



DGG- Proceedings Vol. 3, 2013

Short Communications – Annual Conference DGG and BHGL
27.02. - 02.03. 2013, Bonn, Germany
Peer Reviewed

Editorial Board and Review

Balder, Hartmut *Berlin*
Dirksmeyer, Walter *Braunschweig*
Drüge, Uwe *Erfurt*
Fricke, Andreas *Hannover*
Grade, Stefanie *Hannover*
Huchzermeyer, Bernhard *Hannover*
Huyskens-Keil, Susanne *Berlin*
Lentz, Wolfgang *Dresden*
Michaelis, Gerlinde *Bad-Zwischenahn*
Rath, Thomas *Hannover*
Schmidt, Uwe *Berlin*
Schuster, Mirko *Dresden*
Thomas, Jens *Osnabrück*
Wackwitz, Wolf-Dietmar *Dresden*
Winkelmann, Traud *Hannover*
Zinkernagel, Jana *Geisenheim*
Zude, Manuela *Berlin*

Lilian Schmidt*, Mirjam Hey, Petra Kürbel, Jana Zinkernagel

Einfluss verringerter Stickstoffdüngung auf Ertrag und Produktqualität von zwei lycopinreichen Tomatensorten

*Corresponding Author:

Lilian Schmidt
Hochschule Geisenheim
Von-Lade-Str. 1
65366 Geisenheim
Germany
Email: Lilian.Schmidt@hs-gm.de

Einfluss verringerter Stickstoffdüngung auf Ertrag und Produktqualität von zwei lycopinreichen Tomatensorten

Lilian Schmidt, Mirjam Hey, Petra Kürbel, Jana Zinkernagel

Hochschule Geisenheim, von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim, Germany

1. Einleitung, Stand des Wissens, Zielsetzung

Tomaten sind das meistverzehrt Gemüse Deutschlands (www.statista.de, Stand: 10.1.2013). Aufgrund ihres hohen Carotinoidgehalts sind Tomaten von großem Interesse. Das Hauptcarotinoid Lycopin ist ein Radikalquencher und kann präventiv bei Krebserkrankungen wirken (Tanaka et al., 2012). Dies führt dazu, dass die Züchtung lycopinreicher Tomatensorten an Bedeutung gewinnt. Für die Tomatenproduzenten steht der Ertrag im Vordergrund, während für die Verbraucher der Geschmack wichtig ist (Fernqvist & Hunter, 2012). Geschmack und Ertrag werden durch Düngung beeinflusst (z.B. Cliff et al., 2012). Um Ressourcen zu sparen, wird eine bedarfsgerechte Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff (N) angestrebt. Reduzierte N-Gaben haben wenig Einfluss auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Tomaten (Bénard et al., 2009). Da bisher nicht erforscht wurde, wie sich verringerte N-Gaben ("Nred") auf Ertrag und Produktqualität von lycopinreichen Tomaten in Erdkultur auswirken, sollte dies untersucht werden.

2. Material und Methoden

In einem Gewächshausversuch wurden die lycopinreichen Tomatensorten 'Arlyco' und 'Lyterno' (Rijk Zwaan Welver GmbH, Welver) Anfang Mai 2012 in Erde gepflanzt (lehmgiger Sand, 69 kg Nitrat-N per ha in 0-60 cm). Zu jeder Kombination von Tomatensorte und N-Versorgungsstufe gab es drei Wiederholungen (je 10 Pflanzen). Der Versuch wurde als zweifaktorielle Spaltanlage mit randomisierter Verteilung der Parzellen (9,6 m²) angelegt. Die Pflanzen wurden über die Tropfbewässerung mit Nährstoffen (Ferty 2 Mega, Planta Düngemittel GmbH, Regenstauf) versorgt (pro Woche 1 g N pro m² bis Mitte Mai, dann 2 g N pro m² bis zur differenzierten N-Düngung). Ab der Fruchtreifung (Anfang Juni 2012) wurde die „Nred“-Variante auf 1,5 g N m⁻² Woche⁻¹ (Ferty Basis 1 (Planta Düngemittel GmbH) und Kalksalpeter (Beiselen GmbH, Ulm)) und "Normal-N" auf 3 g N m⁻² Woche⁻¹ (Ferty Basis 1, Kalksalpeter und Ammoniumsulfat (Planta Düngemittel GmbH)) eingestellt. Die Ernte erfolgte von Juni bis September 2012. Der Ertrag an marktfähigen und nicht marktfähigen (geplatzt, Blütenendfäule, Grünkragen, weich, rissig, unbefruchtet) Früchten wurde für jede Parzelle (N=3) ermittelt. Die Fruchtfleischfestigkeit wurde an 12 reifen Früchten pro Variante einmal mit einem 0,25 cm²-Taster an der Fruchunterseite gemessen (HPE FFF, Heinrich Bareiss Prüfgerätebau GmbH, Oberdischingen). Danach wurden die Früchte zur Bestimmung des Wassergehalts bei 60 °C getrocknet. Für die Gesamt-N-Bestimmung wurden die trockenen Früchte gemahlen und das Pulver nach der Kjeldahl-Methode aufgeschlossen. Der Gesamt-N-Gehalt wurde über Fließ-Injektions-Analyse bestimmt.

