Rizomania

Herkunft · Verbreitung · Bedeutung

ZUKUNFT SÄEN
SEIT 1856

KWS

Inhaltsverzeichnis

4 **Einleitung**

7 **Herkunft, Geschichte und Verbreitung**

11 **Rizomania erkennen**
11 Symptome am Blatt
14 Symptome am Rübenkörper

17 **Ertrag und Qualität**

19 **Nachweis der Krankheit im Labor**

22 **Biologie des Erregerkomplexes**
22 Aspekte zur Krankheitsentwicklung
24 Aspekte zur Epidemiologie
26 **Rizomania verändert sich – Mutationen im Virusgenom verursachen Resistenz-überwindung**

32 **Rizomaniaresistenzzüchtung**

34 **RZ 2.0 – Rizomaniatoleranz der neuen Generation**

38 **Sortenwahl**

39 **Zusammenfassung**

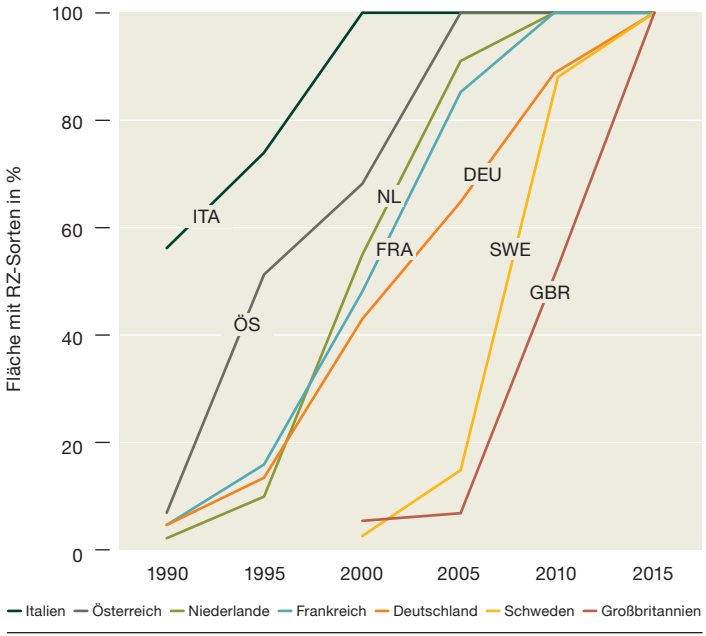
41 **Ausblick**

Einleitung

Rizomania ist eine wirtschaftlich sehr bedeutende Zuckerrübenkrankheit in Europa. Seit dem ersten Auftreten in Italien hat sie sich rasant verbreitet und zu sehr hohen Ertragsverlusten und deutlich reduzierten Zuckergehalten geführt.

Rizomania – auch „viröse Wurzelbärtigkeit“ genannt – ist eine **Viruserkrankung**, die den Blattapparat, besonders aber den Rübenkörper sowie das **Wurzelsystem** der Zuckerrübe **schädigt**. Der Name des Rizomania-Virus lautet *Beet necrotic yellow vein virus* – BNYVV, übertragen wird es von dem bodenbürtigen Pilz *Polymyxa betae*.

1983 wurde die erste rizomaniatolerante Sorte in Deutschland für die KWS zugelassen. KWS erzielt seitdem in der Züchtung rizomaniatoleranter Sorten große Fortschritte in Ertrag und Qualität und brachte die ersten mehrfachtoleranten Sorten (z. B. Rizomania und Nematoden, Rizomania und Cercospora oder Rizomania und Rhizoctonia) auf den Markt. Der Anbau von Sorten mit Rizomaniatoleranz nahm seit ihrer Einführung kontinuierlich zu (Abb. 1).



Quelle: KWS SAAT SE, eigene Daten

Abb. 1: Entwicklung der Anbaufläche mit rizomaniatolerantem Saatgut in einzelnen europäischen Ländern seit 1990

Heute kommt **Rizomania in fast allen Anbaugebieten Europas** vor. Rizomaniatolerante Sorten werden mittlerweile standardmäßig angebaut, sodass die Krankheit Rizomania nicht mehr so stark im Fokus steht. Neuerdings fallen wieder Flächen auf, in denen kleine Nester mit aufgehellten Pflanzen zu beobachten sind. In den rizomaniatoleranten Zuckerrüben dieser Flächen lassen sich mithilfe eines virologischen Tests (ELISA) erhöhte Virusgehalte feststellen, die auf einen Starkbefall mit Rizomania hindeuten. Dieser Starkbefall kann zu sehr hohen Ertragsverlusten führen.

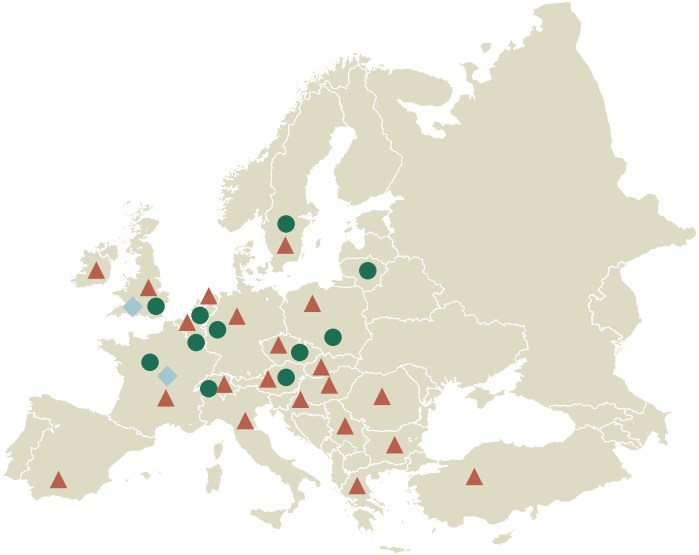
Darüber hinaus hat sich das **Rizomania-Virus in** einigen **benachbarten Ländern Deutschlands verändert**. Neue BNYVV-Stämme können die **Resistenz der klassischen rizomaniatoleranten Sorten überwinden**, die nur auf **einem** Resistenzgen (Rz 1) basiert. Hier sind gravierende Ertragsverluste zu verzeichnen.

