download www.zobodat.at

Natrium, Bor und Zink

in ihrer Bedeutung für in Wasserkulturen gehaltene Kartoffel- bezw. Zuckerrüben-Sämlinge[1]).

Von O. Richter (Brünn).

I. Versuche über die Bedeutung von Natrium, Bor und Zink für die Kartoffel.

Die zu besprechenden Versuche wurden mit Kartoffelsämlingen durchgeführt, weil diese im Hinblick auf ihren geringen Gehalt an Reservestoffen ganz wesentlich rascher durch Mangelerscheinungen auf in nicht ausreichender Menge gebotene Stoffe reagieren als Stecklinge von Kartoffeltrieben, mit denen Schropp bei seinen Wasserkulturen gearbeitet hat.

Der Erste, der eine Kartoffelpflanze in Brunnenwasser mit Magnesiumsulfat-, Kalziumnitrat- und Kalziumchlorid-Zusatz bis zur Knöllchenbildung brachte, war übrigens schon 1863 einer der Altmeister der Wasserkulturversuche: Nobbe.

Seither haben nun Johnston 1928 für das Studium des Bor-Einflusses, Janssen 1929 und van Schreven 1939 Wasserkulturen mit Kartoffelsämlingen durchgeführt, wobei die beiden letzten sogar auch Knöllchenbildung wie Nobbe beobachten konnten. Doch sind ihre Ergebnisse im Hinblick auf die Methodik wie die der Anwendung von Korkstöpseln, durch die die Würzelchen durchgesteckt wurden, als Gefäßverschlüsse deshalb weitgehend als unexakt zu beanständen, da sich an den Stöpseln Kondenswasser ansammelt, das mit den aus dem Korke gelösten Substanzen in die Kulturflüssigkeiten zurücktropft und die Korke Pilzen Gelegenheit geben, sich reichlich an ihnen zu entwickeln und die Keimpflänzchen zu schädigen.

Johnstons, Janssens und van Schrevens Methode kam daher für eine exakte Beantwortung der gestellten Fragen überhaupt nicht in Betracht. Es wurde daher eine neue, den Anforderungen größter Exaktheit gerecht werdende Methode

---

[1]) Auf Grund von mit Herrn Prof. Dr. Rudolf Dostál (Brünn) durchgeführten Versuchen, von denen die mit Kartoffelsämlingen demnächst in den Beiheften zum Bot. Centralblatt erscheinen (vergl. das Schriftenverzeichnis) und die mit den Zuckerrübenkeimlingen 1943 zur Veröffentlichung eingesendet werden sollen.

download www.zobodat.at

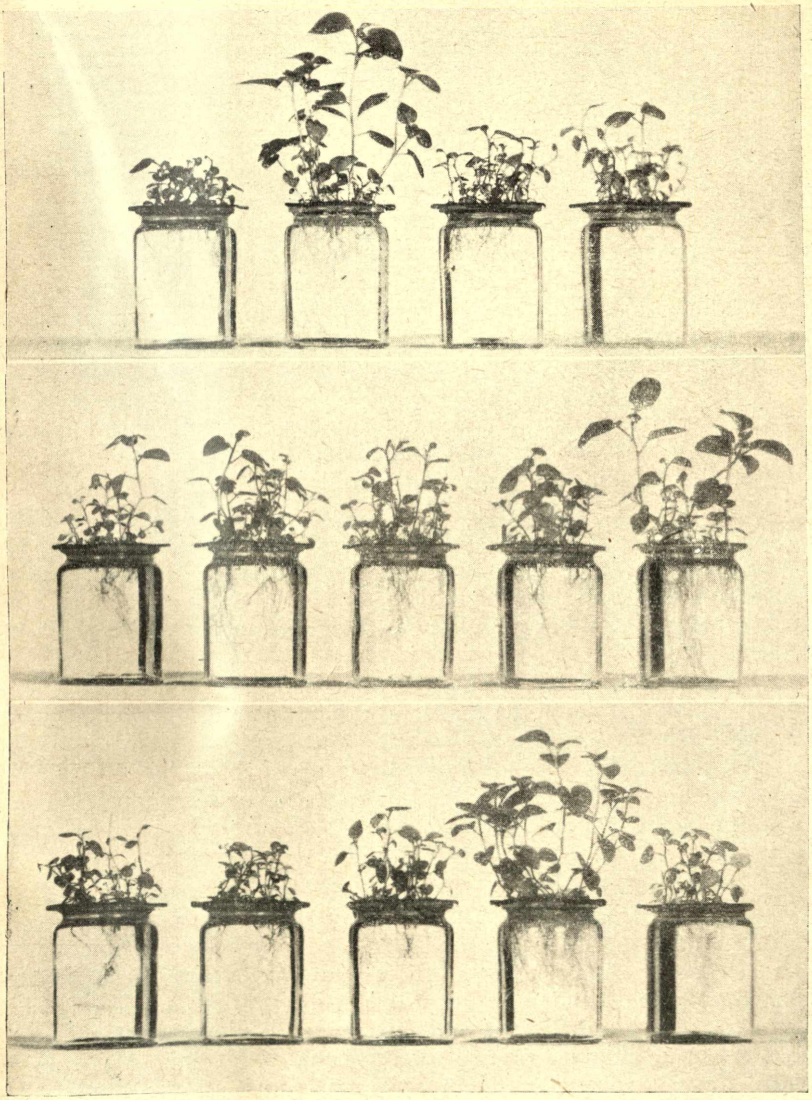


Abb. 1.

