

Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen
Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften
zu München

1942. Heft I/III

Sitzungen Januar – Dezember

München 1942

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung



Deutsche Akademie
der Wissenschaften
zu Berlin
Bibliothek

Über einige Selenwirkungen auf Blütenpflanzen.

Von Friedrich Boas, München.

Mit 5 Abbildungen.

Vorgelegt am 14. November 1942.

Selen findet sich im Boden meist nur in sehr geringer Menge, nur einzelne Böden wie die der Niobraraformation (USA) enthalten einigermaßen mehr Selen. In diesem Fall reichert es sich in Pflanzen an und kann dann wegen seiner sehr starken und unangenehmen Wirkung auf Tiere und Pflanzen gefährlich werden. Es tritt die alkali disease auf. So besteht in gewissem Sinn bereits eine biologische Selenfrage. Wegen der leichten Reduzierbarkeit geeigneter Selenverbindungen und wegen der dabei gut erkennbaren Rotfärbung verwendet man Selen zur Feststellung des Reduktionsvermögens von Geweben. In diesen Rahmen gehört auch die Prüfung der Keimfähigkeit von Samen mit Hilfe von Selen. Diese Selenprobe ist von Lakon, Eidmann, Thomas u. a. eingehend geprüft worden. Im übrigen verweise ich auf Scharrer: „Die Biochemie der Spurenelemente.“

Im Rahmen unserer Untersuchungen über Wirkungskreisläufe in der Natur wurde besonders die Frage geprüft, ob und inwieweit Selen physiologische Vorgänge in der wachsenden Pflanze beeinflußt. Die folgenden Ergebnisse beruhen auf Versuchen von E. Lipp, die er in der letzten Zeit im Botanischen Institut der Technischen Hochschule München ausgeführt hat. Wenn in den folgenden Zeilen von Selen die Rede ist, so ist dabei immer selenigsaures Natrium gemeint. Die Versuche wurden in Wasserkulturen angestellt.

Im allgemeinen will ich nur die Konzentrationen von etwa $1:10^5$ – $1:10^6$ besprechen, stärkere Konzentrationen (etwa $1:10^4$) sind meist sehr schädlich. So wird die Buschbohne in der Dichte

von 1 : 10 000 so stark gefährdet, daß sie meist frühzeitig zugrunde geht. Beim Weizen wirkt diese Konzentration zwar etwas weniger schädlich, eine zufriedenstellende Entwicklung findet aber doch erst in der Konzentration von 1 : 75 000 statt. Als Maß für eine zufriedenstellende Entwicklung galt nicht so sehr das Gesamtwachstum als vielmehr die sehr instruktive Tatsache, daß

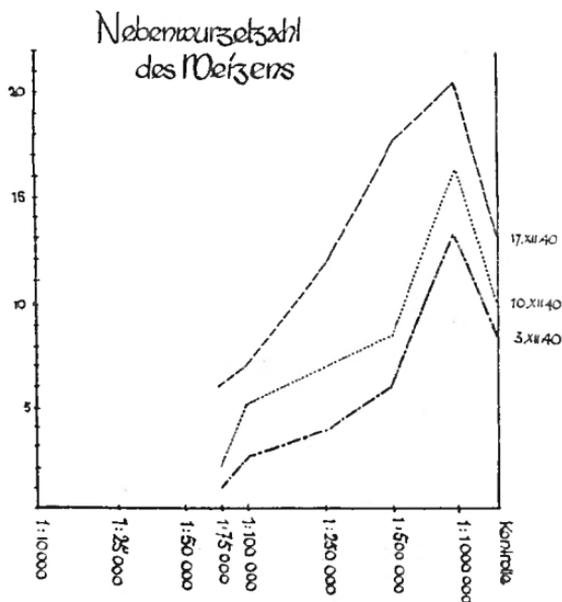


Abb. 1

Die Förderung der Nebenwurzelbildung beim Weizen beginnt etwa bei einer Selenkonzentration von 1 : 250 000, ein deutliches Optimum liegt bei 1 : 900 000.

unterhalb einer bestimmten Selendichte Nebenwurzeln (Seitenwurzeln) fehlen, oberhalb aber auftreten. Diese Tatsache betrachte ich als Maßstab eines gewissen inneren Gleichgewichtes. Sie bedeutet auch die Aufhebung einer wesentlichen Störung.

