

# Züchtung und Agronomie neuartiger, Vicin-armer Ackerbohnen und Einsatz als einheimisches Eiweißfutter

## Ergebnisse und Empfehlungen für die Züchtung

### STECKBRIEF

Trotz ihres hohen Samenproteingehaltes (ca. 30%) wird die Ackerbohne (*Vicia faba*) noch immer in eher geringem Umfang angebaut. Ursächlich hierfür ist unter anderem das Vorkommen anti-nutritiver Inhaltsstoffe, wie Vicin und Convicin (VC) im Samen. Im hier beschriebenen Projekt suchten wir nach dem ursächlichen Gen für VC, entwickelten neue, eng-gekoppelte genetische Marker zur Unterstützung der Zucht und entwickelten mit Hilfe dieser Marker eine neue, leistungsstarke, VC-arme Winterackerbohnen-Population. Mit dieser neuartigen Winterackerbohne sowie mit den eng-gekoppelten Markern wird zur nachhaltigen Ausweitung des Ackerbohnenanbaus beigetragen.

### HINTERGRUND

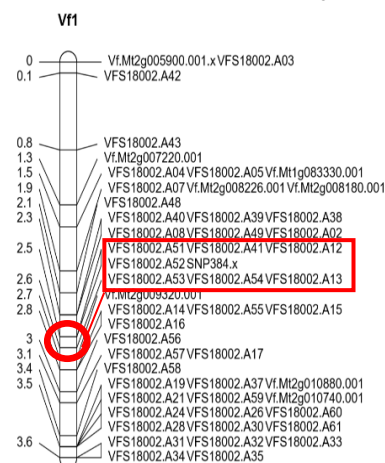
Die Ackerbohne (*Vicia faba*) ist von großer Bedeutung als einheimische Körnerleguminose mit hohem Proteingehalt (30%) und hohem Ertragspotential. Sie eignet sich außer für die Reinsaat auch gut für Mischanbausysteme und kann so zu einer Erhöhung der Agrobiodiversität in der Fruchtfolge beitragen. Die Ackerbohne findet sowohl in der menschlichen Ernährung als auch in der Futtermittelherstellung Verwendung. Hier zeigt sich ihre ökologische und politische Bedeutung, da durch vermehrte Verwendung heimischer Ackerbohnen die Eiweiß-Futtermittelimporte aus Übersee verringert werden können. Zurzeit wird die Ackerbohne, beispielsweise verglichen mit der Erbse, nur in relativ geringem Maß angebaut (2020: zirka 56.500ha Ackerbohnen im Vergleich zu rund 81.200ha Erbsen). Ein Grund dafür sind unter anderem die anti-nutritiven Inhaltsstoffe Vicin und Convicin (VC) in den Ackerbohnen-Samen, welche sich negativ auf Mensch und Tier auswirken können. Daher erscheint es sinnvoll, Ackerbohnen-Sorten mit möglichst niedrigem VC-Gehalt zu züchten. Obwohl solche Sorten bei Sommerackerbohnen bereits verfügbar sind, fehlt ein solcher Durchbruch für Winterackerbohnen, die meist ertragreicher und resistenter gegen Trockenstress und Blattlausbefall sind. Ein wichtiger Grund für den eher langsamen Zuchtfortschritt bei der Ackerbohne ist die fehlende DNA-Sequenz des sehr großen Genoms der Ackerbohne (13 GB). Dies hat die Suche nach und die Entwicklung von eng an wichtige Gene gekoppelte, genetische Marker erschwert. Das Ziel des hier beschriebenen Projektes war es daher, die genaue chromosomale Position des Gens, welches für

den Status „normal-VC“ versus „niedrig-VC“ zuständig ist, zu finden und mit diesem Wissen eng an das Gen gekoppelte oder im Gen liegende DNA Marker zu entwickeln. Diese Marker sollten dann im Folgenden bei der Zucht einer neuen, VC-armen Winterackerbohnenart als effiziente Werkzeuge eingesetzt werden. Eine offene Frage war, ob VC (welches auch in Wurzeln und Spross vorkommt) eine fungistatische Wirkung haben könnte und somit VC-arme Ackerbohnen fallweise Ertragsverluste verzeichnen würden. Daher wurde der Ertrag von VC-armen Winterackerbohnen auf sog. „leguminosen-müdem“ Boden untersucht.

