potenzial bezüglich ihrer Standortamplitude und der Anpassung an klimatische Veränderungen/Extreme auf-

weisen. Durch eine Blühstimulation können diese Ziele schneller realisiert werden.

### Blüte bei holzigen Gewächsen

Bis Waldbaumarten in unseren Breitengraden zur ersten Blüte gelangen, vergehen in der Regel Jahrzehnte. So vergehen bei Buche (*Fagus sylvatica*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) 30 bis 50 Jahre bis zur generativen Phase. Ein Extrem stellen Eichenarten (*Quercus spec.*) dar. Diese benötigen bis zu 80 Jahre bis zur Mannbarkeit. Im Gegensatz hierzu weisen schnellwüchsige Baumarten wie Pappeln mit 10 Jahren eine vergleichsweise kurze vegetative Phase auf.

Die Blütenbildung ist ein mehrstufiger Prozess. Man geht davon aus, dass die Blühinduktion auf einen von den Blättern ausgehenden Reiz hin erfolgt. Welche Faktoren genau diesen Stimulus auslösen, ist jedoch bislang unbekannt. Wahrscheinlich wird die Blütenbildung durch eine Summe endo- und exogener Signale induziert. Hierzu zählen u. a. saisonale Temperatur- und Lichtreize, aber auch Vernalisation und geringe Verfügbarkeit von Nährstoffen [13]. Des Weiteren spielen die Konzentrationen verschiedener Assimilate eine große Rolle bei der Induktion der Blüte. So kommt es aufgrund einer Veränderung der inhaltlichen Zusammensetzung des Phloemsafte zu einer Umprogrammierung der Zellen im apikalen Sprossmeristem und es werden Blüten anstelle von Blättern gebildet (Abb. 1).



Abb. 1: Querschnitt *Populus deltoides*-Blüten

### Frühzeitige und regelmäßige Blüte als Züchtungsbasis

Die im Vergleich zu krautigen Pflanzen erheblich längere Generationsdauer von Bäumen führt dazu, dass der Domestikationsprozess und die Bereitstellung von neuem Pflanzenmaterial für weitere Kreuzungsbemühungen stark eingeschränkt werden [4]. Da es etwa zehn Jahre dauert, bis Pappeln in hiesigen Breitengraden fertil werden, können viel versprechende Neuzüchtungen nicht zeitnah für weitere Kreuzungsarbeiten zur Verfügung gestellt werden.

### Blühstimulation

Unter Blühstimulation werden alle Maßnahmen verstanden, die die physiologischen und morphologischen Vorgänge in der reproduktiven Entwicklungsphase einer Pflanze fördern [2].

Im Obstbau werden erfolgreich zahlreiche Techniken für eine Blühstimulation angewendet. So haben sich beispielsweise das Herunterbinden oder das Strangulieren von Ästen [7] zur Erzeugung eines Zuckerstaus bewährt. Ziel ist es, mit derartigen Methoden eine erhöhte Konzentration an Assimilaten und stressinduzierenden Hormonen in den Knospen zu erzeugen, die zu einer Umschaltung der

M. Borschel arbeitet ebenso wie die anderen Autoren im Verbundprojekt „Züchtung schnellwachsender Baumarten für die Produktion nachwachsender Rohstoffe im Kurzumtrieb (FastWOOD)“.



Meike Borschel  
meike.borschel@nw-fva.de

Gewebedifferenzierung von der vegetativen zur generativen Phase führen [5, 6, 7]. An Nadelbäumen haben Techniken wie Wurzelschnitt oder Ringelung zu einer erfolgreichen Differenzierung von Blütenknospen geführt. Auch bei Anwendung dieser Methoden sorgt eine Erhöhung bestimmter Assimilate für eine Stimulation der Blütenknospenbildung.

Bemühungen, die Kreuzungszüchtung durch eine ontogenetisch frühzeitige Blüte zu beschleunigen, basieren vor allem auf der Applikation spezifischer Hormone, wie z. B. Gibberellinen (Gibberellin A4 und A7) und Gibberellinsäure-Hemmern (Paclobutrazol) [8, 10, 14, 15].