1. Reihe: Li, **B**, Al, Ti
2. Reihe: Mn, Co, Ni, Cu, **Zn**
3. Reihe: Br, Sn, J, **A—Z**, Kontr.

download www.zobodat.at

von mir im Verein mit Herrn Prof. Dr. R. Dostál ausgearbeitet. Die in paraffinierten Petrischalen auf reinstem Filtrierpapier ausgelegten und zum Keimen gebrachten Sämchen wurden in den ersten Reihen von Versuchen auf Paraffinscheiben, in allen späteren Versuchsserien auf mit Paraffin übergossene, für sie durchlochte und auch in den erzeugten Löchern gut ausparaffinierte Zinkdeckel gesetzt, durch die ihre Würzelchen durchgesteckt wurden.

Als Stammnährlösungen wurden die von mir[2]) seinerzeit für den Nachweis der Siderophilie (Ferrophilie, d. i. das besondere Eisenbedürfnis) des Reises in Anwendung gebrachte oder die v. d. Crone'sche Nährlösung benützt und gezeigt, daß Natrium, Bor und Zink, zur kompletten Stammlösung dazu gesetzt, außerordentlich fördernd auf die Kartoffelsämlinge zu wirken vermögen. Ja, es kann geradezu erklärt werden, daß ohne Borzusatz eine normale und üppige Entwicklung der Kartoffel-Pflänzchen nicht zu erreichen ist, so daß das Bor nun wohl für die Kartoffel als notwendiges Nähr-Element angesprochen werden muß. (Abb. 1.)

Für praktische Fragen ist noch die Tatsache bedeutungsvoll, daß das Bor für die Ausbildung der Kartoffeln von ausschlaggebender Bedeutung ist, wie Abb. 2 zeigt.

Von Wichtigkeit ist auch die Konzentration, in der das Bor bzw. das auch als fördernd erkannte Zink geboten wurde. (S. Abb. 3.)

Ausgesprochen bedeutungsvoll erwies sich das Natrium, das sich auch ohne B-Zusatz besonders entscheidend auch im Sinne einer reichlichen Kartoffelbildung auswirkte[3]).

Diese Tatsache läßt noch kurz auf die Gedankengänge verweisen, die für die Beschäftigung mit den Kartoffelsämlingskulturen maßgebend waren. Merkenschlager hat nämlich in einer sehr interessanten geologisch-landwirtschaftlichen Skizze auf die Provenienz der Kartoffel aus den mexikanischen Lavagebieten hingewiesen und gezeigt, daß diese Kulturpflanze auch in Deutschland gerade auf solchen Böden am besten gedeiht, und ihre unterirdischen Stämme, die Knollen, am reichlichsten und üppigsten zur Entwicklung bringt, die ihren Ur-

---

[2]) Vgl. Richter Oswald XIII u. XIV 1926.

[3]) In diesem Zusammenhange wird eine Bemerkung Schramms dem 57. Jg. der Zeitschrift Deutscher Obstbau interessieren, die deshalb Auszug hier angefügt mag, vgl. die Fortsetzung der Fußnote S. 60.

download www.zobodat.at

B A—Z

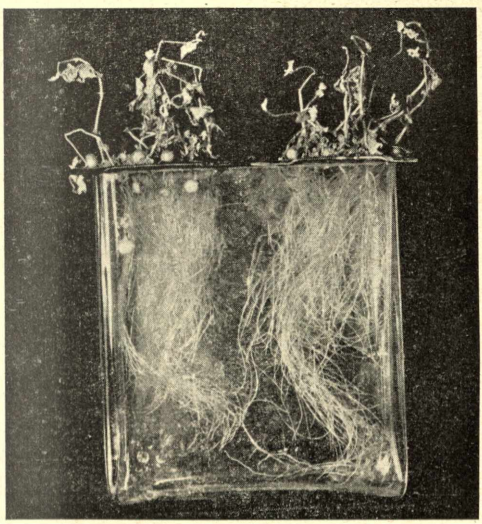
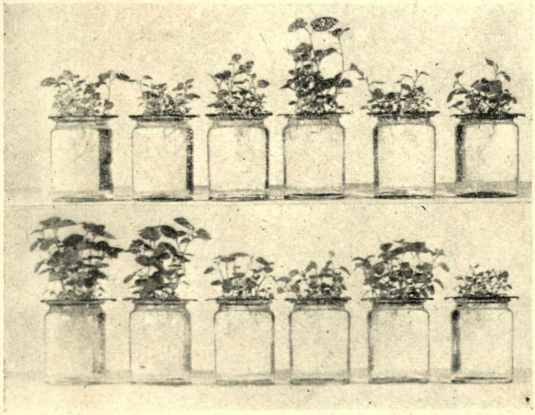


Abb. 2.
Knollenbildung

Cu¹ Cu⁴ Zn¹ **Zn⁴** Mn¹ Mn⁴



B¹ **B⁴** Ti¹ Ti⁴ **A—Z** Kontr.

