



DGG-Proceedings

Vol. 1, 2011

Short Communications - Annual Conference DGG and BHGL
23.02. - 26.02.2011, Hannover, Germany
Peer Reviewed

Editorial Board and Review

Balder, Hartmut *Berlin*
Damerow, Lutz *Bonn*
Dirksmeyer, Walter *Braunschweig*
Drüge, Uwe *Erfurt*
Michaelis, Gerlinde *Bad-Zwischenahn*
Rath, Thomas *Hannover*
Schreiner, Monika *Großbeeren*
Schuster, Mirko *Dresden*
Winkelmann, Traud *Hannover*

German Society of Horticultural Sciences (DGG)
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Germany

© DGG, 2011

DGG-Proceedings, Vol. 1 (2011), No. 14. p. 1-5. DOI: 10.5288/dgg-pr-01-14-nf-2011

Nadja Förster, Inga Mewis, Christian Ulrichs

Einfluss des Anbaus auf die Wachstumseigenschaften und den Glucosinolatgehalt von
Moringa oleifera

*Corresponding Author:

Nadja Förster

Humboldt-Universität zu Berlin
Urbane Ökophysiologie der Pflanzen
Lentzeallee 55/57
14195 Berlin
Germany
Email: nadfoerster@aol.com

Einfluss des Anbaus auf die Wachstumseigenschaften und den Glucosinolatgehalt von *Moringa oleifera*

Nadja Förster¹, Inga Mewis², Christian Ulrichs¹

Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie der Pflanzen¹,
Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V.²

1. Einleitung, Stand des Wissens, Zielsetzung

Die ursprünglich in Sub-Himalaja-Gebieten heimische Baumgattung *Moringa* wird seit Jahrhunderten als traditionelles medizinisches Heilmittel genutzt. Unter anderem können Unterleibstumore, Entzündungen und giftige Bisse behandelt werden (Fahey, 2005). Weiterhin sind in den verschiedenen Pflanzenorganen eine Vielzahl an Inhaltsstoffen wie essentielle Aminosäuren, hohe Eisen- und Vitaminkonzentrationen sowie Carotinoide enthalten (Fahey, 2005). Die Glucosinolatgehalte der Blätter sind im Vergleich zu anderen Pflanzen der Ordnung Brassicales besonders bei dem verbreitetsten Vertreter *M. oleifera* sehr hoch. Nachgewiesene antikanzerogene Eigenschaften von *Moringa*-Extrakten und der bisherige Wissenstand zur antikanzerogenen Wirksamkeit bestimmter Glucosinolate legen die Annahme nahe, dass die speziell in *Moringa* vorkommenden Glucosinolate bzw. dessen Hydrolyseprodukte die antikanzerogenen Eigenschaften dieser Extrakte erklären könnten. Pflanzenmaterial mit hohen Glucosinolatgehalten wäre ernährungsmedizinisch wünschenswert, da wirksame Glucosinolatkonzentrationen mit geringeren Mengen an Blattmasse bzw. Extrakten aufgenommen werden könnten. In der Literatur wurden vielfach positive Effekte einer erhöhten Stickstoffdüngung auf die Glucosinolatkonzentration beschrieben. Demzufolge wurden verschiedene Ökotypen von *M. oleifera* in zwei Anbauvarianten mit unterschiedlicher Schwefelverfügbarkeit kultiviert. Einflüsse auf die Biomasse, die Wuchshöhe sowie den Glucosinolatgehalt der Blätter wurden untersucht.

