© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mitteilungen.

21. D. Prianischnikow: Zur Frage über die Bedeutung des Calciums für die Pflanzen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. November 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

A. Die Wirkung der Ca-Salze nach den Versuchen mit Wurzelteilung (Methode der „isolierten Ernährung").

Die Methode der isolierten Ernährung wurde bei den Vegetationsversuchen im Laboratorium des Verfassers seit 1902 angewendet; eine kurze Beschreibung der Methode ist in den Land. Vers. Stat., Bd. LXXX, S. 667, 1913, zu finden.

Diese Methode erwies sich für das Studium verschiedener ernährungsphysiologischer Fragen geeignet, und vor allem — der Frage über den Einfluß verschiedener Salze auf die Zugänglichkeit schwerlöslicher Verbindungen für die Wurzeln der Kulturpflanzen.

Es sei hier nur an einzelne Beispiele erinnert. Die Versuche von PRIANISCHNIKOW und SCHULOW[1]) bewiesen, daß das NH_4NO_3 nur bei einer unmittelbaren Berührung mit Rohphosphaten letztere für die Pflanzen zugänglicher macht.

Die Versuche von TSCHIRIKOW u. a.[2]), welche auch in unserem Laboratorium ausgeführt wurden, zeigten, daß die Ca-Salze die Ausnützbarkeit der Rohphosphate für die Pflanzen herabsetzen.

Weiter zeigten die Versuche von TSCHIRIKOW und SCHULOW[3]), welche nach derselben Methode arbeiteten, daß K der künstlichen Zeolithe nur in dem Falle den Wurzeln zugänglich wird, wenn der Zeolith sich in einem Gemisch mit Salzen von anderen Basen befindet. Ähnliche Verhältnisse wurden für einige natürliche K-Silikate nachgewiesen (ib.).

Durch alle diese (und andere) Versuche wurde bewiesen, daß die Pflanzen sich ganz normal entwickeln, wenn K, P oder N

1) PRIANISCHNIKOW, Landw. Vers. Stat., Bd. LXV, 1906, S. 47 (Abbildung auf d. Tafel IX).

2) Journ. f. Exp. Landw., Bd. XV, 1914, S. 54 (russisch).

3) PRIANISCHNIKOW, Landw. Vers. Stat., Bd. LXXX, 1913, S. 667.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht dem ganzen Wurzelsystem, sondern nur einem Teil der Wurzeln zugänglich ist[1]).

Aber weitere Versuche, welche im Laboratorium des Verfassers ausgeführt wurden, zeigten, daß sich nicht alle Elemente in dieser Hinsicht identisch verhalten.

So erwies sich aus den Versuchen von SIDORIN[2]), daß die Isolierung von Eisen gewisse Anomalien in der Entwicklung der Blätter von Mais hervorrief; eine Anzahl der Blätter zeigte eine eigenartige einseitige Chlorose (eine Hälfte gefärbt, andere chlorotisch). Bei der Isolierung von S konnte SIDORIN auch eine vorübergehende einseitige Färbung konstatieren.

Es war zu vermuten, daß die Isolierung von Ca einen allgemeinen ungünstigen Einfluß auf die Entwicklung der Pflanzen ausüben würde, denn aus zahlreichen pflanzenphysiologischen Arbeiten von HANSTEEN[3]), war die hervorragende Rolle des Calciums bei der Herstellung physiologisch balanzierter Lösungen gut bekannt.

Wenn der Transport der Ca-Salze von einer Wurzelspitze, wo sie in die Pflanze treten, zu einer anderen Wurzelspitze, die sich in einer Ca-losen Lösung befindet, nicht genügend rasch oder in nicht genügender Quantität erfolgt, so kann die letztere Wurzelspitze durch einen einseitigen Überschuß unbalanzierter Mg- und K-Ionen leiden.

Um diese Möglichkeit zu prüfen, wurden im Laboratorium des Verfassers im Jahre 1920 von M. DOMONTOWITSCH Wasserkulturen mit Isolierung von Ca-Salzen nach folgendem Plan durchgeführt:

NN. der Gefäße	1, 2	3, 4	5, 6, 7	8, 9
Äußeres Gefäß	Vollständige Nährlösung	Nährlösung ohne Ca	Nährlösung ohne Ca	Nährlösung ohne Ca
Inneres Gefäß	Vollständige Nährlösung	Nährlösung ohne Ca	$CaSO_4$	$CaCl_2$

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten einen bestimmten ungünstigen Einfluß der Isolierung von Ca auf die Entwicklung der Maispflanzen.

1) Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch K. FAACK Mitt. d. Landw. Lehrk. d. k. k. Hochsch. f. Bodenkultur. Wien, I, 443, 1913. Zit. nach GRAFE, Ernährungsphys. Praktikum, 1914, S. 66.

2) PRIANISCHNIKOW, Ergebn. d. Vegetationsversuche, X. u. XI. Bericht, 1916—1918, Landw. Akademie, Moskau (russisch)

3) Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. XLVII, 1910, S. 289; Bd. LIII, 1914, S. 536.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1. Das Wachstum der Pflanzen bei der Isolierung von Ca wurde gehemmt.
2. An den Blättern der Pflanzen bemerkte man gewisse Krankheitserscheinungen (gelbliche Streifen, schwachen Turgor usw.).
3. Das Wurzelsystem der Pflanzen mit Ca-Isolierung zeigte in den Gefäßen ohne Ca eine schwache Entwicklung.

Gewicht der Wurzelmasse (im lufttrockenen Zustande.)

	Normal	Isolierung von $CaSO_4$	Isolierung von $CaCl_2$
Äußeres Gefäß	3.7 g	1.0 g[1])	1.4 g[1])
Inneres Gefäß	3.5 g	4.9 g[2])	4.0 g[2])

Das Wurzelsystem entwickelte sich also stark in allen Gefäßen mit Ca-Salzen, sowohl bei Anwesenheit als auch bei Abwesenheit anderer Nährsalze; in den Gefäßen ohne Ca wurden viele Wurzelteile bräunlich und starben ab; die Gesamtmasse der Wurzeln war hier 3—5mal geringer als in den Gefäßen mit Ca.

4. Die Pflanzen, welche die Ca-Salze getrennt von anderen Salzen erhielten, ergaben eine geringere Ernte im Vergleich mit den Kontrollpflanzen. Die mittlere Ernte der 6 Wochen alten Pflanzen war pro Gefäß:

Normal: 23.8 g $CaSO_4$ isoliert 15.2 g
$CaCl_2$ isoliert 17.2 g

Die angeführten Tatsachen bestätigen die Ansicht, daß es für die normale Entwicklung der Pflanzen nicht genügt, eine beliebige Verzweigung des Wurzelsystems mit Ca zu versorgen, sondern daß die Anwesenheit von Ca in der Lösung, welche alle wachsenden Teile der Wurzeln unmittelbar umgibt, notwendig ist.

Beim Gebrauch der Methode der „Isolierten Ernährung" muß man also diesen Verhältnissen Rechnung tragen.

B. Versuche über den physiologischen Antagonismus freier Säuren und der Ca-Salze.

In den vorigen Zeilen waren Balanzierungswirkungen der Ca-Salze berührt, welche schon seit längerer Zeit von zahlreichen Physiologen erforscht werden; im weiteren werden einige Fälle einer von den Botanikern verhältnismäßig wenig studierten Er-

1) Nährlösung ohne Ca.
2) Nur Ca-Salz.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

scheinung beschrieben, nämlich Beobachtungen über die Einwirkung der Neutralsalze auf die Toxität der H·-Ionen[1]).

Im Winter 1920—1921[2]) wurden im Laboratorium des Verfassers von M. DOMONTOWITSCH Versuche mit Blättern von *Elodea canadensis* angestellt. 8—10 *Elodea*-Blätter wurden 24 Stunden in Kolben mit 200 ccm Säurelösungen ohne und mit Neutralsalzen gehalten. Es wurden HCl, HNO_3 und H_2SO_4 0,0005—0,001 norm. verwendet, und von Neutralsalzen Chloride, Nitrate und Sulfate von Na, K, Mg, Mn, Ba, Sr und Ca in Konzentrationen von 0,0005 bis 0,005 norm. Zu den Säuren wurden Salze mit gleichen oder ungleichen Anionen zugefügt. Es wurde dabei die Annahme gemacht, daß eine Beimischung kleiner Mengen Neutralsalze zu einer verdünnten Lösung einer starken Säure praktisch keinen Einfluß auf die Dissociation der Säure und auf den Säuregrad der Lösung haben würde.

Nach Beendigung der Versuche wurden die Blätter in eine plasmolysierende Flüssigkeit gelegt. Die Zahl der zur Plasmolyse unfähigen Zellen diente als Maß der Giftwirkung der Lösungen. Ein Teil dieser Versuche wurde im Sommer 1922 wiederholt, wobei die Konzentration der H·-Ionen kolorimetrisch nach der Methode von MICHAELIS bestimmt wurde (Indicator — β-Dinitrophenol).