An zwei Ernteterminen wurden je ca. 500 g marktfähige Früchte pro Parzelle eingefroren. Für die Inhaltsstoffanalytik (jeweils Doppelbestimmung) wurden die aufgetauten Tomaten püriert. In einem Aliquot wurde der Carotinoidgehalt (berechnet als Lycopin) nach Extraktion in Aceton und Hexan (1:1) bei 470 nm photometrisch ermittelt. Nach Zentrifugation des Homogenisats (3000 rpm, 10 min.) wurde die flüssige Phase entnommen und in dieser die relative Dichte (refraktometrisch), Leitfähigkeit (konduktometrisch), Ascorbinsäuregehalt (iodometrisch), Gesamtsäure (berechnet als Citronensäure, potentiometrisch), pH (potentiometrisch), Gesamtphenole (Folin-Ciocalteu-Reagenz) und die antioxidative Kapazität (TEAC, photometrisch) bestimmt. Ein weiterer Anteil der Früchte wurde von einem geschulten Panel (16 Prüfer) verkostet. Für die deskriptive Sensorik wurden Mischproben aus sechs Tomaten zusammengestellt. Vorgegebene Attribute wurden auf einer Skala von 1 bis 10 bewertet. Die Mittelwerte und Signifikanzen (Friedman-Test) wurden mittels der „FIZZ“-Software (Biosystèmes, Couternon, Frankreich) berechnet. Die statistische Auswertung von Ertragsdaten und Parametern der Produktqualität erfolgte über eine zweifaktorielle Varianzanalyse (Faktoren Sorte und N-Düngungsstufe) und T-Test mittels der PAST-Software (Version 2.15, Hammer et al., 2001).

3. Ergebnisse

Weder die Sorte noch die differenzierte N-Düngung hatten einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag an marktfähigen Früchten (Abb. 1a). Der Ertrag nicht-marktfähiger Früchte war geringer bei `Arlyco`, wobei die N-Düngung bei beiden Sorten keinen Einfluss aufwies (Abb. 1b). `Lyterno` hatte mit 96,4% tendenziell weniger marktfähige Anteile als `Arlyco` (99,1%, $p=0,088$, Daten nicht gezeigt).