Abb. 3.

download www.zobodat.at

sprung Eruptivgesteinen und von Lava stammendem Mergel verdanken. Daher stamme auch ihr Bedürfnis nach größeren Mengen von Schwefel in Form von Sulfat. Damit war aber in gleicher Weise an entsprechende Mengen von Magnesium — wie Natriumsulfat und an Natriumsalze überhaupt als Förderer der Kartoffel und eine gewisse Halophilie und die Möglichkeit der Notwendigkeit des Natriums für die Kartoffel[3]) zu denken.

„Meerwasser als Düngemittel."

Ein Gasthausbesitzer an der Flensburger Förde, der „seinen Garten nur mit Seetang und Seegras sowie auch mit Meerwasser düngte", weil er der Ansicht war, „daß im Meerwasser alle „Chemikalien" sind, die die Pflanze braucht" und der „den Seetang" „zuerst, tief" eingrub, als er aber sah, „daß er dann nicht verrottete", „ihn nur wenig mit Erde" bedeckte, „damit die Luft herankommt und er feucht bleibt", verwies Schramm darauf, „welche prachtvolle Kartoffeln und in welcher Menge" er „sie ernte". „Die Karotten säe" er „in Reihen auf die Beete und begieße sie nach der Aussaat wiederholt mit Fördewasser, bis sie auflaufen. Sie wachsen danach großartig und entwickeln sich zu ganz besonders guter Qualität. Seit 10 Jahren dünge" er „so" „seinen" Garten."

Schramm sah in dieser „Erklärung eine Bestätigung der Richtigkeit" seiner „Anschauung", die „er" seit Jahren vertrete.

„Wenn nun von Fachleuten vielleicht nicht angezweifelt" werde, „daß die Karotten die Meerwasserdüngung ertragen, trotz ihres Kochsalzgehaltes, weil das Laub derselben auch Kochsalz enthält, so könnte doch lebhafter Zweifel aufkommen, daß auch die Kartoffelpflanze, die doch als chlorempfindlich gilt, bei einer Düngung mit Meerwasser bzw. Seetang gedeiht. Den Zweiflern" halte daher Schramm „entgegen, daß ein Unterschied ist, ob die Düngung in Form etwa chlorhaltigen Kainits gegeben wird oder als Meerwasser bzw. Seetang. Das Meerwasser" sei „als eine chemisch vollkommen ausgeglichene Düngung anzusehen, die nur in zu starker Lösung schaden" könne.

Wenn nun auch die Düngung mit Meerwasser, Seetang und Seegras einen klaren Einblick in die Zusammensetzung und damit in die Wirkungsweise derart kompliziert zusammengesetzter Düngemittel nicht gestattet, da insbesondere die organischen Bestandteile mit ihrem kolloiden Charakter eine eigene eingehende Prüfung erfordern würden, so ist doch allein die Tatsache von der außerordentlich fördernden Wirkung Kochsalz reichlich enthaltender anorganischer bzw. organischer Substrate auf die Kartoffel- und die Karottenanpflanzungen zweifellos vom größten Interesse.

Schramms Bemerkung aber zu den Beobachtungen auf der Flenzberger Förde zeigt wieder, wie sehr die praktischen Landwirte stets erster Linie an das Chlor des Kochsalzes denken und dem durch die in I. besprochenen und den in II. zu besprechenden Versuche nun auch für Kulturpflanzen ersten Ranges wie die Kartoffel und die Zuckerrübe aus der unverdienten Aschenbrödel-Rolle hervorgehobenen Natrium nicht die geringste Aufmerksamkeit zuwenden.

download www.zobodat.at

Die oben erwähnte Notwendigkeit des Bors für, bzw. die fördernde Wirkung des Zinks auf die Kartoffelsämlinge wurde methodisch auf analytischem Wege ermittelt, zumal Schropp und Scharrer für verschiedene Pflanzen eine Förderung durch Zusatz minimaler Mengen der sogenannten Hoagland'schen A-Z-Nährlösung mit ihren 12 (zwölf) als „Spurenelemente" bezeichneten Elementen: Litium (Li), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Bor (B), Aluminium (Al), Zinn (Sn), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Kobalt (Co), Titan (Ti), Jod (J) und Brom (Br) zu den üblichen klassischen Nährlösungen nachgewiesen hatten. Denn auch bei unseren vergleichenden Versuchen mit Kartoffelsämlingen in Nährlösungen mit und ohne Zusatz der Hoagland'schen A-Z-Nährlösung konnte eine stark fördernde Wirkung dieses Zusatzes festgestellt werden.

Es erfolgte also der Zusatz von je sechs, dann von je vier, dann von je drei, von je zwei Elementen in der in der Hoagland'schen A-Z-Nährlösung üblichen Konzentration und schließlich von jenen Elementen allein, deren Gegenwart in den verwendeten Gruppen die größten Wachstumserfolge bei Stengeln, Blättern und Wurzeln bzw. die stärksten Kartoffelerträge ausgelöst hatte, und das waren von den eben aufgezählten „Spurenelementen" eben das Bor und das Zink, wie ja schon Abb. 2 und 3 gezeigt haben.