Seitenwurzeln treten auf:

Winterweizen: Selenkonzentration 1 : 75 000.

Bohne (Phaseolus): 1 : 250 000.

Weide (Salix): Seitenwurzelbildung an Adventivwurzeln:
1 : 900 000. Beginn der Adventivwurzelbildung: 1 : 200 000.

Die einzelnen untersuchten Typen zeigen also recht verschiedenes Verhalten. Auffallend ist der gewaltige Seleneinfluß auf die Seitenwurzelbildung bei den Adventivwurzeln (homorhiz!) von *Salix purpurea*. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß beim Weizen Natriumselenit in der Dichte von 1:100 000–1:900 000 die Wurzelbildung, besonders das Längenwachstum, deutlich fördert. Von der Konzentration 1:900 000 an tritt ein Abfall des Wachstums ein, doch ist die Wurzellänge auch in der Konzentration 1:10⁶ noch größer als in der Kontrolle (Abb. 1).

Auch bei den Wurzeln der Gartenbohne fördern Selenkonzentrationen von 1:200 000 bis 1:10⁶ deutlich das Wurzelwachstum, was man namentlich an der Länge der Wurzel sehr gut feststellen kann. Nach längerer Versuchsdauer verwischen sich die durch Selen bewirkten Anfangsförderungen. Selenfreie und selenhaltige (1:200 000 – 1:10⁶) Kulturen besitzen später ein annähernd gleichgroßes Wurzelsystem.

Das Sproßwachstum bei der Bohne dagegen wird durch keine Selenkonzentration gefördert, wohl aber ist dies beim Weizen der Fall, wo in den Konzentrationen 1:50 000–1:10⁶ eine recht deutliche Förderung des Längenwachstums von Blatt und Sproß eintritt.

Nach diesen Hinweisen auf einige morphologische Wirkungen des Selens sollen besonders einige Fragen behandelt werden, wie Selen auf wichtige Zellvorgänge und Zellinhalte wirkt. Dabei hat sich eine siebenfache fördernde Einwirkung ergeben:

1. Blattgrün a ist mengenmäßig vermehrt,
2. Blattgrün b ist mengenmäßig vermehrt,
3. Karotin ist mengenmäßig stark vermehrt,
4. Xanthophyll ist ebenfalls gefördert,
5. Vitamin C ist gefördert,
6. Biotin (Hefenwachsstoff) ist vermehrt.
7. Vitamin B₁ war in den Blättern der Buschbohne ebenfalls bei der Phykomyzesprobe erkennbar gefördert.

Charakteristisch ist die Tatsache, daß die Bestandteile des Gesamtchlorophylls ungleich vermehrt werden.

Der Gehalt an Chlorophyll a und b wird, wie die Abbildung 2 und 3 zeigt, etwa gleichmäßig gesteigert. Als Nullpunkt ist in der

Abbildung der Chlorophyllanteil un behandelter Pflanzen gewählt. Karotin wird in stärkeren Selenitkonzentrationen (z. B. 1:75 000) erheblich vermehrt (Maximum 355% gegenüber der Kontrolle). Noch in der Konzentration 1:10⁶ beträgt die Steige-