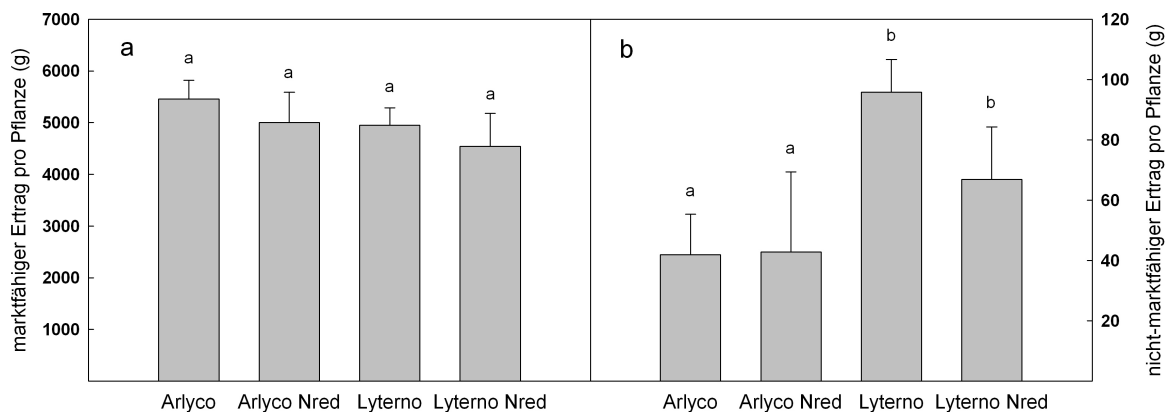


Abb. 1: Ertrag an marktfähigen (a) und nicht-marktfähigen Früchten (b) der Tomatensorten `Arlyco` und `Lyterno` bei normaler N-Versorgung und verringerter N-Gabe (Nred) ab dem Fruchtansatz. Werte sind Mittelwerte der drei Wiederholungen \pm STABW. Verschiedene Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede.

Wassergehalt und Fruchtfleischfestigkeit waren gleich für „Nred“ und „Normal-N“ (Abb. 2), jedoch besaß `Arlyco` festere Früchte und einen höheren Wassergehalt als `Lyterno` ($p<0,05$).

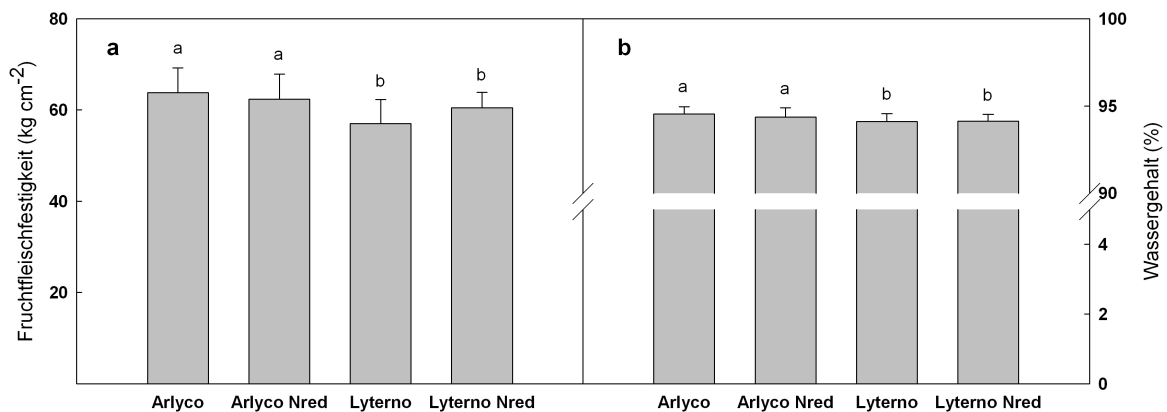


Abb. 2: Fruchtfleischfestigkeit (a) und Wassergehalt (b) von Früchten der Tomatensorten `Arlyco` und `Lyterno` bei normaler N-Versorgung und verringerter N-Gabe (Nred) ab dem Fruchtansatz. Werte sind Mittelwerte von 12 Früchten \pm STABW. Verschiedene Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede.

Bei "Nred" war der N-Gehalt der Früchte reduziert, wobei `Lyterno` generell weniger N aufwies als `Arlyco` ($p=0,002$, Tab. 1). Die relative Dichte, der pH-Wert und der Gesamtsäuregehalt zeigten Sortenunterschiede, wurden jedoch nicht durch "Nred" beeinflusst. Weder Sorte noch N-Gabe hatten Einfluss auf die Leitfähigkeit, den Gehalt an Carotinoiden, Ascorbinsäure, Gesamtphenole und die antioxidative Kapazität (Tab. 1).

Tab. 1: Inhaltsstoffe der Früchte von `Arlyco` und `Lyterno`. N=3 (Mischproben) \pm STABW.

