

Resistenz kostet Ertrag

Rübenzüchtung Vor allem Nematoden stehen im Fokus der Tolerant- und Resistenzzüchtung bei Zuckerrüben. Lesen Sie, wie moderne Züchtung arbeitet und was Sie von aktuellen Rübensorten erwarten können.

Rübenzystemnematoden sind in Deutschland weit verbreitet. Deshalb haben tolerante Zuckerrübensorten in relativ wenigen Jahren große Anbaubedeutung erlangt. Anfang der 1990er-Jahre wurde bei uns mit der Entwicklung von toleranten Sorten gegen den Rübenzystemnematoden *Heterodera schachtii* begonnen.

2005 erhielt die erste nematodentolerante Sorte die Zulassung. Die genetische Quelle der Eigenschaft nematodentolerant liegt in der Wildrübe *Beta maritima*. Sie wächst in Küstennähe, etwa in Dänemark. Etliche Herkünfte stehen der Züchtung über öffentliche Genbanken zur Verfügung.

Da die aktuellen Zuckerrübensorten Hybriden sind, werden zunächst unabhängig voneinander die Mutterlinie als Saatter und die Vaterlinie als Pollenspender entwickelt. Die Züchtung beginnt im Gewächshaus oder im Feld mit der ersten Kreuzung zwischen zwei Pflanzen und der Schaffung neuer Variationen in der Nachkommenschaft.

Der Ursprung der ersten nematodentoleranten Sorten liegt in der Kreuzung ausgewählter Einzelpflanzen der Wildrübe

SCHNELLER ÜBERBLICK

- Gegen Rübenzystemnematoden tolerante Sorten sind nicht mehr wegzudenken.
- Nematodenresistente Zuckerrübensorten haben Ertragsnachteile.
- Neuzulassungen im Segment nematodentolerant liegen im bereinigten Zuckerertrag fast gleichauf mit rizomaniatoleranten Sorten.
- Der Bruch der Toleranz wird geringer eingeschätzt als bei resistenten Sorten.

mit Elitelinien. Die Nachkommen der ersten Kreuzung (F1) mussten über viele Generationen rückgekreuzt werden (Backcross „BC“), um das Wildrübengenom zu verdrängen oder die Toleranz mit anderen wertbestimmenden Eigenschaften zu kombinieren, etwa Rübenenertrag, Zuckergehalt, Saftreinheit und Blattgesundheit. Am Ende stehen Elitelinien, die die Nematodentoleranz als zusätzliche Eigenschaft aufweisen (siehe Kasten auf Seite 50).

Unterschied zwischen Toleranz und Resistenz

Hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen *Heterodera schachtii* lassen sich drei Sortentypen unterscheiden:

- ▶ **anfällige** Sorten = ohne züchterischen Eingriff in Bezug auf dieses Merkmal,
- ▶ **tolerante** oder partiell resistente Sorten = Einkreuzung der Nematodentoleranz aus der Wildrübe *Beta maritima* in Elitelinien,
- ▶ **resistente** Sorten = Translokation eines Chromosomenstücks, das die Resistenz der Wildrübe *Beta procumbens* trägt, in Elitelinien.

Diese züchterische Einordnung ist mit der entsprechenden Charakterisierung der Sortentypen verbunden.

Nematodenanfällige Zuckerrübensorten bieten besonders gute Entwicklungsmöglichkeiten für Nematoden. Diese vermehren sich am Wurzelsystem regelmäßig um ein Vielfaches. Gleichzeitig stören sie die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanze massiv und mindern den Ertrag.

Nematodentolerante Rübensorten lassen sich durch einen Nematodenbefall in ihrem Wachstum nicht oder nur geringfügig



Aufwändige Zucht von Zuckerrüben: Nematodentolerante Sorten stehen auf rund 35 Prozent der Anbaufläche.

Der dlz-Sortenführer 2016 ist da!



Dieser Ausgabe des *dlz agrarmagazins* liegt der aktuelle, kostenlose **dlz-Sortenführer 2016/2017** bei, ebenso wie dem *agrarmanager*, der Schwesterzeitschrift aus dem *Deutschen Landwirtschaftsverlag (dlv) München, Hannover, Berlin*. Der *dlz-Service* für den Ackerbau hält aktuelle Zahlen zu offiziellen Sortenversuchen und amtlichen Bewertungen neuer Saaten der wichtigsten Ackerkulturen parat. Da schlagen Sie nach, um die für Ihren Betrieb passenden Sorten zu finden.

Der nützliche Helfer stellt alle dieses Jahr vom Bundessortenamt neu eingetragenen Sorten von Getreide, Mais, Raps, Rüben, Leguminosen oder Gräsern ausführlich vor. Die praxisnahe Hilfe für die gezielte Sortenwahl liefert etwa die brandneuen Daten zu den derzeit angemeldeten Vermehrungsflächen der wichtigsten Getreidearten Winterweizen, -gerste, -roggen und -triticale. Die Vermehrungsflächen geben sehr früh erste Hinweise auf künftige Sortenhits. So erhalten Sie mit dem *dlz agrarmagazin* jede Menge Vorsprung für die kommende Herbstsaat.

