

Einfluss von Genotyp und Umwelt auf den Blatt-Glucosinolatgehalt bei Raps

Stijn Cleemput^{1*} und Heiko C. Becker¹

Abstract

Glucosinolates are secondary plant metabolites, which are believed to have numerous functions in plant-pathogen interactions. In this study resynthesized rapeseed lines were examined for their variation in glucosinolate content in leaves and stems. Alkenyl glucosinolates are the most dominant glucosinolate group in the leaves (82%) followed by indolyl glucosinolates (17%) and phenylglucosinolates (1%). Only one resynthesized line shows a low alkenyl and high indolyl content in its leaves and stems, indicating a different gene action for indolyl and alkenyl synthesis in the green material. There was a significant correlation ($r^2=0.66$; $p=0.05$) between the content of glucosinolates in the stems and leaves. The glucosinolate content in the leaves varied considerably (0.16-4.64 $\mu\text{mol/g D.M.}$) with an average of 0.81 $\mu\text{mol/g D.M.}$ The average glucosinolate content in the stems was higher as in the leaves with a value of 1.29 $\mu\text{mol/g D.M.}$ The heritability of the total glucosinolates and the individual glucosinolate groups (alkenyl and indolyl) in the leaves and the stems was between 0.40 and 0.71.

Keywords: rapeseed, glucosinolate, alkenyl, resynthesized rapeseed

Einleitung

Ein zukünftiges Anwendungsgebiet von Raps könnte die Verwendung von Biomasse für die Biogasproduktion sein. Aufgrund des hohen Schwefelgehalts ist Raps dafür weniger geeignet. Glucosinolate sind schwefelhaltige Verbindungen und haben außerdem möglicherweise eine hemmende Wirkung auf Bakterien, welche für die Biogasproduktion verantwortlich sind. In dieser Arbeit wird die Vererbung in dem Grünmaterial der Rapspflanze untersucht.

Es ist zu vermuten, dass eine unterschiedliche genetische Kontrolle und Biosynthese der beiden Hauptgruppen, nämlich der Alkenyle und der Indol-Glucosinolate vorliegt (RÜCKER und RÖBBELEN 1994). Die Zusammenhänge zwischen den Alkenylen und Indolen werden in einem breiten genetischen Material untersucht.

Vor allem werden Resynthesen verwendet, die durch Artkreuzung zwischen Rübsen und Kohl hergestellt wurden. Es sollen die genotypische Varianz und der Einfluss der Umwelt in einem mehrortigen und mehrjährigen Feldversuch bestimmt werden.

Material und Methoden

Pflanzenmaterial und Feldversuche

Das Ausgangsmaterial für die Feldversuche besteht aus 22 Resynthesen und einem Standard (Winterraps Express). Diese Population wurde 2008 in Einbeck und Göttingen angebaut. Die Pflanzen sind in Doppelreihen von 2 m Länge ausgesät worden. Im Frühjahr wurden Blatt- und Stängelproben geerntet. Aus Göttingen sind für zwei Jahre (2007 und 2008) Proben von einem Großteil der Population (14 Akzessionen) vorhanden, die ebenfalls im Frühjahr geerntet wurden. Für die Bestimmung der Heritabilität wird die Population um Kreuzungen erweitert, die 2008 an den gleichen beiden Standorten angebaut waren.

Extraktion und Bestimmung der Glucosinolate

Alle Proben wurden bei 55°C für 2 Tage getrocknet. Nach der Extraktion wurden die Glucosinolat-Gehalte mittels HPLC (Hochdruckflüssigkeitschromatografie) (THIES 1979) bestimmt. Neben dem Gesamtglucosinolatgehalt wurden auch die wichtigsten Glucosinolat-Typen der Alkenyl- (Progoitrin, Gluconapin, Glucobrassicinapin, Gluconapoleiferin) und Indol- (4-Hydroxyglucobrassicin, 4-Methoxyglucobrassicin, Neoglucobrassicin, Glucobrassicin) Gruppe bestimmt.