Die Innovation der Züchtung im Bereich Rizomania ist ein **neues Resistenzniveau mit der Bezeichnung „RZ 2.0“**. Sorten mit der Rizomaniatoleranz dieser neuen Generation kombinieren mehrere Resistenzquellen. Mit RZ 2.0-Sorten können auf Starkbefalls-Flächen oder Feldern mit resistenzüberwindenden Virusstämmen weiterhin erfolgreich Zuckerrüben angebaut werden. RZ 2.0-Sorten sind sehr leistungsstark und schöpfen das Ertragspotenzial voll aus.

Herkunft, Geschichte und Verbreitung

Erstmalig wurde Rizomania im Jahr 1966 in Italien nachgewiesen. Jedoch schon früher, etwa seit Mitte der 1950er-Jahre, wurden in Oberitalien deutliche Symptome und erhebliche Ertragsausfälle im Zuckerrübenanbau beobachtet, die auf diese Krankheit zurückzuführen waren. Italienische Wissenschaftler beschrieben diese Krankheit und prägten den Namen „Rizomania“ (ital. für Wurzelsucht). **Ertragsverluste bis zu 50 % und Zuckergehalte von 5 bis 10 %** führten schon Mitte der 1960er-Jahre zur Schließung der ersten Zuckerfabriken in Italien. Bereits 1971 waren etwa zwei Drittel der italienischen Rübenanbaufläche betroffen.

Rizomania breitete sich innerhalb weniger Jahre über fast ganz Europa aus. Sie tritt in Form unterschiedlicher Virustypen auf (Abb. 2). Weltweit gesehen ist die Viruserkrankung in allen wichtigen Anbaugebieten der Zuckerrübe zu finden, unter anderem in den USA, Osteuropa, China und Japan.



Quelle: verändert nach BORNEMANN & THIEL 2011

Abb. 2: Verbreitung der Rizomania in Europa

In einigen Ländern hat sich das Rizomania-Virus verändert und zu einer Resistenzüberwindung geführt: Erste Funde stammen aus den USA (2002/2003) und den Niederlanden (2004). Die neuen Stämme haben sich in den Niederlanden seitdem schnell ausgebreitet. Auch in Spanien, Belgien, Großbritannien, Frankreich und Deutschland sind erste Resistenzüberwindungen bekannt.

In Deutschland wurde das Vorkommen der Rizomania erstmals 1974 im Hessischen Ried bestätigt. Die Krankheit breitete sich daraufhin zunehmend in Süddeutschland aus und führte zu starken Ertrags- und Qualitätsverlusten. Während Rizomania dort zunächst nur entlang von Flüssen in Tallagen auftrat, waren bald auch höher gelegene, trockenere und kühlere Lagen nahezu flächendeckend befallen.

Inzwischen kommt Rizomania in allen Rübenanbauregionen Deutschlands vor. In Süddeutschland sind aktuell Flächen mit sehr starkem Rizomaniabefall zu beobachten (Abb. 3). Eine Resistenzüberwindung wurde an einem Standort in Norddeutschland gefunden (BORNEMANN & THIEL 2011).

Nachweis Rz 1-Resistenzüberwindung (AYPR) 2011
Nachweis Rizomania-Befall 2015 und 2016*
Nachweis Rizomania-Starkbefall 2015 und 2016*

Quelle: KWS SAAT SE * Nachweis anhand ELISA-Test

Abb. 3: Ergebnisse des Rizomania-Monitorings in Deutschland 2015 und 2016

Rizomania erkennen

Typische Rizomania-Symptome sind am Blattapparat und an den Wurzeln der Zuckerrübe zu erkennen und treten ab dem Reihenschluss auf. Nur im Extremfall sterben frühzeitig infizierte Pflanzen im Jugendstadium ab. Bei mittlerem bis starkem Befall sind die Symptome oft ab August deutlich zu erkennen, bei leichtem Befall bleiben sie meist unspezifisch. Einzelne Symptome der Rizomania sind oft nicht eindeutig, da sie auch durch andere Ursachen hervorgerufen werden können. Eine Laboranalyse ermöglicht einen eindeutigen Nachweis.

Achtung Verwechslungsgefahr:
Das Erscheinungsbild der Rizomania ähnelt dem des Nematoden-Befalls.

Symptome am Blatt

Typische Symptome im Blattbereich der Zuckerrübe sind **nesterweise Aufhellungen** im Bestand (Abb. 4) und **Welkeerscheinungen** (Abb. 5). Auch Einzelpflanzen mit **Blattaufhellungen, langen Blattstielen und unnatürlich schmalen Blattspreiten** geben Hinweise auf Befall mit Rizomania (Abb. 6).

Abb. 4: Nesterweise Aufhellungen im Bestand durch Rizomania-Befall

Abb. 5: Welkesymptome im Bestand

Abb. 6: Durch Rizomania-Befall veränderter Blattapparat an Einzelpflanzen

Gelbe Chlorosen entlang der Blattadern sind nur selten und nur an Einzelpflanzen zu beobachten. Dennoch gab dieses Schadbild dem Erreger der Krankheit den Namen „Aderngelbfleckigkeitsvirus“ (engl.: *Beet necrotic yellow vein virus* – BNYVV) (Abb. 7).