Bei den vergleichenden Versuchen über die Rolle der sauren Phosphate von Natrium und Kalium bei Gegenwart verschiedener Mengen von Kalziumnitrat (1,5, 1 bzw. 0,5 g je Liter) ergab sich interessanter Weise, daß das Natriumphosphat umso günstiger wirkte, je höher seine Konzentration war, in der es in Anwendung kam, wenn also 1 g‰ NaH_2PO_4 + 12 H_2O mit 1,5‰ Ca $(NO_3)_2$, 0,5‰ NaH_2PO_4 mit 1‰ Ca $(NO_3)_2$ und 0,2‰ NaH_2PO_4 mit 0,5‰ Ca $(NO_3)_2$ kombiniert erschien, während sich das Monokaliumphosphat gerade umgekehrt verhielt, das also umso besser wirkte, je niedriger seine Konzentration im Vergleiche zu der des Ca $(NO_3)_2$ gehalten wurde.

Daß es sich hier um eine Gesetzmäßigkeit handeln muß, ging daraus hervor, daß sie in gleicher Weise auftrat, ob die betreffenden Versuchsreihen ohne oder mit Zusatz der Hoagland'schen A-Z-Lösung zur Aufstellung kamen.

download www.zobodat.at

II. Versuche über die Bedeutung von Natrium und Bor für Zuckerrübenkeimlinge.

Die Tatsache, daß Fr. Schindler und E. von Proskowetz seinerzeit aus der Beta maritima aus Bordeau innerhalb dreier Jahre die gewöhnliche Zuckerrübe zu züchten vermochten, und damit die Beta maritima als die Urpflanze der Zuckerrübe erkannten, wies ebenso wie die Tatsache, daß die Zuckerrübenzuchten in Europa umsomehr der Herz- und Trockenfäule verfallen, je weiter sie von der Meeresküste entfernt sind[4]), wie weiter die Tatsache, daß Borax düngung[4]), also die Zufuhr des Natriumsalzes der Borsäure, mit sehr gutem Erfolge zur Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrübe benutzt werden konnte[4]), und auch die vielfachen Erfahrungen von einer Förderung der Zuckerrübenzuchten durch eine Kochsalzdüngung, der besonders Jul. Stoklasa und A. Matoušek das Wort reden, wiesen darauf hin, daß die Zuckerrübe als halophiles Gewächs zu gelten hätte und als solches möglicher Weise ähnlich wie die Kartoffel ein größeres Bedürfnis für Na aufweisen könnte, ja, daß sich für sie das Na ebenso wie für Meeresdiatomeen[5]) und Leuchtbakterien[6]) als notwendiges Nährelement herausstellen könnte.

Für die Beantwortung der damit aufgeworfenen Fragen:

„Ist die Zuckerrübe wirklich halophil?
Welches der im Kochsalz enthaltenen Elemente Natrium oder Chlor ist für die Zuckerrübe von entscheidender Bedeutung?
Ist es das Natrium oder die Borsäure im Borax, oder sind es Na und B, die die Entwicklung günstig, ja entscheidend beeinflussen, so daß von einer Unentbehrlichkeit dieser Elemente geredet werden kann?“

war der Experimentator wieder auf die Arbeit mit den Sämchen der Zuckerrübe und der Kultur der Keimpflänzchen in Wasserkulturen angewiesen, über deren Durchführung in einer größeren Arbeit berichtet werden wird, in der auch auf die gesamte Literatur eingegangen werden soll.

Als gesicherte Ergebnisse der gemeinsam mit Herrn Prof. Dr. R. Dostál durchgeführten umfangreichen

---

[4]) Vgl. Scharrer Karl, 1941.

[5]) Vgl. Richter Oswald IV 1906, VI. 1908, VII. 1907/8, VIII. 1909, IX. 1909, X. 1911.

[6]) Vgl. Richter Oswald XV 1928, Mudrak Alfred 1933 und Bukatsch F. 1936.

download www.zobodat.at

Studien des Jahres 1942 kann heute schon festgehalten werden:

1. Das Bor ist für die Zuckerrübe ein notwendiges Nährelement, das insbesondere das Einsetzen der Herz- und Trockenfäule, die sich schon durch Nekroseschwärzung der ersten sich zwischen den grünen, der Herz- und Trockenfäule niemals unterliegenden, stets gesund bleibenden Keimblättern zur Entwicklung drängenden Knöspchen und der ersten sie umhüllenden Laubblättchen und deren Absterben von der Basis ab verrät, zu verhindern vermag und den Wuchs dieser Achselknöspchen und der ersten Laubblätter in auffallender Weise fördert.

Die beschriebenen, an in B-freien Lösungen gehaltenen Keimlingen eben einsetzenden, mit der Nekroseverfärbung verbundenen Absterbeerscheinungen können geradezu abgestoppt und behoben werden, wenn man die Stellen an der Kotyledonar-Basis mit Bor-Lanolinpasta bestreicht.

2. Natrium fördert die Entwicklung der in Wasserkulturen gehaltenen Zuckerrübenpflänzchen in ganz hervorragender Weise. Damit werden Jul. Stoklasas und A. Matoušeks Befunde von der optimalen Entwicklung der Zuckerrüben und deren Höchstertrag an Rübentrockengewicht und an Rohrzuckergehalt in Sand- und Torfkulturen, die mit $^1/_{10}$ bzw. $^2/_{10}$ normal KCl und $^1/_{10}$ bzw. $^2/_{10}$ normal NaCl enthaltenden Lösungen begossen wurden, durch das Verhalten der Zuckerrübensämlinge in Wasserkulturen weitgehend gestützt.