Ergebnisse

Glucosinolatmuster in den Blättern und Stängeln

Die Alkenyl- und Indol-Glucosinolate kommen sowohl in Stängeln als auch in Blättern vor. In den Blättern sind die Alkenylglucosinolate die dominante Glucosinolatgruppe (82%), gefolgt von Indol- (17%) und Phenyl-Glucosinolaten (1%). Auch in den Stängeln dominieren die Alkenyl-Glucosinolate für Blatt und Stängel von 23 Akzessionen im Mittel der beiden Standorte.

Die Korrelationen zwischen Alkenyl- und Indol-Glucosinolaten sind hoch signifikant ($r^2\text{Blatt}=0,57$ und $r^2\text{Stängel}=0,42$; $p=0,05$). Die Resynthese R53 zeigt als einzige Genotyp einen hohen Indol-Glucosinolatgehalt und einen niedrigen Alkenyl-Gehalt sowohl in den Blättern als auch in den Stängeln (*Abbildung 1*).

¹ Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Von-Siebold-Straße 8, D-37075 GÖTTINGEN

* Ansprechpartner: MSc. Stijn CLEEMPUT, scleemp@gwdg.de

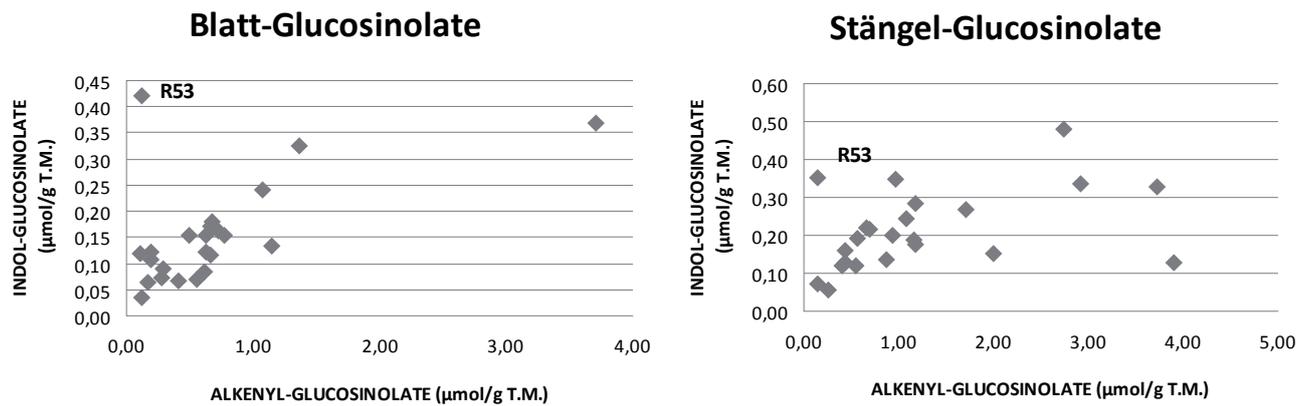


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Alkenyl- und Indol-Glucosinolate

Variation in Blatt und Stängel-Glucosinolaten im Resynthesierten Raps

Die Korrelation zwischen den Gesamt-Blatt- und Stängel-Glucosinolaten ist signifikant ($r^2=0,66$, $p=0,05$). Abbildung 2 zeigt die Glucosinolatgehalte für die unterschiedlichen Resynthesen, wobei H4 in den Blättern den niedrigsten Wert (0,16 µmol/g TM) und S3 den höchsten Wert (4,64 µmol/g TM) aufweisen. Der Mittelwert aller Genotypen im Blatt-Glucosinolatgehalt ist 0,81 µmol/g TM und im Stängel-Glucosinolatgehalt 1,29 µmol/g TM.

Abbildung 3 zeigt die Werte für 14 Resynthesen in drei Umwelten. Der Mittelwert für Göttingen ist 1,14 µmol/g TM für das Anbaujahr 2007 und 1,37 µmol/g TM für 2008. Der Mittelwert für Einbeck in 2008 beträgt 0,93 µmol/g TM. Damit zeigt der Standort auf die Blatt-Glucosinolate einen höheren Einfluss als das Jahr. In allen drei Umwelten hat S3 den höchsten Wert.

