

Kartoffelzüchtung für den ökologischen Landbau – Wege in die Zukunft

Sieber K¹, Forster G, Schwarzfischer A & Kellermann A

Keywords: potato breeding, late blight resistance, organic farming, participative breeding.

Abstract

Most crop varieties which are used in organic farming are developed for and under conventional farming techniques. These cultivars may then be tested and used for organic production. Between 2012 and 2018 the German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) promotes in the "Federal Organic Scheme and other Forms of Sustainable Agriculture" (BÖLN) a joint project to breed new potato varieties under organic farming conditions. A great variety of modern cultivars is used to combine quality traits with the late blight resistance of pre-breeding clones from the Julius Kühn-Institute. To optimize results all breeding clones are grown and selected on organic farmland where they have to thrive under reduced nitrogen levels, mechanical weed reduction and high late blight pressure. Here we present results and practical experience from a participative approach where farmers are directly involved in the selection process.

Einleitung und Zielsetzung

Die Ansprüche, die der ökologische Landbau an Kartoffelsorten stellt, unterscheiden sich zum Teil erheblich von denen des konventionellen Anbaus. Bedingt durch den alternativen Pflanzenschutz und die mechanische Unkrautbekämpfung sowie durch eine in der Regel geringere Stickstoffversorgung der Pflanzen benötigt der ökologische Landbau Sorten, die hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen besitzen, durch schnelle Jugendentwicklung Unkrautwachstum unterdrücken und eine hohe Nährstoffeffizienz aufweisen. Von Vorteil ist eine Ertragsstabilität, die sich über die veränderlichen biotischen und abiotischen Stressfaktoren hinwegsetzt. Darüber hinaus möchte sich der ökologische Landbau einen Marktvorteil mit besonders wohlschmeckenden Sorten schaffen.

Dem Ruf nach einer Kartoffelzüchtung speziell für den ökologischen Landbau folgend wurde 2012 ein Projekt initiiert, das sich dieser Aufgabe annimmt. In einem Forschungsverbund arbeiten das Julius Kühn-Institut für Kulturpflanzen (JKI), das Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) und die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit drei Bioverbänden (Naturland e.V., der Bioland Beratung GmbH und des Ökoring Niedersachsen e.V.) sowie deutschen Kartoffelzüchtern zusammen. Letztere sind in der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFPI) organisiert. Im Projekt werden neue Kartoffelstämme entwickelt, die auf ökologischen Anbauflächen selektiert werden. Hierfür sind drei kartoffelanbauende Biobetriebe (Biolandhof Huber, Kreis Landsberg am Lech, Rinderhof Kainz, Landkreis Neuburg-Schrobenhausen,

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; Am Gereuth 2; 85354 Freising; Deutschland; karen.sieber@lfl.bayern.de; www.lfl.bayern.de

miteinander. Ziel des partizipativen Züchtungsansatzes ist es, Basiszuchtmaterial mit gut ausgeprägter Resistenz gegen *Phytophthora infestans* (*P.i.*), dem Erreger der Kraut- und Knollenfäule, zu schaffen. Diese sollen mit weiteren Resistenz- und Qualitätseigenschaften kombiniert und dabei bereits im frühen Stadium auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau geprüft werden.

Methoden

a) Schaffung von Zuchtmaterial, Anbau und Selektion

Im Züchtungsprozess werden Nachkommen Krautfäule-resistenter Eltern erzeugt, die im ökologisch geführten Zuchtgarten hinsichtlich ihrer Resistenzeigenschaften geprüft und selektiert werden. Die Auswahl der Kreuzungseltern erfolgt anhand der Ergebnisse eines Sortenversuchs, der zwischen 2012 und 2015 parallel zum Züchtungsvorhaben auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen zum Anbau gekommen war. Die Sämlingsknollen wurden in den Gewächshäusern der Institute des JKI und der LfL herangezogen, geerntet und anhand von Knollenmerkmalen vorselektiert.