3. Eine überraschende Feststellung war die Beobachtung, daß unter gewissen Verhältnissen bei sonst üppigem Wuchse und prächtigster Entfaltung der ersten Laubblätter diese fast frei von Chlorophyll waren und das typische Aussehen der Chlorose oder etwa eines Stickstoffhungeretiolements zeigten.

Eingehende auf die Erklärung dieser Erscheinungen abzielende Versuche haben ergeben,

a) daß die Zuckerrübe ähnlich, wie dies zuerst für die Reispflanze (Richter O. 1926) und später von Schropp für Mais und andere Gräser gezeigt wurde, mit der sogenannten „Spur" Eisen in Nährlösungen ihr Auslangen nicht findet, sondern die zehnfache, ja eine noch größere Menge Eisen fordert, um normale Grünfärbung bei der Pflanze zu erreichen. Es muß also auch die Zuckerrübe als siderophil, d. i. eisenliebend, angesprochen werden. Dabei ergab sich

b) daß Di- und Tri-Natriumphosphat-Zusatz zur Nährlösung trotz üppigster Entfaltung der ersten Laubblätter

download www.zobodat.at

in aller erster Linie für die beschriebene Chlorose bei geringen Eisenmengen in Form von Mohr'schem Salz ($FeSO_4 + (NH_4)_2 SO_4) + 6 H_2O$ in 0,02‰) oder Ferrichlorid: $FeCl_3$ (in 0,02 oder 0,2‰) oder Ferrisulfat in 0,02‰ in der Nährlösung verantwortlich zu machen ist.

Die so entstandene Chlorose kann durch Bestreichen der Blätter mit verdünnten Eisenlösungen geheilt werden, wie Abb. 4 zeigt. Doch scheint mit der Chlorose auch eine Art „Stickstoff-Hungeretiolement" Hand in Hand zu gehen, da das Bestreichen der Blätter mit verdünntem Natriumnitrat ($NaNO_3$) auch zum Ergrünen führen kann. (S. Abb. 4). Dabei ist besonders interessant, daß bei beiderlei Behandlung ganz lokalisiert nur die Blattseiten ergrünen, die bestrichen worden sind. Die analoge scharf lokalisierte Ergrünung erzielt man auch beim Auftragen von Eisensalzlanolinpasta.

Die beschriebenen Blattgelbfärbungen treten nicht auf, wenn ausreichende Eisenmengen von vorneherein den Nährlösungen zugegeben werden, und unterbleiben auch, wenn das saure Natriumphosphat, oder wenn das saure bzw. alkalische Kalium — statt Natriumphosphat in die Nährlösung gegeben wird. Es muß infolgedessen angenommen werden, daß das alkalische Natriumphosphat in irgend einer Weise hemmend auf die Eisenaufnahme zu wirken scheint, obwohl bei seiner Gegenwart in, bzw. bei seiner Zutat zu der Nährlösung, wie schon erwähnt, ein überaus üppiges Wachstum der Laubblätter, also auch der gelben, beobachtet werden kann. Eine vollkommen befriedigende Erklärung dieser Erscheinung ist bei dem heutigen Stande der Untersuchungen noch nicht möglich, doch sind diese heute schon geeignet, die verschiedenen Erfahrungen von Lemmermann, W Krüger und D. Wimmer, über die Bedeutung und das Zusammenwirken von Phosphaten und Eisensalzen, besonders Chloriden, in Sand- und Torfkulturen zu stützen und durch diese Nährlösungserfahrungen bis zu einem gewissen Grade verständlich zu machen.

Überblicken wir die neuen Erfahrungen und bringen wir sie mit den eingangs schon erwähnten Untersuchungen über Diatomeen, insbesondere Meeresdiatomeen[5]), und mit denen über Leuchtbakterien[6]) in Beziehung, so liegen die exakten Nachweise der Notwendigkeit des Siliciums für Diatomeen des Süßwassers[7]) und des Meeres[8]),

---

[7]) Vgl. Richter Oswald I. 1903, II. 1904/5 und III. 1906.

[8]) Vgl. Richter Oswald VII. 1907/8, VIII. 1909, X. 1911, XI. 1913, XII. 1913, und XVI. 1933.

download www.zobodat.at

$Fe\,[NH_4\,SO_4]_2$ $Fe_2\,(SO_4)_3$ $Fe\,Cl_3$ $Na\,NO_3$

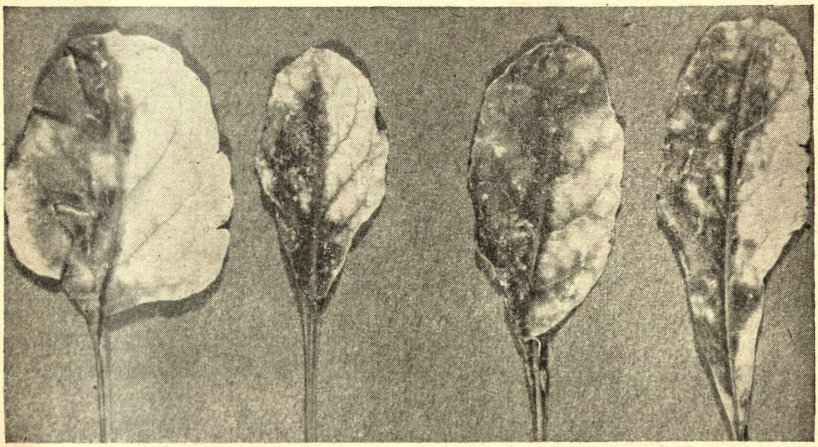


Abb. 4.