## Pappel als Modellorganismus der Genetik

Die Westliche Balsampappel (*Populus trichocarpa*) gehört neben der Acker-Schmalwand (*Arabidopsis thaliana*) zu den Modellorganismen der Pflanzengenetik. So konnte in den letzten Jahren das Wissen über die Regulation der Blütenentwicklung und des Übergangs von der vegetativen in die generative Phase auf genetischer Ebene durch molekulargenetische Analysen erweitert werden. Man fand heraus, dass die Gene bzw. Genboxen *CONSTANS*, die miRNA regulierte *SPB-Box*, *FLOWERING LOCUS T*, *FRUITFULL*, *CEN/TFL* oder auch *LEAFY* und *APETALA 1* [3, 10, 11, 12, 16] eine entscheidende Rolle bei oben genanntem Prozess spielen. Allerdings konnten aus diesem Wissen bislang nur bedingt Schlüsse zur praktischen Durchführung der Blühinduktion abgeleitet werden.

## Bisherige Untersuchungen

Zur Erreichung des oben beschriebenen Ziels wurden bisher sowohl chemische, mechanische und photoperiodische Versuchsansätze mit unterschiedlichem Ausgangsmaterial verfolgt. Der mechanische Reiz wird durch Abbinden der Triebe verursacht (Abb. 2), um einen wurzelwärts gerichteten Assimilatstrom zu verursachen und somit durch eine erhöhte Konzentration an Phytohormonen über der Abbindestelle eine Induktion der Blüte hervorzurufen [5, 6].

Der chemische Ansatz beruht auf dem Einsatz von Phytohormonen. Phytohormone sind biochemisch wirkende endogene, organische Verbindungen, die als Botenstoffe Wachstums- und Entwicklungsvorgänge der Pflanzen steuern und koordinieren. Der Schwerpunkt der Untersuchungen wird zunächst auf die Applikation von Gibberellinen gelegt. Gibberelli-



Abb. 2: Strangulation einer 5-jährigen Pappel, um einen wurzelwärts gerichteten Assimilatstrom zu verursachen und somit durch eine erhöhte Konzentration an Phytohormonen über der Abbindestelle eine Induktion der Blüte hervorzurufen.

ne werden vor allem in heranwachsenden (Blätter, Blüten) und -reifenden Pflanzenteilen (Früchte) gebildet und fördern bei zahlreichen Arten das Pflanzenwachstum. Die Signalinduktion zur Blütenbildung erfolgt im Blattgewebe, sodass eine gezielte Behandlung der Blätter erforderlich ist.

Des Weiteren wurde Paclobutrazol, der Gibberellin-Antagonist, verwendet. Paclobutrazol hemmt die Gibberellin-Biosynthese, reduziert das internodiale Wachstum, verstärkt das Wurzelwachstum, bewirkt eine frühere Fruchtanlage und erhöht im Gegensatz zu Gibberellinen den Samenertrag z. B. bei Tomaten [1].

Ein weiterer Versuchsansatz ist auf die gezielte Modifikation der Photoperiode gerichtet. Mittels einer speziellen Pflanzenbeleuchtung werden Langtagverhältnisse (16 h Licht und 8 h Dunkelheit) simuliert. Zusätzlich zu dieser definierten Beleuchtung werden einige Pflanzen unter Trockenstress- und Nährstoffmangelbedingungen gehalten. Untersuchungen von ROHMEDER [13] zeigen, dass neben dem Lichtreiz als die Blüte begünstigender Faktor außerdem eine höhere Temperatur am Standort sowie eine geringe Verfügbarkeit von speziell das Triebwachstum begünstigenden Nährstoffen als blütenbildungsförderlich angesehen werden.

Zusätzlich zu den bisher genannten Methoden wurden Pfropfungen von einjährigen Kreuzungsnachkommen auf Weiden durchgeführt. Hierzu wurden 2-jährige strauchartige und frühblühende Weidenhybriden der Untergattung *Caprisalix* als Unterlage verwendet. Diese Pflanzen hatten bereits einjährig geblüht, d. h. die Kompetenz zur Blütenbildung gezeigt. Es soll nun geprüft werden, ob die Weidenunterlage das Signal zur Blühinduktion an den Pappelreis, der noch nicht blühkompetent ist, weitergibt. Weiterhin wurden 2-jährige Pappelpfropflinge auf Pappel-Altreisermaterial aufgepfropft, um den Einfluss des blühkompetenten Altmaterials auf die Jungtriebe zu testen.

