

Entwicklung von Phytophthora-resistentem Zuchtmaterial für den ökologischen Landbau

Georg Forster, Karen Sieber, Andrea Schwarzfischer & Adolf Kellermann

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Zusammenfassung

Insbesondere im ökologischen Kartoffelanbau stellt die Kraut- und Knollenfäule, hervorgerufen durch den Erreger *Phytophthora infestans*, ein großes Produktionsrisiko dar. Der Pflanzenzüchtung obliegt die Aufgabe Sorten bereit zu stellen, die sowohl durch überdurchschnittliche Toleranz als auch Resistenz gegenüber dieser Krankheit eine besonders gute Eignung zum Anbau haben. Über das Bundesprogramm „Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ (BÖLN) fördert das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft ein Verbundprojekt, in dem durch die Bündelung der deutschen Fachkompetenz dieser Aufgabenstellung züchterisch begegnet wird. Die Kooperationspartner entwickeln zusammen unter Inanspruchnahme einer breiten Pflanzendiversität, genetischer Ressourcen, moderner Selektionsmethoden und ökologischer Anbaumethoden Zuchtklone, die eine gut ausgeprägte Krautfäuleresistenz in Kombination mit weiteren Resistenz- und Qualitätseigenschaften besitzen. Dazu werden anhand von Ergebnissen eines Sortenversuchs Eltern für Kreuzungen ausgewählt, deren Nachkommen sowohl phänotypisch als auch durch genetische Marker hinsichtlich ihrer Resistenz bewertet werden.

Abstract

One of the highest production risks, particularly under organic farming conditions, is late blight, caused by *Phytophthora infestans*. Plant breeding must develop varieties which are distinguished through high levels of tolerance and resistance to this disease and are therefore very suitable for organic production. The Federal Ministry of Food and Agriculture promotes a joint research project in the “Federal Organic Scheme and other forms of sustainable agriculture” (BÖLN). In this project, the challenge is approached by pooling the German expertise in potato breeding. The co-operation partners use high plant diversity, genetic resources, modern methods of selection and organic farming conditions to breed clones. These clones combine late blight resistance with resistances to other pathogens and quality traits. Results from a variety trial are used to choose breeding parents whose progeny are evaluated by phenotype and genotype with genetic markers.

Einleitung

Ein Blick in die deutsche Bundessortenliste 2013 offenbart die geringe Auswahlmöglichkeit bei der Sortenwahl bei besonderer Gewichtung der Krautfäuleanfälligkeit. Lediglich zwei Speise- und vier Wirtschaftssorten erhalten die Note 3 von 126 bewerteten Kartoffelsorten. Fügen sich zu den Sortenauswahlkriterien noch Ansprüche z. B. an die Resistenz gegenüber

bestimmten Pathotypen von Kartoffelnematoden (*G. rostochiensis*, *G. pallida*), reduziert sich die Anzahl der zur Auswahl stehenden Sorten weiter. Zudem stellt der Verwendungszweck der im ökologischen Landbau produzierten Kartoffeln besonders hohe Ansprüche an die innere wie äußere Qualität der Ware. Der Anteil der zu verarbeitenden Ware ist viel geringer, vielmehr wird für den direkten Verzehr produziert. Auf dem Weg einer ganzjährigen einheimischen Lieferfähigkeit nahe zu kommen, sind sehr früh reifende Genotypen besonders gefragt. Im Frühkartoffelbereich lassen sich durch einen erhöhten Aufwand höhere Erlöse erzielen, welche aber durch eine stabile Ertragsbildung der Sorten abgesichert werden muss. Eigene Landessortenversuche für ökologische Bedingungen zeigen, dass zwischen den Sorten Leistungsunterschiede zwischen den Produktionsformen bestehen. Ergebnisse aus konventionellen Versuchen lassen sich nicht vollständig übertragen und veränderte Anbaubedingungen führen zu Sortenreaktionen, welche die jeweilige Anbauwürdigkeit bestimmt. Die intensive Suche von ökologisch wirtschaftenden Kartoffelerzeugern nach geeigneten Sorten macht einen Entwicklungsbedarf deutlich, dessen Ziel erst durch die kombinierte Nutzung von Zuchtmaterial, neuen Technologien und Methoden in absehbarer Zeit erreicht werden kann. Hierzu ist eine Zusammenarbeit der in der Kartoffelforschung und -entwicklung tätigen Institutionen zum Austausch von Wissen und Fortschritt und zur optimalen Ausschöpfung jeweiliger Ressourcen nötig.