des Natriums für Meeresdiatomeen und Leuchtbakterien, außerdem der oben erbrachte Nachweis der Notwendigkeit des Bors für Sämlinge der Kartoffel und solche der Zuckerrübe, weiter der Nachweis der Notwendigkeit des Natriums für diese Zuckerrübensämlinge und der außerordentlich fördernden Wirkung von Natrium und Zink für Kartoffelsämlinge vor, u. zw. in einem anderen Sinne, als es die bekannten Untersuchungen und Auffassungen von Loeb, Osterhout, Stoklasa und Matoušek wollen, die im Natrium z. B. nur einen entgiftenden Faktor für vorhandene Kationen von Kalium, Kalzium und Magnesium sahen.

Die besprochenen Erfahrungen haben einwandfrei die Notwendigkeit der betreffenden Elemente — das Zink vielleicht ausgenommen — als Nährstoffe für bestimmte Pflanzen gezeigt. Und so seien denn hiemit in die „Nährstofflinie" von A. Frey-Wyssling in aller Form das Silicium, das Natrium und das Bor in Form von „notwendigen Nährelementen" (im Frey-Wyssling'schen Schema doppelt umrandet) eingereiht. Es ist dies umso verständlicher, als wenigstens zwei dieser Elemente, das Natrium und das Silicium, auch zu den 12 Grundstoffen der Erdrinde gehören, wie sie Scharrer 1941, S. 6—7, in seinem Buche über Spurenelemente angeführt hat.

download www.zobodat.at

Abbildungserklärung.

Abb. 1. Nachweis der Bedeutung des Bors — vgl. das 2. Gefäß in der ersten Reihe — sowie des Zinks — vgl. das Gefäß am rechten Flügel der zweiten Reihe — und der fördernden Wirkung des Zusatzes der Hoagland'schen A-Z-Lösung zur Stammnährlösung für in Wasserkulturen gehaltene Kartoffelsämlinge — vgl. das 2. Glas von rechts in der unteren Reihe — beim Versuche vom 14. April bis 19. Oktober 1941 bei Verwendung der v. d. Croneschen Nährlösung als Stammlösung, zu der die einzelnen „Spurenelemente" der A-Z-Zusatz-Nährlösung bzw. diese selbst in den vorgeschriebenen geringen[1]) Konzentrationen zugesetzt wurden.

Die photographische Aufnahme des Versuchs erfolgte am 12. September 1941 und zeigt in der 1. Reihe oben von links nach rechts das Aussehen der Keimlinge nach Zusatz von Li, **B**, Al. Ti.
2. Reihe in der Mitte (wie in 1. Reihe) . Mn, Co, Ni, Cu, **Zn;**
3. Reihe unten (wie 1. Reihe) . Br, Sn, J., der **vollständigen A—Z-Lösung,** ganz rechts: die Kontrolle.

Abb. 2. Nachweis der Bedeutung des Bors für die Knöllchenbildung der Kartoffel.
Für die photographische Aufnahme wurden am 6. November 1941 die Deckel der Versuchsgefäße mit ihren Pflanzen in ein Gefäß mit ungefähr parallelen Wänden übertragen, um möglichst anschaulich den großen Unterschied zwischen der reichlichen Knöllchenproduktion der „B-Pflanzen" (links) gegenüber der der Pflanzen zu zeigen, die in der Nährlösung mit der A-Z-Zusatzlösung (rechts) gewachsen waren.

Abb. 3. Nachweis der Bedeutung der Konzentration[1]) des zur Stammlösung zugefügten Bors bzw. Zinks sowie der Zugabe der A-Z Zusatzlösung für die Entwicklung der Kartoffelsämlinge
im Versuche vom 8. August bis 19. September 1941.
Die photographische Aufnahme erfolgte am 1. September und zeigt jeweils Gefäßgruppen aus je zwei Gläsern, von denen das jeweilig linke das betreffende zugefügte Element in der gleichen Konzentration wie in der A-Z-Zusatzlösung, das jeweilig rechte dasselbe Element in der viermal stärkeren Konzentration als der normalen zugefügt erhielt, und zwar in der:

1. Reihe von links:

Gruppe:	I. Cu	II. **Zn**	III. Mn.
Gefäße:	1) 1×	3): 1×	5): 1×
	2) 4×	4) **4×**	6) 4×

2. Reihe von links:

Gruppe:	IV **B**	V Ti	VI. A-Z u. Kontrolle
Gefäße:	7) **1×**	9) 1×	11): **A-Z**[2])
	8) **4×**	10) 4×	12) Kontr. d. C

---

[1]) So wachsen z. B. die Kartoffelsämlinge in Lösungen mit 0,0004 bis 0,0009 g Borsäure je Liter erst normal, während 0,01 g schwach, 0,1 und 1 g je Liter aber stark giftig wirken.

