

2 Zusammenfassung

In gemäßigten Klimaten werden Zuckerrüben (*Beta vulgaris* L.) im Frühjahr ausgesät und im darauf folgenden Herbst geerntet. Wie viele andere Kulturen, deren Aussaat im Frühjahr erfolgt, ist der Ertrag durch die langsame Jugendentwicklung am Beginn der Vegetationsperiode begrenzt. Durch einen höheren Blattflächenindex im Frühjahr ließe sich die Lichtabsorption und die Photosyntheserate steigern. Einen Ansatz, um die Vegetationsperiode von Zuckerrüben zu verlängern, bietet der Anbau von Zuckerrüben, die im Herbst gesät und erst im darauf folgenden Jahr geerntet werden. Durch die Verlängerung des Vegetationszeitraumes wird eine deutliche Steigerung des Ertragspotentials von Zuckerrüben erwartet. Notwendige Voraussetzungen für den Anbau von Winterrüben sind allerdings eine ausreichende Winterhärte und ein System zur Schosskontrolle. Die Schosskontrolle wird benötigt, da bei Zuckerrüben der winterliche Kältereiz die Streckung der Sprossachse induziert. Ziel dieser Arbeit war die phänotypische und genotypische Untersuchung von Winterhärte und Frosttoleranz in *B. vulgaris*.

In den Wintern 2008/09 und 2009/2010 wurde ein Sortiment von 396 *B. vulgaris* Akzessionen in acht Umwelten an fünf Standorten auf Winterhärte im Feld untersucht. Die Akzessionen unterschieden sich deutlich in ihrer Winterhärte und die Erbllichkeit für dieses Merkmal war sehr hoch. Das untersuchte *B. vulgaris* Sortiment setzte sich aus 100 Zuckerrüben, 61 Futterrüben, 90 rote Beten und 56 Wildrüben (*B. vulgaris* subsp. *maritima* L., BVM), sowie 27 nicht näher charakterisieren *B. vulgaris* Akzessionen zusammen. Überlebensraten wurden definiert als der Anteil an Pflanzen, die den Winter überlebten. Die Akzessionen, Umwelten, sowie die Interaktion von Akzessionen und Umwelten hatten einen hohen Einfluss auf die Überlebensraten. Die durchschnittliche Überlebensrate über alle Zuckerrüben betrug 39,7%. Die Wildrübenakzessionen zeigten neben der höchsten Überlebensrate auch die größte Variation (8,8% - 65,6%). Die durchschnittlichen Überlebensraten in den einzelnen Umwelten variierten von 0,7% bis 86,3%. Diese Ergebnisse zeigen deutliche genetische Variation für das Merkmal Winterhärte in Kulturrüben. Die beobachtete Winterhärte ist vermutlich ausreichend für den Winterrübenanbau in maritimen Regionen, jedoch nicht für den Anbau unter kontinentalen Bedingungen.

Auf Grund ihrer Differenzierung für Winterhärte und Frosttoleranz wurden 42 Akzessionen in 107 Kombinationen gekreuzt. Von elf dieser Kombinationen wurden F₂ Populationen produziert. Auf Grund der beobachteten Variation wurde eine bi-parentale Zuckerrübenpopulation ausgewählt und es wurden 238 F_{2,3} Familien erstellt. Die Kartierungspopulation wurde in einer Frostkammer auf Frosttoleranz und im Feld auf Winterhärte untersucht. Für die QTL Kartierung wurde eine genetische Karte (674cM) basierend auf 127 AFLP-, SSR-, SNP- und CAPs-Markern entwickelt. Darüber hinaus wurden 37 Sequenzen mit hoher Homologie zu kälterregulierten Genen in *Arabidopsis thaliana* identifiziert, von denen acht als Marker für die Kandidatengene in die genetische Karte integriert werden konnten.

Für die Untersuchung der Frosttoleranz in der Frostkammer wurden 226 F_{2,3} Familien für sechs Wochen bei 20°C angezogen und anschließend für zwei Wochen bei 4°C kälteakklimatisiert. Die Frostbehandlung erfolgte für 48 Stunden bei -7°C. Anschließend wurden die Überlebensrate (SR) und ein Index für die Frostschädigung (FSI) erfasst. Für das Merkmal FSI wurden drei QTL auf den Chromosomen 1, 3 und 8 identifiziert, die gemeinsam 17,3% der phänotypischen Variation erklärten. Die QTL auf Chromosom 3 und 8

kosegregieren mit zwei QTL für SR, die wiederum 13,1% der beobachteten Variation erklärten.

Unter Feldbedingungen wurden die Überlebensraten (SR) und der Anteil an Pflanzen, die drei Wochen nach dem letzten Frostereignis noch lebten (RLP), in 238 F_{2:3} Familien erfasst. Leider wurde die Auswertbarkeit der Feldversuche durch die nassen Aussaatbedingungen und den strengen Winter erheblich eingeschränkt. Daher sind die beiden auf Chromosom 4 und 6 für das Merkmal RLP identifizierten QTL auch als vorläufig zu betrachten. Gemeinsam erklärten die beiden QTL 11,7% der phänotypischen Variation.

In einem dritten Experiment wurde in den Wintern 2008/09 und 2009/2010 eine aus 268 Akzessionen bestehende Auswahl des obigen Sortiments in acht Umwelten an fünf Standorten auf Winterhärte und einjähriges Schossen untersucht. Anschließend wurde das Sortiment an fünf Loci von drei wichtigen Blühregulationsgenen mit Hilfe von EcoTILLING genotypisiert. Es konnten Sequenzvariationen in dem Gen *BvFL1* identifiziert werden, die sowohl einen Einfluss auf das Schossverhalten, als auch auf Winterhärte hatten. Diese Assoziationen liefern einen ersten Hinweis auf eine Funktionalität von *BvFL1* in *B. vulgaris*.



Prof. Dr. Christian Jung