

gungen flüchtiger Natur, die sich in der Luft des Laboratoriums vorfinden, genügen, um die Reizbarkeit des Plasmas so zu beeinflussen, dass die Stengel der genannten Keimlinge keinen negativen Geotropismus mehr zeigen. Mit dem Ausschalten des negativen Geotropismus stellt sich gleichzeitig eine so hochgradige heliotropische Empfindlichkeit ein, dass es unter diesen Umständen gelingt, gewisse Pflanzen noch zu heliotropischen Bewegungen zu veranlassen, die unter normalen Verhältnissen dazu nicht mehr befähigt sind.

Wir stehen — und dies verdient meiner Meinung nach die Aufmerksamkeit der Physiologen — hier vor dem interessanten Falle, dass eine Spur von Gift die Reizbarkeit gegenüber der Schwerkraft modifiziert oder geradezu aufhebt¹⁾, ohne gleichzeitig die Reizbarkeit für das Licht in gleicher Weise zu beeinflussen. Unter diese Kategorien von Erscheinungen gehört wahrscheinlich auch die Tatsache, dass die Wurzeln mancher Keimlinge (Mais) in einer mit Leuchtgas vermischten Luft, anstatt sich geotropisch zu krümmen, gewöhnlich desorientiert wachsen und ganz unregelmässige, von der Vertikalen abweichende Krümmungen ausführen, wie ich bereits vor 20 Jahren gezeigt habe²⁾.

Prag, Pflanzenphysiol. Institut der k. k. deutschen Universität.

2. D. Prianischnikow: Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 17. Januar 1905.

Unsere Versuche vom Jahre 1900³⁾ haben mit Deutlichkeit gezeigt, dass die Einführung von Ammoniumsalzen in Nährgemisch die Bedingungen der Phosphorsäureaufnahme wesentlich verändert, indem sogar die schwerstlöslichen Phosphate (z. B. apatitähnliches Rohphosphat oder Phosphorit) den Gramineen leicht zugänglich werden,

1) Auch vom Standpunkte der divergierenden Meinungen über die Berechtigung der Statolithentheorie verdient die Sache Beachtung.

2) MOLISCH, H., Über die Ablenkung der Wurzeln usw. l. c. S. 188.

3) Vergl. unsere Abhandlung in „Landwirtsch. Versuchsstationen“ 1901, Bd. 46.

während bei ausschliesslicher Salpeterernährung die Gramineen von solchen Rohphosphaten¹⁾ fast nichts aufnehmen können. Wir wollen die wichtigsten Resultate der Sandkulturen, die uns zu diesem Schlusse führten, hier kurz erwähnen:

I. Serie. Hafer.

P ₂ O ₅ -Quelle	Phosphorit						KH ₂ PO ₄
	NaNO ₃	$\frac{3}{4}$ NaNO ₃ $\frac{1}{4}$ (NH ₄) ₂ SO ₄	$\frac{1}{2}$ NaNO ₃ $\frac{1}{2}$ (NH ₄) ₂ SO ₄	$\frac{1}{4}$ NaNO ₃ $\frac{3}{4}$ (NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ NO ₃	NaNO ₃
N-Quelle							
Erntegewicht in Gramm	6,9	22,0	20,5	19,2	1,6	18,9	19,8
P ₂ O ₅ in Prozent	0,09	0,30	0,57	0,92	1,46	0,56	0,53
Totalmenge von P ₂ O ₅ in den Pflanzen in Milligramm	6,2	66,0	116,8	176,6	21,1	105,4	104,8

II. Serie. Gerste.

Phosphorsäurequelle	Phosphorit		
	Ca(NO ₃) ₂	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄
Stickstoffquelle			
Erntegewicht in Gramm	7,2	44,8	1,6
P ₂ O ₅ (total) in Milligramm	11,4	151,1	1,7

Diese Resultate haben wir auf folgende Weise zu erklären versucht: Ammoniumsulfat ist ein „physiologisch-saures“ Salz [im Sinne des von ADOLF MEYER gebrauchten Ausdruckes²⁾], und diese Eigenschaft ist so scharf ausgeprägt, dass die Pflanzen von saurer Reaktion leiden, wenn die ganze Stickstoffmenge statt Salpeter als Ammoniumsulfat gegeben wird; wenn aber Salpeter nur teilweise durch (NH₄)₂SO₄ ersetzt wird, dann wird die übrigbleibende Schwefelsäure durch dreibasisches Calciumphosphat abgestumpft und zugleich ein Teil Phosphorsäure in Lösung übergeführt und den Wurzeln zugänglich gemacht.