Projektaufbau

Unter Zusammenarbeit von drei Bioverbänden (Naturland e.V., der Bioland Beratung GmbH und des Ökoring Niedersachsen e.V.), von in der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP) organisierten deutschen Kartoffelzüchtern, dem Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) und dem Julius Kühn-Institut für Kulturpflanzen (JKI) sollen unter Koordination der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) neue Sorten mit erhöhter Krautfäuleresistenz für den ökologischen Anbau gezüchtet werden. Drei in dem Verbund ebenfalls beteiligte kartoffelanbauende Biobetriebe (Biolandhof Huber, Kreis Landsberg am Lech (LL); Rinderhof Kainz, Landkreis Neuburg-Schrobenhausen (ND); Biobetrieb Vinnen, Landkreis Uelzen (UE)) stellen Flächen für Feldversuche und Zuchtgärten zur Verfügung und beteiligen sich aktiv bei der Selektion neuer Stämme.

Ziele des Projekts

Innerhalb des Projekts soll eine gezielte Züchtung von Kartoffelsorten für den ökologischen Anbau in Deutschland etabliert werden. Ökologisch wirtschaftende Landwirte beteiligen sich aktiv an der Züchtung und bringen sowohl ihre betrieblichen Möglichkeiten wie Flächen unter ökologische Bewirtschaftung mit ein und setzen ihr Wissen in der Selektion von Kartoffelklonen um. Entlang des Züchtungsprozesses wird die Schaffung von Basiszuchtmaterial mit gut ausgeprägter Krautfäuleresistenz in Kombination mit weiteren Resistenz- und Qualitätseigenschaften beschleunigt.

Vorgehensweise

Feldversuch

In einem Feldversuch findet eine Bewertung aktueller Sorten und Zuchtstämme statt. Dieser wird an drei ökologisch geführten Orten in zwei Wiederholungen durchgeführt. Ein paralleler Anbau des Versuchs unter Fungizidschutz in Freising dient zur Feststellung der Reifezeit. Neben den Züchtern und der LfL, die aktuelle Sorten und Zuchtstämme zur Prüfung zur Verfügung stellen werden zehn historische Sorten aus der Genbank des IPK und 23 Pree-breeding Stämme des JKI getestet. Sowohl der Einfluss des Krautfäulebefalls als auch von agronomischen Eigenschaften wie der Auflaufgeschwindigkeit oder der Pflanzenentwicklung auf den Knollenansatz, den Ertrag, die Sortierung und den Stärkegehalt werden ermittelt. Eine Speisewertprüfung gibt Aufschluss über die qualitativen Eigenschaften der Prüfglieder.

Neuzüchtung

Die Testergebnisse dienen der Auswahl von Kreuzungseltern. Die am Projekt beteiligten Institutionen JKI und LfL führen Kreuzungen durch und ziehen aus Samen Sämlingsknollen. Zwei der Landwirte bauen diese an, bewerten sie und selektieren Klone die für den erneuten Anbau im Folgejahr bestimmt sind. Aus wiederkehrenden Feldvermehrungen gewonnenes Knollenmaterial bietet die Möglichkeit zu weiteren Prüfungen wie Speise-, Verarbeitungs- sowie Blatinfektionstests an Augenstecklingen.

Einhergehend sollen aus den Beobachtungen zu den Sämlingspflanzen neue Kenntnisse über die Kreuzungseignung ihrer Eltern erlangt werden. Diese Kenntnisse werden in neuen Eltern-Kombinationen umgesetzt und damit der Kreuzungs- und Prüfaufwand effizient gestaltet.

Das Vorhandensein genetischer Marker für Resistenzen wird in den Eltern geprüft und ihre Wirksamkeit in der Nachkommenschaft evaluiert. Diagnostische Marker werden anschließend zur Selektion und Pyramidisierung von Resistenz genutzt.