Zudem wurden zum Teil die aktuellen Marktleistungen in den Regionen je nach Sorten berechnet und ausführlich miteinander verglichen. Ein einfaches Bewertungssystem verschafft Ihnen einen schnellen Überblick. Ausführliche Tabellen unterstützen Sie bei der Suche nach den optimalen Sorten. So sind Sie für die Saat gerüstet - und mit dem *dlz agrarmagazin* am wichtigen Thema Sortenwahl „einfach näher dran“.

kb

gig beeinträchtigen. Sie zeigen erst bei starkem Nematodenbefall Ertragsminderungen. Die aktuellen Sorten dieses Typs sind tolerant, aber auch partiell resistent. Das bedeutet, sie erlauben eine gewisse Vermehrung der Nematoden, aber signifikant weniger als anfällige Sorten.

Nematodenresistente Sorten vermehren die Nematodenpopulation im Boden nicht, sondern reduzieren sie häufig sogar und sind damit vollständig resistent. Dieser Sortentyp hat allerdings Ertragsnachteile, bedingt durch seine Resistenzquelle *Beta procumbens*, die sich mit unserer Zuckerrübe nicht direkt kreuzen lässt. Durch Translokation kann zwar das Chromosomenstück mit der Resistenzeigenschaft vererbt werden, allerdings findet keine Rekombination statt. Der ins Zuckerrüben genom eingebrachte Resistenzabschnitt bleibt gekoppelt an negative, ertragsmindernde Wildrübeneigenschaften.

Wie stabil ist die Toleranz?

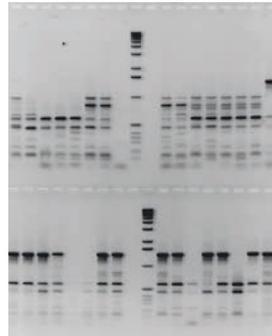
Die Resistenz oder Toleranz einer Pflanze gegen eine Krankheit oder einen Schädling ist eng mit der Frage nach deren Stabilität verbunden. Eine Überwindung oder eine graduelle Anpassung der Nematoden kann nie komplett ausgeschlossen werden.

GUT ZU WISSEN

So läuft die Züchtung nematodentoleranter Zuckerrübensorten

Von der ersten Kreuzung bis zur fertigen Linie werden heute zur Selektion der Jungpflanzen molekulare Marker eingesetzt. Diese lassen sich mit einem Barcode vergleichen, der auf DNA-Ebene anzeigt, ob die Nachkommen die gewünschten Eigenschaften tragen. Bereits zu einem frühen Termin im Züchtungsgang ermöglicht das, den Kreis der Kandidaten zu verkleinern.

Der nächste Selektionsschritt ist ein standardisierter Biotest im Gewächshaus. Dort wird die Resistenz anhand der Zahl gebildeter Zysten an der Rübenwurzel beurteilt. Die Zysten sind widerstandsfähige „Schutzhüllen“, in denen die nächste Nematodengeneration heranreift. Nur Linien, die hier gut abscheiden, also eine sehr geringe Zystenbildung aufweisen, werden im Feld auf Standorten mit und ohne Nematodenbesatz als Testhybriden geprüft.



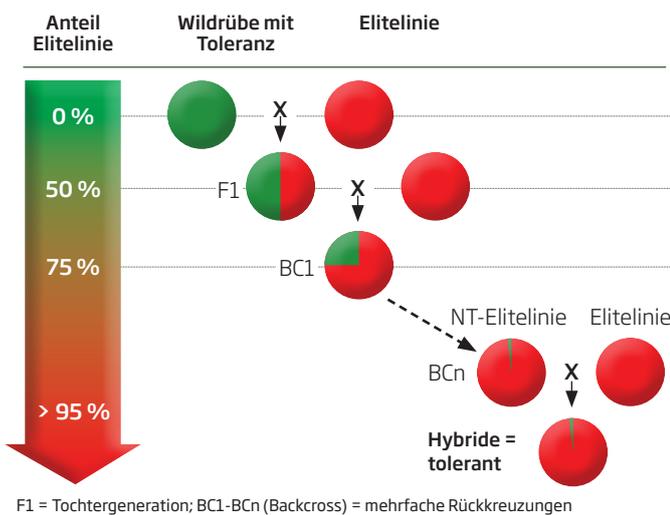
Ziel: Vererbung eines Merkmals sicherstellen.

Molekulare Marker zeigen an Jungpflanzen, ob die relevanten Gene zur partiellen Nematodenresistenz vorhanden sind.