2. Material und Methoden

Samen von sechs *M. oleifera*-Ökotypen (USA, Thailand, Indien, Philippinen, Thailand und Taiwan) wurden am Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau in Großbeeren ausgesät. Um den Einfluss des Anbaus auf die Wuchshöhe, die Biomasse und den Glucosinolatgehalt feststellen zu können, wurden jeweils sechs Pflanzen jedes Ökotyps (sechsfache Wiederholung) in jede der zwei Anbauvarianten gepflanzt. Für jede Anbauvariante stand ein Bodenbeet im Gewächshaus zur Verfügung. Die Pflanzen standen in einem Pflanzabstand mit 0,5 x 0,5 m zueinander. Neben einer Tröpfchenbewässerung wurde eine zusätzliche Luftbefeuchtung mit Sprühnebel vorgenommen. Am Tage wurde eine Lufttemperatur von 14 °C und in der Nacht eine Lufttemperatur von 10 °C als Sollwert eingestellt (Lüftungstemperatur 19 °C). Bei allen Beeten wurde 8 Wochen nach der Pflanzung eine Grunddüngung (Stickstoff: 7,04 g/m², Phosphor: 2,56 g/m², Kalium: 4,80 g/m²) vorgenommen. Das Beet der Schwefelvariante

erhielt zusätzlich 0,704 g/m² Schwefel. Nachdem von allen Pflanzen am Erntetermin die Wuchshöhen bestimmt wurden, erfolgte ein Rückschnitt des Bestandes auf eine Höhe von 70 cm. Vom abgeschnittenen Material wurde die Biomasse ermittelt. Um den Glucosinolatgehalt der Blätter zu analysieren, wurde eine Mischprobe aus den jüngsten Blättern, den ältesten Blättern und Blattmaterial mittleren Alters genommen. Nach Gefriertrocknung des Materials erfolgte die methanolische Extraktion der Glucosinolate nach einer modifizierten Methode von Mewis et al. (2005). Mit Hilfe der HPLC-Analytik wurde der Glucosinolatgehalt des Blattmaterials der *Moringa*-Ökotypen bestimmt.

3. Ergebnisse

Bei der Biomasseermittlung von *M. oleifera* konnten abhängig von der Anbauvariante signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Ökotypen festgestellt werden. Die durchschnittlichen Biomassen der einzelnen Ökotypen für die Normal- sowie Schwefelvariante sind in der Abbildung 1 sowie in Tabelle 1 dargestellt.

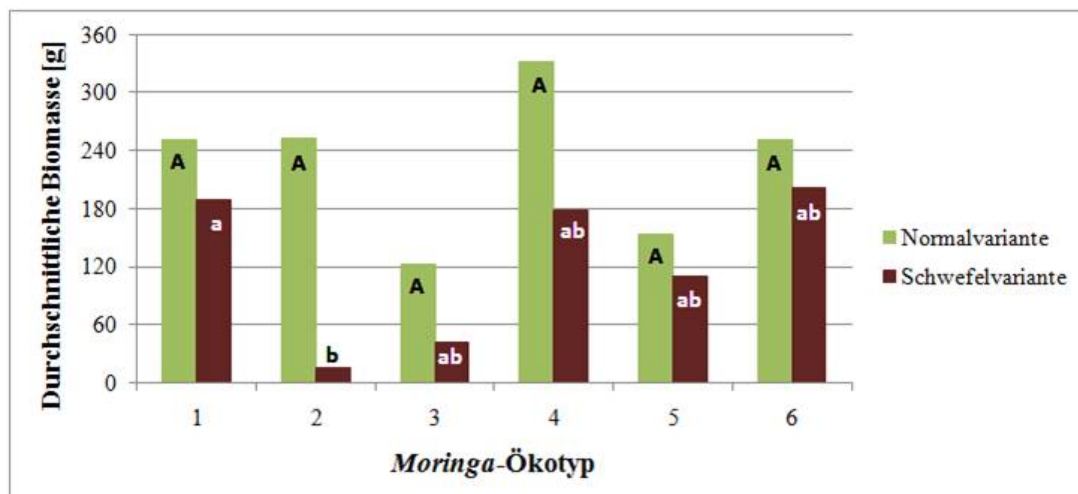


Abb. 1: Durchschnittliche Biomassen von sechs *Moringa*-Ökotypen in zwei Anbauvarianten (Buchstaben indizieren signif. Untersch., Großbuchst. = Normalvariante, Kleinbuchst. = Schwefelvariante, Tukey's HSD Test, $p < 0,05$)