Es schien, als ob die physiologisch-sauren Eigenschaften des

1) In dieser Beziehung ist das Rohphosphat streng zu unterscheiden von frisch gefälltem Ca₃(PO₄)₂, weil das letztere gut assimilierbar ist, sogar für die Gramineen. Es gibt aber Pflanzen, welche gegen die Form der Phosphorsäureverbindung nicht so empfindlich sind und sogar den Phosphorit ausnutzen können, wie z. B. Lupinen (eingehender a. a. O.).

2) Das heisst, dass die Base dieses Salzes von der Pflanze viel schneller verbraucht wird als die Säure; darum bekommt das die Wurzeln umgebende Medium eine saure Reaktion.

Ammoniumsulfates viel schärfer ausgeprägt seien als die entsprechende „physiologische Alkalinität“ des Natriumnitrates, weil ein Gemisch von NaNO_3 und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (sowie auch NH_4NO_3 allein) noch eine klare auflösende Wirkung auf Rohphosphat in Sandkulturen ausübte.

Im Jahre 1901 wurden diese Versuche mit verschiedenen Pflanzen und nach etwas verändertem Schema wiederholt, um die Reaktion im Sande beim Schlusse des Versuches mittels Lackmuspapier zu prüfen und den Zusammenhang zwischen dieser Reaktion und der Zusammensetzung der Lösung zu beobachten, zugleich auch, um zu beurteilen, wie sich verschiedene Pflanzen gegen die Abweichung von der Neutralreaktion verhalten. Verschiedene Stickstoff- und Phosphorsäurequellen haben dabei einander folgenderweise ersetzt:

I.	II.	III.	IV.	V.
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ KH_2PO_4	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaHPO_4 (+ K_2SO_4)	NaNO_3 CaHPO_4 (+ K_2SO_4)	NH_4NO_3 CaHPO_4 (+ K_2SO_4)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ CaHPO_4 (+ K_2SO_4)
VI.	VII.	VIII.	IX.	
NaNO_3 Rohphosphat (+ K_2SO_4 und CaSO_4)	NH_4NO_3 Rohphosphat (+ K_2SO_4 und CaSO_4)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Rohphosphat (+ K_2SO_4 und CaSO_4)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Rohphosphat (+ CaCO_3 und K_2SO_4)	

Der andere Teil des Salzgemisches (KCl , MgSO_4 , Fe_2Cl_6) blieb für alle Fälle unverändert. Für ein Gefäss mit 4 kg reinem Quarzsand¹⁾ wurden folgende Mengen von Salzen (wasserfrei berechnet) angewandt: 1,968 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 1,840 g NaNO_3 , 0,870 g NH_4NO_3 , 1,440 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,688 g CaHPO_4 , 0,544 g KH_2PO_4 , 3,850 g Phosphorit²⁾, 0,300 g KCl , 0,350 g K_2SO_4 , 0,240 g MgSO_4 , 0,100 g Fe_2Cl_6 , 1,850 g CaSO_4 , 1,2 g CaCO_3 .

Es waren für jede Kombination immer zwei Gefässe bestimmt.

Bei der Ernte wurden die Pflanzen in lufttrockenem Zustande gewogen, und für jedes Gefäss ausser dem Gesamtgewicht auch Korn- und Wurzelgewicht bestimmt; wegen der Kürze aber geben wir in nebenstehender Tabelle (S. 11) nur die Gesamtgewichte wieder.

Man kann beobachten, dass der Ersatz von $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ durch Natronsalpeter die Alkalinität in der Nährlösung am Schlusse des Versuches erhöht³⁾, was in einigen Fällen die Ernte herabdrückte, nämlich in Fällen von Buchweizen und Lein; die Gramineen waren für solchen Ersatz weniger empfindlich. Der Übergang von Salpeter zu den Ammoniumsalzen wurde von einem Verschwinden der alkalischen

1) Mit Salzsäure ausgewaschen.

2) 14,8 pCt. P_2O_5 enthaltend.

3) Wahrscheinlich durch die Bildung einer gewissen Menge von Na_2CO_3 statt CaCO_3 .