Von den zahlreichen Versuchen werden hier nur zwei als Beispiele angeführt.

Zusammensetzung der Lösung (norm.)	p_H	Zahl der Blätter mit dem Beschädigungsgrad:				Zusammensetzung der Lösung (norm.)	p_H	Zahl der Blätter mit dem Beschädigungsgrad:			
		100	50	50	0			100	50	50	0
1. HCl 0,001 . . .	2,99	8	—	—	—	1. HCl 0,005 . .	3,28	—	—	7	1
2. HCl 0,001 + $MgCl_2$ 0,001 .	2,99	5	3	—	—	2 HCl 0,001 . . .	2,99	—	7	1	—
3. HCl 0,001 + $BaCl_2$ 0,001 .	2,99	2	5	1	—	3 HCl 0,001 + $CaCl_2$ 0,001 . .	2,99	—	—	7	1
4 HCl 0,001 + $SrCl_2$ 0,001 . .	2,99	5	1	2	—	4 HCl 0,0015 . .	2,83	7	1	—	—
5. HCl 0,001 + $CaCl_2$ 0,001 . .	2,99	—	4	4	—	5 HCl 0,0015 + $CaCl_2$ 0,001	2 83	—	5	3	—
6. HCl 0,001 . .	2,99	8	—	—	—	6 HCl 0,002 + $CaCl_2$ 0,001 .	2,73	2	6	—	—

1) Vgl. WIDAR BRENNER: Über die Wirkung von Neutralsalzen auf die Säureresistenz, Permeabilität und Lebensdauer der Protoplasten. COLETT, M. E. The toxicity of acids to infusoria. Journ. of exp. Zool., Bd. 34, 67, 1921.

2) Annalen der Landw. Akademie Moskau. 1920 (russisch).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In den Versuchen mit Scheiben aus den Wurzeln der roten Rübe, welche im Winter 1920/21 durchgeführt wurden, wurde eine sehr einfache Methode angewendet. Scheiben aus den Wurzeln der Rübe wurden in die Lösungen gebracht und die Zeitdauer bis zum Beginn der Exosmose des roten Safts bestimmt. Es wurden dieselben Lösungen wie bei *Elodea* (s. o.) verwendet.

Gemäß einigen Angaben von BRENNER konnte man vermuten, daß in einigen Fällen die Exosmose des roten Safts aus den abgestorbenen (d. h. zur Plasmolyse unfähigen) Zellen ausbleiben kann. Das veranlaßte eine Wiederholung der Versuche; dabei wurden dünne durchsichtige, möglichst gleiche Scheiben angewendet; am Ende der Versuche wurden die nicht entfärbten Zellen auf Plasmolyse geprüft und in allen Fällen erwiesen sich beinahe alle diese Zellen als plasmolysierungsfähig. P_H in den Lösungen wurde kolorimetrisch nach MICHAELIS bestimmt. Als Beispiele seien hier zwei Versuche angeführt.

HCl-Konzentration (norm.)	P_H	Zeitdauer bis zum Beginn der Exosmose		Differenz		P_H	Zeitdauer bis zum Beginn der Exosmose
		ohne Ca	+ $CaCl_2$ 0,002 norm.		1. HCl 0,001 n.	3,00	3 St. 20 Min.
					2. HCl 0,001 n. + NaCl 0,001 . . .	3,00	4 St.
1.	3,00	50 Min.	> 2 St. 30 Min.	1 St. 40 Min.	3. HCl 0,001 n. + $MgCl_2$ 0,001	3,00	6 St. 10 Min.
2.	2,73	40 Min.	1 St. 20 Min.	40 Min	4 HCl 0,001 n. + $BaCl_2$ 0,001	3,00	11 St.
3.	2,45	30 Min.	55 Min.	25 Min.	5. HCl 0,001 n. + $SrCl_2$ 0,001 .	3,00	18 St.
					6. HCl 0,001 n. + $CaCl_2$ 0,001 . .	3,00	24 St.