In der Normalvariante konnten keine signifikanten Unterschiede in der Biomasse zwischen den verschiedenen Ökotypen festgestellt werden. Mit einer zusätzlichen Schwefeldüngung wies der Ökotyp 2 im Vergleich zum Ökotyp 1 eine signifikant geringere Biomasse auf. Innerhalb der Ökotypen konnte nur bei Pflanzen des Ökotyps 2 ein signifikanter Biomasseunterschied zwischen den beiden Anbauvarianten festgestellt werden (Tab. 1). Ein Signifikanzunterschied wurde auch im Mittel der Biomassewerte aller Ökotypen innerhalb einer Anbauvariante ermittelt (Tab. 1). Daher weisen Pflanzen unter dem Anbau mit zusätzlichem Schwefel eine signifikant geringere Biomasseentwicklung auf.

Tab.1: Biomassen und Wuchshöhen der sechs *Moringa*-Ökotypen in zwei Anbauvarianten
(verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede innerhalb eines Ökotyps zwischen verschiedenen Anbauvarianten, Tukey's HSD Test, $p < 0,05$)

Biomasse und Höhe der <i>Moringa</i> -Ökotypen								
	Anbau- variante	Ökotyp						Ø
		1	2	3	4	5	6	
Biomasse [g] s s%	Normal- variante	251,5	253,1	121,9	331,3	153,6	250,9	227,0
		a*	a	a	a	a	a	a
		±177,0 ±70,4	±454,6 ±179,6	±128,1 ±105,0	±289,8 ±87,5	±73,0 ±47,5	±120,5 ±48,0	±237,0 ±104,4
Biomasse [g] s s%	Schwefel- variante	189,7	15,5	41,3	178,4	110,8	201,2	122,8
		a	b	a	a	a	a	b
		±104,9 ±55,3	±28,3 ±182,1	±46,3 ±112,2	±129,4 ±72,5	±125,7 ±113,4	±247,1 ±122,8	±144,4 ±117,6
Höhe [cm] s s%	Normal- variante	170,2	134,7	111,2	175,5	151,3	170,8	152,3
		A	A	A	A	A	A	A
		±36,6 ±21,5	±47,8 ±35,5	±51,3 ±46,2	±45,7 ±26,1	±15,8 ±10,5	±28,8 ±16,8	±43,6 ±28,6
Höhe [cm] s s%	Schwefel- variante	156,8	84,3	102,7	147,7	118,0	135,8	124,2
		A	B	A	A	A	A	B
		±19,4 ±12,4	±24,8 ±29,4	±29,4 ±28,7	±41,7 ±28,2	±47,4 ±40,1	±51,8 ±38,1	±43,3 ±34,9

Die Ergebnisse der Wuchshöhen der *Moringa*-Ökotypen sind in Abbildung 2 dargestellt.

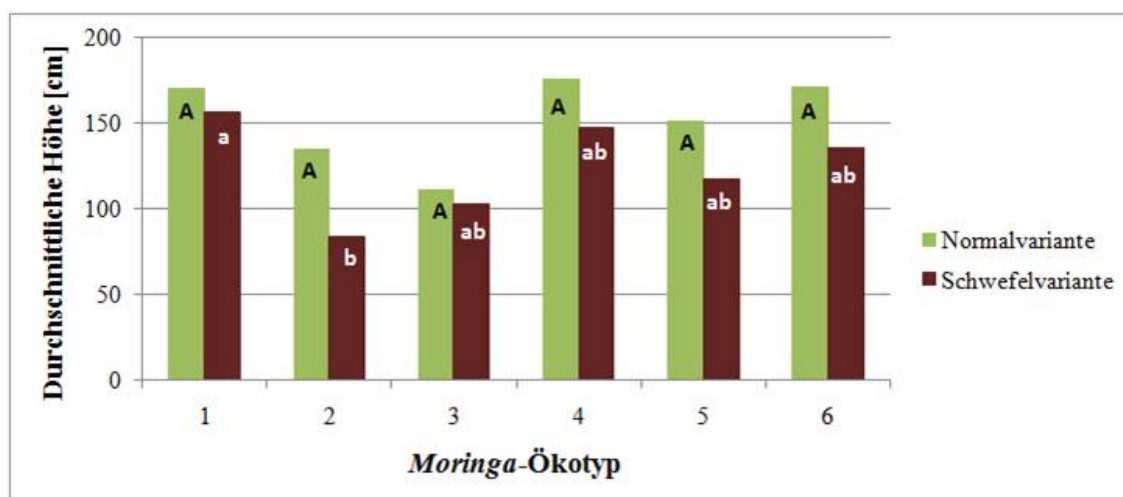


Abb. 2: Durchschnittliche Wuchshöhen von 6 *Moringa*-Ökotypen in 2 Anbauvarianten