	Arlyco	Arlyco Nred	Lyterno	Lyterno Nred
Gesamt-N (%)	2,27 \pm 0,15 a	1,99 \pm 0,12 b	1,89 \pm 0,12 c	1,79 \pm 0,00 d
Rel. Dichte ($^{\circ}$ Brix)	4,64 \pm 0,1 a	4,77 \pm 0,21 a	4,93 \pm 0,07 b	4,95 \pm 0,21 b
Leitfähigkeit (μ S cm ⁻¹)	3973 \pm 230 a	3940 \pm 197 a	4143 \pm 233 a	4187 \pm 21 a
Gesamtcarotinoide (mg kg ⁻¹)	0,51 \pm 0,05 a	0,55 \pm 0,07 a	0,57 \pm 0,01 a	0,58 \pm 0,04 a
Ascorbinsäure (mg L ⁻¹)	190 \pm 9,2 a	199,3 \pm 10,7 a	187 \pm 9,5 a	193 \pm 17,8 a
pH	4,16 \pm 0,03 a	4,16 \pm 0,04 a	4,12 \pm 0,02 b	4,12 \pm 0,01 b
Gesamtsäure (g L ⁻¹)	4,07 \pm 0,43 a	3,9 \pm 0,36 a	4,57 \pm 0,24 b	4,52 \pm 0,15 b
Gesamtphenole (mg L ⁻¹)	316,2 \pm 14,8 a	337,8 \pm 18,5 a	331 \pm 13,3 a	339,3 \pm 26,5 a
TEAC (mmol L ⁻¹)	2,73 \pm 0,06 a	3,07 \pm 0,06 a	2,93 \pm 0,38 a	2,7 \pm 0,26 a

Die untersuchten sensorischen Attribute wurden weder von der Sorte noch der N-Versorgung beeinflusst (Abb. 3).

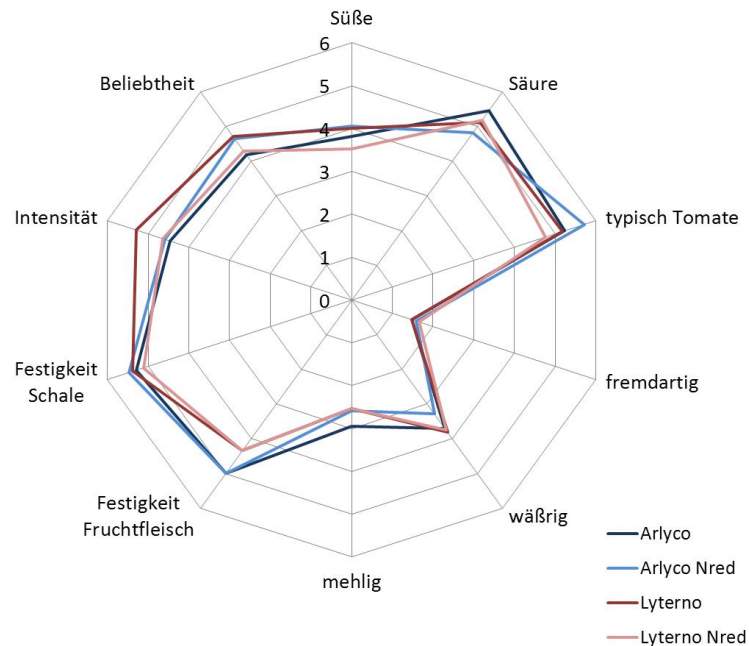


Abb. 3: Sensorische Beurteilung der Tomatenfrüchte der Sorten `Arlyco` und `Lyterno` mit normaler N-Versorgung und verringerter N-Gabe (Nred) ab dem Fruchtansatz. N=16.