Heritabilität

Die Heritabilität für Glucosinolate in Blättern und Stängeln ist im Allgemeinen relativ hoch (Tabelle 1). Die Variation für den Glucosinolatgehalt sowohl in den Blättern als auch in den Stängeln ist also stark genetisch bedingt. Die Heritabilität ist für die beiden Hauptgruppen (Alkenyle und Indole) vergleichbar hoch. Der Umwelteinfluss scheint für die Stängel-Indole im Vergleich zu den Blatt-Indolen eine geringere Rolle zu spielen.

Diskussion

In den Blättern und Stängeln von resynthetisiertem Raps sind Progoitrin, Gluconapin und Glucobrassicinapin die dominanten Glucosinolat-Typen. Dies bestätigt ähnliche Untersuchungen von BECKMANN et al. (2007). Im Allgemeinen sind Alkenyl- und Indol-Glucosinolate hoch korreliert, wobei die Resynthese R53 eine bemerkenswerte Ausnahme ist.

Obwohl signifikant korreliert, übersteigt der Stängelglucosinolatgehalt den Blattglucosinolatgehalt. Dies ist vermutlich auf unterschiedliche Transportwege der Glucosinolate in der Pflanze zurückzuführen (BENNERT 1992). Untersucht wurde sowohl der Standorteinfluss als auch der Jahreseinfluss. Der Einfluss der Jahre war nur gering, dies müsste aber durch Untersuchungen in weiteren Jahren bestätigt werden. Die Heritabilität für die Glucosinolate in den Blättern und Stängeln ist relativ hoch, wenn man berücksichtigt, dass für deren Berechnung ein Versuch ohne Wiederholung an einem Standort in zwei Jahren verwendet wurde.

Glucosinolate haben eine Bedeutung für den Schutz gegen Krankheiten (MITHEN 2001), Indol-Glucosinolate können außerdem eine physiologische Funktion haben (BENNERT 1992), die fungizide Wirkung der Alkenyl-Glucosinolaten ist dagegen nicht immer eindeutig (GIAMOUSTARIS and MITHEN 1997). Noch weniger bekannt ist über eine mögliche bakterizide Wirkung der Glucosinolate z.B. bei der Biogaserzeugung. Dazu sind weiterführende Untersuchungen vorgesehen.

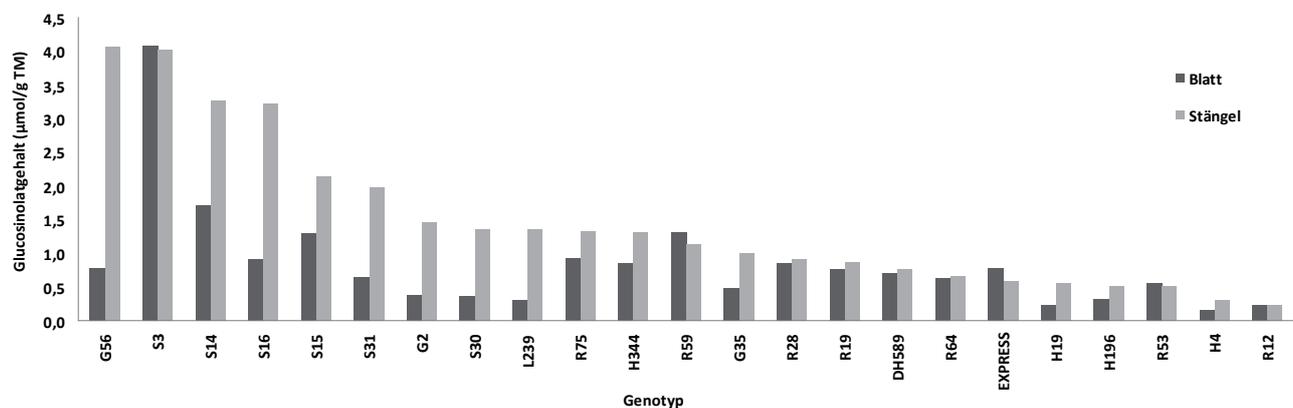


Abbildung 2: Genotypische Variation für Blatt und Stängel-Glucosinolate, Mittel über 2 Standorte