(Buchstaben indizieren signif. Unterschiede, Großbuchst. = Normalvar., Kleinbuchst. = Schwefelvar., Tukey's HSD Test, $p < 0,05$)

In der Normalvariante wiesen die verschiedenen Ökotypen keine signifikanten Unterschiede in der Wuchshöhe auf. Der Ökotyp 2 erreichte in der Schwefelvariante eine Wuchshöhe von 84,3 cm. Der Ökotyp 1 zeigte mit 156,8 cm im Vergleich zum Ökotyp 2

eine signifikant größere Wuchshöhe (Abb. 1). Die Wuchshöhe von 134,7 cm in der Normalvariante und 84,3 cm in der Schwefelvariante für den Ökotyp 2 unterschieden sich signifikant (Tab. 1). Für die anderen Ökotypen konnte keine Signifikanz in der Wuchshöhe zwischen den zwei Anbauvarianten nachgewiesen werden. Im Mittel aller Ökotypen konnte eine durchschnittliche Wuchshöhe von 152,3 cm in der Normalvariante und 124,2 cm in der Schwefelvariante festgestellt werden (Tab. 1). Die Wuchshöhen unterschieden sich signifikant voneinander. Weiterhin wurde der Blattglucosinolatgehalt der Ökotypen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Glucosinolatgehalte der sechs *Moringa*-Ökotypen in zwei Anbauvarianten

(verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede innerhalb eines Ökotyps zwischen verschiedenen Anbauvarianten, Tukey's HSD Test, $p < 0,05$)

Glucosinolatgehalt [$\mu\text{mol/g TG}$]							
Anbau- variante	Ökotyp						Ø
	1	2	3	4	5	6	
Normal- variante	110,53(a*) ±8,08	105,93(a) ±18,12	88,13(a) ±29,30	88,07(b) ±12,86	96,37(a) ±11,16	95,72(a) ±20,21	97,90(b) ±17,48
Schwefel- variante	110,84(a) ±14,42	120,47(a) ±1,47	110,17(a) ±4,93	109,54(a) ±14,89	95,94(a) ±15,55	108,02(a) ±23,99	108,43(a) ±15,47

Durchschnittlich wurde in der Normalvariante ein Blattglucosinolatgehalt von *M. oleifera* von 97,9 $\mu\text{mol/g}$ Trockengewicht (TG) ermittelt. Während sich der Glucosinolatgehalt zwischen den untersuchten Ökotypen innerhalb einer Anbauvariante nicht signifikant unterschied (Daten nicht dargestellt, Tukey's HSD Test, $p < 0,05$), konnten Variabilitäten in den Konzentrationen der Glucosinolate innerhalb der Ökotypen zwischen den Anbauvarianten nachgewiesen werden (Tab. 2). Die Pflanzen des Ökotyps 4 zeigten in der Normalvariante bzw. in der Schwefelvariante einen Glucosinolatgehalt von 88,07 bzw. 109,54 $\mu\text{mol/g TG}$. Daher wiesen die Pflanzen unter zusätzlicher Schwefelverfügbarkeit signifikant höhere Glucosinolatgehalte auf. Im Mittel aller Ökotypen wurden in der Normalvariante bzw. in der Schwefelvariante Glucosinolatgehalte von 97,90 $\mu\text{mol/g TG}$ bzw. 108,43 $\mu\text{mol/g TG}$ ermittelt. Die Konzentration der Glucosinolate ist damit bei einer zusätzlichen Schwefeldüngung signifikant erhöht. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit einer erhöhten Schwefelverfügbarkeit die Biomasse und Wuchshöhe signifikant abnehmen, der Glucosinolatgehalt jedoch signifikant ansteigt.