Abb. 7: Aderngelbfleckigkeit durch Rizomania-Befall

Die häufigsten Rizomania-Symptome können schnell mit schlechter Stickstoffversorgung, Strukturschäden des Bodens oder Befall mit Nematoden verwechselt werden.

Symptome am Rübenkörper

Zu den Hauptsymptomen am Rübenkörper zählt die sogenannte **„Wurzelbärtigkeit“**. Die Rübe bildet aufgrund der Zerstörung und Neuausbildung von Seitenwurzeln einen Wurzelbart (Abb. 8). Weitere typische Symptome sind rechtwinklig vom Rübenkörper abstehende Seitenwurzeln und starke Beinigkeit. Auch **Kümmerwuchs der Pflanzen**, vor allem bei Frühbefall, sowie eine **runde, kugelige Form** des Rübenkörpers oder Einschnürungen im unteren Wurzelbereich können beobachtet werden.

Ähnliche Symptome am Rübenkörper können ebenfalls bei Strukturschäden oder Nematoden-Befall auftreten.

Abb. 8: Wurzelbart und Einschnürung des Rübenkörpers durch Rizomania

Ein relativ sicherer Hinweis auf Rizomania sind **Verbräunungen der Gefäßbündelringe**. Diese werden häufig nur bei stärkerem Befall durch Anschneiden des unteren Teils der Pfahlwurzel sichtbar. Gelegentlich sind sie mit Fäulniserscheinungen verbunden, die durch Sekundärerreger hervorgerufen werden.

Gefäßbündelverbräunungen können aber auch durch Bor- oder Calciummangel hervorgerufen werden.

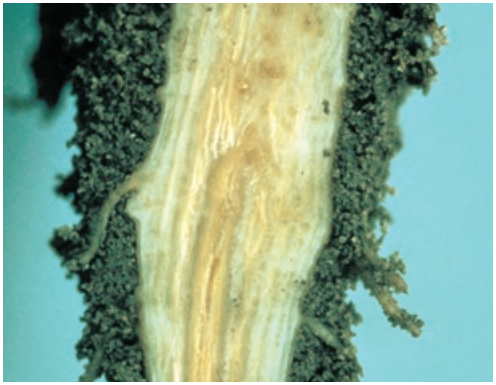


Abb. 9: Wurzelanschnitt, Verbräunung der Gefäßbündelringe

Blinker

Blinker sind **einzelne Pflanzen im Zuckerrübenbestand mit sehr hellen gelblichen Blättern**. Sie sind meist von Weitem im Feld zu erkennen. Die Ursachen für solche Blinker können vielfältig sein.

Blattaufhellungen können durch abiotische Faktoren wie Bodenstruktur, Nährstoffverfügbarkeit, Herbizidschäden oder Trockenstress auftreten. Auch biotische Faktoren können Einfluss auf das Erscheinungsbild der Zuckerrüben nehmen und sind bei Auffälligkeiten zu prüfen: Nesterweise Blattaufhellungen im Bestand sind oft Hinweise auf stärkeren Befall mit Rübenzystennematoden *(Heterodera schachtii)*. Treten Einzelpflanzen bzw. sehr kleine Nester mit leuchtend hellgelben Blattchlorosen auf, sind Vergilbungsviren oft die Ursache, die von Blattläusen übertragen werden. Weitere tierische Schaderreger, die unspezifische Blattaufhellungen hervorrufen können, sind Rübenwanzen (gelbe Blattspitzen) und Rübenmotten (Gelbverfärbung; späteres Welken und Absterben der Blätter).

Blattaufhellungen können auch auf Rizomania hinweisen, da sie ein typisches Symptom sind. Dabei muss nicht zwangsläufig eine Resistenzüberwindung vorliegen. Einzelne, nicht tolerante Zuckerrüben können durch ungewollte Einkreuzung bei der Saatgutproduktion ins Feld gelangen. Eine sichere Analyse zur Identität der Sorte sowie zum Virusgehalt ist nur mithilfe von Laboranalysen möglich.

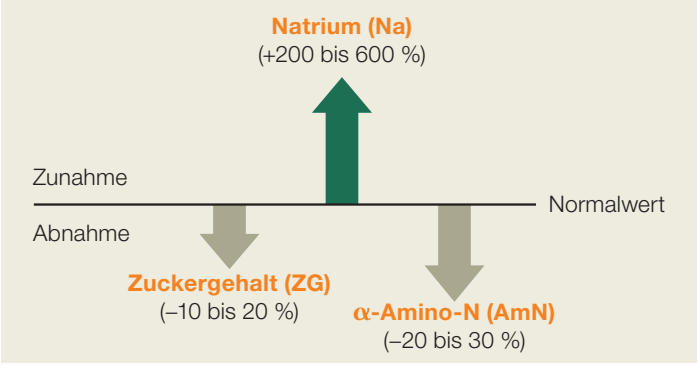
Ertrag und Qualität

Rizomania führt in Abhängigkeit von der Befallsstärke zu erheblichen Ertragsausfällen. Je höher der Befall ist und je früher die Pflanze infiziert wird, desto höher sind die Verluste. Auch ein latenter Rizomania-Befall ohne deutliche Symptome kann schon zu Ertragsverlusten führen. Erste Hinweise auf einen Rizomania-Befall geben oft die bei der Zuckerfabrik durchgeführten Qualitätsanalysen. Ein **latenter Befall kann die Zusammensetzung der Rübeninhaltsstoffe bereits charakteristisch verändern**.

Natrium-Gehalt
Bei einer Infektion mit Rizomania kommt es zu einem deutlichen **Anstieg des Natrium-Gehaltes** im Vergleich zum Durchschnitt der eigenen Lieferungen oder zum Fabrikdurchschnitt (Abb. 10). Neben dem Natrium-Gehalt kann ebenfalls der **Kalium-Gehalt zunehmen**, in der Regel jedoch nicht so drastisch wie der Natrium-Gehalt.