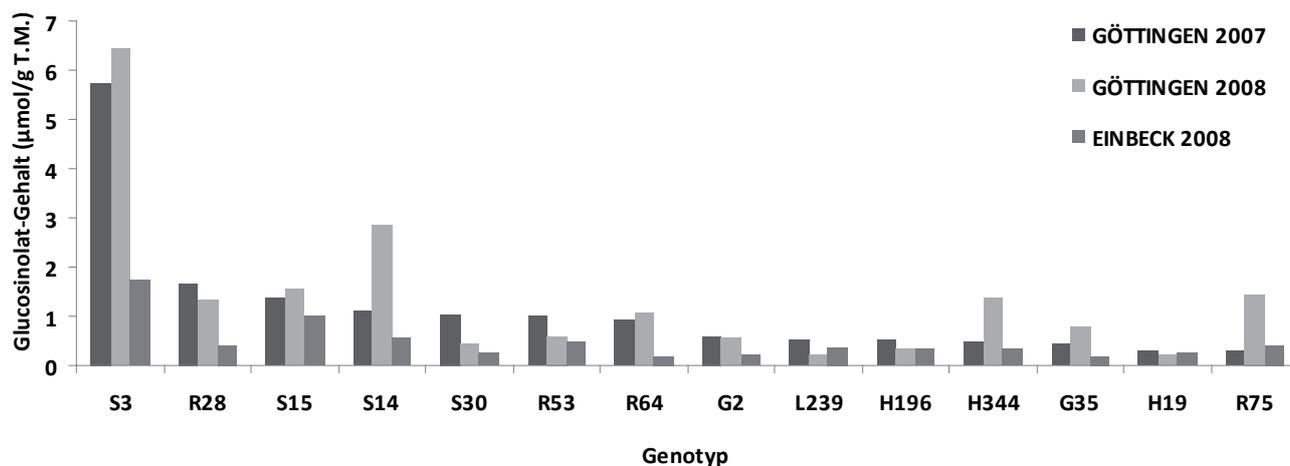


Abbildung 3: Genotypische Unterschiede für Blatt-Glucosinolate in drei unterschiedlichen Umwelten

Tabelle 1: Heritabilität für die Glucosinolate und Glucosinolatgruppen in den Blättern und Stängeln

Pflanzenteil	N	Progoitrin	Alkenyl-Glucosinolate	Indol-Glucosinolate	totale Glucosinolate
Stängel	58	0,54	0,50	0,71	0,54
Blätter	62	0,54	0,53	0,56	0,40

Danksagung

Unser Dank gilt der DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt) für die finanzielle Unterstützung und der KWS Saat AG für die Betreuung der Feldversuche in Einbeck.

Literatur

BECKMANN, K., C. MÖLLERS, H.C. BECKER and F.J. KOPISCH-OBUCH, 2007: Genetic variation of glucosinolates in young leaves of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) Proceedings 12th International Rapeseed Congress, Wuhan, China, 258-260.

BENNERT, H., 1992: Variation des Glucosinolatgehaltes und -Musters bei Raps (*Brassica napus* L.) in Abhängigkeit von Genotyp

und Pflanzenentwicklung. Dissertation, Freie Universität Berlin, Deutschland.

GIAMOUSTARIS, A. and R. MITHEN, 1997: Glucosinolates and disease resistance in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*). *Plant Pathology* 46: 271-275.

MITHEN, R., 2001: Glucosinolates - biochemistry, genetics and biological activity. *Plant Growth Regulation* 34: 91-103.

RÜCKER, B. and G. RÖBBELEN 1994: Inheritance of total and individual glucosinolate contents in seeds of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Z. Pflanzenzüchtg.* 113: 206-216.

THIES, W., 1979: Quantitative analysis of glucosinolates after their enzymatic desulfatation on ion exchange columns. Proceedings of the 5th International Rapeseed Conference, Malmö Sweden, 136-139.