Ergebnisse

Sortenversuch

In den zwei Versuchsjahren 2012 und 2013 konnte witterungsbedingt an vier von sechs Umwelten eine Prüfung auf Krautfäulebefall durchgeführt werden. An den einzelnen Standorten lag die Wiederholbarkeit der Befallseinschätzung zwischen 83 und 93 %. Die Übereinstimmung des Befalls über die Umwelten lag zwischen $R^2 = 0,67^{**}$ und $R^2 = 0,89^{**}$. Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Reifezeit und des Krautfäulebefalls. Ein weites Spektrum wird durch die Prüfglieder abgefasst. Von den fünf Standortsorten Anuschka, Princess, Lolita, Ditta und Jelly zeigt nur die letzte eine unterdurchschnittlichen Befall. Neben den Pree-breeding Klonen des JKI bestechen nur wenige weitere Klone durch einen geringen Befall. Die Reife beeinflusst die Krautfäuleanfälligkeit mit $R^2 = 0,12^*$.

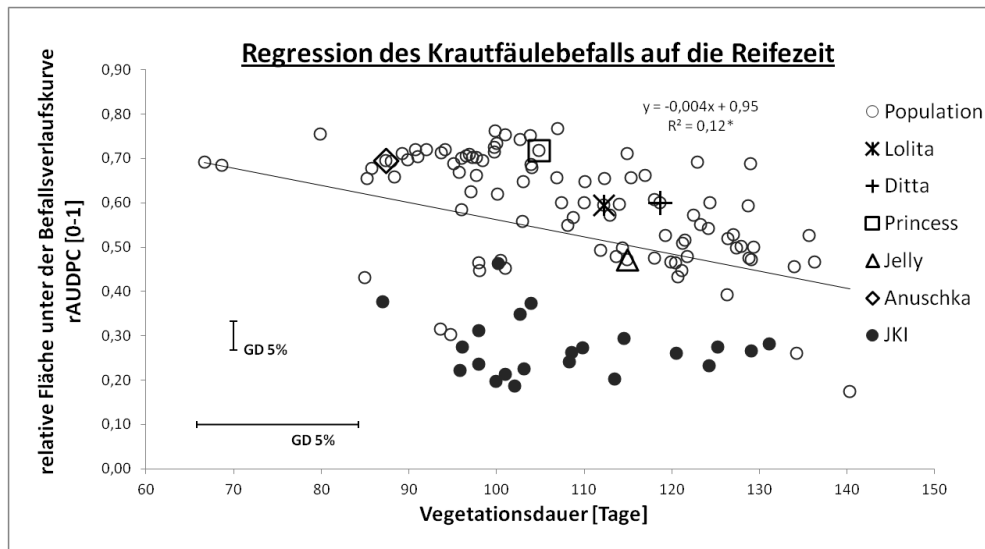


Abb. 1: Regression des Krautfäulebefalls auf die Reifezeit über 4 Umwelten. Über alle Reifegruppen bestehen signifikante Unterschiede im Krautfäulebefall zwischen den Prüfgliedern. Neben den Pree-breeding Klone des JKI blieben nur wenige weitere Prüfglieder gesund.

Die Ernte wurde zeitgleich für alle Prüfglieder nach dem Absterben der späten Prüfglieder durchgeführt. Die Wiederholbarkeit der Erträge innerhalb eines Standorts lag durchschnittlich bei 75 %. Der relative Ertrag der Prüfglieder variierte zwischen 31 und 160 %. Tendenziell liegen Prüfglieder mit höherer Resistenz auch im Ertrag höher ($R^2 = 0,25^{**}$). Neben der Resistenz trug bis zu einem gewissen Maß ebenfalls ein erhöhter Knollenansatz zu höheren Erträgen ($R^2 = 0,51^{**}$) bei.