Ernteergebnisse.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	Ca(NO ₃) ₂ KH ₂ PO ₄	Ca(NO ₃) ₂ CaHPO ₄	NaNO ₃ CaHPO ₄	NH ₄ NO ₃ CaHPO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄ CaHPO ₄	NaNO ₃ Roh- phosphat	NH ₄ NO ₃ Roh- phosphat	(NH ₄) ₂ SO ₄ Roh- phosphat	(NH ₄) ₂ SO ₄ Rohphosphat + CaCO ₃
Gerste: 1.	21,4 g	16,3 g	17,5 g	16,0 g	0,99 g	5,4 g	16,7 g	3,1 g	9,6 g
2.	19,1 "	19,2 "	16,1 "	18,1 "	1,47 "	5,0 "	9,7 "	1,7 "	8,3 "
Im Mittel	20,3 "	17,7 "	16,8 "	17,0 "	1,23 "	5,2 "	(13,2) "	2,4 "	9,0 "
P ₂ O ₅	0,60 pCt.	0,40 pCt.	—	—	—	0,11 pCt.	0,34 pCt.	—	—
Totalmenge von P ₂ O ₅	123 mg	72 mg	—	—	—	5,7 mg	42 mg	—	—
Hafer: 1.	14,1 g	14,6 g	16,4 g	11,8 g	1,36 g	5,3 g	13,4 g	7,8 g	13,0 g
2.	16,5 "	10,5 "	10,4 "	11,4 "	0,82 "	6,8 "	15,6 "	5,5 "	9,3 "
Im Mittel	15,3 "	12,6 "	13,4 "	11,6 "	1,09 "	6,0 "	14,5 "	6,7 "	11,2 "
Buch- 1.	15,7 "	14,3 g	5,1 g	14,1 g	0,75 "	9,8 g	13,8 g	*	4,6 g
weizen: 2.	18,9 "	17,5 "	8,2 "	16,2 "	0,40 "	8,0 "	12,9 "	*	1,9 "
Im Mittel	17,4 "	15,9 "	6,7 "	15,2 "	0,57 "	8,9 "	13,4 "	*	3,3 "
Prozent P ₂ O ₅ in den Pflanzen	0,63 pCt.	0,60 pCt.	0,94 pCt.	1,15 pCt.	—	0,24 pCt.	0,58 pCt.	—	—
Totalmenge P ₂ O ₅ in der Ernte	108,6 mg	95,6 mg	62,5 mg	174,7 mg	—	21,4 mg	77,9 mg	—	—
Lein (Mittelzahlen)	5,5 g	—	2,9 g	5,2 g	*	1,7 g	11,4 g	*	5,3 g
Erbsen "	11,6 "	—	13,8 "	9,4 "	*	6,3 "	(11,2) "	*	6,7 "
Wicken "	5,3 "	—	5,4 "	5,5 "	*	2,1 "	5,1 "	*	2,1 "
Hauptsächlich vorkommende Reak- tionen im Sande:	schwach alkalisch	schwach alkalisch od. neutral	alkalisch	neutral bis schwach sauer	sauer	alkalisch	neutral	sauer	schwach sauer oder neutral

* Pflanzen sind zugrunde gegangen.

Reaktion begleitet, und zwar erwies sich im Falle von NH_4NO_3 meistens Neutralreaktion, wenn aber $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ allein gebraucht wurde, war die Reaktion immer deutlich sauer, worunter die Gramineen stark gelitten haben; die Pflanzen anderer Familien (Buchweizen, Lein, Erbse, Wicke) sind sogar zugrunde gegangen (V und VIII). Bei Anwesenheit von Rohphosphat wurde die Ernte durch Einführung von NH_4NO_3 wesentlich erhöht (VII), parallel stieg die Menge von aufgenommener Phosphorsäure, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ wirkte aber auch in diesem Falle deprimierend; die Zugabe von CaCO_3 konnte dabei die Entwicklung merklich verbessern.

Wir sehen also, dass auch in dieser neuen Versuchsserie NH_4NO_3 eine deutliche auflösende Wirkung auf das Rohphosphat ausgeübt hat. Wie ist aber diese Wirkung zu erklären?