Amino-N-Gehalt
Im Gegensatz zum Natrium-Gehalt **sinkt der Amino-N-Gehalt** ab. Er ist bei schwachem Befall leicht, bei starkem Befall deutlich geringer als bei nicht-befallenen Pflanzen (Abb. 10). Die Ursache für den niedrigen Amino-N-Gehalt liegt im gestörten Wurzelapparat. Durch das zerstörte Wurzelsystem kommt es zu einer zu geringen Stickstoffaufnahme.

Zuckergehalt
Der **Zuckergehalt sinkt** ebenfalls ab. Die Höhe des Absinkens richtet sich nach der Schwere des Befalls (Abb. 10).



Quelle: verändert nach BÜTTNER 1996, BÜRCKY 1998, HOFFMANN & WOLLENWEBER 1999

Abb. 10: Veränderung der Inhaltsstoffe unter Rizomania-Befall bei nicht toleranten Sorten

Nachweis der Krankheit im Labor

Die beschriebenen Symptome sind kein absolut sicheres Erkennungszeichen für Rizomania, da sie auch von anderen biotischen und abiotischen Faktoren verursacht werden können. Der einzige zuverlässige und **sichere Nachweis der Krankheit ist über den Einsatz des ELISA** (Enzyme-linked immunosorbent Assay) möglich.

Für den ELISA-Test werden befallsverdächtige Wurzelproben in einer Laboranalyse zunächst gepresst, und der Presssaft wird anschließend mit Antikörpern versetzt, die für das Virus spezifisch sind (Abb. 11).

Nach weiteren Analyseschritten kann über eine Farbreaktion das Vorhandensein des Virus in der Probe nachgewiesen werden. Es gibt zwei Wege, um Pflanzenmaterial für den ELISA zu gewinnen (Abb. 12).

Abb. 11: Durchführung des ELISA-Tests

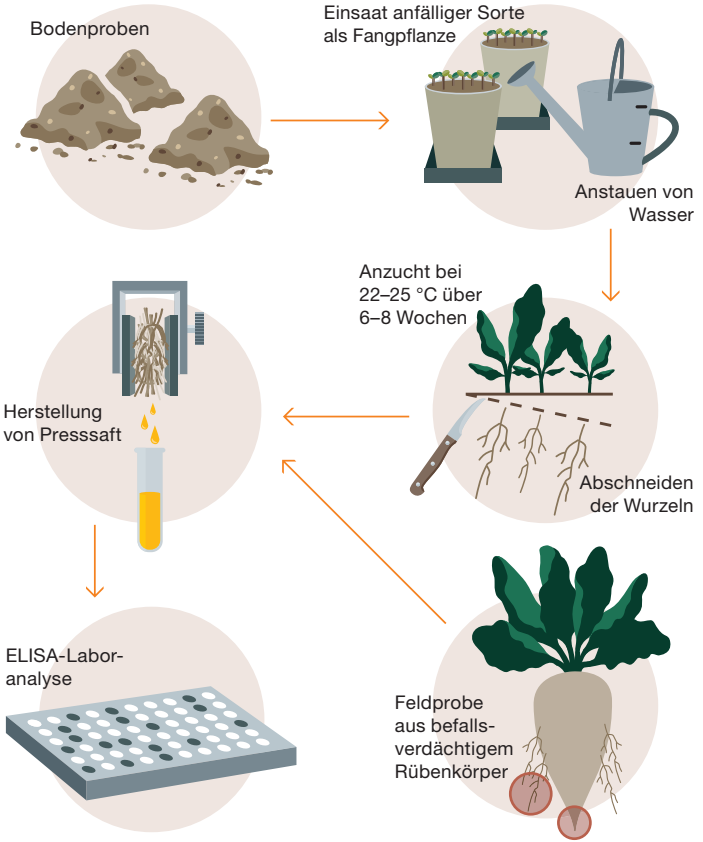


Abb. 12: Zwei Wege des sicheren Rizomania-Nachweises: Durchführung eines Fangpflanzentests sowie direkter Nachweis aus Feldprobe von Wurzeln befallsverdächtiger Rüben

Abb. 13: Anziehen von Fangpflanzen im Material der Bodenprobe

Hinweise zur Probenahme

Zur Analyse des Virusgehaltes können von frischen befallsverdächtigen Pflanzen aus dem Bestand Seitenwurzeln und Wurzelspitzen entnommen und kühl gelagert in ein Labor eingesandt werden. Der Presssaft wird dann direkt aus diesem Material gewonnen und im ELISA untersucht. Ist der Virusgehalt sehr hoch und besteht der Verdacht auf resistenzüberwindende Stämme, so folgt eine molekulare Analyse der Virus-RNA. Die Analyse frischen Materials aus Feldproben liefert in der Regel die schnellsten Ergebnisse.

Stehen keine frischen Rüben zur Verfügung oder soll eine Fläche im Jahr vor dem Rübenanbau untersucht werden, so können Bodenproben von der Fläche gezogen werden. In diese Bodenproben wird im Labor Saatgut einer anfälligen Sorte als Fangpflanze eingesät und für ca. 6 bis 8 Wochen unter für Pilz und Virus optimalen Bedingungen angezogen (Abb. 13).

Biologie des Erregerkomplexes

Aspekte zur Krankheitsentwicklung

Rizomania ist eine **Viruserkrankung, die durch den Bodenpilz (Protist) *Polymyxa betae* übertragen** wird. Optimale Bedingungen für die Entwicklung des Pilzes sind Bodentemperaturen von etwa 15 bis 25°C, ein pH-Wert im neutralen bis schwach alkalischen Bereich und eine ausreichende Bodenfeuchte. Aus den virusbeladenen Überdauerungsorganen entwickeln sich sogenannte Schwärmsporen (Zoosporen), die ebenfalls das Virus enthalten und mithilfe der beiden Geißeln aktiv auf die Wurzelhaare zuschwimmen können.