Erste Ergebnisse und Auswertungen werden in der kommenden Vegetationsperiode erwartet.

## Ausblick

Die Versuche zur Blühstimulation sind von essentieller Bedeutung, um schnellstmöglich eine praxistaugliche Methode entwickeln zu können, die eine zuverlässige Bereitstellung von frühblühenden Pappeln in größerem Maßstab erlaubt. Die Nutzung von früh blühkompetenten Pappelgenotypen sowie züchterisch wertvollen Linien kann bedeuten, dass schon in dieser Projektphase des Verbundes FastWOOD auf ökologische, ertragspezifische und vor allem auch holzanatomische Spezifikationen züchterisch eingewirkt werden kann.

## Literaturhinweise:

- [1] BEROVA, M.; ZLATEV, Z. (2000): Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulat.* 30(2): 117-123. [2] BLEYMÜLLER, H.: Blühstimulation'. *Silvae Genetica*, 1973, 22. Jg. [3] BRUNNER, A. (2010): Reproductive Development in *Populus*. In: JANSSON, S.; BHALLERAO, R.P. [4] BRUNNER, A.; NILSSON, O. (2004) Revisiting tree maturation and floral initiation in the poplar functional genomics era. *New Phytologist* 164 (1): 43-51. [5] CHANDLER, W. H. (1925): *Fruit Growing*. Houghton Mifflin, Boston, Mass., 777-785. [6] CHANDLER, W. H. (1951). *Deciduous orchards*. Lea and Febiger (Hrsg.), Philadelphia, 1-436. [7] FRIEDRICH, G.; NEUMANN, D.; VOGL, M. (Hrsg.) (1978): *Physiologie der Obstgehölze*. Akademie-Verlag, Berlin, 520 S. [8] KRÜSSMANN, G.; BEHRENS, V. (1997) *Die Baumschule: ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen*; mit 239 Tabellen, 6., völlig neu bearb. Aufl., Studienausg. Auflage. Parey, Berlin, S. [9] MEILAN, R.; SABATTI, M.; MA, C. P.; KUZMINSKY, E. (2004): An early-flowering genotype of *Populus*. *Journal of Plant Biology* 47 (1): 52-56. [10] MEILAN, R. (1997): Floral induction in woody angiosperms. *New Forests* 14 (3): 179-202. [11] MOHAMED, R.; WANG, C. T.; MA, C.; SHEVCHENKO, O.; DYE, S. J.; PUZEY, J. R.; ETHERINGTON, E.; SHENG, X. Y.; MEILAN, R.; STRAUSS, S. H.; BRUNNER, A. M. (2010): *Populus CEN/TFL1* regulates first onset of flowering, axillary meristem identity and dormancy release in *Populus*. *Plant Journal* 62 (4): 674-688. [12] POETHIG, R. S. (2010): The Past, Present, and Future of Vegetative Phase Change. *Plant Physiology* 154 (2): 541-544. [13] ROHMEDER, E. (1972): *Das Saatgut in der Forstwirtschaft*. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 273 S. [14] YUCEER, C.; KUBISKE, M. E.; HARKESS, R. L.; LAND, S. B. (2003a) Effects of induction treatments on flowering in *Populus deltoides*. *Tree Physiology* 23 (7): 489-495. [15] YUCEER, C.; LAND, S. B.; KUBISKE, M. E.; HARKESS, R. L. (2003b) Shoot morphogenesis associated with flowering in *Populus deltoides* (Salicaceae). *American Journal of Botany* 90 (2): 196-206. [16] ZHANG, H.L.; HARRY, De; MA, C.; YUCEER, C.; HSU, C. Y.; VIKRAM, V.; SHEVCHENKO, O.; ETHERINGTON, E.; STRAUSS, S. H. (2010): Precocious flowering in trees: the *FLOWERING LOCUS T* gene as a research and breeding tool in *Populus*. *Journal of Experimental Botany* 61 (10): 2549-2560.