Es scheinen uns folgende Voraussetzungen möglich:

1. Salpetersaures Ammonium wird vielleicht zum Teil nitrifiziert (also seine Base in eine starke Säure umgewandelt), was die Auflösung von Phosphat auch in dem Falle verursachen kann, wenn dieses Salz physiologisch-alkalische Eigenschaften besitzt.

2. Oder als physiologisch-neutrales Salz ist salpetersaures Ammonium kein Hindernis für die auflösende Einwirkung der Wurzel-ausscheidungen, zum Unterschied von anderen Stickstoffquellen, welche physiologisch-basische Eigenschaften besitzen, wie z. B. NaNO_3 , zum Teil auch $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

3. Oder NH_4NO_3 kann direkte auflösende Wirkung auf Rohphosphat ausüben, welche in keinem Zusammenhange mit der Assimilationstätigkeit der Pflanze steht.

4. Oder NH_4NO_3 besitzt vielleicht gegen alle Erwartungen physiologisch-saure Eigenschaften, die gewiss nicht so scharf ausgeprägt sind, wie in dem Falle von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, oder wenigstens

5. Besitzt dieses Salz keine beständige physiologische Charakteristik und könnte als physiologisch-amphoter bezeichnet werden, in dem Sinne, dass je nach den verschiedenen Bedingungen die Pflanze entweder vorzugsweise die Säure oder vorzugsweise die Base oder auch beide gleichzeitig verbrauchen kann.

Wollen wir diese Voraussetzungen eingehender einzeln betrachten. Es ist kaum anzunehmen, dass für den im ersten Falle vorausgesetzten Nitrifikationsprozess günstige Bedingungen stattfinden (durch starke Salzsäure ausgewaschenen Quarzsand, reine Salze, destilliertes Wasser und Abwesenheit von CaCO_3 und MgCO_3 — das letztere gilt wenigstens für Kulturen mit CaHPO_4). Damit stimmt auch das direkte Ergebnis, dass man in den Reihen V und VIII keine positiven Resultate mit der Diphenylaminprobe erhalten hat.

Eine entscheidende Rolle soll in diesem Falle ein Versuch mit sterilen Kulturen spielen. Ein solcher Versuch wurde in unserem Laboratorium von den Herren FOGT und HILDEBRANDT mit Gerste unternommen.

Dabei wurden die mit Sand gefüllten Gefässe im KOCH'schen Apparate sterilisiert, indem man sie während dreier Tage wiederholt erwärmte, mehrere Stunden jedesmal. Leider war dieser Versuch in der Hinsicht nicht einwurfsfrei durchgeführt, als das Begiessen wieder auf gewöhnlichem Wege mit destilliertem Wasser geschah, ohne spezielle Vorrichtungen zum Sterilhalten der Kulturen anzuwenden.

Weil aber die nitrifizierenden Bakterien gewöhnlich sich nicht durch die Luft verbreiten und weil ferner das Erwärmen jedenfalls den Anfang der Nitrifikation erschweren und verlangsamten dürfte, halten wir es doch nicht für bedeutungslos, dass auch dieser Versuch ganz gleiche Resultate ergeben hat, welche man ohne Sterilisation bekommen hatte; dabei waren gewöhnliche Differenzen schon von Anfang an bemerkbar.

	KH_2PO_4 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	CaHPO_4 NaNO_3	CaHPO_4 NH_4NO_3	CaHPO_4 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Trockengewicht der Ernte:				
1.	14,7	9,4	5,0	0,6
2.	9,8	10,2	8,6	0,6
Im Mittel	12,2	9,8	6,8	0,6
Reaktion im Sande	neutral	alkalisch	schwach sauer	sauer

	Rohphosphat NaNO_3	Rohphosphat NH_4NO_3	Rohphosphat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Trockengewicht der Ernte:			
1.	2,4	14,5	1,5
2.	3,7	6,3	0,5
Im Mittel	3,0	10,4	1,0
Reaktion im Sande	alkalisch	neutral	sauer

Daraus sieht man, dass NH_4NO_3 auch hier die Pflanzenentwicklung wesentlich verbessert hat, wenn als Phosphorsäurequelle Rohphosphat angewendet wurde. Vollkommener ausgeführt finden wir einen solchen Versuch in der Arbeit von Prof. KOSSOWITSCH: „Über die gegenseitige Einwirkung der Nährsalze bei der Aufnahme von mineralischer Nahrung durch die Pflanze“¹⁾.