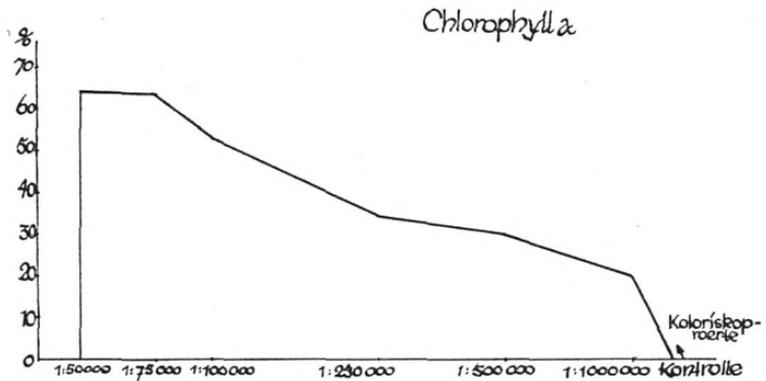


Abb. 2

Chlorophyll a erreicht bei einer Selenitkonzentration von 1:75 000 bei der Buschbohne ein Maximum.

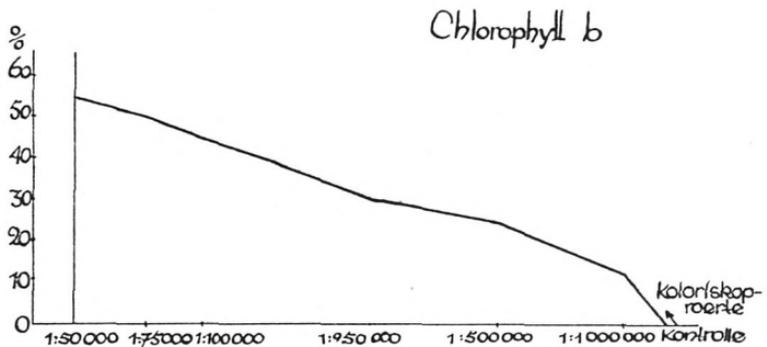


Abb. 3

Auch Chlorophyll b wird durch Selenit gefördert, wenn auch weniger stark als a, in beiden Fällen wirkt 1:10⁶ noch deutlich fördernd.

70% (Abb. 4). Xanthophyll erfährt eine etwa 120%ige Steigerung (1:75 000). Das zeigen die Abbildungen 4, 5.

Die Vermehrungswerte der Chlorophyllkomponenten sind aus den beiden Tabellen ersichtlich, namentlich gibt die Tabelle der Extinktionskoeffizienten einen Einblick in die Veränderungen der einzelnen Anteile (Seite 68).

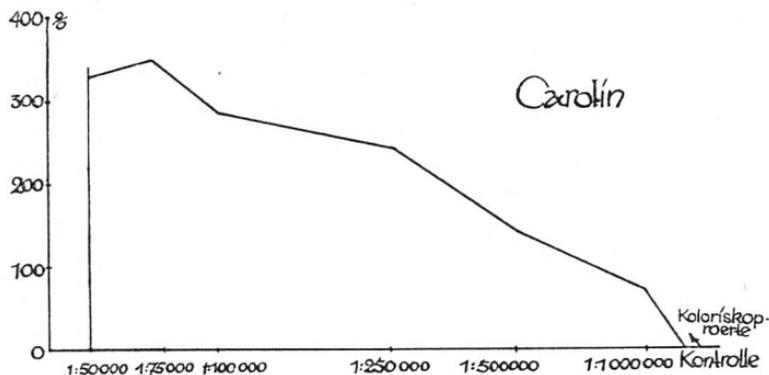


Abb. 4

Der Gehalt an Carotin ist in der Selenkonzentration 1:50 000—1:10⁶ erheblich erhöht. Ein Maximum des Carotingehaltes liegt bei der Konzentration 1:75 000.