### ERGEBNISSE

#### Genetische Arbeiten

In Arbeiten von Khazaeei et al. (2015, Universität Helsinki) war bereits ein Abschnitt von etwa 4cM auf dem Chromosom 1 der Ackerbohne als der Bereich benannt, in dem das gesuchte VC-Gen mit großer Wahrscheinlichkeit zu finden war. Allerdings liegen in diesem relativ großen Bereich noch zu viele Gene, als dass man direkt das VC-Gen benennen könnte. Umfangreiche mRNA-Analysen mit speziell für diesen Zweck entwickelten Pflanzen führten zu zusätzlichen, neuen Markern; so gelang es, den Bereich bis auf ein sehr kleines chromosomales Areal von nur noch 0,13 cM einzuzugrenzen (s. Abb. 1).



**Abb. 1** Genetisches Kartenfragment von Chr. 1 der chromosomalen Gegend des VC Gens. Rot markiert: Bereich um das Gen inklusive sehr eng-gekoppelter Marker.

Die genetischen Marker, die in diesen Abschnitt fallen, sind sehr gute Werkzeuge für eine Marker-gestützte Selektion auf VC-Armut von Ackerbohnen (s. Abb. 1, rot markierte Bereiche). Ein solcher, hoch-informativer Marker ist u.a. der Marker VFS18002.A52 (s. Abb. 2).

#### Marker VFS18002.A52

```
cctaaccattcaacatacgtaaacacaaagaaaactaataaacggtctctacaccatcct-
taattacgactattcctcaagaccagtagcaccattgaattgaatcaaacagtgattt-
taacaccattgtatgctcagtgccatagacgtggccatttgacacgtttgtctccaag-
tatctctggctc|A/T|gaagtgataagagttaagagtggttaccggtaaatgtaaacca
taacctttgagaccaatattagttgattgtagtcatcaactcatagattgaacac-
ctagatccctgagcatctgtgcaccaatgccgactccctagagtca-
acaggcaatccaactcctcgttgcttactacggatcccgctcc
```

Abb. 2. Marker VFS18002.A52; SNP in gelb gekennzeichnet.

### Ertrag VC-armer Winterackerbohnen im Feld

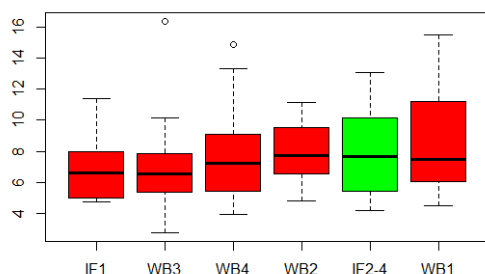


Abb. 3: Ertrag (g/Pflanze) von 6 Winterackerbohnenlinien, über 3 Jahre nach langjährig vorausgegangener Monokultur von Ackerbohnen (Provokations-Feld) IF2-4: VC-arm. Sonst: VC-reich.

Durch einen drei-jähriges Feldexperiment auf Leguminosen-müdem Boden (Provokations-Feld) wurde geprüft, ob die VC-Armut in den Samen, pleiotrop begleitet durch VC-Armut in den Wurzeln, einen Befall mit bodenbürtigen Pilzen begünstigt und sich so negativ auf den Ertrag auswirkt. Besonders interessant ist der Vergleich zwischen IF1 und IF2-4, diese beiden isogenen Linien unterscheiden sich nur im VC Gehalt. (s. Abb. 3). Als Kontrollen wurden winterharte Ackerbohnenlinien mit normalem VC-Gehalt (WB1, WB2, WB3, WB4) mitgetestet. Es zeigte sich kein Nachteil des niedrig-VC-Status von IF2-4. Einige weitere, ähnliche Feld-Experimente bestätigten diese Aussage.

