

Züchtung von gesundem Kohlgemüse

Paul Scholze und Reiner Krämer (Quedlinburg)

Mit dem zunehmenden Interesse an ausgewogener Ernährung wächst auch der Verbrauch von qualitativ hochwertigem Gemüse. Insbesondere die vielfältigen Formen des Kohlgemüses zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Vitaminen und lebenswichtigen Mineralstoffen aus. Der Befall mit Krankheitserregern kann jedoch zu erheblichen Qualitäts- und Ertragsverlusten führen. In der Pflanzenzüchtung spielt daher die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten eine große Rolle. Ob eine Pflanze Resistenzen gegen bestimmte Krankheitserreger aufweist, ist in ihren Erbanlagen, den Genen, festgelegt. In den verschiedenen Genbanken, die weltweit geführt werden, befinden sich Tausende von Wildformen und primitive, aber womöglich widerstandsfähige Kultursorten. Die Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) sucht gezielt in diesen riesigen Beständen nach Resistenzgenen, um die Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten zu fördern. Dazu ist es notwendig, leistungsfähige Prüfmethode zu entwickeln.

WAS IST RESISTENZ?

Resistenz bedeutet: Die Pflanze verfügt über Fähigkeiten, den Befall und die Besiedlung durch Krankheitserreger zu verhindern oder einzuschränken. Die Voraussetzung dafür ist im Erbgut der Pflanze verankert. Zwei Resistenztypen lassen sich unterscheiden: die rassenspezifische, vertikale Resistenz, für deren Ausprägung in der Regel ein bis drei

stark wirkende Gene verantwortlich sind und die rassenspezifische, horizontale Resistenz, die im allgemeinen auf einer Vielzahl von Genen mit geringerer Wirkung beruht.

Diese Resistenztypen sind unterschiedlich stabil, das heißt, die Dauer ihrer Widerstandsfähigkeit bei ständigem Infektionsdruck im wiederholten Freilandanbau ist unterschiedlich lang. Potentiell sind alle Resistenzmechanismen der Pflanze

durch neue Rassen oder Stämme der Erreger überwindbar, in besonderem Maße allerdings die der vertikalen Resistenz, die nur in einem oder wenigen Genen begründet liegt. Züchtungsforschung und Züchtung sind daher ständig vor die Aufgabe gestellt, Strategien zur Etablierung neuer Krankheitsresistenzen zu entwickeln, um der hohen Variabilität der Erreger effektiv begegnen zu können. Das trifft auch für das Kohlgemüse zu.

WIRTSCHAFTLICH BEDEUTSAME KRANKHEITEN

Beim Kopfkohl kann eine Reihe von pathogenen Pilzen empfindliche qualitäts- und ertragsmindernde Krankheiten verursachen. Der zur Rassenaufspaltung neigende Erreger der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) vermag extreme Wucherungen an den Wurzeln hervorzurufen (Abb. 1), die den Wasser- und



Abb. 1: Kohlhernie an Rosenkohl



Abb. 2: Phoma-Schaden an Kopfkohlblatt

Stofftransport der Pflanze beeinträchtigen. Die Erreger der Kohlschwärze (*Alternaria brassicicola* und *Alternaria brassicae*) und der Umfall- und Blattfleckenkrankheit (*Phoma lingam*, Abb. 2), wirken sich negativ auf die Qualität der Ware aus und mindern so ihren Marktwert. Neben diesen Pilzkrankheiten gewinnt das Kohlschwarzringflecken-Virus (*turnip mosaic virus* – *TuMV*) zunehmend wirtschaftliche Bedeutung. Folgen des Virusbefalls sind oft Wachstumsdepressionen und unterschiedlich ausgeprägte Symptome an den Blättern der jeweiligen Kohlart (Abb. 3). So können beim Weißkohl Teile des Blattgewebes absterben.



