

Einfluss der Düngung auf die Selenaufnahme von Getreide

J. HÖSCH

1. Einleitung

Selen gilt als essentieller Spurennährstoff für Mensch und Tier und ist in seiner wichtigsten biochemischen Funktion als Bestandteil der Glutathionperoxidasen eine wesentliche Komponente des zellinternen antioxidativen Systems. Die Glutathionperoxidasen verhindern die Bildung vieler zellschädigender Produkte des oxidativen Stoffwechsels. Die unzureichende Selenversorgung des Menschen wird mit dem Auftreten von Herz- und Gefäßerkrankungen, erhöhtem Krebsrisiko und schlechter Immunlage in Verbindung gebracht. Demzufolge zählt Selen zu den wichtigen Inhaltsstoffen der menschlichen Nahrung. Dass die menschliche Selenversorgung in Österreich aus Grundnahrungsmitteln eher im unteren Bereich liegt, zeigt eine Studie der technischen Universität Graz. Dabei wurden aus 84 gepoolten Lebensmittelproben eine mittlere tägliche Selenaufnahme von 47,8 µg Selen festgestellt, wobei die regionale tägliche Aufnahme von Selen zwischen 36,5 und 67,8 µg schwankte. Die täglichen Aufnahmemengen sollten sich nach dem National Research Council der USA zwischen 50 und 200 µg/Tag bzw. nach der Deutschen Gesellschaft für Ernährung zwischen 30 und 70 µg/Tag bewegen.

Ein Hauptgrund für die auch in anderen nord- und mitteleuropäischen Gebieten niedrige Selenversorgung ist in dem Umstand zu sehen, dass in diesen Gebieten die Selenversorgung der Kulturpflanzen aus dem Boden nicht in ausreichendem Maße erfolgt. Auch Untersuchungen österreichischer Böden weisen im Mittel durchwegs Selengehalte nahe 0,2 ppm auf (BZI, 1994; AICHBERGER und HOFER, 1989). Als optimal wird ein Bereich von 0,6 bis 4 ppm angesehen. Untersuchungen von Getreidekörnern aus österreichischen Getreideanbaugebieten erbrachten Gehalte von 1 µg/kg

bis 68 µg/kg (HORAK und LIEGENFELD, 1996) und liegen demzufolge deutlich unter dem als unteren Optimalbereich angesehenen Wert von 100 µg/kg (GISSEL NIELSEN et al., 1984).

Ausgehend von diesen Ergebnissen ist es durchaus angemessen, über eine zusätzliche Se-Zufuhr über die Düngung nachzudenken. Vor allem auch deshalb, da diese Strategie in Finnland bereits erfolgreich praktiziert wurde bzw. wird.

2. Material und Methode

2.1 Gefäßversuch

Der Gefäßversuch wurde in Kick-Brauckmann-Gefäßen angelegt, wobei bei der Befüllung der Gefäße jeweils 4 kg Boden mit 4 kg Quarzsand vermischt wurden. Im Versuch wurden zwei unterschiedliche Böden verwendet, deren Charakteristika in *Tabelle 1* beschrieben sind. Unter Verwendung des Mehrnährstoffdüngers 20:8:8 (Inhaltsstoffe siehe *Tabelle 2*) mit und ohne Selenzusatz wurden im Gefäßversuch jeweils zwei Düngungsstufen geprüft. Die Düngung verteilte sich auf zwei Gaben, wobei die erste Gabe vor dem Anbau eingearbeitet und die zweite Gabe zum Schossen ausgebracht wurde. Im ersten Versuchsjahr wurden Winterweizen (WW), Sommerweizen (SW), Sommergerste (SG), Sommerroggen (SR) und Durumweizen (DW) getestet. Bei einheitlicher NPK-Düngung erfolgte im zweiten Versuchsjahr die Prüfung der Nachwirkung der Selendüngung mit Sommergerste.

2.2 Feldversuche

Die Feldversuche wurden an drei Außenstellen des Institutes für Agrarökologie in Fuchsenbigl (Marchfeld), Rottenhaus (NÖ-Alpenvorland) und Zwettl (Waldviertel) angelegt. Die Standorte unterscheiden sich sowohl klimatisch, als auch in den Bodenkennwerten, die ebenfalls in *Tabelle 1* angeführt sind. In den Versuchen wurden Winterweizen (WW), Winterroggen (WR) und Sommergerste (SG) getestet. Die Stickstoffversorgung in den Versuchen erfolgte ebenfalls über den Dünger 20:8:8 mit und ohne Selenzusatz und wurde in Abhängigkeit von der Kultur in zwei bis drei Gaben im Verlauf der Vegetation (Vegetationsbeginn - Schossen - Ährenschieben) ausgebracht.