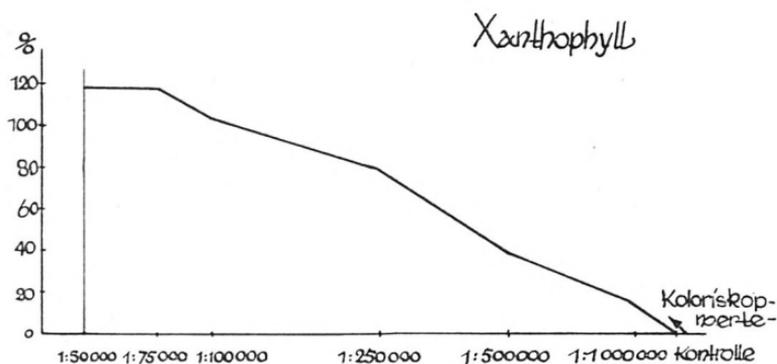


Abb. 5

Selenitwirkung auf den Gehalt an Xanthophyll im Primärblatt der Buschbohne. Wirkungsmaximum etwa 1:75 000, Wirkungsminimum 1:10⁶.

Steigerung der Chlorophyllkomponente unter dem Einfluß des Selen

(Kontrolle = 1, Koloriskopwerte in %)

Konzentration	Chlorophyll		Karotin	Xanthophyll	Gesamt- förderung
	a	b			
Kontrolle	1	1	1	1	1
1:1 000 000	20%	12,5%	70%	15%	29,5%
1: 500 000	30%	25%	145%	40%	61 %
1: 250 000	35%	30%	250%	80%	98,5%
1: 100 000	55%	45%	270%	105%	124,5%
1: 75 000	65%	50%	355%	120%	148,5%
1: 50 000	65%	55%	335%	120%	144,5%

Die Extinktionskoeffizienten der Chloroplasten- anteile

Selen- konzentration	Chlorophyll a, Filt. 161	Chlorophyll b, Filt. 161	Karotin		Chlorophyll Filter 150
			F. 153	F. 157	
1: 50 000	0,125	0,08	0,36	0,40	0,28
1: 75 000	0,130	0,08	0,37	0,40	0,29
1: 100 000	0,115	0,07	0,35	0,39	0,27
1: 250 000	0,10	0,06	0,34	0,37	0,26
1: 500 000	0,10	0,06	0,31	0,35	0,24
1: 1 000 000	0,075	0,05	0,27	0,31	0,23
Kontrolle	0,06	0,04	0,24	0,27	0,22

Eine Verschiebung der Chlorophyllanteile durch verschiedenartige Beleuchtung stellte bei *Helodea canadensis* W. Simonis (Simonis und Harder; Kar) fest. Durch Rotvorbehandlung trat Erhöhung des Gehaltes an Chlorophyll und Carotinoiden ein, durch Blauvorbehandlung eine Senkung. Auf diese offensichtlich ganz andersartige Verschiebung der Chlorophyllanteile sei der Vollständigkeit halber kurz hingewiesen.

Auf andere Ergebnisse soll nicht eingegangen werden. Dagegen muß ich bei der Vermehrung der Chlorophyllanteile und bei der Steigerung des Gehaltes an Vitamin C und Biotin etwas verweilen.

Bekanntlich ist seit Liebig die mineralische Düngung eine der Grundlagen der modernen Landwirtschaft und der Ernährungsphysiologie der Pflanzen.

Die von Liebig begonnene Revolution ist noch nicht abgeschlossen, wir stehen noch mitten im Kampf, insofern als gerade in den letzten Jahren weite Kreise in Wort und Schrift die Behauptung vertreten, daß durch die moderne Ernährung mit Mineralstoffen Wert, Güte und Gesundheit der Pflanzen absinke, daß der Boden geschädigt werde und daß viele Krankheiten auch bei Warmblütern über die mineralische Düngung entstehen. Dabei wird meist wegen der gewollten psychologischen Wirkung der Ausdruck Kunstdünger angewendet, wie wenn Chlorkali, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Salpeter „Kunstprodukte“ wären. Es sind aber zell- und bodeneigene Verbindungen, die immer wieder zur Zelle und zum Boden zurückkehren. Weiter wird in diesem Zusammenhang das

Schlagwort biologisch-dynamisch angewendet. Das wirkt auf weite Kreise zauberhaft, es soll gleichzeitig die „materialistische Wissenschaft“ der Unfähigkeit zeihen. Gleichzeitig werden die Termini der Biologie und Chemie dynamisch und biologisch mißbraucht.