[2]) A-Z wirkt hier ungünstiger als Bor (1× oder 4×) und Zink (4×) als alleiniger Zusatz zur Nährlösung.

download www.zobodat.at

Abb. 4. Nachweis der Heilung der an in mit Di statt Mononatriumphosphat und **mit einer Spur Eisen** als 0,02‰ Mohrsches Salz versehenen bei Wasserkulturen der Reispflanze zum ersten Male (s. Richter O. 1926) zur Anwendung gebrachten und bewährten Nährlösung gezogenen Zuckerrüben-Keimpflänzchen auftretenden Chlorose bzw. des mit ihr scheinbar verbundenen Stickstoff-Hungeretiolements durch Bestreichen der gelb gewordenen, sonst aber prächtig entwickelten und hochgeschossenen Zuckerrübenblätter mit verdünnten Lösungen von:

(von links nach rechts)

Eisenammonsulfat (Mohrsches Salz) $Fe(NH_4SO_4)_2$,
Ferrisulfat $(Fe_2(SO_4)_3)$
Ferrichlorid $(FeCl_3)$,
und
Natriumnitrat $(NaNO_3)$;
die jeweilig linken sind die bestrichenen, prächtig ergrünten Blatthälften.

Die Photographien verdanke ich der Liebenswürdigkeit Herrn Prof.'s Dr. R. Dostál.

Schriftenverzeichnis.

Aichele F.: Lehmann E. und F. Aichele.

Bukatsch F.: Über den Einfluß von Salzen auf die Lichtentwicklung von Bakterien. Sitzb. d. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Math. naturw. Kl., Abt. I, 145. Bd., 7. bis 10. H., 1936, S. 259—276.

Dostál Rud.: Neues über Wasserkulturen von Kartoffelsämlingen. Beihefte zum Bot. Centralblatt 1943. (Im Erscheinen begriffen.)

Frey Wyssling A.: Die unentbehrlichen Elemente der Pflanzennahrung, die Naturwissenschaften, 23. Jahrg., Berlin, Verl. v. Jul. Springer, 1935, S. 767—769.

Fuhrmann G.: Studien zur Biochemie der Leuchtbakterien, Monatshefte f. Chemie, Bd. 60, 1932, S. 69—105 und 414—420.

Hiltner L.: Die Prüfung des Saatgutes auf Frische und Gesundheit. Jahrber. Vereing. Angewandt. Bot., Bd. 8, 1910, S. 227, zit. nach Lehmann E. u. F. Aichele, S. 479.

Janssen J. J.: Einfluß der Düngung auf die Gesundheit der Kartoffel II., die Ernährung der Pflanze, 25. Bd., Jg. 1929, S. 201.

Johnston C. S.: Potato plants grown in mineral nutrient media. Soil. Sc. 26, 1928, S. 173.

Lehmann E. u. F. Aichele: Keimungsphysiologie der Gräser, Gramineen, 1931, S. 479.

Loeb: zit. nach Osterhout VI.

Matoušek Alois s. Stoklasa Jul.

Matoušek Alois: Antagonismus der Kalium- und Natriumionen im Organismus der Zuckerrübe, Prag 1921.

Merkenschlager F.: Zur Biologie der Kartoffel I. Geographie und Ökologie der Kartoffel. Arbeiten d. Biolog. Reichsanstalt, 17. Bd., Jg. 1929, S. 225.

Mudrak Alfred: Beiträge zur Physiologie der Leuchtbakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. II. Abt., 1933, Bd. 88, S. 353.
„Die Notwendigkeit des Natriums."

Nobbe F.: Die Kartoffel als Wasserpflanze. Landwirtsch. Versuchsstat., Bd. 6, Jg. 1864, S. 57.

download www.zobodat.at

Osterhout W. J. V.:

I. Journal of Biological Chemistry, Vol. 1, 1906, S. 363.
II. Botanical Gazette, Vol. 42, 1906, S. 137.
III. Botanical Gazette, Vol. 44, 1907, S. 259.
IV. Botanical Gazette, Vol. 45, 1908, S. 117.
V. University of California Publications, Botany Vol. 2, 1907, zitiert nach:
VI. Weitere Untersuchungen über die Übereinstimmung der Salzwirkungen bei Tieren und Pflanzen. Die Schutzwirkung des Natriums für Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., 46. Bd., 1909, S. 121/2.
VII. Stetige Änderungen in den Formen von Antagonismus-Kurven. Jahrb. f. wiss. Botanik, 54. Bd., 1914, S. 645.

Proskowetz E. v. und F. Schindler: Zur Charakteristik typ. Zuckerrüben-Variationen. Österr. Ung. Zeitschrift f. Zuckerindustrie u. Landwirtsch., 1889, H. IV, S. 51.

Rademacher B.: Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) unter besonderer Berücksichtigung der Kupferfrage. Arbeiten an der Biol. Reichsanstalt, Bd. 21, 1936, S. 531, zit. nach Riem E.