Der Verfasser benutzte dabei einen von ihm konstruierten Apparat für sterile Kulturen; dabei wurde zum Begiessen auch sterilisiertes Wasser unter Berücksichtigung notwendiger Kautelen angewandt. Eine Kontrollimpfung nach Beendigung des Versuches hat gezeigt, dass die nitrifizierenden Bakterien im Sande wirklich nicht vorhanden waren.

1) Journal für experimentelle Landwirtschaft, 1904, S. 598 (russisch und deutsch). — Diese Zeitschrift wird in Petersburg herausgegeben unter Redaktion von Prof. KOSSOWITSCH (Forstinstitut).

Die Hauptresultate dieser Arbeit scheinen uns mit unseren Beobachtungen in den Hauptzügen zusammenzufallen (wegen der einzelnen Verschiedenheiten sei auf das Original hingewiesen). Wir wollen hier das Hauptresultat kurz zitieren:

1. Sandkulturen mit Rohphosphat:

	NaNO ₃	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄
Ernte	9,05 g	29,60 g	6,50 g
Darin P ₂ O ₅	15,5 mg	43,4 mg	129,9 mg

2. Wasserkulturen:

Ernte	5,50 g	14,40 g	12,50 g
Darin P ₂ O ₅	14,9 mg	39,9 mg	120,6 mg

Wir sehen, dass auch hier, wo die Nitrifikation sicher nicht vor sich gehen konnte, salpetersaures Ammonium die Assimilation von Phosphorsäure aus schwerlöslichem Phosphate erhöht hat, und es stiegen damit parallel auch die Ernten; es erweist sich also auf diese Art die erste von den oben angeführten fünf Voraussetzungen für die Erklärung der beobachteten Erscheinungen als ungenügend.

Wollen wir jetzt die zweite Möglichkeit betrachten, nämlich es sei salpetersaures Ammonium bloss ein indifferentes physiologisch-neutrales Salz, welches ohne nitrifiziert zu werden, die Auflösung von Rohphosphat durch seine Neutralität begünstigt, indem es die Wirkung von sauren Wurzelausscheidungen nicht stört, was dagegen bei Natriumnitrat stattfinden kann.

Gegen diese Annahme, nach welcher dem salpetersauren Ammonium nur eine passive Rolle zufällt, spricht ein bei uns im Jahre 1902 von Herrn SCHULOW ausgeführter Versuch¹⁾. Es wurden nämlich Gerstenpflanzen in der Weise kultiviert, dass ihre Wurzelfasern in zwei Teile getrennt wurden und in zwei verschiedenen Gefässen sich verbreiteten. Das wurde folgenderweise erreicht: In einen gewöhnlichen Glaszylinder von 15 cm Breite wurde exzentrisch ein anderes Gefäss hineingestellt, dessen Diameter ungefähr die Hälfte des ersteren betrug und dessen Höhe auch um einige Zentimeter kleiner war; am Rande des inneren Zylinders wurden mit Hilfe von halbiertem Kork und Watte junge Gerstenpflanzen befestigt, sodass sich die Wurzel zum Teil im inneren, zum Theil im äusseren Gefässe verbreiten konnte; dann wurde noch so viel Sand dazu geschüttet, dass der innere Zylinder völlig unter diesem bedeckt war. Beim Begiessen wurde das Wasser abgesondert in das innere und in das äussere Gefäss eingeleitet; die Nährsalze aber konnte man nach Belieben entweder zusammen oder abgetrennt einführen (z. B. die Phosphor-

1) Journal für experimentelle Landwirtschaft 1902, Heft 6 (St. Petersburg, russisch und deutsch).

säurequelle in das innere, die Stickstoffquelle in das äussere Gefäss). Auf diese Weise wurde die Möglichkeit erreicht zu beobachten, wie sich die Pflanze gegen dieses oder jenes Phosphat unabhängig von dem Einflusse von Nitraten oder Ammoniaksalzen verhält.