Beim Eindringen des Pilzes in die Pflanzenzelle wird das Virus mit übertragen. Nach Infektion der Wirtspflanzen, zu denen neben der Zuckerrübe auch weitere Beta- und Chenopodium-Arten gehören (z. B. Futterrüben, Mangold, Rote Bete, Spinat), entwickeln sich im Pflanzengewebe entweder vielkernige Plasmodien des Pilzes, die ihrerseits Zoosporen entlassen und zu Neuinfektionen führen können, oder es werden die Dauerorgane (Zystosori) gebildet, mit denen der Pilz bis zu 20 Jahre überdauern kann und infektiös bleibt (Abb. 14).

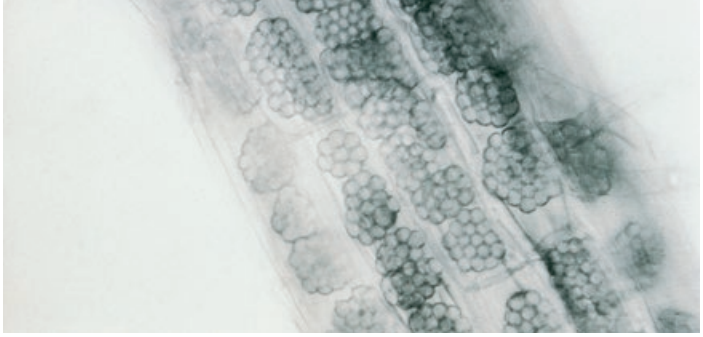


Abb. 14: Überdauerungsorgane des Bodenpilzes *Polymyxa betae* – Überträger der Rizomania – im Gewebe einer Zuckerrübenwurzel

Verbreitung der Rizomania durch einen Bodenpilz

Das BNYVV ist ein einzelsträngiges RNA-Virus des Genus Benyvirus (Abb. 15). Die stäbchenförmigen Viruspartikel bestehen aus vier bis fünf RNA-Komponenten. Das Virus kommt in unterschiedlichen Formen vor und ist verschiedenen Typen zuzuordnen (Tab. 1). Die Virustypen unterscheiden sich auch in ihrer Aggressivität.

Abb. 15: Elektronenmikroskopische Aufnahme des BNYVV-Virus – Erreger der Rizomania

Tab. 1: Übersicht der wichtigsten Rizomania-Virustypen

Virustyp	Beschaffenheit	Vorkommen
A	4 RNA	in allen EU-Ländern, im Iran, in den USA, China und Japan
B	4 RNA	in Deutschland weit verbreitet, Belgien, Frankreich, Schweiz, Schweden, China und Japan
P	5 RNA	erstmals in Pithiviers/Frankreich nachgewiesen, daneben an vier Standorten in Norwich/GB entdeckt
J	5 RNA	Japan und China

Aspekte zur Epidemiologie

Rizomania wird über Bodenpartikel verbreitet, die den Pilz *Polymyxa betae* oder seine Dauersporen tragen. Rizomania kann im Nahbereich über anhaftendes Material an Bodenbearbeitungs-, Drill- und Spritzgeräten, Beregnungsanlagen, Erntemaschinen und Transportfahrzeugen verschleppt werden. Feinste Bodenpartikel können jedoch auch über unkontrollierbare Verbreitungswege wie Wasser (Drainagewasser, Abwasserverregnung), sogar über Schuhe, Wild und Vögel verschleppt werden. Im Fernbereich kommen für die Übertragungen in erster Linie mit Boden behaftete Fahrzeuge, aber auch Produkte mit minimalem Erdanhang (z. B. Pflanzkartoffeln) infrage. Winderosion kann die Verbreitung der Rizomania ebenfalls fördern.

Wissenschaftliche Untersuchungen aus den Niederlanden konnten bestätigen, dass schon **durch geringste Mengen infizierten Bodenmaterials Rizomania verbreitet werden kann** (J. WEVERS, IRS, 1992). So kann selbst die Verwehung kontaminierter Bodenpartikel bei Trockenfrost im Winter oder bei zu feiner Bodenbearbeitung zu einer unkontrollierten Ausbreitung der Rizomania führen.

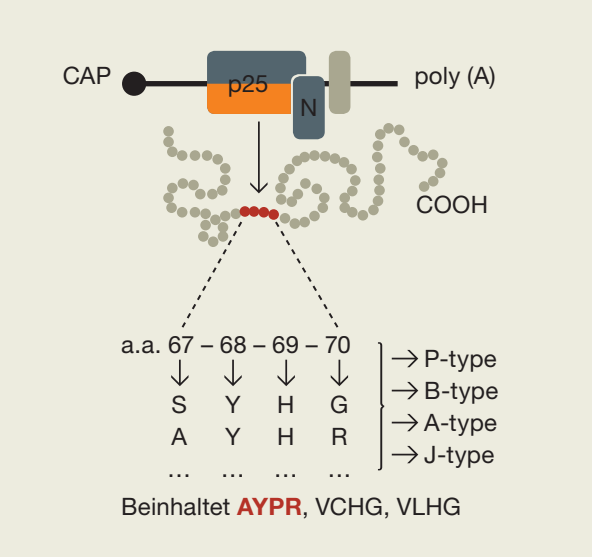
Ist erst ein Befallsnest in einem Schlag vorhanden, so breitet sich die Krankheit innerhalb weniger Jahre über die gesamte Fläche aus, wie W. Schäufele schon Mitte der 1980er-Jahre nachwies. Die mehr oder weniger flächendeckende Ausbreitung der Rizomania hat gezeigt, dass passive Maßnahmen der Eindämmung wenig erfolgreich waren. Direkte Bekämpfungsmaßnahmen wie z. B. Pflanzenschutzmittel, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge oder Zwischenfrüchte haben keine Effekte. **Die Sortenwahl ist die einzige Maßnahme, um auf Rizomania-Befall zu reagieren**.

