https://gen-ethisches-netzwerk.de/node/270

Gen-ethischer Informationsdienst

Bt-Resistenzmanagement – auch in Europa

AutorIn
Katja Moch

Am 8. September hat die Europäische Kommission 17 verschiedene Sorten, die von dem gentechnisch veränderten insektenresistenten Mais MON810 abstammen, in den Europäischen Sortenkatalog aufgenommen. Damit besitzen sie auch die Sortenzulassung für die einzelnen Mitgliedstaaten und können theoretisch in ganz Europa angebaut werden.

MON810 ist ein Bt-Mais. Bt steht für ein Gen aus dem Bakterium Bacillus thuringiensis, das die Information für die Produktion einer Reihe sich ähnelnder Insektengifte trägt. Präparate aus Bacillus thuringiensis gehören zu einem wichtigen Pflanzenschutzmittel im ökologischen Landbau. In Deutschland werden jährlich mehr als 20.000 Hektar in der Landwirtschaft, im Wein- und Gartenbau und im Forst mit Bacillus thuringiensis-Präparaten behandelt. Bt-Gene aus Bacillus thuringiensis wurden in ganz verschiedene Nutzpflanzen gentechnisch eingebracht. In den transgen veränderten Nutzpflanzen werden die Bt-Toxine ständig produziert und sind somit während der Vegetationsperiode permanent vorhanden. Dies bedeutet einen starken Selektionsdruck, der die Entwicklung von Resistenzen gegen Bt beschleunigen kann.

Wem gehört das Bt-Toxin?

Generell gilt, dass Insektizide, die flächendeckend und dauerhaft ausgebracht werden, einen hohen Selektionsdruck auf die Insekten ausüben. Infolgedessen können bei Insekten Resistenzen gegen das entsprechende Mittel entstehen. Weltweit haben etwa 500 Arten von Schadinsekten Resistenzen gegen verschiedene Insektizide entwickelt. Die konventionellen Bt-Präparate werden zumeist im ökologischen Landbau eingesetzt. Da im ökologischen Landbau Bt nur bei Bedarf und nicht prophylaktisch ausgebracht wird, ist dort mit einer Resistenzentwicklung kaum zu rechnen. Zudem wird das Bt-Toxin schnell in der Umwelt abgebaut. Wenn der Anbau der gentechnisch veränderten Bt-Pflanzen auch in Deutschland vorangetrieben wird, gilt es, Strategien zu entwickeln um die Resistenzentwicklung zu verhindern. Die Wirksamkeit des im Ökolandbau wichtigen, biologisch abbaubaren Pflanzenschutzmittels darf nicht durch den Anbau gentechnisch veränderter Bt-Nutzpflanzen gefährdet werden. Theoretisch herrscht Einigkeit darüber, dass Bt als natürliche Ressource erhalten werden muss. Dies wurde bereits 1994 in einem OECD Workshop bestätigt.(1)

Wie funktioniert Resistenzmanagement?

Das bisher allgemein anerkannte Resistenzmanagement basiert auf einer "High dose/Refuge"-Strategie, also auf Rückzugsflächen, so genannten Refugien, verbunden mit gentechnisch veränderten Pflanzen, die eine

hohe Dosis an Bt-Giften produzieren. Die Rückzugsflächen, die an die Bt-Felder grenzen und auf denen konventioneller Mais angebaut wird, sollen dabei sicherstellen, dass es genügend herkömmliche, empfindliche Schadinsekten gibt. Falls es auf der Fläche mit Bt-Pflanzen zu einer Entwicklung von Resistenzen bei Insekten kommt, gibt es die Möglichkeit, dass sich diese Insekten mit den empfindlichen Insekten aus dem Refugium paaren. Die Nachkommen solcher Paarungen sind heterozygot (mischerbig) in Bezug auf das Resistenzgen. Die hohe Dosis von Bt-Giften soll gewährleisten, dass diese heterozygoten Schädlinge trotzdem durch das Bt-Toxin getötet werden. Dies geschieht unter der Voraussetzung, dass das Resistenzgen rezessiv oder nur teilweise dominant ist, was eine geringere Resistenz zur Folge hat. 1999 forderte die US-amerikanische Umweltschutzbehörde EPA erstmals als Anbauauflage für den Anbau von Bt-Kulturen die Einrichtung einer Rückzugsfläche. Die Auflagen sahen zunächst vier Prozent unbehandelte Anbau- fläche vor, oder aber zwanzig Prozent der Anbaufläche, wenn diese mit Insektiziden behandelt wird. Seit 2001 gilt als Anbauauflage zwanzig Prozent unbehandelte Anbaufläche. Dabei befolgte die EPA nicht die Vorgaben ihres wissenschaftlichen Beirates. Der riet nämlich, fünfzig Prozent der Anbaufläche als Refugium zu belassen.(2) Auch Monsanto sprach sich gegen eine Refugiumsgröße von fünfzig Prozent aus. Die Begründung lautete, dass der Landwirt damit kaum Insektizide einsparen würde. In der Praxis sieht alles noch anders aus, da ein Refugium nicht unbedingt zu den Plänen der Landwirte passt. Zudem bedeutet deren Einrichtung einen Mehraufwand, der auf einen unbestimmten langfristigen Nutzen zielt: Die möglicherweise verzögerte oder verhinderte Entwicklung von Resistenzen gegen das von den gentechnisch veränderten Pflanzen produzierte Bt-Gift. 2003 publizierte das Wissenschaftsmagazin Nature die Ergebnisse einer Umfrage, nach der ein Drittel der Landwirte im mittleren Westen der USA die nationalen Auflagen der EPA für den Anbau von Bt-Mais gar nicht erfüllten. Insgesamt unterließen es 19 Prozent der Landwirte, ein Refugium mit Nicht-Bt-Pflanzen in der erforderlichen Größe anzubauen. 13 Prozent der Landwirte richteten gar kein Refugium ein.(3)