Richter Oswald:

I. Reinkulturen von Diatomeen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 21. Jg., XXI. Bd., 1903, H. 8, S. 493.
II. Über Reinkulturen von Diatomeen und die Notwendigkeit von Kieselsäure für die Diatomee Nitzschia Palea (Kütz.) Verh. d. Ges. Deutscher Naturf. u. Ärzte. 76. Vers. zu Breslau 18. bis 24. Sept. 1904, Naturw. Abt. II, T. 1, Hälfte 1905, S. 249.
III. Zur Physiologie der Diatomeen (I. Mitteilung) Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Math. naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. I, Jänner 1906, S. (27) 1.
IV. Über die Physiologie farbloser Diatomeen. Verh. d. 78. Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte in Stuttgart vom 16. bis 22. Sept. 1906. II. T., 1. Hälfte d. Naturw. Abt., S. 280 (Punkt 4: „Das Na des Kochsalzes ein notwendiges Nährelement der farblosen Nitzschia."
V. Die Bedeutung der Reinkultur, Berlin 1907, Verl. v. Gebrüder Bornträger.
VI. Über die Notwendigkeit des Natriums für eine farblose Meeresdiatomee. Wiesner-Festschrift 1908, S. 167.
VII. Über auffallende Variationen bei einer farblosen Diatomee. Verh d. Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte. 79. Vers. zu Dresden vom 15. bis 21. Sept. 1907, II. T., 1. Hälfte d. Naturw. Abt., 1908. S. 235.
VIII. Zur Physiologie der Diatomeen (II. Mitteilung). Die Biologie der Nitzschia putrida Benecke. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Math. naturw. Kl., 1909, LXXXIV, Bd., S. (657) 1.
IX. Zur Physiologie der Diatomeen (III. Mitteilung). Über die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen. Sitzb. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, Math. naturw. Kl., Bd. CXVIII. Abt. I, Okt. 1909, S. (1337) 1.
X. Die Ernährung der Algen. Monographien und Abhandlungen zur intern. Revue der ges. Hydrobiologie u. Hydrographie, Leipzig 1911, Verl. v. Dr. Werner Klinkhardt.
XI. Die Reinkultur und die durch sie erzielten Fortschritte vornehmlich auf botanischem Gebiete. Progressus rei botanicae, 1913, 4. Bd., S. 314.
XII. Reinkultur. Handbuch der Naturwissenschaften, 1913.

download www.zobodat.at

XIII. Über das große Eisenbedürfnis der Reispflanze (Oryza sativa L.). Sitzb. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math. naturw. Kl., Abt. I, 135. Bd., 5. u. 6. H., 1926, S. 203, bes. S. 208, 210 und 214.

XIV. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Gräser. Fortschritte der Landw., 1926.

XV. Natrium, ein notwendiges Nährelement für eine marine mikroaërophile Leuchtbakterie. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math. naturw. Kl., 101. Bd., Wien 1928, S. 261.

XVI. Reinkultur. Handbuch der Naturwissenschaften, 2. Aufl., 1933.

Riem E.: Die Heidemoorkrankheit oder Urbarmachungskrankheit. Die Umschau in Wissenschaft und Technik. 33. Heft vom 27. Nov. 1942, S. 490—492.

Scharrer Karl: Biochemie der Spurenelemente, Verl. Paul Parey in Berlin 1941, S. 6 und 7.

Scharrer Karl s. Schropp W.

Schindler Fr., Prof. d. Landwirtschaft am Polytechnikum in Riga: Über die Stammpflanze der Runkel- und Zuckerrüben. Botan. Centralblatt, 12. Jg., 1891, II. Quartal, 46. Bd., S. 6, 73, 149 (mit E.v. Proskowetz).

Schindler Fr. s. E. v. Proskowetz.

Schramm: Meerwasser als Düngemittel. Deutscher Obstbau (Möllers Deutsche Gärtnerzeitung). 57. Jg., H. 7, Juli 1942, S. 140.

Schreven van D. A.: De gezondheidstoestand van de aardappelplant onder den invloed van twaalf elementen. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool Wageningen Deel. 43. Verl. H. Veemann u. Zonen, Wageningen 1939, S. 1—166.

Schropp W.: I. Zur Biologie der Kartoffel XIII. Die Kartoffel in Wasserkultur. Arb. der Biol. Reichsanstalt, 20. Bd., 1932, S. 49.

Schropp W.: II. Über das Eisenbedürfnis gewisser Kulturgräser Landw. Vers.-Stationen, 1927/8.

Schropp W. u. K. Scharrer: Wasserkulturversuche mit der A-Z-Lösung nach Hoagland. Jahrb. f. wiss. Bot., 78. Bd., 1933, S. 544.

Stoklasa Jul. u. Matoušek Alois unter Mitwirkung von Senft Em., Šeber J. u. Zdobnicky W.: Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Physiologische Bedeutung des Kalium-Jons im Organismus der Zuckerrübe. Jena, Verl. v. G. Fischer, 1916.

Wagner Fritz: Die Bedeutung der Kieselsäure für das Wachstum einiger Kulturpflanzen, ihren Nährstoffhaushalt und ihre Anfälligkeit gegen echte Mehltaupilze. Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn. Dir. Prof. Dr. Blunck. Phytopathologische Zeitschrift, 1940. Verl. v. Paul Parey, Berlin, Bd. XII, H. 5, S. 427 besonders S. 430, 436 und 438.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn

Jahr/Year: 1942

Band/Volume: 74

Autor(en)/Author(s): Richter Oswald

Artikel/Article: Natrium, Bor und Zink in ihrer Bedeutung für in Wasserkulturen gehaltene Kartoffel- bezw. Zuckerrüben-Sämlinge 56-69