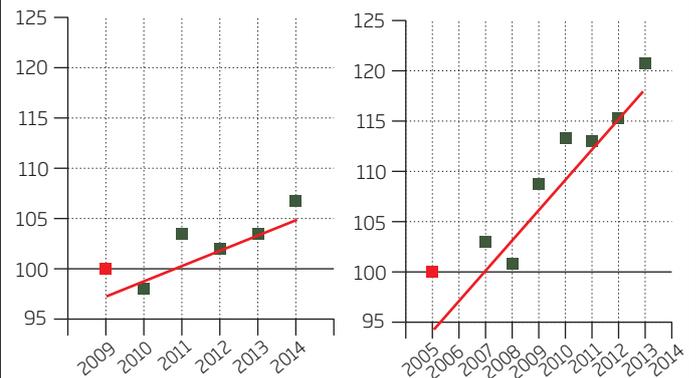
Die Testhybriden stehen in mehrfacher Wiederholung in so genannten Leistungsprüfungen an zahlreichen Standorten in Deutschland und im europäischen Ausland. Das Ziel ist es, die Sortenleistung in möglichst vielen Selektionsumwelten abzuprüfen und damit viele unterschiedliche Umwelteinflüsse, abiotische wie biotische Schad- und Stressfaktoren, in die Selektion einzubeziehen. Die letzte Stufe ist die Anmeldung zur offiziellen Sortenprüfung beim Bundessortenamt.

Das mehrstufige und mehrjährige Prüfverfahren soll gewährleisten, dass die Stabilität der Sorteneigenschaften sicher eingeschätzt wird. Das ist enorm wichtig für eine gute Vorhersage zum Anbau. Die Intensität der Selektion spiegelt sich nicht zuletzt darin wider, dass weniger als 1 Prozent der Linien zu einer erfolgreichen Sortenkomponente wird. Was sich durchsetzt, ist züchterischer Fortschritt.

Züchtung toleranter Sorten im Detail



So hat sich der Bereinigte Zuckerertrag entwickelt



Entwicklung des Bereinigten Zuckerertrags (BZE) von rizo- und nematodentoleranten Sorten (links, relativ zu *Sabrina* = 100) und nematodentoleranten Sorten (relativ zu *Pauletta* = 100) auf Flächen ohne Nematodenbefall; dargestellt ist die Sorte mit dem höchsten BZE; aus Spezieller Sortenleistungsvergleich mit resistenten Sorten SSV-R (N) 2005 bis 2013 und Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS) 2009 bis 2014; jeweils einjährige Ergebnisse

© dlz agrarmagazin 6/2016

Quelle: eigene Darstellung, nach Daten des IfZ Göttingen



Zuchtziel geringe Zystenanzahl von Nematoden an den Zuckerrübenwurzeln: Selektiert werden die exakt durchnummerierten Linien (links) über Biotests zunächst im Gewächshaus, später im Freiland.

Ein Bruch der Toleranz beziehungsweise partiellen Resistenz einer Zuckerrübensorte wird aufgrund der Tatsache, dass sich *Heterodera schachtii* an den nematodentoleranten Sorten noch vermehren kann, geringer als bei resistenten Sorten eingeschätzt.

Diese leichte Vermehrung an den Wurzeln ist zwar ein kleiner Nachteil für die Zuckerrübe selbst, stützt aber das Konzept. Maßnahmen des Nematodenmanagements, wie die Einhaltung einer Fruchtfolge mit überwiegendem Anbau von Nichtwirtspflanzen für *Heterodera schachtii* und der Integration nematodenresistenter Zwischenfrüchte zur weiteren Reduktion der Nematodenpopulation im Boden, unterstützen die nachhaltige Nutzung der nematodentoleranten Sorten.

Züchterischer Fortschritt

Nematodentolerante Sorten wurden zur Ertragssicherung 2015 auf etwa 35 Prozent der deutschen Zuckerrübenanbaufläche angebaut. Die züchterische Bearbeitung dieses Segments ist sehr intensiv, sodass die Schwächen der ersten Generation bei



Zuchtziel Anmeldekandidaten zur offiziellen Sortenprüfung: Leistungsprüfungen von Testhybriden mit und ohne Nematodenbefall werden in zahlreichen Selektionsumwelten durchgeführt.

Blattgesundheit und Saftreinheit beseitigt wurden.

Der Bereinigte Zuckerertrag (BZE) ist seit der Zulassung der ersten nematodentoleranten Sorte *Pauletta 2005*, jeweils gemessen an der Neuzulassung mit dem höchsten BZE, um mehr als zwei Prozent pro Jahr angestiegen. Der jährliche Ertragsanstieg ist damit wesentlich höher als im Segment der einfach rizomaniatoleranten Sorten (*siehe Kasten auf Seite 50*). Das ist vor allem darin begründet, dass die Eigenschaft Nematodentoleranz in einen züchterisch bearbeiteten Genpool eingebracht wurde. Die jüngsten Neuzulassungen im

Segment nematodentolerant liegen im BZE nahezu gleichauf mit den aktuellen rizomaniatoleranten, also den anfälligen Standardsorten. Sie weisen darüber hinaus eine überdurchschnittliche Blattgesundheit auf. kb



*Dr. Julia Wießner, Dr. Werner Beyer, Markus Molthan
KWS Saat SE, Einbeck und Seligenstadt*