Bisher keine Resistenzen in den Feldern

Nach siebenjährigem Anbau von Bt-Pflanzen in den USA sind bisher noch keine nennenswerten wirtschaftlichen Schäden durch resistente Schadinsekten entstanden. In der Fachzeitschrift Nature Biotechnology wurde 2003 die Frage gestellt, ob vielleicht gar kein Resistenzmanagement notwendig ist.(4) Bei der Festlegung von Anbauauflagen ist natürlich unsicher, wie hoch die anfängliche Präsenz von Resistenzgenen in einer Population einzuschätzen ist. Die Überlegungen zu Rückzugsflächen basieren bisher vor allem auf theoretischen Überlegungen und auf Versuchen mit Bt-resistenten Kohlmotten (Plutella xylostella). Bisher wurden diese Überlegungen aber nicht im Feld oder in großflächigen Versuchen überprüft. Die Kohlmotte ist bisher das einzige Insekt, bei dem in einem Feldversuch Bt-Resistenz nachgewiesen wurde. Bei elf anderen Insektenarten wurde Resistenz gegenüber Bt im Labor erzeugt.(5) 2003 wurden mehrere Untersuchungen an Populationen von Schadinsekten in Bt-Kulturen durchgeführt.(6) Dabei wurden vor allem Untersuchungen an Baumwollschad- insekten, nämlich Helicoverpa armigera und Helicoverpa zea durchgeführt. In einer Untersuchung wurden mit Hilfe einer künstlichen Bt-Diät resistente H. amigera-Schädlinge selektiert. Nach 25 Generationen mit Bt-Diät konnten sich Individuen von H. armigera auf den transgenen Baumwollpflanzen voll entwickeln. Die Untersuchungen ermittelten, wie häufig Gene, die Resistenz gegen das Bt-Protein vermitteln, in der Population vorkommen. In beiden Untersuchungen wurde die Häufigkeit der Resistenzgene als hoch bewertet, das heißt, dass die Schadinsekten ein großes Schadenpotential entfalten können und Rückzugsflächen sehr wichtig sind. Die Ergebnisse bei H. armigera zeigten, dass die Resistenz teilweise dominant ist. Die Resistenz ging allerdings mit einem deutlichen Fitnessverlust einher.

Lücken im Resistenzmanagement

Problematisch können sogenannte Lücken im Resistenzmanagement sein. Lücken können bestehen, wenn keine ausreichend hohe Dosis produziert wird. Beispielsweise wird nicht immer in allen Pflanzenteilen gleichviel Bt-Toxin hergestellt.(7) Der Bt-Mais Bt176 produzierte am Ende der Vegetationsperiode viel weniger Bt-Toxin. In warmen Regionen können Schadinsekten mehrere Generationen in einer

