

nehmen daher an, dass diese gleichzeitige Freisetzung zu einer Konkurrenz um Bindungsplätze auf den Partikeln der Bodenfraktionen führt.

Vorausgehende Untersuchungen konnten zeigen, dass die Retardation und Mobilität eines Cry-Proteins (Cry1Ab) von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Böden sowie der Molekülstruktur (Aminosäuresequenz) und der chemischen Reaktivität des Cry-Proteins maßgeblich beeinflusst wird. So war eine deutliche Zunahme der Affinitäten gegenüber Cry1Ab mit zunehmender spezifischer Oberfläche und mit abnehmender spezifischer Oberflächenladung der Bodenpartikel zu beobachten. Daher wird in den aktuellen Untersuchungen das Sorptionsverhalten der Cry-Proteine in den Böden der Freisetzungsfäche, unter Berücksichtigung der Gehalte an organischer Substanz, der spezifischen negativen äußeren Oberflächenladung und der spezifischen äußeren Oberfläche der Fraktionen (< 2 mm, < 63 µm, < 2 µm), näher charakterisiert. Interessanterweise zeigen die bisher untersuchten Cry-Proteine (Cry1Ab, Cry3Bb1) ein unterschiedliches Sorptionsverhalten.

40-3 - Langhof, M.¹⁾; Hommel, B.¹⁾; Hüskens, A.¹⁾; Mastel, K.²⁾; Schiemann, J.¹⁾; Wehling, P.¹⁾; Rühl, G.¹⁾

¹⁾ Julius Kühn-Institut; ²⁾ Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Pollenvermittelter Genfluss bei Mais: Reduzierung der Auskreuzung durch separate Randstreifen-ernte und Anlage einer Mantelsaat?

Pollen mediated gene flow in maize: Reduction in outcrossing through separate edge harvest and non-GM border rows?

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) initiierten Forschungsprogramms zur Sicherung der Koexistenz werden verschiedene pflanzenbauliche Maßnahmen geprüft, die ein Nebeneinander („Koexistenz“) von konventioneller, ökologischer und gentechnisch veränderte (GV) Sorten nutzender Landwirtschaft gewährleisten können. In Kooperation mehrerer Institute des Julius Kühn-Instituts, sowie in Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (Karlsruhe) werden seit 2005 in praxisnahen Feldversuchsanlagen verschiedene koexistenzsichernde Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Reduktion der Auskreuzung von GV-Mais in benachbarte konventionelle (NGV) Maisbestände bewertet.

Untersuchungsschwerpunkte der ersten Versuchsjahre waren neben der Prüfung verschiedener Mindestabstände (24–150 m) auch die Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Pufferkulturen zwischen GV- und konventionellem Mais sowie der GV-Feldtiefe und der Ausrichtung von GV- und NGV-Schlag zueinander. Eine vielfach diskutierte Maßnahme zur Reduzierung des pollenvermittelten Genflusses ist die Anlage einer Mantelsaat aus konventionellem Mais an der Feldkante des GV-Maisfeldes, die dem konventionellen Schlag gegenüber liegt. Einer Mantelsaat werden zwei auskreuzungsreduzierende Funktionen zugeschrieben; erstens kann sie aufgrund ihrer räumlichen Ausdehnung als physikalische Barriere für den Pollenflug wirken und zweitens verdünnt sie durch Schüttung eigenen Pollens den Eintrag von GV-Pollen.