Eine Verbreitung des Virus über das Rübensaatgut (nach systemischer Infektion) sowie eine Verbreitung von virustragenden Vektoren über aufbereitetes pilliertes Saatgut ist nicht möglich. Auch scheiden Insekten und Nematoden als Vektoren aus. Eine Übertragung aus thermisch behandelten Zuckerfabrikprodukten wie Melasse- oder Pressschnitzel, Zucker und Carbonatationskalk ist ebenfalls auszuschließen.

Rizomania verändert sich – Mutationen im Virusgenom verursachen Resistenz-überwindung

Seit mehr als 30 Jahren sind rizomaniatolerante Zuckerrübensorten im Anbau. Die Resistenz ist in Deutschland bis jetzt sehr beständig. Dennoch kann es **durch Mutationen im Virusgenom zu neuen Virusstämmen kommen**. Wenn sich diese im Boden anreichern können und die **Resistenz der klassischen rizomaniatoleranten Sorten überwinden**, treten typische Rizomania-Symptome und wirtschaftlich bedeutende Ertrags- und Qualitätsverluste auf.

Insgesamt ist das Genom des BNYVV sehr stabil. Allerdings gibt es ein Protein, das P25 auf der RNA 3, das in einem bestimmten Sequenzbereich eine erhöhte Variabilität aufweist (Abb. 16). Jede der vier Sequenzen (67, 68, 69 oder 70) kann mutieren. Mutationen in diesem Bereich können zu Veränderungen der Symptomausprägung und Resistenzüberwindung bei den klassischen rizomaniatoleranten Sorten führen. Es sind jedoch nur wenige dieser Art bekannt. Nicht jede Mutation überwindet zwangsläufig die Resistenz. Mutationen sind bei allen Virustypen möglich. Bisher sind vor allem beim A-Typ Mutationen bekannt. AYPR ist dabei die vorherrschende Mutation, es können aber auch andere relevant sein (z. B. VCHG; VLHG; P25-Tetrade [67, 68, 69, 70] des BNYVV-Genoms).



Quelle: GALEIN UND BRAGARD, 2011, unveröffentlicht

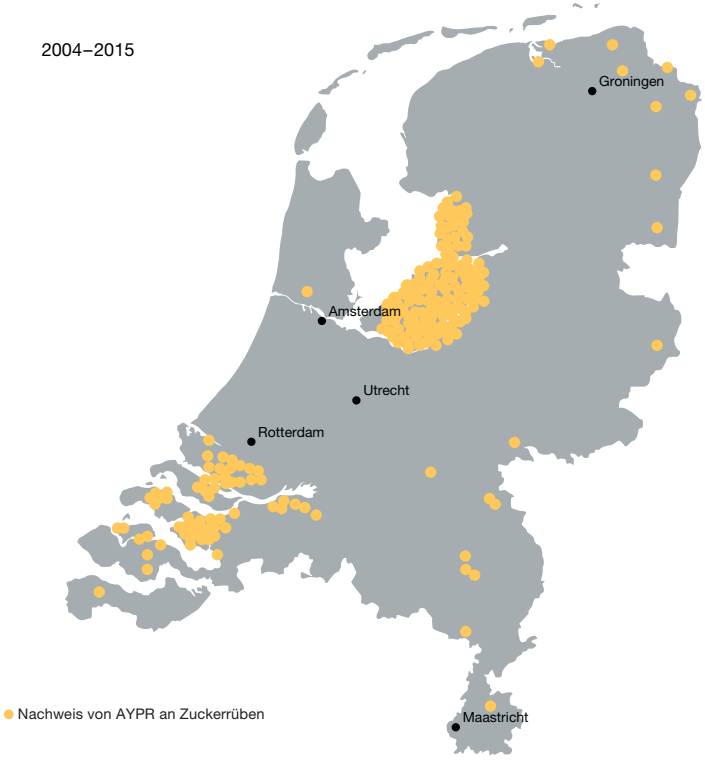
Abb. 16: Erhöhte Variabilität der P25-Tetrade (67, 68, 69, 70) auf der RNA 3 des BNYVV-Genoms

In den Niederlanden beispielsweise werden seit 2004 wieder vermehrt Rizomania-Symptome und Ertragsverluste beobachtet. Das Rizomania-Virus hat sich hier verändert. Neue AYPR-Stämme breiteten sich relativ schnell von den Polderregionen her aus und überwanden die Resistenz der klassischen rizomaniatoleranten Sorten (Abb. 17). Interessanterweise wurden diese resistenzüberwindenden Stämme zuerst auf den Flächen nachgewiesen, auf denen auch früher schon die erste Rizomania gefunden wurde.

Abb. 17: Rizomania-Resistenzüberwindung auf einer Praxisfläche in Lelystad (NL), August 2015. Sortenwechsel in der Sämaschine von rechts nach links

Um das Ausmaß der Verbreitung abschätzen zu können, wird vom Institute of Sugar Beet Research (IRS) in den Niederlanden schon seit mehr als zehn Jahren ein Monitoring durchgeführt. Abbildung 18 zeigt die Funde von Rizomaniaresistenzüberwindungen und wie schnell sich das veränderte Virus seit 2012 weiter ausgebreitet hat. Innerhalb von zwei bis drei Jahren wurden auch außerhalb der klassischen Poldergebiete vermehrt Resistenzüberwindungen nachgewiesen. Die einzige Möglichkeit der Landwirte, auf diesen veränderten Rizomania-Befall zu reagieren, ist der Anbau von Sorten mit der RZ 2.0-Toleranz, die dort seit 2012 im praktischen Anbau sind.