Vegetationsperiode durchlaufen. Dann können in der letzten Generation auch heterozygot resistente Schadinsekten überleben.(8) Als eine Lücke im Resistenzmanagement wurde bei Mais auch die Auskreuzung benannt: Da die Rückzugsflächen direkt an die Bt-Maisfelder angrenzen, kommt es zu Auskreuzung. In einem Abstand von wenigen Metern von den Bt-Flächen war die Konzentration von Bt-Toxin in Maiskörnerproben noch halb so hoch wie innerhalb der Bt-Flächen. Solche niedrigen Dosen des Bt-Toxins können allerdings eine Lücke im Resistenzmanagement darstellen. Die Resistenzentwicklung kann nämlich beschleunigt werden, indem Bt-Gift, das unvorhergesehenerweise in den Refugien auftritt, die empfindlichen Larven tötet und dann weniger empfindliche Insekten zur Paarung zur Verfügung stehen. Heterozygote Insekten hingegen überleben. Die Schädlinge werden es zwar auf nicht-Bt-Pflanzen zunächst vermeiden, die Bt-Körner zu fressen, trotzdem besteht die Möglichkeit, dass sich Insekten über die niedrigen Dosen an das Gift anpassen können. Die Autoren dieser Untersuchung raten deshalb, das Refugium weiter vom Bt-Maisfeld entfernt und gegen die Windrichtung anzubauen.(9) Neben der "High dose/ Refuge"-Strategie wurde mit der gentechnisch veränderten Baumwolllinie "Bollgard II" 2002 in den USA eine Bt-Pflanze zugelassen, die zwei verschiedene Bt-Gifte (Cry1Ac und Cry2Ab2) herstellt.(10) Mit dieser so genannten "pyramidalen" Strategie sollen ebenfalls Resistenzentwicklungen bei Schadinsekten verzögert werden, da die zwei Bt-Proteine unterschiedliche Wirkungsweisen, beziehungsweise unterschiedliche Bindungsstellen an Zellen im Mitteldarm der Insekten besitzen (siehe Kasten). In Laboruntersuchungen hat sich diese pyramidale Strategie zwar als effektiv erwiesen, es wurden jedoch auch schon Kreuzresistenzen zwischen Cry1A und Cry2A gezeigt. Die Zulassung des gentechnisch veränderten Mais MON810 erfolgte noch unter der alten europäischen Freisetzungslinie (90/220/EG). Dieser gemäß war es für die Antragsteller nicht erforderlich, einen Plan für ein Resistenz- management vorlegen. Ein Resistenzmanagement muss in Deutschland nun von der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig festgelegt werden. Man darf gespannt sein, wie sich die Debatte in Deutschland zum Resistenzmanagement bei MON810 entwickelt. In den USA ging die EPA in den ersten Anbaujahren davon aus, dass es keines eigenen Resistenzmanagements bedürfe, weil nur wenige Landwirte Bt-Pflanzen anbauten: Die nötigen Rückzugsflächen wurden von den benachbarten Landwirten zur Verfügung gestellt, die konventionellen Mais anbauten.

Fußnoten

Literatur:

1. (1) Hokkanen HMT, Wearing CH (1994): The safe and national deployment of Bacillus thuringiensis genes in crop plants: Conclusions and recommendations of OECD workshop on ecological implications of transgenic crops containing Bt toxin genes. Biocontrol Science and Technology 4, 399 –404.
2. (2) Powell K (2003): Concerns over refuge size for US EPA-approved Bt corn. Nature Biotechnology 21 (5): 476-478.
3. (3) Nature (2003): Pest resistance feared as farmers flout rules. Nature 424 (6945): 116.
4. (4) Fox (2003): Resistance to Bt toxin surprisingly absent from pests. Nature Biotechnology 21 (9): 958-959.
5. (5) Griffitts JS, Whitacre JL, Stevens DE, Aroian RV (2001): Bt Toxin Resistance from Loss of a Putative Carbohydrate-Modifying Enzyme. Science 293: 860-864.
6. (6) Akhurst et al. (2003): Resistance to the Cry1Ac _-Endotoxin of Bacillus thuringiensis in the Cotton Bollworm, Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology 96 (4): 1290-1299. Burd et al. (2003): Estimated Frequence of Nonrecessive Bt Resistance Genes in Bollworm, Helicoverpa zea (Boddie) (Lepidooptera: Noctuidae) in Eastern Carolina. Journal of Economic Entomology 96 (1): 137-142.
7. (7) Meise T, Lorenz N, Langenbruch GA (2000): Resistenzlücken beim Bt-Mais? - Auswirkungen unterschiedlicher Toxinkonzentrationen in den Pflanzenteilen einer Bt-Mais- Linie auf die Überlebenschance von Maiszünslerlarven (Ostrinia nubilalis). Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch. 376, 153 –153.
8. (8) Mellon M, Rissler J (1998): Now or Never. Serious New Plans to Save a Natural Pest Control; Union of Concerned Scientists, 1998.

9. (9) Chilcutt & Tabashnik (2004): Contamination of refuges by Bacillus thuringiensis toxin genes from transgenic maize. Proceedings of the National Academy of Science 101 (20): 7526-7529.
10. (10) http://agbios.com/dbase.php?action=ShowProd&data=….

Informationen zur Veröffentlichung

Erschienen in:
GID Ausgabe 166 vom Oktober 2004
Seite 23 - 25