Im Jahr 2008 wurde die Wirkung einer Mantelsaat an insgesamt drei Versuchsstandorten, zwei in Nord- und einem in Süddeutschland, getestet. Untersucht wurde jeweils der Effekt einer 9 m und einer 18 m breiten Mantelsaat am GV-Feldrand auf die Auskreuzungshöhen im benachbarten NGV-Schlag im Vergleich zu einer Variante ohne Mantelsaat. GV- und NGV-Maisschlag wurden durch eine 51 m breite Abstandsfläche mit Klee gras getrennt. Es wurden GV-Gehalte von Körnerproben aus verschiedenen Feldtiefen des NGV-Schlages mittels quantitativer PCR bestimmt und auf deren Basis der GV-Gehalt der gesamten Ernte des Schlages berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anlage von 9 m oder 18 m breiten NGV-Maismantelsaaten am GV-Feldrand bei einem Feldabstand von 51 m an keinem der Versuchsstandorte zu einer Reduktion der Auskreuzungsrate führte. Aus der Literatur ist bekannt, dass der GV-Anteil im konventionellen Maisschlag meist bereits ab ca. 20 m Feldtiefe unter dem EU-Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 % liegt, wenn GV- und NGV-Schlag direkt aneinander grenzen. Daher wird im Jahr 2010 geprüft, ob die beiden verglichenen Mantelsaatstärken bei deutlich geringeren Feldabständen (6 und 12 m) eine Wirkung zeigen.

Alle bisher im Rahmen des Forschungsprogramms durchgeführten Feldversuche haben gezeigt, dass die Auskreuzungsraten im dem Feldrandbereich des NGV-Schlages, der dem GV-Feld gegenüber liegt, am höchsten sind und mit zunehmender Feldtiefe abnehmen. Als eine effektive Maßnahme zur Reduktion des GV-Gehalts der Gesamternte eines konventionellen Nachbarschlages wird daher die separate Ernte dieses Feldrandstreifens diskutiert; die Vermarktung dieser Teilernte könnte zusammen mit der Ernte des GV-Schlages erfolgen. Auf der Basis der Daten der dreijährigen Versuchsanstellungen zum Einfluss unterschiedlicher Mindestabstände wurde daher die mit der separaten Ernte der ersten 3, 6 bzw. 12 m des konventionellen Maisschlages verbundene Reduktion des GV-Anteils der Gesamternte berechnet. Insgesamt war die separate Ernte der ersten 6 m des Feldrandes am effektivsten, während die Ernte eines 12 m breiten Streifens nur in wenigen Fällen zu einer weiteren,

dann allerdings marginalen Reduktion des GV-Gehaltes führte. Bei Feldern, bei denen eine Auskreuzung bis in größere Feldtiefen nachgewiesen werden konnte, war die Reduktion allerdings relativ gering.

Als Fazit der Versuche lässt sich festhalten, dass (i) die separate Randstreifenenernte im NGV-Maisschlag in Verbindung mit anderen pflanzenbaulichen Maßnahmen (z. B. Feldabstand) eine wirkungsvolle Koexistenzmaßnahme sein kann, während (ii) die Wirksamkeit einer Mantelsaat im GV-Maisschlag in Verbindung mit einem Feldabstand zum NGV-Schlag bisher nicht belegt werden konnte.

40-4 - Bückmann, H.; Kobbe, C.; Hüsken, A.
Julius Kühn-Institut

Eignung des Anbaus von cytoplasmatisch männlich sterilem (CMS) Mais als biologische Confinement-Methode zur Reduzierung der Pollenverbreitung

Suitability of cytoplasmatic male sterile (CMS) maize cultivation as a biological confinement-method to reduce pollen emission

Für die biologische Sicherheit nutzungsveränderter transgener Pflanzen, die z. B. pharmazeutische Wirkstoffe (PMPs), Industrierohstoffe (PMIs), funktionelle Inhaltsstoffe (Functional Food) oder Bioenergie produzieren, ist die Reduzierung einer möglichen unerwünschten Verbreitung (biologisches Confinement) von zentraler Bedeutung. Erforderlich für die Nutzung biologischer Confinement-Methoden sind eine hohe Merkmalstabilität der Gene und Kenntnisse über die Zuverlässigkeit dieser Methoden in verschiedenen Umwelten.

Cytoplasmatisch männlich steriler Mais (CMS) als biologische Confinement-Methode beruht auf der Tatsache, dass die männliche Blüte auf natürliche Weise keinen befruchtungsfähigen Pollen bildet. Diese Eigenschaft wird maternal vererbt, ist aber reversibel in Gegenwart eines oder mehrerer sogenannter Restorer-Gene (Rf-Gene). Diese Gene basieren auf dem Cytoplasma-Typ (CMS-T, CMS-S und CMS-C) und können die Fertilität ganz oder teilweise restaurieren. Die Pflanzen bilden dann fertile oder fluktuierende Rispen mit unterschiedlichen Mengen an befruchtungsfähigem Pollen aus. Desweiteren können auch Umwelteinflüsse wie Starkregen und extreme Hitze die Sterilität aufheben.