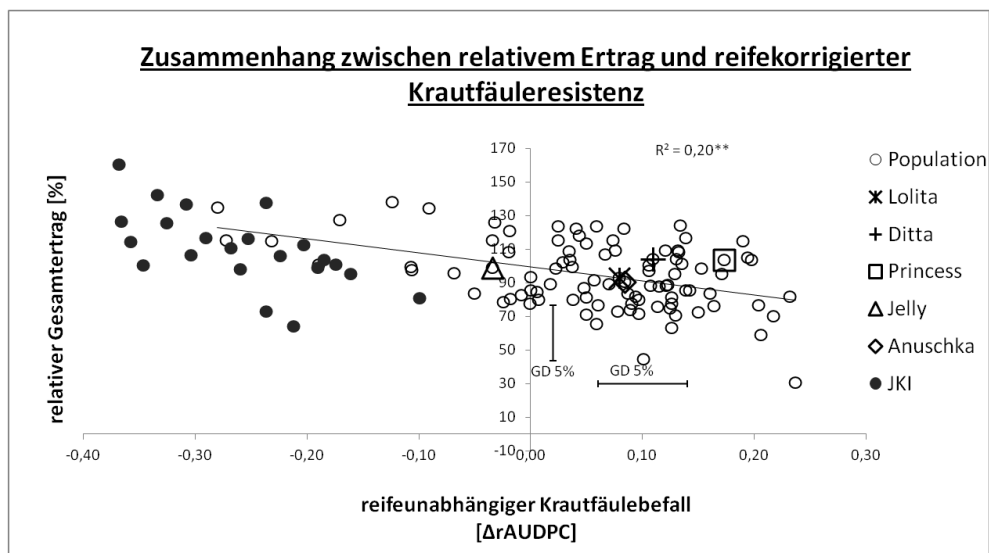


Abb. 2: Darstellung von Ertrag und reifekorrigierter Krautfäuleanfälligkeit über vier Umwelten. Die Unterschiede im Ertrag waren über die Prüfglieder signifikant. Eine gesteigerte Resistenz führte zu einem höheren Ertrag.

Die Stärkegehalte der Population lagen zwischen 9,8 und 22,5 %, ihre Heritabilität bei 93 %. Bei Betrachtung von Abbildung 3 fällt auf, dass die Zuchtstämme des JKI mit durchschnittlich 17 % noch unter dem Mittel der Wirtschaftssorten mit 18,2 % liegen, der Maximalwert aber noch höher lag. Die Klone mit Speiseeignung befanden sich zwischen 9,3 % und 16,9 % im Mittel bei 12,7 %.

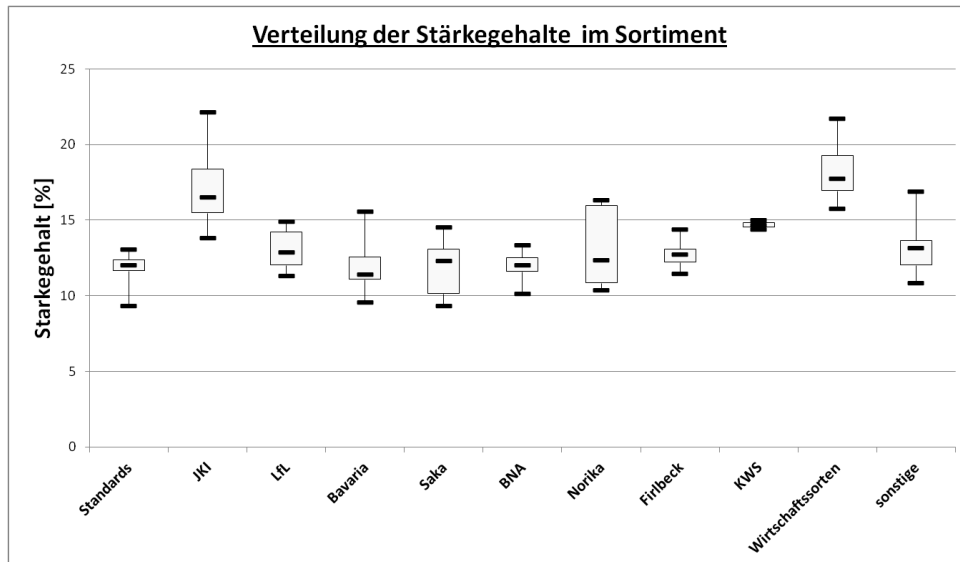


Abb. 3: Verteilung der Stärkegehalte nach Züchterhaus und Nutzung. Die Stärkegehalte der JKI-Stämme liegen ähnlich dem Niveau der Wirtschaftssorten.