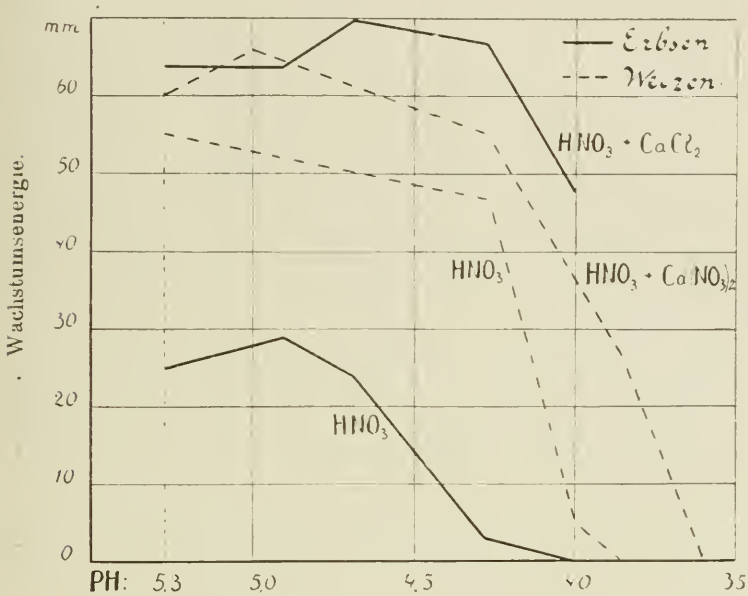
Die Methoden, welche in den Versuchen mit *Elodea* und der roten Rübe angewendet wurden, erlauben gewiß keine genaue quantitative Messung der antitoxischen Wirkung einzelner Salze; es erscheint aber möglich, bei genügend großer Zahl von Versuchen gröbere Unterschiede in der Wirkung verschiedener Salze festzustellen.

Es wurden noch einige Versuche über den Einfluß von steigenden Mengen der Säure (HNO_3) auf das Wachstum mit Weizen- und Erbsen-Keimlingen durchgeführt; dabei wurde der Längenzuwachs der Wurzeln in verschiedenen Lösungen gemessen; die Versuche dauerten 3 Tage. Unter den untersuchten Salzen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von Na, Mg, Sr und Ca wurde eine merkliche Schutzwirkung gegen Säuren nur bei Ca-Salzen beobachtet (und eine schwache Wirkung bei Sr).

Es sei hier nur ein Teil der Ergebnisse von 2 Versuchen mitgeteilt, welche die schützende Wirkung von Sa-Salzen demonstrieren.



Einfluß von steigenden Mengen der Säure auf das Wachstum der Wurzeln bei Anwesenheit von Ca-Salzen und ohne die letzteren.

Erbsenkeimlinge.

		Wasser	HNO_3 in steigender Konzentration			
PH:		5,3	4,3	4,0	3,85	3,6
Wachstums-energie	ohne:	55	47	5	0	0 mm
	mit $Ca(NO_3)_2$:	60	66	55	26	0 mm

Weizenkeimlinge.

		Wasser	HNO_3 in steigender Konzentration			
PH:		5,3	4,9	4,7	4,3	4,0
Wachstums-energie	ohne:	25	29	24	3	0 mm
	mit $CaCl_2$:[1])	64	64	70	67	48 mm

1) Die Konzentration der Kalziumsalze betrug in beiden Fällen 0.0005 norm. Die Säuregrade PH wurden kolorimetrisch gemessen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Ergebnisse dieser Versuche sind auch graphisch dargestellt (siehe die Abbildung); die Säuregrade PH sind als Abscissen, der mittlere Längenzuwachs der Wurzeln als Ordinaten eingetragen.

Eine Zusammenstellung aller durchgeführten Versuche zeigt, daß sie zu ganz analogen Ergebnissen führen, welche folgendermaßen zusammengefaßt werden können:

1. Verdünnte Lösungen der Salze der bivalenten Metalle — Mg, Mn, Ba, Sr, Ca — in Konzentrationen von 0,0005 bis 0,005 norm. erhöhten merklich die Säureresistenz der Zellen von *Elodea* und von der roten Rübe.
2. Von den angeführten Kationen zeigten in allen Fällen die Ca-Salze die stärkste antitoxische Wirkung.
3. Die Salze monovalenter Kationen — Na, K — hatten bei den angegebenen Verdünnungen (0,0005—0,005 norm.) keine oder eine nur sehr schwache antitoxische Wirkung gegen die H·-Ionen.
4. Bei Verwendung schwacher Salzlösungen wurde keine spezifische Wirkung der Anionen auf den Entgiftungseffekt der Salze konstatiert; so z. B. hatten $Ca(NO_3)_2$ und $CaCl_2$ ungefähr dieselbe Wirkung[1]).

1) BRENNER (loc. cit.) dagegen beobachtete bei Anwendung hypertonischer Lösungen einen bestimmten Effekt der Anionen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Prianischnikow D.

Artikel/Article: Zur Frage über die Bedeutung des Calciums für die Pflanzen. 138-144