

# BEKANNTMACHUNG EINES ANTRAGS AUF DURCHFÜHRUNG EINES FELDVERSUCHS FÜR GMO

## Öffentliche Bekanntmachung

### A ALLGEMEINE INFORMATIONEN

1. Bekanntgegeben von: VIB  
Rijvisschestraat 120  
9052 GENT  
Belgien  
Tel.: +32(0)9 2446611  
E-Mail: vib@vib.be

2. Verantwortliche(r) Wissenschaftler

Verantwortlicher Wissenschaftler:

Prof. Dr. Wout Boerjan  
VIB-UGent Centrum voor Plantensysteembioologie  
Technologiepark 927  
9052 GENT  
Belgien

Biosicherheitskoordinator: Ir. René Custers  
VIB  
Rijvisschestraat 120  
9052 GENT  
Belgien

3. Projektbezeichnung

***Feldprüfung von Pappeln mit einer geänderten Holzzusammensetzung***

### B BESCHREIBUNG DES GMO

Die genetisch veränderten Pappeln weisen eine geänderte Holzzusammensetzung auf. Holz besteht von Natur aus aus Zellulose, Hemizellulose und Lignin. In den hier behandelten genetisch veränderten Bäumen wurde der Ligningehalt gezielt verringert, was zu einer Erhöhung des Zellulosegehalts führt. Lignin ist ein komplexes Polymer, das mit den im Holz enthaltenen Zellulose- und Hemizellulosefasern verwoben ist. Das Ligninpolymer wird aus verschiedenen Grundbausteinen aufgebaut. An der Bildung dieser Bausteine und des Ligninpolymers sind sehr viele verschiedene Enzyme beteiligt. Eines dieser Enzyme ist CSE (Caffeoyl-Shikimat-Esterase). Die Anleitung für die Herstellung dieses Enzyms ist in der DNA der Pflanze kodiert. Eine solche Bauanleitung wird als „Gen“ bezeichnet. Die Bäume wurden genetisch so verändert, dass das CSE-Gen weniger stark exprimiert wird, sodass weniger CSE hergestellt wird. Bei den genetisch veränderten Pappeln ist die CSE-Aktivität gegenüber den nicht genetisch veränderten um mindestens 50 % verringert. Dies hat nicht nur zur Folge, dass weniger Lignin produziert wird, sondern auch die Zusammensetzung des Ligninpolymers ändert sich ein wenig: Einige Bausteine werden häufiger in das Polymer eingebaut.

Die genetische Veränderung wurde an der Sorte Graupappel vorgenommen. Graupappeln sind zweihäusig, sie kommen also in einer männlichen und einer weiblichen Variante vor. Die genetische Veränderung wurde an weiblichen Bäumen vorgenommen. Diese bilden keine männlichen Blüten aus und können daher keinen Pollen produzieren. Die Graupappel ist eine weniger häufig anzutreffende Sorte. Sie ist an ihrer schönen grauen Borke und ihrer im Vergleich zu anderen Pappelsorten etwas runderen Krone zu erkennen.



Foto: Borke einer Graupappel



Foto: Graupappel

Im Rahmen des Feldversuchs werden zwei auf gleiche Weise genetisch veränderte „Linien“ untersucht. Die Linien unterscheiden sich allein in der Position, an der der DNA-Abschnitt für das Unterdrücken des CSE-Gens hinzugefügt wurde.

### **C RAHMEN DER UNTERSUCHUNG**

Der Feldversuch erfolgt im Rahmen der Untersuchung der molekularen Mechanismen bei der Bildung komplexer Polymere in Pflanzen. Ein Forschungsziel ist dabei die Untersuchung der Möglichkeiten, die Pappeln mit einer genetisch veränderten Ligninproduktion als Grundstoff für biobasierte Produkte und Bioenergie bieten.

Motivation für die Forschung im Bereich biobasierte Produkte und Bioenergie ist deren Notwendigkeit für die Lösung des Problems der Erderwärmung. Die wichtigste Ursache des Klimawandels ist der Ausstoß von Treibhausgasen wie CO<sub>2</sub>. Die Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und die Verringerung des Energieverbrauchs sind wichtige Möglichkeiten zur Bekämpfung der Erderwärmung. Dabei kann der Umstieg von petrochemisch hergestellten Produkten auf erneuerbare, biobasierte Erzeugnisse eine Rolle spielen.