#### Empfehlungen für die Einkreuzung von niedrig-VC in Elitematerial

Eine Marker-gestützte Selektion ist besonders für das Merkmal VC-Gehalt von Vorteil, weil der Phänotyp der Samen die Mutterpflanze beschreibt, nicht die schon im Samen angelegte, nächste Generation. Im Falle der VC-Armut lauten unsere Empfehlungen:

- Kreuzung VC-armer Elter mit VC-reichem Elter
- Selektion Marker-gestützt durchführen, und gegebenenfalls auch „nur“ heterozygot „richtige“ Segregaten direkt zur weiteren (Rück-)Kreuzung einsetzen!
- Recht bald, z.B. ab BC<sub>3</sub> den „einen“ Elite-Elter um zusätzliche Elite-Eltern ergänzen
- Zusammenstellung der „besten“ resultierenden BC-Linien zu einem Synthetik

Begleitend sollte regelmäßig der VC-Gehalt der Ackerbohnen klassisch-phänotypisch kontrolliert werden

### Züchtung von VC-armen Winterackerbohnen-Linien

Zur Zucht wurden zwei Linien verwendet, die aus der VC-armen Sommerackerbohnenart Mélodie (Mélodie/2) und aus der winterharten, aber VC-reichen Sorte Hiverna (Hiverna/2) stammen. Nach der initialen Kreuzung im Jahr 2006 wurde das Material durch mehrere Rückkreuzungen mit Hiverna/2 und

Tabelle 1. Diverse, winterharte Ackerbohnen, nach markergestützter Rückkreuzung niedrig in VC

Generation	Pedigree
BC4F4	(S_062 * BC3F2(Hiv/2 * Mél/2) (S_300 * BC3F2(Hiv/2 * Mél/2) (S_306 * BC2F2(Hiv/2 * Mél/2)
BC3F4	(S_340 * BC2F2(Hiv/2 * Mél/2)

konventioneller Selektion incl. Erfassung des VC-Gehaltes in den Samen weiter in Richtung Winterhärte und VC-Armut geführt. Die Erfassung des VC-Gehaltes beschreibt den Genotyp der Pflanze, auf der die Samen wachsen, nicht den Genotyp der Embryonen im Samen. Dadurch ergibt sich konventionell ein langwieriger Zuchtprozess. Die Verwendung von genetischen Markern beschleunigte diesen Prozess erheblich; es ist möglich, Heterozygotie schon vor der Blüte zu erkennen und solche Individuen direkt für die weitere Rückkreuzung einzusetzen. Das Zuchtvorhaben wurde im Verlauf des Abo-Vici-Projektes durch die Anwendung der neuen Marker erheblich beschleunigt. So wurden vier winterharte, VC-arme Linien erstellt, die 2020 zu einem Syn-0 zusammengestellt und ausgesät wurden.

### FAZIT

Die Erstellung neuer, genetischer Marker zur Zucht von VC-armen Winterackerbohnen, das Resultat, dass VC-Armut keine erkennbaren Nachteile für die Pflanzen im Feld bringt, sowie die Züchtung VC-armer Winterackerbohnen-Linien ebnet den Weg hin zu mehr Zucht, Anbau und Verkauf von VC-armen ertragsstabilen Winterackerbohnenarten und damit mehr einheimischen Eiweißpflanzen in der Fruchtfolge.

#### Projektleitung und Kontakt

apl. Prof. Dr. Wolfgang Link [wlink@gwdg.de](mailto:wlink@gwdg.de)

#### Projekt-Website

<https://www.uni-goettingen.de/de/566949.html>

Eine ausführliche Darstellung der Projektergebnisse finden Sie unter [www.ble.de/eiweisspflanzenstrategie](http://www.ble.de/eiweisspflanzenstrategie) und [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org), Projektnummer 2815EPS004

#### Impressum

Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Agrarwissenschaften  
Department für Nutzpflanzenwissenschaften  
Abteilung für Züchtmethodik der Pflanze  
Züchtungsforschung Ackerbohne  
Carl-Sprengel 1  
37075 Göttingen