3. Ergebnisse

3.1 Gefäßversuch

Im Mittel der beiden Böden und der fünf Kulturen führt der Einsatz des Volldüngers mit Selenzusatz bereits in der ersten Düngungsstufe zu einer Steigerung der Selengehalte im Korn. So kann durch die Gabe von 3 g Se-Dünger die Selenkonzentration im Mittel der Kulturen von rund 8 ppb auf 86 ppb gesteigert werden. Eine Verdoppelung der Düngermenge bewirkt eine weitere Steigerung der Se-

Tabelle 1: Charakteristika der im Gefäßversuch eingesetzten Böden

	pH-Wert	Humus %	Tonanteil %	Se-Gehalt ppm	P-Gehalt mg P/100g	K-Gehalt mg K/100g
Boden 1	5,4	2,0	17	0,22	4,0	20,2
Boden 2	7,5	3,2	33	0,25	3,2	10,5
Fuchsenbigl	7,5	3,4	33	0,35	14,8	14,6
Rottenhaus	6,8	2,3	23	0,15	10,5	13,0
Zwettl	5,9	1,9	21	0,28	4,8	10,9

Autor: Dipl. Ing. Johannes HÖSCH, Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH - Landwirtschaftliche Untersuchungen und Forschung Wien, Institut für Agrarökologie, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN



Tabelle 2: Inhaltsstoffe des im Gefäßversuch eingesetzten Volldüngers (mit und ohne Selenzusatz)

N	20 %		9% NO ₃ -N + 11% NH ₄ -N
P ₂ O ₅	8 %	(3,5 % P)	5% als wasserlösliches Phosphat
K ₂ O	8 %	(6,6 % K)	als wasserlösliches Kaliumoxid
MGO	3 %	(1,8 % Mg)	als wasserlösliches Magnesiumoxid
S	4 %		als wasserlöslicher Schwefel
Se	16 ppm		wasserlöslich, als Natriumselenat

Tabelle 3: Kornentzug (Mehrentzug gegenüber der Vergleichsvariante ohne Selen) der Getreidearten in µg pro Gefäß und Ausnutzung des eingesetzten Düngerselens in % (Summe aus zwei Versuchsjahren).

Düngung von 48 µg Se und 0,6 g N pro Gefäß					
Kultur im 1. Versuchsjahr	WW	SW	SG	SR	DW
Se-Entzug in µg pro Gefäß	2,6	1,6	2,0	2,2	1,6
Se-Ausnutzung in %	5,4	3,3	4,2	4,6	3,3
Düngung von 96 µg Se und 1,2 g N pro Gefäß					
Kultur im 1. Versuchsjahr	WW	SW	SG	SR	DW
Se-Entzug in µg pro Gefäß	3,9	3,3	3,9	4,4	3,3
Se-Ausnutzung in %	4,1	3,4	4,1	4,6	3,4

Tabelle 4: Ausnutzung der gedüngten Selenmenge durch den Kornentzug in %.

	1. Düngungsstufe	2. Düngungsstufe
Fuchsenbigl	2,8 (2,0 - 3,8)	2,9 (1,8 - 4,7)
Rottenhaus	1,0 (0,7 - 1,6)	0,9 (0,4 - 1,1)
Zwettl	2,4 (2,2 - 2,6)	3,7 (2,8 - 4,4)

Gehalte auf 130 ppb. Ein Einfluss des Bodens auf die Selenkonzentration im Korn ist im Gefäßversuch nicht nachweisbar. Weder in den Varianten ohne noch mit Selenzusatz sind signifikante Unterschiede zwischen den beiden Böden festzustellen. Vergleicht man die Kulturen, so zeigt sich, dass in beiden Stufen ohne Selendüngung kein signifikanter Unterschied zwischen den Getreidearten gegeben ist. Hingegen sind bei Selendüngung in beiden Düngungsstufen höhere Gehalte im Winterweizenkorn zu finden als in den anderen Getreidearten.

Bei der im zweiten Versuchsjahr durchgeführten Prüfung der Nachwirkung mit Sommergerste zeigen sich wiederum Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten. Die Selenkonzentrationen im Sommergerstenkorn der Varianten ohne Selendüngung liegen im Mittel bei 13 ppb. Die Gehalte bei der ersten Se-Düngungsstufe liegen bei 29 ppb und bei der zweiten Stufe bei 58 ppb. Im Nachprüfungsjahr sind weder bodenbedingte noch vorfruchtbedingte Unterschiede in den Selengehalten im Korn zu finden.

In *Tabelle 3* sind die Selenaufnahmen und die Ausnutzungsraten des ausgebrachten Düngers über die beiden Versuchsjahre dargestellt. In der ersten Düngungsstufe (48 µg Se pro Gefäß) werden im Mittel der Kulturen über das Korn 2,0 µg Se mehr entzogen als bei der Variante ohne Se-Düngung, was einer Ausnutzung der eingesetzten Selenmenge von etwa 4% entspricht. Eine Verdoppelung der Düngermenge führt auch zu einer deutlichen Erhöhung der Se-Aufnahme auf durchschnittlich 3,8 µg Selen pro Gefäß. Die Ausnutzung liegt hier bei durchschnittlich 3 %.