Abb. 3: Virose (TuMV) am Weißkohl (links) und am Chinakohl (rechts)

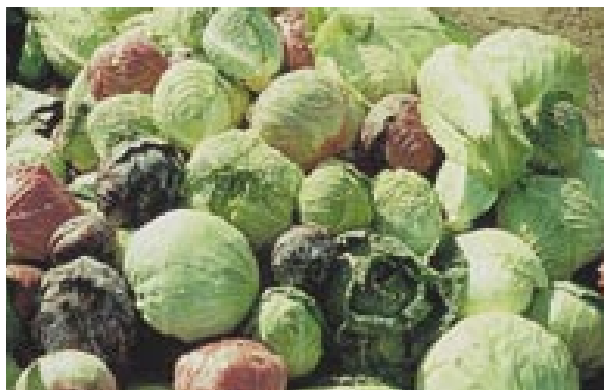
VERFAHREN ZUR PRÜFUNG DER RESISTENZ

Voraussetzung für den Einbau von Resistenzen in Kulturpflanzen ist die Auffindung (Evaluierung) von geeigneten Resistenzspendern. Bei den kreuzblütigen Gemüsekulturen handelt es sich bevorzugt um die Auswahl von möglichst reinerbig resistenten Einzelpflanzen, seltener um Populationen. Diese müssen zunächst über eine einfache Symptombewertung (Resistenz-Screening) unter Freiland- und/oder Gewächshausbedingungen – zumeist bei zusätzlichem Infektionsdruck – ermittelt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dabei geeignete Resistenzen zu finden, ist umso höher, je mehr Material getestet wird. Das setzt Prüfverfahren voraus, die bei einem möglichst hohem Seriedurchlauf und bei Beachtung der erregerspezifischen Besonderheiten eine sichere Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gewährleisten.

Im Institut für Gemüse-, Heil- und Gewürzpflanzenzüchtung der BAZ wurden entsprechend lei-

stungsfähige Prüfmethode entwickelt. Die relativ aufwendige Bewertung der Resistenz gegen das *TuMV* – hier muß die Erregerkonzentration mit serologischen Tests (ELISA) erfaßt werden – ließ sich durch ein modernes Gerät zur Preßsaftgewinnung wesentlich rationalisieren. Für die unterschiedlich aggressiven beiden *Alternaria*-Arten und die *Phoma*-Krankheit wurde ein Simultanprüfverfahren entwickelt. Mit ihm ist unter Einbeziehung von nur zwei Blättern oder Blattsegmenten pro Pflanze die Infizierung von täglich mindestens 450 Einzelpflanzen ge-

gen alle drei Erreger gleichzeitig möglich. Darüber hinaus lassen sich an derselben Pflanze, trotz völlig andersartiger Inokulationstechnik und Infektionserfordernissen, zusätzlich die Kohlhernie und das *TuMV* nachweisen. Alle ausgewiesenen Resistenzträger werden mehrfach geprüft, gegebenenfalls unter zusätzlicher Einbeziehung unterschiedlicher Rassen/Isolate der Erreger. So können durch optimierte Resistenzprüfmethoden auch Mehrfachresistenzen in einem Genotyp aufgefunden werden.



Für die Evaluierung von Resistenzen stehen umfangreiche Sortimente, z. B. Kopfkohl, in Genbanken zur Verfügung

GENETISCHE RESSOURCEN

Für die Evaluierung von Resistenzen stehen umfangreiche Sortimente in nationalen und ausländischen Genbanken (Gatersleben, Braunschweig, Wageningen, Wellesbourne, St. Petersburg u. a.) zur Verfügung. Sie setzen sich zumeist aus früher angebauten Sorten, alten Landsorten, Zuchtlini-

en und einer Vielzahl im Freien weit verbreiteter Brassicaceen-Arten (Kohl, Raps und verwandte Pflanzen) zusammen.

Seit langem werden aus genetisch-züchterischen Gründen bevorzugt Formen der Art *Brassica oleracea*, auf die unsere bekanntesten Gemüsekohlarten zurückgehen, in die Prüfungen einbezogen.

Grün- und Wirsingkohle verfügen über eine verhältnismäßig vielfältige Resistenzausprägung gegenüber *Plasmidiophora*, *Phoma* und *TuMV*. Aber auch bei anderen Arten aus der Gattung *Brassica*, z. B. der Stoppelrübe, der Kohlrübe und – allerdings in wesentlich geringerem Ausmaß – dem Chinakohl sind traditionell Resistenzen gegen die genannten Erreger zu erwarten (Abb. 4).

Neuerdings gewinnen auch verwandtschaftlich weiter entfernte Gattungen aus der Familie der Kohlgewächse (Brassicaceen) zunehmend Bedeutung als potentielle Resistenzspender.