Bäumen kommt in der biobasierten Wirtschaft bereits jetzt eine Bedeutung zu, denn Holz wird in verschiedenen Formen für die Energieerzeugung genutzt. Holz ist darüber hinaus auch als Grundstoff für die Herstellung von Produkten besonders geeignet. Vor allem die darin enthaltene Zellulose und Hemizellulose ist von Interesse. Zellulose und Hemizellulose sind Zuckerpolymere (Polysaccharide), die zu verschiedenen wertvollen Produkten verarbeitet werden können, etwa zu Biokunststoff oder Biokraftstoff. Ein Nachteil von Holz als Grundstoff liegt jedoch darin, dass die Gewinnung der Saccharide relativ aufwendig ist, denn die Arbeit der Enzyme bei der Umwandlung der im Holz enthaltenen Zellulose und Hemizellulose zu Zuckern wird durch das Lignin stark erschwert. Sowohl eine Verringerung des Ligningehalts als auch eine veränderte Zusammensetzung des Lignins kann zu einer verbesserten Umwandlung des Holzes zu Sacchariden führen.

Aktuell wird diskutiert, welche Grundstoffe die beste Grundlage für eine biobasierte Wirtschaft bilden. Gegenwärtig werden noch immer in großem Umfang Nahrungspflanzen wie etwa Zuckerrohr und Mais genutzt, um zum Beispiel Biokraftstoffe herzustellen. Für die Produktion von „grünen“ Produkten und Kraftstoffen verwendete Nahrungspflanzen stehen jedoch nicht mehr für die Ernährung zur Verfügung. Der Pflanzenanbau für die biobasierte Wirtschaft steht somit im Wettbewerb mit der Nahrungsmittelproduktion, was dazu führen kann, dass die Nahrungsmittelpreise unter Druck geraten. Natürlich nehmen auch Bäume Fläche in Anspruch, sie können jedoch prinzipiell auch an Orten wachsen, an denen der Anbau von Nahrungspflanzen nicht oder nicht effizient möglich ist. Ferner ist der flächenbezogene Jahresertrag an Zuckerpolymeren bei Bäumen größer als bei vielen anderen Pflanzen. Besonders junge Bäume sind äußerst effektive und effiziente CO<sub>2</sub>-Speicher. Aus den genannten Gründen wird das Forschungsvorhaben durchgeführt.

## **D ART UND ZWECK DER ZIELGERICHTETEN FREISETZUNG**

Zweck des Feldversuchs ist es, festzustellen, ob die genetisch modifizierten Pappeln mit der veränderten Ligninproduktion unter realen Praxisbedingungen eine Biomasse bilden, die deutlich effizienter zu Glucose umgewandelt werden kann. Der Untersuchungszweck ist damit vergleichbar mit zwei früheren Feldversuchen, die in Zwijnaarde und Wetteren stattgefunden haben. Der Unterschied liegt dabei in den untersuchten Bäumen. Die Ligninproduktion der neuen Bäume wurde an einer anderen Stelle geändert. Es besteht die Hoffnung, dass dies nicht nur dazu führt, dass das gebildete Holz leichter abbaubar ist, sondern auch dazu, dass die Bäume im Feld ebenso gut wachsen wie nicht modifizierte Bäume.

Es werden zwei genetisch veränderte Linien und eine Kontrolllinie untersucht, die jeweils aus 48 Bäumen bestehen und in einer sogenannten Kurzumtriebsplantage gepflanzt werden. Dabei werden die Bäume deutlich dichter gepflanzt als in einem normalen Wald. Ferner werden die Bäume in Reihen gepflanzt, um einen maschinellen Einschlag ohne Beschädigung der Stümpfe zu ermöglichen. Die Anpflanzung erfolgt im späten Frühjahr 2021. Im Winter 2021/2022 werden die Bäume beschnitten, sodass sie 2022 viele neue Triebe bilden (wie beim Zurückschneiden einer Weide). Nach drei aufeinanderfolgenden Wachstumsperioden werden die Bäume geerntet und die Fläche gerodet. Die geernteten Bäume werden gehäckselt, das Hackgut wird zu Sacchariden und eventuell zu Biokraftstoff verarbeitet.