3.2 Feldversuche

Die ausgebrachten Selenmengen waren in Abhängigkeit von der Kulturart unterschiedlich. Konkret wurden in der 1. Düngungsstufe zu Sommergerste 3,2 g Se/ha, zu Winterroggen 3,6 g Se/ha und zu Winterweizen 4,8 g Se/ha ausgebracht. In der 2. Düngungsstufe wurde die doppelte Menge appliziert. Die Selengehalte im Korn zeigten dabei eine deutliche Abhängigkeit vom Standort. Bereits bei den nicht mit Selen gedüng-

ten Varianten konnte der Standorteinfluss festgestellt werden. Im Mittel der Kulturarten wurden folgende Se-Gehalte gefunden: Fuchsenbigl 14 ppb, Rottenhaus 6,6 ppb und Zwettl 5,0 ppb. Die Gehalte im Korn steigerten sich durch die Düngung mit Selen auf allen Standorten. In Fuchsenbigl wurden im Mittel der Kulturen in der 1. Düngungsstufe Gehalte von 37,2 ppb und in der 2. Düngungsstufe von 65,2 ppb gefunden. In Zwettl wurden ähnlich hohe Werte gemessen lediglich in Rottenhaus konnten nur geringfügige Steigerungen durch die Selendüngung erreicht werden (14,8 bzw. 22,6 ppb). Demzufolge war die Ausnutzung des gedüngten Selens in Fuchsenbigl und Zwettl deutlich besser als in Rottenhaus (*Tabelle 4*).

Untersuchungen der Böden nach zweijähriger Selenapplikation erbrachten keine Änderungen in den Selengehalten. Dies ist vor allem auf die doch sehr geringen Mengen an ausgebrachten Selen zurückzuführen.

4. Folgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuche zeigen eine deutliche Wirkung des eingesetzten Volldüngers mit Selenzusatz auf die Selenkonzentrationen der geprüften Getreidearten. Die Wirkung konnte im Gefäßversuch auch im Jahr der Nachprüfung gefunden werden. Es zeigt sich somit, dass es möglich ist, die Selengehalte von Getreidekörnern in den ernährungsphysiologisch erwünschten Bereich anzuheben. Die zum Teil deutlichen Steigerungen in den Selengehalten bei bereits geringen Mengen an gedüngtem Selen zeigen, dass es nicht möglich ist eine Selenvorratsdüngung durchzuführen. Die Gefahr, dass die Selengehalte in den Getreidekörnern in einen Überschussbereich kommen, erscheint durchaus gegeben und ist unbedingt zu vermeiden.

Unterschiede in den Selengehalten der Getreidekörner in Abhängigkeit vom Boden konnten im gegenständlichen Gefäßversuch nicht gefunden werden. Die geringe Bodenmenge von 4 kg pro Gefäß dürfte für eine derartige Differenzierung zu gering gewesen sein. Die in der Literatur (JOHANSSON, 1991; HORAK und LIEGENFELD, 1996) angegebenen Einflüsse von pH-Wert, Tonge-

halt und Gehalt an organischer Masse auf die Selenverfügbarkeit wurden jedoch im Feldversuch bestätigt und zeigen, dass bei der Düngung diese Standorteigenschaften zu berücksichtigen sind.

Obwohl in den vorliegenden Versuchen nach zweijähriger Applikation des Selandüngers keine Anreicherung von Selen im Boden gefunden wurde, müsste bei einer regelmäßigen Anwendung eines Selendüngers in der Praxis über längere Zeit eine parallel laufende Kontrolle durchgeführt werden. Der in den Versuchen verwendete Dünger könnte eine

Möglichkeit darstellen, den Kulturpflanzen Selen zur Verfügung zu stellen und somit die Versorgung für die Bevölkerung über Getreideprodukte zu verbessern. Eine weitere Möglichkeit könnte eine Applikation über das Blatt sein, was den Umweg über den Boden ausschließen und wahrscheinlich eine bessere Ausnutzung des eingesetzten Selens mit sich bringen würde.

5. Literatur

AICHBERGER, K. und G. F. HOFER, 1989: Arsen-, Quecksilber- und Selengehalte landwirt-

schaftlich genutzter Böden Oberösterreichs. Die Bodenkultur, 40, 1-11, 1989

BZI, 1994: Niederösterreichische Bodenzustandsinventur, Amt der NÖ Landesregierung, Wien, 1994

GISSEL NIELSEN, G., C. G. UMESH, M. LAMAND, und T. WESTERMARCK, 1984: Selenium in soils and plants and its importance in livestock and human nutrition. Advances in Agronomy, 37, 397-460, 1984

HORAK, O. und R. LIEGENFELD, 1996: Untersuchungen zum Selentransfer Boden-Getreide. VDLUFA-Schriftenreihe, 44, 687-690, Kongressband 1996

JOHNSSON, L., 1991: Selenium uptake by plants as a function of soil type, organic matter content and pH. Plant and Soil, 133, 57-64, 1991