Ziel des hier vorgestellten Projektes ist die Prüfung der umweltabhängigen Zuverlässigkeit von CMS-Mais als biologische Confinement-Methode. Die Untersuchungen sollen dazu beitragen, Empfehlungen für den Anbau von nutzungsveränderten Pflanzen zu geben. Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Optimierung der biologischen Sicherheit gentechnisch veränderter Pflanzen“ wurden im Jahr 2009 Feldversuche in drei Umwelten (Braunschweig, Freising, Groß Lüsewitz) unter praxisüblicher Bewirtschaftung durchgeführt und in Hauptwindrichtung angelegt. Aus einem Vorversuch in 2008 wurden drei geeignete CMS-Maishybriden (DSP2: CMS-T, 'Torres' und 'Zidane': CMS-S) ausgewählt und im Vergleich zur konventionellen Hybride 'Delitop' getestet. Alle Hybriden entwickeln gelbe Körner. Weißmais (DSP 17007) diente als Pollenempfänger. Zwischen CMS-Mais- und Weißmaisparzellen (je 48 x 69 m) lag ein Bearbeitungstreifen von 3,5 m. Als natürliche Pollenbarriere zwischen den Prüfeinheiten wurde Hanf angebaut. An definierten Bonitur- und Erntepunkten wurde folgendes untersucht: Blüte der CMS-Maishybriden (steril, fluktuierend, fertil), Pollenvitalität durch Selbstung und Mean Kernel Sets (MKS = Anteil Körner je Spindel), Auskreuzungspotential (Anzahl gelber Körner im Weißmais), Reduzierung der Auskreuzung.

Keine der geprüften CMS-Hybriden war im Versuchsjahr 2009 100 % steril. Die CMS-Hybride DSP2 reagierte stark standortabhängig. In Braunschweig bildete sie überwiegend sterile Rispen an den Boniturstellen aus. Im Gesamtbestand traten aber immer wieder fertile Rispen mit viel Pollen auf. In Groß Lüsewitz wurden überwiegend fluktuierende Rispen mit wenig Pollen bonitiert. Die höchste Vitalität der Pollen wurde in Freising (MKS 81 %) gemessen. In Groß Lüsewitz wurden 40 % MKS entwickelt und in Braunschweig < 1 %. 'Torres' bildete an allen Standorten fluktuierende Rispen mit wenig Pollen, deren Vitalität gering war (MKS < 1 %). Zidane entwickelte erwartungsgemäß fluktuierende bis fertile Rispen mit vitalem Pollen (MKS 20 bis 40 %). Die Zeiträume der männlichen CMS-Maisblüte und der weiblichen Weißmais-Blüte verliefen parallel. Blühsynchronität und Befruchtung waren demnach sichergestellt. An jedem Standort erfolgte die höchste Auskreuzung aller Prüfglieder in der ersten Reihe des Pollenempfängers, d. h. nach 3,5 m. Bereits nach 6,50 m trat eine starke Auskreuzungsreduktion auf, die sich mit zunehmender Entfernung zur CMS-Mais-Parzelle weiter verringerte. Nach 30 m waren alle Werte < 1 %. An den drei Standorten wurde im Mittel der ersten 30 m die Auskreuzung aller CMS-Maishybriden um 84 % bis 97 % im Vergleich zur 'Delitop' reduziert. 'Torres' wies eine Reduktion von mittleren 96,5 % auf. In Braunschweig wurden sogar 98 % erreicht. DSP2 bewirkte eine Auskreuzungsreduktion von ca. 84,2 %, wobei in Braunschweig 91,7 % berechnet wurden und in Freising nur 77 %. 'Zidane' bewirkte eine Auskreuzungsreduktion um mittlere 83,7 %, die höchste am Standort Groß Lüsewitz (89,5 %).