## **E MEHRWERT DER FREISETZUNG**

Aus Laborversuchen und früheren Feldversuchen ist bekannt, dass die Produktion von Holz möglich ist, das sich deutlich effizienter zu Sacchariden verarbeiten lässt. Für die im Feldversuch zu untersuchenden Linien liegen jedoch bisher lediglich Labordaten vor. Es ist nicht bekannt, wie die Bäume auf echten Boden, Wetter, Wind und Jahreszeiten reagieren. Erwartet und gehofft wird, dass die Bäume auch im Feld eine signifikante Änderung der Holzzusammensetzung aufweisen und gleichzeitig ein gutes Wachstum zeigen. Dies kann jedoch im Voraus nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden. Der Mehrwert des Feldversuchs liegt in der Bestätigung dieser Annahme.

## **F POTENTIELLE RISIKEN FÜR DIE MENSCHLICHE GESUNDHEIT UND DIE UMWELT**

Bäume mit einer geänderten Ligninproduktion weisen eine andere Holzzusammensetzung auf. Inwieweit diese geänderte Zusammensetzung des Holzes ein Vor- oder Nachteil für die Bäume ist, ist gegenwärtig noch nicht mit Sicherheit bekannt. Ausgangspunkt sind lediglich natürliche Mutanten und die in früheren Feldversuchen mit diesen und vergleichbaren Bäumen gewonnenen Informationen. Einige derartige Bäume haben eine geringere Wachstumsgeschwindigkeit, doch es ist schwierig zu sagen, ob dies ein Vor- oder ein Nachteil ist.

Das eingefügte CSE-Genstück ist nicht sortenfremd. Es kommt natürlich in der Pappel vor, und der Effekt der Desensibilisierung der genveränderten Pappel ist mit einer natürlichen Mutation vergleichbar, die das Enzym in seinem aktiven Zentrum beeinflusst und es dadurch weniger effektiv macht. Bäume mit einer verringerten Enzymaktivität und infolgedessen einer geänderten Holzzusammensetzung kommen in der Natur vor, konkret in den USA bei der Weihrauchkiefer (*Pinus taeda*) und in Europa in der Schwarzpappel.

Es kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass die Modifikation an einer ungünstigen Stelle im Genom der Pappel erfolgt ist und sie infolgedessen noch einen anderen Effekt hat als nur eine Änderung des Lignins. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist jedoch sehr gering, da die Bäume im Treibhausversuch aus einer großen Gruppe „unabhängiger Transformanten“ selektiert wurden, wobei darauf geachtet wurde, dass die selektierten Bäume ausschließlich die erwartete Modifikation aufweisen.

Angesichts der langen Generationszeit von Bäumen kann heute nur schwer präzise vorhergesagt werden, welche langfristigen Auswirkungen die modifizierten Eigenschaften in der Natur haben. Da Bäume mit vergleichbaren Änderungen am Lignin bereits in der Natur vorkommen, gehen wir davon aus, dass, insofern bereits eine gewisse geänderte Interaktion mit der Natur vorliegt, diese sich nicht wesentlich von denen natürlicher Mutanten unterscheidet.

Die veränderten Eigenschaften würden sich in diesem speziellen Fall nur durch Wurzelbrut in der Natur ausbreiten. Die Ausbreitung über Samen ist nicht möglich, da die Bäume während des Versuchs voraussichtlich nicht blühen werden. Die Ausbreitung durch Wurzelbrut wird verhindert, indem diese abgestochen und vernichtet wird (siehe Punkt G).

Für die Annahme, dass eine geänderte Zusammensetzung des Holzes Risiken für die menschliche Gesundheit mit sich bringt, liegen keine Gründe vor. Auch die Forschung mit natürlichen Mutanten, die eine vergleichbare Änderung des Lignins aufweisen, hat keine Hinweise darauf zutage gebracht, dass das Holz auf irgendeine Weise gesundheitsschädlich ist.