Die Hauptresultate dieses Versuches sind folgende:

	Rohphosphat und $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		Rohphosphat und NH_4NO_3		CaHPO_4 und $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	
	I abgetrennt	II zusammen	III abgetrennt	IV zusammen	V abgetrennt	VI zusammen
Erntegewicht:	a) 1,75	1,75	2,00	15,12	32,90	33,15 g
	b) 0,90	1,75	2,20	15,10	32,45	33,12 „

Daraus sieht man, dass auch dann, wenn die Wurzelabscheidungen¹⁾ durch physiologisch-alkalische Salze (Nitrate) nicht neutralisiert werden (I und III), die Gramineen das Rohphosphat nicht ausnutzen können; nur in dem Falle, wenn ein Ammoniumsalz in unmittelbarer Berührung mit Rohphosphat sich vorfindet (IV), beobachtet man als Endresultat eine Auflösung von Rohphosphat und Assimilation von Phosphorsäure in der Pflanze.

Wenn man die Kombinationen V und VI vergleicht, dann sieht man, dass die Abtrennung der assimilierten Nährsalze und die Kulturmethode an und für sich von keinem Einfluss auf die Pflanzentwicklung geblieben ist.

Es scheint also, dass die auflösende Wirkung des NH_4NO_3 durch seine scheinbare Rolle eines physiologisch-neutralen Salzes nicht zu erklären ist; man muss eine aktive Wirkung im Sinne der III. oder IV. Möglichkeit voraussetzen.

Durch die dritte Voraussetzung wird die Frage gestellt, ob in den beschriebenen Versuchen Ammoniumsalze an und für sich ganz unabhängig von der Pflanzentätigkeit als Auflösungsmittel für Rohphosphat dienen können?

Einige Angaben zur Beantwortung dieser Frage wurden bei dem folgenden Versuch, welcher auch von Herrn SCHULOW ausgeführt wurde²⁾, erhalten: 10 g Rohphosphat (aus dem Gouvernement Smolensk) wurden in 1 Liter einer 1 pCt. NH_4NO_3 -Lösung 15 resp. 30 Tage bei Umschütteln digeriert; es erwies sich, dass nur wenige Milligramme (bis 3,3 mg) P_2O_5 dabei in Lösung übergehen, während bei den Vegetationsversuchen von 1900 Ammoniumnitrat eine Assimilation bis zu 150—176 mg P_2O_5 hervorgerufen hat, und

1) Über Wurzelabscheidungen, siehe die Abhandlung in dieser Zeitschrift 1904, Heft 3.

2) S. SCHULOW, „Die auflösende Wirkung von Ammoniaksalzen auf das Phosphorit“, in „Annalen des landwirtschaftlichen Instituts in Moskau“, Bd. VIII (russisch mit deutschem Auszuge).

dabei war noch die Quantität des Rohphosphates kleiner (3,8 g) als in dem eben beschriebenen Versuche; ebenso wurde von Ammoniumnitrat viel weniger eingeführt (0,87 g). Darum halten wir die obige Annahme für unwahrscheinlich, dass die auflösende Wirkung des Ammoniumnitrates nur die direkte von der Assimilationstätigkeit der Pflanze unabhängige Wirkung sein könnte.

Die vierte Möglichkeit ist mit der Frage der einseitigen physiologischen Reaktion verbunden, etwa ähnlich wie die erste Annahme, aber in entgegengesetzter Richtung, während nämlich die Nitrifikationshypothese für Ammoniumnitrat auch physiologisch-alkalische Eigenschaften voraussetzen erlaubt, können wir jetzt vielleicht annehmen, dass Ammoniumnitrat ein physiologisch-saures Salz ist, was die Auflösung von Rohphosphat auch ohne Nitrifikation ermöglicht. Ist es aber zulässig, solche Eigenschaften dem Ammoniumnitrat zuzuschreiben, d. h. sind die Bedingungen möglich, unter welchen die Base (Ammonium) besser assimiliert wird als die Säure?