Soviel zur Lage. Es ist längst bekannt, daß man durch falsche Düngung den Boden und die Pflanze schädigen kann. Ebenso bekannt ist es, daß man durch eine sorgfältig abgewogene „Kunstdüngung“ Wachstum, Ernte, Fruchtbildung erheblich steigern kann, ohne daß die besonders beliebten biologischen Werte wie Vitamin C, Vitamin B 1 und andere Modewerte absinken.

Daß es noch viele andere „biologische Werte“ gibt als Vitamine, ist bekannt, es fehlt aber bis heute eine wirklich allseitige biologische Wertungsanalyse. Darauf habe ich in meiner „Dynamischen Botanik“ nachdrücklich hingewiesen. Nun kann Natriumselenit ein für Mensch, Tier und Pflanze sehr starkes Zellgift sein. Mineraldünger können auch Zellgifte sein, wenn man sie in falscher Konzentration auf die Pflanze einwirken läßt. Wenn man nun bei Verwendung von Selen die Giftzone unterschreitet und Selen in physiologisch vorteilhafter Konzentration anwendet, dann wirkt das „Gift“ Selen weitgehend wertschöpfend und sogar in niedriger Konzentration wachstumsfördernd. Wir haben bei unseren Versuchen gleich eine siebenfache Werterhöhung an den Primärblättern der Gartenbohne nachgewiesen. Damit sind die Wirkungen des Selens noch keineswegs erschöpft. Die mitgeteilten Versuche zeigen, wie weitgehend Selen in die Physiologie der Pflanze eingreift. Weiter zeigen sie, auf welcher unhaltbaren Grundlage die kategorische Behauptung steht, daß durch Mineralstoffe Wachstum und Wert der Pflanzen geschädigt wird. Der Wert kann durch unverständige Düngung geändert werden, er muß nicht in negativem Sinn geändert werden. Er kann auch wesentlich im positiven Sinn beeinflußt werden.

In diesem Kann liegt die große Aufgabe und Zukunft der Physiologie der Pflanzen, namentlich soweit in der Landwirtschaft und Gärtnerei die Anwendung von Mineraldüngung und von Spuren- bzw. Hochleistungselementen, zu denen auch Selen gehört, in Betracht kommt.

Eine Anwendung von Selen in der Landwirtschaft und Gärtnerei kommt vorerst schon wegen der heftigen Selenwirkung nicht in Frage. Vorerst handelt es sich noch um theoretische und experimentelle Feststellungen.

Schrifttumshinweis

- Boas, F.: Dynamische Botanik. 2. Auflage. München 1942.
- Boas, F.: Biologische Zukunft. 2. Auflage. München 1939.
- Lakon, G.: Die topographische Selenmethode . . . C. R. Assoc. Intern. d'Essais des Semences. Stockholm 1940.
- Lipp, E.: Zur Kenntnis der Wirkung des Selens auf Pflanzen. Diss. Technische Hochschule. München 1941.
- Scharrer, K.: Die Biochemie der Spurenelemente. Berlin 1941.
- Simonis, W.: Der Einfluß verschiedenfarbigen Anzuchtlichtes auf . . . den Farbstoffgehalt von *Helodea canadensis*. *Planta*, 29, 129-164, 1938. Hier weitere Literatur. Vgl. auch Harder, Simonis und Bode, *Nachr. Ges. Wiss. Göttingen*, N. F. VI, 3, 1938 und Kar, *B. K. Planta*, 26, 420, 1937.