In Deutschland ist der neue Rizomania-Stamm (AYPR) bisher nur auf einem Standort in Norddeutschland gefunden worden. Eine weitere Ausdehnung ist bislang nicht bekannt. Wie sich die Verbreitung dieser neuen Stämme zukünftig entwickelt, ist noch ungeklärt.



Quelle: HANSE, B., 2012; HANSE, B. & RAAIJMAKERS, E., 2016, IRS

Abb. 18: Nachweis und Verbreitung von Rizomaniaresistenzüberwindung (AYPR) in den Niederlanden 2004 bis 2015

Rizomaniaresistenzzüchtung

In der Züchtung rizomaniatoleranter Sorten wurde anfänglich nur mit einer italienischen Resistenzquelle gearbeitet, später konnten **weitere Resistenzquellen identifiziert** werden. Die Holly Sugar Company in Kalifornien fand in den späten 1980ern ein hohes Resistenzniveau in Experimentalhybriden, das monogen von einem einzigen dominanten Allel vererbt wurde (Rz 1). Die **klassischen rizomania-toleranten Sorten basieren auf diesem Rz 1-Gen**. In den späten 1990ern konnte eine **neue Resistenz-quelle von Wildrüben *(Beta vulgaris spp. maritima)* entwickelt werden (Rz 2)**. Heute kennen wir fünf unterschiedliche Resistenzquellen. Neben diesen wirken weitere sogenannte Minorgene im gesamten Zuckerrübengenom an der Resistenz mit, um die Virusausbreitung in der Pflanze zu reduzieren.

Eine Kombination von **mehreren Resistenzquellen in einer Sorte kann das Resistenzniveau anheben** und der Gefahr einer Resistenzüberwindung wirksam vorbeugen.

Abb. 19: Zuchtfläche auf Standort mit Resistenzüberwindung (AYPR) in den Niederlanden

RZ 2.0 – Rizomaniatoleranz der neuen Generation

Rizomaniatolerante Sorten der RZ 2.0-Generation kombinieren **mehrere Resistenzquellen**. Sie sind mit den klassischen rizomaniatoleranten Sorten auf einem Leistungsniveau. Unabhängig von der Befallsstärke können Sie eine konstant hohe Leistung erbringen. Dies ist von Bedeutung, da bei nesterweisem Auftreten der Rizomania, selbst innerhalb eines Schlages, vom Nicht- bis zum Starkbefall alle Abstufungen auftreten können.

Abbildung 20 zeigt Versuchsergebnisse aus dem Jahr 2014. In den Versuchen mit geringem bis mittlerem Rizomania-Befall erzielten die Sorten der RZ 2.0-Generation stabile Zuckererträge auf dem Leistungsniveau der klassischen rizomaniatoleranten Sorten. Der **Versuch unter Starkbefall** wurde auf einem Standort in Süddeutschland durchgeführt, der zugleich als Hochertragsstandort gilt. Im Mittel erzielten die **geprüften RZ 2.0-Sorten** dort einen signifikant höheren Zuckerertrag als die klassischen rizomaniatoleranten Sorten und **konnten das hohe Ertragspotenzial deutlich besser ausschöpfen**.

Quelle: KWS SAAT SE, eigene Ergebnisse 2014; Rz 1: n = 16, RZ 2.0: n = 23; 100 = Mittel des KWS Verrechnungsstandards. Box zeigt 50 % der Werte, Whisker 25 %–75 % Quantil. Grenzdifferenz (Tukey-HSD mit α = 5 %) = 4,68

Abb. 20: Leistung von klassischen rizomaniatoleranten Sorten (Rz 1) und Sorten der RZ 2.0-Generation auf Standorten mit unterschiedlicher Befallsstärke in Deutschland

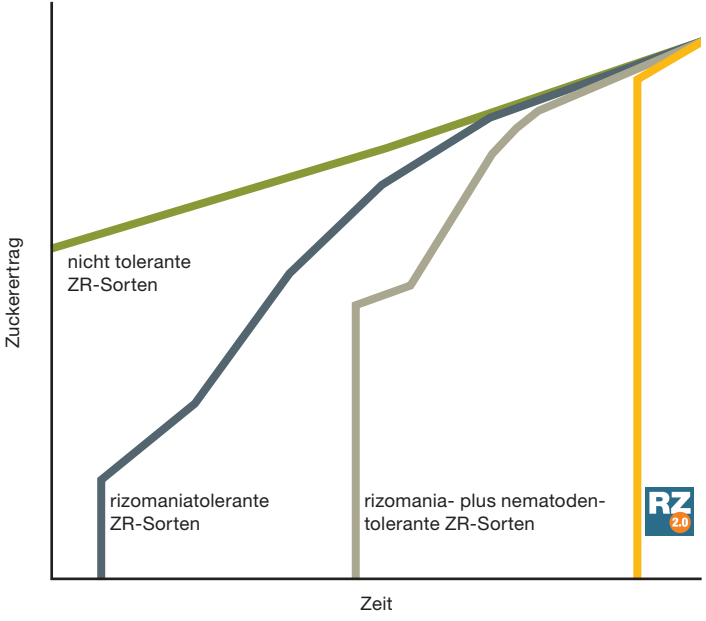
Auch auf Standorten in den Niederlanden mit AYPR-Befall zeigt sich die Leistungsstärke der Sorten mit RZ 2.0-Toleranz. Erfahrungen aus der Praxis und Versuche vom IRS (Tab. 2) belegen, dass gravierende Ertrags- und Qualitätsverluste durch den Anbau dieser Sorten vermieden werden können.