Partizipative Zuchtbetriebe sind der Biolandhof Martin Huber in Geltendorf (LK Landsberg am Lech) und der Rinderhof Max Kainz (LK Neuburg an der Donau). Auf den ökologisch geführten Flächen werden seit 2012 je Betrieb 1500 Sämlingsknollen im Einlochanbau im Abstand von 80 bis 100 cm gepflanzt. A-Klone werden in der Regel in Kleinparzellen mit 5 Knollen angebaut und bonitiert. B- und C-Klone kommen in Doppelbeeten zu 10 Knollen zweifach wiederholt und randomisiert zum Anbau, um Bonituren zur Krautfäule-Anfälligkeit durchzuführen. Zur Reifebonitur werden B-, C-, und D-Klone unter Fungizidschutz auf einer LfL-eigenen Fläche geprüft.

Die Selektion erfolgt nach der Ernte gemeinsam mit den Ökolandwirten. Zur Entscheidungsfindung werden die Ergebnisse der Krautfäule-Bonituren sowie Knollenform, Augentiefe, Schalenbeschaffenheit, Stolonhängigkeit, Fleischfarbe und Ertrag herangezogen.

b) Marker-gestützte Selektion (MAS)

An der LfL werden Kreuzungseltern routinemäßig mit genetischen Markern untersucht. Zum Einsatz kommen neben SSR Markern zur Sortenprüfung, Gro1 für Resistenz gegenüber *G. rostochiensis* (Schwarzfischer et al. 2010), YES3-3A für Immunität gegenüber PVY (Song & Schwarzfischer 2008) und HC für Resistenz gegenüber *G. pallida* (Sattarzadeh et al. 2006). In geeigneten Kreuzungen werden Resistenzmarker-negative Sämlinge ausselektiert. Im Projekt wurden die molekularen Analysen um Marker für Krautfäule-Resistenzgene erweitert. Zur Anwendung kommen Blb3, Abpt1, Blb1 und Sto1 (Sieber et al. 2015).

Ergebnisse

a) Züchtung und Selektion

Ab 2011 wurden in Vorbereitung auf das geplante Projektvorhaben gezielte Kreuzungen mit Pre-Breeding Material des JKI durchgeführt, um Ausgangsmaterial zu schaffen. Wie in Tabelle 1 dargestellt, kamen ab 2013 knapp 3000 Sämlingsknollen zur Selektion auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen zum Anbau. Um den beiden partizipativen Züchtern jeweils 1500 Sämlingsknollen zur Verfügung stellen zu können, mussten jährlich bis zu 15 000 bis 20 000 Samen aus circa 100 Kreuzungen

angezogen werden. Bei der Selektion des ersten Feldanbaus wurden weniger als 10% als A-Klone ins kommende Anbaujahr übernommen (Tabelle 1). Da die Prüfung unter natürlichem Infektionsdruck durchgeführt wurde welcher 2013 nicht zustande kam, wurden in diesem Jahr die A-Klone lediglich anhand von Knollenmerkmalen ausgewählt und 2014 als B-Klone einer Resistenzprüfung unterzogen.

Tabelle 6: Übersicht über die Züchtungsarbeiten seit 2010

Jahr	2011	2012*	2013**	2014	2015	2016
Ausgewählte Kreuzungen	27	70	91	134	94	133
Anbau Stauden aus Sämlingsknollen		2.318	2.871	2.914	2.911	2.565
A-Klone			187	247	190	249
B-Klone				123	76	38
C-Klone					19	31
D-Klone						9

* Projektbeginn

** Witterungsbedingt keine Krautfäule-Infektion, daher keine Bewertung der Krautfäule-Resistenz

Um partizipative Züchtung auf den gewählten Betriebsflächen zu ermöglichen, wurde gemeinsam mit den Ökolandwirten ein Anbauschema erarbeitet. Folgende Kriterien wurden dabei für wichtig erachtet:

1. gutes Bestandsklima für A- bis D-Klone
2. Übersichtlichkeit für die Bewertung der Klone
3. Möglichkeit zur Pflege der Bestände mit betriebseigener Technik
4. Maschinelle Ernte

Trotz des optimierten Anbauschemas waren anfallende Arbeiten in einem Zuchtgarten des gewählten Umfangs von den Betrieben nicht alleine zu bewerkstelligen. Da diese im Kartoffelanbau tätig sind, fallen die Arbeitsspitzen im laufenden Betrieb und im Zuchtgarten zusammen. Um die Betreuung des Zuchtgartens zu gewährleisten, lag die Koordination von Anbau, Bonitur und Ernte auch nach Einarbeitung der Landwirte bei den Instituten. Das Projekt zeigte deutlich, dass ein Betrieb einen Mehraufwand an Zeit sowie flexibles Personal benötigt, um Züchtung und Selektion eigenverantwortlich übernehmen zu können.