Die Bäume weisen zwei Antibiotikaresistenzgene auf. Das *npt-II*-Gen dient dazu, die genetisch veränderten Bäume auf einfache Weise selektieren zu können. Es kodiert für Neomycin-Phosphotransferase. Dabei handelt es sich um Enzym, das die Antibiotika Neomycin und Kanamycin unschädlich macht. Ferner weisen die Bäume auch das *cm<sup>R</sup>*-Gen auf. Dieses Gen wird in den Bäumen nicht exprimiert. Bei Transfer auf ein Bakterium hingegen verleiht es diesem eine Resistenz gegen das Antibiotikum Chloramphenicol. Laut Entscheidung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) ist die Nutzung dieser beiden Antibiotikaresistenz-Gene in Pflanzen für einen Feldversuch ausreichend unschädlich.<sup>1</sup> Das wichtigste Argument ist dabei, dass die Resistenz gegen die genannten Antibiotika in der Umwelt bereits so weit verbreitet ist, dass die Wahrscheinlichkeit, dass eine Resistenz aus dem natürlichen Genpool auf ein Bakterium transferiert wird, wesentlich größer ist als der Transfer aus einer genetisch veränderten Pflanze.

## **G MASSNAHMEN ZUR EINGRENZUNG POTENTIELLER RISIKEN SOWIE KONTROLLE UND ÜBERWACHUNG DER FREISETZUNG**

---

<sup>1</sup> EFSA, 2009. Konsolidierte Präsentation zum gemeinsamen wissenschaftlichen Gutachten der Gremien GMO und BIOHAZ über die Nutzung von Antibiotikaresistenz-Genen als Markergene für genetisch veränderte Pflanzen („Use of Antibiotic Resistance Genes as Marker Genes in Genetically Modified Plants) und wissenschaftliches Gutachten des Gremiums GMO über die Konsequenzen des genannten Gutachtens für frühere Beurteilungen individueller GMO-Plantagen durch die EFSA („Consequences of the Opinion on the Use of Antibiotic Resistance Genes as Marker Genes in Genetically Modified Plants on Previous EFSA Assessments of Individual GM Plants“), EFSA-Q-2009-00589 und EFSA-Q-2009-00593.

EFSA, 2004. Gutachten des wissenschaftlichen Gremiums für genetisch modifizierte Organismen über die Nutzung von Antibiotikaresistenz-Genen als Markergene für genetisch veränderte Pflanzen.

Der Versuch wird so aufgebaut, dass die potentiellen Risiken vollständig eingegrenzt werden. Die Ausbreitung über genetisch veränderte Samen ist nicht möglich, da davon ausgegangen wird, dass die Bäume im Rahmen des Versuchs nicht zur Blüte gelangen. Sollte dennoch eine Blüte erfolgen, so werden die Blüten großzügig entfernt, bevor sie Samen verbreiten können. Die Pappel beginnt im Normalfall erst nach 5 bis 8 Jahren zu blühen, während die Zweige im Rahmen des Versuchs nicht älter als 3 Jahre werden.

Die Ausbreitung durch Wurzelbrut und Schösslinge wird durch folgende Maßnahmen verhindert: (1) Die Versuchspflanzung wird regelmäßig kontrolliert, Wurzelbrut wird vernichtet. (2) Das geerntete Material wird sorgsam transportiert oder fein gehäckselt. (3) Nach Versuchsende wird alles Material im Boden gehäckselt und/oder als gewerblicher Abfall in geschlossenen Behältern der Verbrennung zugeführt. (4) Nach Versuchsende findet über mehrere Jahre eine Überwachung statt, bis sichergestellt ist, dass auf der Versuchsfläche keine genetisch veränderte Pappel mehr sprießen kann. Alle eventuell dennoch auf der Versuchsfläche sprießenden Pappeln werden manuell oder durch Einsatz eines Kontaktherbizids vernichtet.

Die Versuchsfläche ist mit einem Drahtzaun samt abgeschlossenem Zugangstor eingezäunt, um eine unerwünschte Verschleppung von Pflanzenmaterial (Zweige) durch Unbefugte zu verhindern.