Tab. 2: Leistung von klassischen rizomaniatoleranten und RZ 2.0-Sorten bei Resistenzüberwindung

Sortentyp	Zucker-gehalt (relativ)	Zucker-ertrag (relativ)	Bereinigter Zuckerertrag (relativ)	Blinker (%)
Rz 1	95	93	91	72
Rz 1 + Rz 2	100	100	100	2

Quelle: HANSE, B., & RAAIJMAKERS, E., 2016, IRS. Ergebnisse von 7 niederländischen Versuchen (2012–2015) mit AYPR-, TYPR- und/oder VYPR-Befall

Das **breite RZ 2.0-Sortenspektrum beinhaltet bereits Sorten mit weiteren Toleranzen wie Nematoden und Rhizoctonia**. Diese Innovation der KWS ist ein wichtiger Schritt in der Erfolgsgeschichte der Rizomaniaresistenzzüchtung. Seit Zulassung der ersten toleranten Sorte im Jahr 1983 konnten enorme Ertragssteigerungen in diesem Segment erreicht werden (Abb. 21). Hochleistende Zuckerrübensorten mit Rizomaniatoleranz als Grundeigenschaft wurden zum Standard. Seit 2016 sind RZ 2.0-Sorten auch im deutschen Zuckerrübenanbau verfügbar und bieten die beschriebenen Vorteile.



Quelle: KWS SAAT SE, eigene Darstellung

Abb. 21: Züchtungsfortschritt bei rizomaniatoleranten Zuckerrübensorten, schematische Darstellung

Sortenwahl

Die Frage, ob eine RZ 2.0- oder eine klassische rizomaniatolerante Sorte angebaut wird, sollte sich zum einen am Befallsstatus der Fläche bzw. der Anbauregion orientieren, zum anderen an den Sorteneigenschaften.

Auf Flächen ohne auffällig starken Rizomania-Druck können klassische rizomaniatolerante Sorten ebenso wie RZ 2.0-Sorten angebaut werden. Die Zuckerrübensorten werden aufgrund ihrer Sorten- und Anbaueigenschaften wie z. B. Ertragsparameter, Leistungskonstanz, Erntezeitpunkt oder Toleranzkombinationen ausgewählt. **Bei sehr starkem Rizomania-Befall ist eine RZ 2.0-Sorte zu empfehlen, um das Risiko von Ertragsausfällen zu minimieren**.

Auf Flächen mit Resistenzüberwindung sollte eine tolerante RZ 2.0-Sorte angebaut werden, um die wirtschaftlich bedeutsamen Verluste in Ertrag und Qualität zu vermeiden. Bei Anbau einer klassischen rizomaniatoleranten Sorte auf einer Fläche mit Resistenzüberwindung sinken Zuckergehalt, Zuckerertrag bzw. der Bereinigte Zuckerertrag erheblich (Tab. 2). Im Extrem kann unter starkem Befall die Rübe so nachhaltig geschädigt sein, dass auch die Rodbarkeit negativ beeinflusst wird.

Zusammenfassung

Rizomania ist eine Viruskrankheit, die zu schweren Ertrags- und Qualitätsverlusten führen kann. Resistenzüberwindung sowie sehr starker Befall können bei klassischen rizomaniatoleranten Sorten Verluste hervorrufen. Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich.

Symptome

- nesterweise Aufhellungen im Bestand
- lange Blattstiele, schmale Blattspreite
- Kümmerwuchs und Ausbildung eines Wurzelbartes
- Verbräunung der Gefäßbündelringe

Zusätzliche Merkmale

- erhöhter Natriumgehalt
- verringerter Zuckergehalt
- verringerter Amino-N-Gehalt
- Ertragseinbußen

Nachweis der Krankheit

- Labortest per ELISA

Die **einzige Möglichkeit, auf Rizomania-Befall zu reagieren, ist der Anbau von toleranten Sorten**. Bei Resistenzüberwindung sollten Sorten der RZ 2.0-Generation angebaut werden, um Verluste zu vermeiden. Die KWS kann auf eine langjährige Erfahrung mit diesen Sortentypen zurückblicken. Rizomaniatolerante Sorten beweisen seit Jahren in der Praxis und in den offiziellen Versuchen ihre Leistungsstärke. Sorten der neuen Generation RZ 2.0 tragen erneut zur Steigerung des Ertragsfortschritts bei und sichern über eine Mehrfachtoleranz gegen Rizomania das Ertragspotenzial ab.

Ausblick

Der Züchtungsfortschritt, der in der Rizomania-Züchtung in den vergangenen Jahren geleistet wurde, ist enorm. Neue leistungsstarke Sorten mit der Rizomaniatoleranz RZ 2.0 sind ein weiterer Beweis dafür. In den kommenden Jahren sind Leistungssteigerungen im Ertrag und in der Qualität, aber auch in der Gesundheit der Sorten zu erwarten.

Mehrfachtoleranzen haben heute schon größte Bedeutung und werden weiter an Wichtigkeit gewinnen. In der Züchtung wird weiter nach Resistenzgenen gesucht und an den Resistenzeigenschaften rizomaniatoleranter Sorten gearbeitet, um den Veränderungen der Virustypen entgegenzuwirken und langfristig Sorten für den erfolgreichen Zuckerrübenanbau bereitstellen zu können.

Weitere KWS Ratgeber

Bitte beachten Sie auch unsere weiteren kostenlosen Fachbroschüren zu Nematoden, Rhizoctonia und Blattkrankheiten!

Einfach bestellen unter:
www.kws.de/zuckerruebe

Tel.: 0 55 61 / 311-227
Fax: 0 55 61 / 311-600
E-Mail: info@kws.de