Die Speisewertprüfung wurde vor allem zur Einschätzung der Resistenzgeneure durchgeführt. Bei den Stämmen des JKI zeigten lediglich zwei eine noch akzeptable Benotung im Geschmack, ein weiterer zeigte ein gutes Abschneiden in der Prüfung der Frittierereignung. Speziell diese drei Zuchtklone des JKI dienten neben den Sorten SarpoMira, Bionica, Vitabella und Biogold ab 2013 als Kreuzungseltern.

Neuzüchtung

Im Bereich der Neuzüchtung wurden 2012 erstmals 2318 Sämlingsknollen aus 70 Phytophthora-Resistenzkreuzungen auf den beiden Betrieben angebaut. Von diesen wurden 187 Klone selektiert und 2013 erneut als A-Klone angebaut. Dazu kamen wieder 2580 neue Sämlingsknollen aus 82 Kreuzungen, von denen 258 Klone am Ende der Saison selektiert wurden. Aufgrund der fehlenden Infektionsbedingungen für Krautfäule an den bayerischen Standorten 2013 beschränkte sich die Selektion auf die Kriterien Formschönheit, Fleischfarbe und Eisenfleckigkeit, welche besonders stark ausgeprägt war.

Die Ausstattung des Sortiments mit Resistenzmarkern beträgt 20 Klone mit Gro1 für Resistenz gegenüber *G. rostochiensis* (Gebhardt *et al.*, 2006; Schwarzfischer *et al.*, 2010), 23/9 Klone mit Yes3-3A/Yes3-3B für Immunität gegenüber PVY (Song und Schwarzfischer, 2008) und 2 Klone mit HC-Marker für Resistenz gegenüber *G. pallida* (Satterzadeh *et al.*, 2006). In einer Marker-gestützten Selektion wurden 2013 aus über 3000 Samen 626 Sämlingsknollen (429 Gro1, 92 HC, 105 Yes3-3A/3B) produziert welche 2014 zum Anbau kommen.

Ausblick

In einem weiteren Anbaujahr soll das Sortiment nochmals geprüft werden. Aufgrund des Umfangs der erhobenen Daten zur Beschreibung des Phänotyps der einzelnen Prüfglieder wird geprüft, ob sich diese in einer möglichen Assoziationsstudie nutzen lassen.

Da erstmals Samen von Eltern, welche beide im Feldversuch geprüft wurden, zur Verfügung stehen, lassen sich Populationen aufbauen und die Vererbung der Resistenz prüfen. Ein wiederholter Anbau und Prüfung von B-Klonen soll zeigen, ob sich durch Nutzung ökologisch geführten Flächen Genotypen selektieren lassen, die die vorzüglichen Eigenschaften ihrer Eltern vereinen.

Förderhinweis

Das Projekt wird im Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) unter der Nummer 2810OE071 gefördert.

Literaturverzeichnis

Bundessortenamt: (2013) Beschreibende Sortenliste Kartoffeln 2013

Gebhardt C, Bellin D, Henselewski H, Lehmann W, Schwarzfischer J, Valkonen JP (2006): Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato. *Theor. Appl. Genet.* 112, 1458-1464

Sattarzadeh A, Achenbach U, Lübeck J, Strahwald J, Tacke E, Hofferbert H R, Rothsteyn T, Gebhardt C (2006): Single nucleotide polymorphism (SNP) genotyping as basis for developing a PCR-based marker highly diagnostic for potato varieties with high resistance to *Globodera pallida* pathotype Pa2/3. *Mol. Breed.* 18, 301-312

Schwarzfischer A, Behn A, Groth J, Reichmann M, Kellermann A, Song Y S (2010): *Markergestützte Selektion in der praktischen Kartoffelzüchtung* -. Erfahrungen und Perspektiven. Bericht über die 60. Arbeitstagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 73-76

Song YS, Schwarzfischer A (2008): Development of STS markers for selection of extreme resistance (Ry sto) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars. *Am. J. Pot. Res.* 85, 159-170

Zitiervorschlag: Forster G, Sieber K, Schwarzfischer A & Kellermann A (2014): Entwicklung von Phytophthora-resistentem Zuchtmaterial für den ökologischen Landbau. In: Wiesinger K, Cais K & Obermaier S (Hrsg.): *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag 2014, Tagungsband.* –Schriftenreihe der LfL 2/2014, 192-197