a) Marker-gestützte Selektion beschleunigt den Züchtungsprozess

Im Züchtungsprojekt konnten für zwei Krautfäule-Resistenzhotspots insgesamt vier DNA Marker etabliert werden, die signifikant mit der Ausprägung von Resistenz in Zusammenhang stehen. Diese sind ein auf Chromosom IV gelegenes R2-ähnliches Gen und auf Chromosom VIII ein *blb1*-ähnliches Gen. Sequenzanalysen und Vergleiche des Kreuzungshintergrunds markerpositiver Klone ergaben, dass die untersuchten Resistenzgene durch Wildartkreuzung mit *Solanum stoloniferum* ins JKI Zuchtmaterial eingebracht worden waren. Nachfolgende RNA-Analysen ABPT/Blb3-positiver Klone bestätigen, dass die Genbereiche im grünen Blatt transkribiert werden. Ergebnisse zeigen, dass das Vorhandensein des Markers Blb3 einen signifikanten Unterschied ($p < 0.0001$) im Krautfäulebefall mit einem Klassenunterschied von 12 Prozentpunkten erklärt.

Diskussion und Schlussfolgerung

Neuzüchtung auf ökologisch bewirtschafteten Flächen bereitet den Weg zur Schaffung neuer Kartoffelsorten für den Ökolandbau. Wichtig ist der Einsatz von Pre-Breeding Material mit Resistenzen gegenüber den Erregern der Kraut- und Knollenfäule und anderen Kartoffelkrankheiten. Dieses kann nur durch gezielte Vorzüchtung bereitgestellt werden. Für die Nutzung Marker-gestützter Selektion müssen in Zukunft weitere Resistenzmerkmale untersucht und evaluiert werden. Nach Vorselektion durch molekulare Analyseverfahren und strengen Selektionsmethoden könnte der partizipativen Ökozüchtung in Zukunft aus den Zuchtprogrammen des JKI und der LfL eine immer hochwertigere Auswahl an Sämlingsknollen zur Verfügung gestellt werden.

Im laufenden Projekt konnte durch den speziell gewählten Züchtungsaufbau Augenmerk auf die Ausprägung von Krautfäule-resistenz im Zuchtmaterial gelegt werden. Allgemein wird in der Kartoffelzüchtung die Zuchtauswahl nach Bewertung von ungefähr 50 Qualitätsmerkmalen durchgeführt. Krautfäule-Resistenz wird dabei zwar immer wieder eingebracht, aber meist den Qualitätsmerkmalen hintan gestellt. Im Projekt wurde ein umgekehrter Selektionsansatz gewählt: Hier ist Krautfäule-Resistenz unabdingbares Merkmal, dem durch Kombinationskreuzung mit modernen Speisesorten Qualitätseigenschaften hinzugefügt wird. Die Selektion auf den ökologisch geführten Flächen sichert zudem, dass entstehendes Material eine höhere Stickstoffausnutzung besitzt und mit mechanischen Unkrautbekämpfungsmethoden zurechtkommt. Die partizipative Züchtung kann angepasste Sorten hervorbringen, welche die Wertschöpfung und damit die Entwicklungschancen kartoffelanbauender Betriebe steigert. Hierfür müssen Modelle entwickelt werden, die eine nachhaltige Finanzierung möglich machen.

Förderhinweis

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

Literatur

- 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. Breeding* 18: 301.
- Schwarzfischer A, Behn A, Groth J, Reichmann M, Kellermann A & Song YS (2010) Markergestützte Selektion in der praktischen Kartoffelzüchtung - Erfahrungen und Perspektiven. Bericht über die 60. Arbeitstagung der Vereinigung der Pflanzzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs: 73-76.
- Sieber K, Forster GM, Berger A, Hammann T, Kellermann A & Schwarzfischer A (2015) Assessment of genetic hotspots for *Phytophthora* resistance and their use as molecular markers in potato breeding. *Euroblight Workshop Proceedings*: 57-62.
- 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.