4. Diskussion

Die in den Untersuchungen festgestellten sehr hohen Standardabweichungen (s) könnten erklären warum kaum Signifikanzen zwischen den einzelnen Ökotypen innerhalb einer Anbauvariante sowie zwischen den Anbauvarianten gefunden wurden. Bei der Betrachtung der prozentualen Standardabweichungen (s%) traten Variabilitäten von durchschnittlich 111 % in der Biomasse und rund 32 % in den Wuchshöhen auf. Um mögliche Signifikanzen herauszustellen, wäre eine deutliche Erhöhung des

Stichprobenumfangs notwendig. Dennoch lässt sich feststellen, dass unter Einbeziehung aller Ökotypen-Daten innerhalb der jeweiligen Anbauvarianten eine erhöhte Verfügbarkeit an Schwefel sowohl die Biomasse als auch die Wuchshöhe der *Moringa*-Pflanzen signifikant verringert.

Die Ergebnisse der Glucosinolatuntersuchungen bestätigen die Feststellungen anderer Wissenschaftler, welche Düngungseinflüsse auf den Glucosinolatgehalt untersuchten. So berichten u. a. Ahmad et al. (2007), dass der Glucosinolatgehalt von *Brassica napus* mit einer erhöhten Stickstoffdüngung signifikant anstieg. Weiterhin zeigen die hier dargestellten Ergebnisse einen Kompromiss zwischen Pflanzenwachstum und Sekundärmetabolitsynthese. So konnte festgestellt werden, dass die Pflanzen in der Schwefelvariante signifikant höhere Glucosinolatgehalte, gleichzeitig jedoch signifikant verringerte Biomassen und Wuchshöhen aufwiesen. Auch Ruuhola (2001) berichtete, dass die Produktion an Inhaltsstoffen Ressourcen der Pflanze beansprucht, welche dann nicht mehr für die Biomasseproduktion zur Verfügung stehen. Unter einer erhöhten Schwefelverfügbarkeit ist es der Pflanze möglich das zusätzliche Schwefelangebot unter Nutzung eigener Kohlenstoffreserven für eine Glucosinolatsynthese zu verwenden. Diese aufgebrauchten Vorräte stehen somit für die Biomasseakkumulation nicht mehr zur Verfügung.

5. Schlussfolgerung

Nach Einbeziehung aller Analyseergebnisse kann festgestellt werden, dass die Schwefeldüngung einen signifikanten Einfluss auf die Biomasseakkumulation, die Wuchshöhe sowie den Glucosinolatgehalt der *Moringa*-Pflanzen hat. Schlussfolgernd wäre ein Anbau mit erhöhter Schwefelzufuhr sinnvoll, um den Glucosinolatgehalt in den Blättern von *Moringa oleifera* zu erhöhen. Zukünftig sollten weitere Parameter im Anbau, wie zum Beispiel die Wasserverfügbarkeit, in die Versuche einbezogen werden, um eine umfangreiche Aussage über den Einfluss von verschiedenen Kultivierungsfaktoren auf die Biomasseakkumulation sowie den Glucosinolatgehalt treffen zu können. Eine gezielte Anreicherung von Glucosinolaten im Pflanzenmaterial wäre somit umsetzbar.

6. Literatur

Ahmad, G., Jan, A., Arif, M., Jan, M. T. & Khattak, R. A. (2007): Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. J. Zhejiang Univ. Sci. B 8: 731-737

Fahey, J. W. (2005): *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. (www.TFLJournal.org, Dezember 2010)

Mewis, I., Appel, H. M., Hom, A., Raina, R., Schultz, J. C. (2005): Major signaling pathways modulate *Arabidopsis glucosinolate* accumulation and response to both phloem-feeding and chewing insects. Plant Physiol. 138: 1149-1162

Ruuhola, R. (2001): Dynamics of salicylates in willows and its relation to herbivory. Univ. of Joensuu, PhD Diss. Biol. 8, ISBN: 952-458-047-0