4. Diskussion

Die Verringerung der N-Gabe ab Beginn des Fruchtansatzes führte zu einem reduzierten Gehalt an Gesamt-N in den Früchten der Tomatensorten `Arlyco` und `Lyterno` (Tab. 1). Dennoch gab es keinen Einfluss der verringerten N-Düngung auf den marktfähigen Ertrag (Abb. 1), was mit der Studie von Bénard et al. (2009) übereinstimmt. Auch bei der Fruchtfleischfestigkeit und den wertgebenden Inhaltsstoffen (Gesamtzucker, Gesamtsäure, Carotinoide, Phenole, Ascorbinsäure) konnten Bénard et al. (2009) keine Unterschiede zwischen den Tomatenfrüchten mit normaler und mit um 50 % verringerter N-Gabe feststellen, was in dieser Studie bestätigt wird (Abb. 2, Tab. 1). Da im Boden der „Nred“-Varianten am Versuchsende wenig N vorhanden war, kann ausgeschlossen werden, dass die geringen Unterschiede im Ertrag und der Produktqualität auf ausreichende Vorräte im Boden zurückzuführen sind. Hartz und Bottoms (2009) berichteten ebenfalls, dass Ertrag und relative Dichte bei hoher (326 kg N pro ha, äquivalent zu „Normal-N“) und geringerer (210 kg N pro ha, entspricht „Nred“) N-Versorgung von Tomaten gleich sind. Dies zeigt, dass eine um 50% verringerte N-Versorgung ab der Fruchtausreifung ausreichend ist. Zusätzlich wurden bei den Sorten `Arlyco` und `Lyterno` bei allen untersuchten Geschmacksattributen keine Unterschiede zwischen der "Normal-N"- und der „Nred“-Variante verzeichnet (Abb. 3). Der Gehalt an Zuckern und der Säuregehalt sind neben flüchtigen Aromastoffen wichtige Kriterien des Geschmacks von Tomaten (Klein et al., 2010). `Arlyco` hat ein höheres Brix-Gesamtsäureverhältnis als `Lyterno`. Dies weist auf einen süßeren Geschmack von `Arlyco` hin, was jedoch in sensorischen Untersuchungen nicht bestätigt wurde (Abb. 3).

Die fehlende Übereinstimmung von sensorischen Bewertungen mit den korrespondierenden chemischen oder physikalischen Parametern wurde auch von Krumbein et al. (2004) und Cliff et al. (2012) festgestellt. In unserer Studie betraf das die Attribute Süße und Säure sowie Fruchtfleischfestigkeit und Wassergehalt, deren sortenspezifische Unterschiede keine Auswirkungen auf die sensorische Beurteilung hatten (Abb. 2 & 3, Tab. 1).

5. Schlussfolgerung

Beim Anbau der lycopinreichen Tomatensorten `Arlyco` und `Lyterno` können die N-Gaben ab der Fruchtausreife um 50 % reduziert werden, um Ressourcen zu sparen. Einbußen in Ertragsmenge und Produktqualität sind dabei nicht zu erwarten. Die Sorte `Arlyco` bietet Vorteile gegenüber `Lyterno`, weil sie bei gleichem Geschmack und Ertrag festere Früchte besitzt.

6. Literatur

- www.statista.com/statistik/daten/studie/182752/umfrage/konsum-von-fruechten-und-gemuese-in-deutschland (Stand: 10.1.2013)
- Bénard F., Gautier H., Bourgaud F. et al. 2009. Effects of low nitrogen supply on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit yield and quality with special emphasis on sugars, acids, ascorbate, carotenoids, and phenolic compounds. *J. Agricult. Food Chem.*, 57, 4112-4123.
- Cliff M.A., Li J.B., Toivonen P.M.A. & Ehret D.L. 2012. Effects of nutrient solution electrical conductivity on the compositional and sensory characteristics of greenhouse tomato fruit. *Postharvest Biol. Techn.*, 74, 132–140.
- Fernqvist F. & Hunter E. 2012. Who's to blame for tasteless tomatoes? The effect of tomato chilling on consumers' taste perceptions. *Europ. J. Horticult. Sci.*, 77, 193-198.
- Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9 Seiten.
- Hartz T.K. & Bottoms T.G. 2009. Nitrogen requirements of drip-irrigated processing tomatoes. *Hortscience*, 44, 1988–1993.
- Klein D., Gkisakis V., Krumbein A. et al. 2010. Old and endangered tomato cultivars under organic greenhouse production: effect of harvest time on flavour profile and consumer acceptance. *Int. J. Food Sci. Techn.*, 45, 2250–2257.
- Krumbein A., Peters P. & Brückner B. 2004. Flavour compounds and a quantitative descriptive analysis of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) of different cultivars in short-term storage. *Postharvest Biol. Techn.*, 32, 15–28.
- Tanaka T., Shnimizu M. & Moriwaki H. 2012. Cancer chemoprevention by carotenoids. *Molecules*, 17, 3202-3242.