Bis in letzter Zeit schien eine solche Voraussetzung als ganz unwahrscheinlich; man muss aber bemerken, dass jetzt schon die Angaben vorhanden sind, welche die frühere Ansicht über den Wert von Ammoniumsalzen für Stickstoffernährung verändern können¹⁾. Man hat nämlich bei früheren Versuchen ganz ausser Acht gelassen, dass bei Einführung so ausgeprägt „physiologisch-saurer“ Salze wie NH_4Cl oder $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ man die schädliche Wirkung der bald eintretenden Acidität beseitigen muss, sonst bekommt man mit Ammoniumsalzen sicher schlechtere Resultate als mit Nitraten. Wenn man aber in Sterilkulturen Massregeln anwendet, um die sich ansammelnde Säure zu neutralisieren, dann bekommt man mit Ammoniumsalzen nicht schlechtere, manchmal sogar auch bessere Resultate als bei Salpeterernährung. Von diesem Gesichtspunkt sind von besonderem Interesse für uns diejenigen Versuche von MAZÉ, in welchen gleichzeitig $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ und NaNO_3 eingeführt wurden (was in unserem Falle der Einführung von NH_4NO_3 entspricht); es waren sterile Wasserkulturen, und ausser Nährsalzen wurde noch CaCO_3 gegeben; es erwies sich in zwei Fällen, dass das Ammoniak am Schlusse des Versuches ganz verbraucht war, während ein Teil der Salpetersäure unverbraucht blieb. In zwei anderen Fällen ging der Verbrauch von Ammoniak und Salpetersäure ganz gleichmässig vor sich. Es sollte auf diese Weise die Stickstoffernährung der Pflanze in den zwei ersten Fällen die saure Reaktion hervorrufen, aber diese war durch Calciumcarbonat beseitigt; wenn aber statt dessen ein schwer-

1) Z. B. MAZÉ, in Annales de l'Institut Pasteur 1900, und KOSSOWITSCH, im Journal für experimentelle Landwirtschaft 1902 (St. Petersburg, russisch und deutsch).

lösliches Calciumphosphat vorhanden wäre, würde ein Teil der Phosphorsäure in die Lösung überführt und assimilierbar werden. Wir wollen erwähnen, dass bei unseren Versuchen 1900 ein Fall beobachtet wurde, in welchem die Pflanzen desto mehr Stickstoff aufnahmen, je mehr (bis zu gewissem Grade) Ammoniak statt Salpeter gegeben wurde:

Stickstoff gegeben als	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{4} \text{N}_2\text{O}_5 \\ \frac{1}{4} \text{NH}_3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{N}_2\text{O}_5 \\ \frac{1}{2} \text{NH}_3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{4} \text{N}_2\text{O}_5 \\ \frac{3}{4} \text{NH}_3 \end{array} \right.$
N assimiliert	136	166	194 mg ¹⁾

Man muss zugestehen, dass in diesem Fall, wo Rohphosphat gegeben war und keine Sterilisation angewandt wurde, die Erscheinungen nicht so einfach sind, wie in den erwähnten Versuchen von MAZÉ; doch ist es leicht möglich, dass diese zwei Fälle nicht ohne einen inneren Zusammenhang dastehen.

Es scheint also möglich zu sein, dass in bestimmten Verhältnissen das Ammoniumnitrat als ein physiologisch-saures Salz funktionieren kann.

Wenn aber diese Tatsachen auch besser festgestellt werden, so braucht daraus gewiss nicht zu folgen, dass eine solche Charakteristik für Ammoniumnitrat beständig gegeben werden muss; denn es ist möglich, dass in verschiedenen Fällen die Pflanze diese Salze auch verschieden ausnutzen kann. Es lässt sich z. B. annehmen, dass bei saurer Reaktion des Mediums die Pflanze vorzugsweise die Salpetersäure nimmt, wenn aber ein Überschuss von Base vorhanden ist, welche die Säure bindet (CaCO_3 oder $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$), dann nimmt die Pflanze vorzugsweise Ammoniak. Nach dieser Vorstellung (unsere Voraussetzung V) könnte Ammoniumnitrat als wirklicher Regulator der Reaktion betrachtet werden; damit könnte man die sehr gute Entwicklung in Kulturen mit NH_4NO_3 (manchmal besser als in „Normalkultur“) und die bei uns beobachtete Neigung zur neutralen Reaktion im Sande bei Schluss des Versuches erklären.

Um zu einer endgültigen Entscheidung in der hier berührten Frage zu gelangen, sind gewiss weitere Versuche erforderlich. Es ist aber schon jetzt klar, dass der Zusammenhang zwischen Stickstoffernährung und Phosphorsäureaufnahme bei Wasser- und Sandkulturen in vielen Fällen nicht ausser Acht zu lassen ist.

Moskau, Landwirtschaftliches Institut.

1) Vergl. unsere Abhandlung in den Landwirtschaftl. Versuchsstationen Bd. 46.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [23](#)

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

Artikel/Article: [Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen. 8-17](#)