So finden sich bei Rettich (*Raphanus*), Rettich-Kohl-Bastarden (*Raphanobrassica*) und Meerrettich (*Armoracia*) häufig Pflanzen, die eine absolute Resistenz gegen alle getesteten Rassen der Kohlhernie sowie gegen aggressive Isolate des *TuMV* aufweisen. Einige Linien des weißen Senfs (*Sinapis alba*) haben eine besonders hohe Widerstandsfähigkeit gegen *Alternaria*. Diese Eigenschaft ist hoch willkommen, denn alle Wildkohlherkünfte sind gegen diese weit verbreiteten Pathogene äußerst anfällig.

Ein noch weitgehend unerschlossenes Reservoir für Resistenzgene stellen die Zierpflanzen und Unkräuter dar.

Bei mehr als 30 geprüften Arten konnten Ein-, Zwei- und Dreifach- sowie Vierfachresistenzen gegen jeweils beide *Alternaria*-Arten, *Phoma* und *Plasmidiophora* gefunden werden. Während viele kreuzblütige Unkräuter gegenüber allen Krankheiten anfällig sind und dadurch

auch den Fortbestand der Erreger in den Agrarflächen ermöglichen, bleiben andere Arten (z. B. *Barbarea* sp., *Rapistrum perenne*) auch bei massiver künstlicher Infektion mit den Erregern immun, das heißt ohne erkennbare Symptome. Es ist gegenwärtig noch unklar, welche Resistenztypen in diesen Pflanzen zum Tragen kommen. Der Manifestierungsgrad und die gegenüber den verschiedenen Erregerassen differenzierte Reaktionsweise sprechen dafür, daß es sich um dominante Resistenzgene handelt. Sie wären besonders zur Begrenzung des *Alternaria*-Befalls einsetzbar. Die Resistenzgene dieser Unkräuter sind aus züchtungsstrategischen Gründen von sehr großer Bedeutung.

RESISTENZTRANSFER

Für die Übertragung von Resistenzgenen stehen sowohl konventionelle sexuelle als auch moderne Labor-Verfahren zur Verfügung (z. B. Embryo-Rescue, somatische Hybridisierung sowie Gentransfer). Diese Verfahren sind besonders dann vielversprechend, wenn starke Hybridisierungsbarrieren, die bei den verwandtschaftlich weiter entfernten Kreuzblütlern auftreten, umgangen werden müssen.

Im Institut für Gemüse-, Heil- und Gewürzpflanzenzüchtung wird zur Übertragung von Resistenzen aus *Brassica*, *Raphanus*, *Sinapis* und einigen freiwachsenden Kreuziferenarten in Kopfkohl die sogenannte Protoplastenfusion genutzt. Bei diesem Verfahren werden den in Frage kommenden Zellen zunächst die Zellwände entfernt.

In einem zweiten Schritt werden dann diese 'nackten' Zellen – Protoplasten genannt – miteinander verschmolzen. Die daraus regenerierten Pflanzen werden auf Resistenz und Fruchtbarkeit geprüft und – bei positivem Ergebnis – in die Rückkreuzung mit einer leistungsfähigen Kohlart geführt.

VORAUSSETZUNG FÜR WEITERE ZÜCHTUNG

Ziel einer weiteren Bearbeitung muß es zunächst sein, die Resistenz, die infolge cytologischer Inbalancen während des Selektionsprozesses wieder verloren gehen kann, zu erhalten und zu stabilisieren. Ferner müssen die mitübertragenen unerwünschten Merkmale weitgehend eliminiert werden. Da die Stabilität der Resistenz auch den verschiedenen Umwelteinflüssen unterliegt, sollten die Kulturpflanzen eine hohe Resistenzgenetische Diversität aufweisen. Daher sind möglichst mehrere



Abb. 4: Virusresistenzprüfung von Chinakohl im Feld: *TuMV*-anfällig (vorn), *TuMV*-resistent (hinten)

Resistenzspender mit unterschiedlichen genetischen Voraussetzungen einzubeziehen.

Unter diesen Prämissen ist mit zeitaufwendigen, komplizierten Selektionsprozessen zu rechnen. Die praktische Züchtung ist mit einer derartigen Aufgabe überfordert. Es kann daher nur ein Auftrag an die Züchtungsforschung sein, mit ausreichenden Kapazitäten und dem erforderlichen methodischen Know-how Basismaterial bereitzustellen, das unmittelbar von der Züchtung verwertet werden kann. ■

Dr. P. Scholze, Dr. R. Krämer, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Gemüse-, Heil- und Gewürzpflanzenzüchtung, Neuer Weg 22/23, 06484 Quedlinburg