

REFERAT:

Der Wert der Ammonsalze für die Ernährung der höheren Kulturpflanzen.

Verfasser hat neue Versuche mit Ammonsalzen ausgeführt, da seiner Meinung nach die Bedeutung derselben für die Ernährung der höheren Kulturpflanzen noch nicht genügend klargestellt ist. Die Literaturbetrachtung enthält nur die Arbeiten, bei denen die Versuchsanstellung eine mehr oder minder einwandfreie war. So werden betrachtet die Arbeiten von O. Pitsch, A. Muntz, A. Griffiths, P. Mazé, P. S. Kossowitsch, P. Ehrenberg, H. B. Hutchinson und N. H. J. Miller, I. S. Schulow und G. G. Petroff¹⁾.

Verfasser führte seine Versuche so aus, dass er täglich die Nährlösungen erneuerte. In die täglich frisch bereitete und mit einem Zusatz von CaCO_3 oder damit nicht versehene stickstoffhaltige Nährlösung wurden Pflanzen täglich für 4—5 Stunden gestellt, nachdem ihre Wurzeln vorher und nachher mit sterilisiertem Wasser abgespült waren. Dabei wurden die Gefässe jedes Mal sorgfältig gereinigt und mit gereinigten paraffinierten Korkplatten bedeckt. Auf diese Weise konnten die Nährlösungen nicht die Keimung der Samen beeinflussen und es wurde daher in der Tat die Aufnahme und Assimilation der Nährsalze von Seiten der Pflanze geprüft und zwar in natürlicher Atmosphäre und bei längerer Vegetationsdauer, was auch das Verfahren ermöglicht. Die zu den Versuchen verwendeten Pflanzen wurden in folgender Weise erhalten. Gute Samen von gleichem Aussehen und Gewicht wurden sterilisiert, indem sie nach dem Einquellen in kaltem Wasser während 5 Stunden in 54°C . warmes Wasser für 10 Minuten gebracht, alsdann getrocknet und schliesslich mit 1% Sublimatlösung während 30 Minuten behandelt wurden, dem ein Abwaschen mit sterilisiertem Wasser folgte. Nach dem Keimenlassen auf sterilem Keimbett wurden sie nach genügender Entwicklung ihrer Würzelchen auf mit paraffiniertem Siebstoff überzogene sterilisierte Reifen placiert, die auf mit sterilisiertem Wasser beschickten Gläsern sich befanden. Letztere wurden gestellt in einen sorgfältigst mit starker Sublimatlösung gereinigten Glaskasten. Das Wasser wurde öfter gewechselt unter Vermeidung einer Infektion, bis 1—2 grüne Blätter sich entwickelt hatten. Alsdann wurden für die Kultur in jeder Hinsicht gut und gleichmässig entwickelte Keimpflanzen

1) Verfasser muss bemerken, dass weitere neuere Arbeiten fehlen könnten, da er die neueste Literatur nicht berücksichtigen konnte.

ausgewählt, von denen man auch späterhin eine gleichmässige Entwicklung annehmen konnte. Die Möglichkeit der Auswahl von Keimpflanzen ist ein Vorzug der Methode und erlaubt auch die Versuche mit einer geringeren Zahl von Pflanzen durchzuführen. Gleichmässig entwickelte Samen, besonders bespelzte, geben fast nie die Gewähr für eine gleichmässige Entwicklung der aus ihnen hervorgehenden Pflanzen, abgesehen davon, dass die Samen auch beim Sterilisieren leiden können. Sehr junge Pflanzen leiden auch mehr von den einwirkenden Stoffen. Sterile Kulturen verursachen grössere Ausgaben, wenn auch die Mühe dabei minder gross ist. Natürlich verlangt mein einfacheres Verfahren sorgfältige und gewissenhafte Ausführung.

Die Versuche wurden im Sommer 1904 mit Hafer und Gerste livländischer Herkunft ausgeführt. 100 ausgelesene Körner des Fahrenhafers wogen 4,2143 g, der vierzeiligen Gerste 4,0697 g. Als stickstoffhaltiges Nährmaterial wurde den Pflanzen gegeben hauptsächlich schwefelsaures Ammon, phosphorsaures Ammon und salpetersaures Natron bei Zugabe von CaCO_3 oder ohne dieselbe. Ausserdem wurde noch bei Hafer ein Versuch mit Chlorammon ohne Zugabe von CaCO_3 durchgeführt mit dem Resultat, dass es mehr als die anderen Ammonsalze das Wachstum desselben schädigte. Inbetreff der Anwendung von CaCO_3 möchte Verfasser bemerken, dass vorauszusetzen war sein nicht günstiger Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzen, die den Stickstoff in Form von Nitrat erhalten und ein fast neutrales Kulturmedium verlangen. Vollständig unstatthaft ist seine Anwendung bei Pflanzen, deren Entwicklungsmedium sauer sein soll, wie bei Sumpfreis, *Juncus effusus*, *Sagittaria sagittifolia*, für welche Nagaoka es konstatiert hat. Auch Mais gedeiht gut in einem Medium saurer Natur, wie das Maxwell, Lehmann und Verfasser konstatiert haben. Solche Pflanzen brauchen CaCO_3 auch dann nicht, wenn ihnen der Stickstoff als Ammonsalz zur Verfügung steht. Verfasser fand es daher notwendig, wie bei den anderen Stickstoffquellen, so auch beim Nitrat Versuche mit Zusatz von CaCO_3 und ohne denselben anzustellen. Im letzteren Falle handelt es sich um einen Kontrollversuch, um mit Hilfe des Experimentes zu entscheiden, ob die obenerwähnte Annahme des Verfassers bestätigt wird.

Auf 1000 cc Nährlösung wurden angewendet 0,264, 0,1 oder 0,05 g Ammonsulfat. Diese verschiedenen Konzentrationen wurden gewählt, um die Grenze für die ungünstige Wirkung dieses Salzes auf die Pflanze zu eruieren. Schwächere Konzentrationen liessen Stickstoffmangel befürchten. Phosphorsaures Ammon wurde angewandt in Konzentrationen von 0,264 und 0,1⁰/₁₀₀. Salpetersaures Natron wurde gegeben zu

0,34 g auf 1000 cc Nährlösung. Die Menge der stickstoffhaltigen Verbindungen wurde allmählich im Laufe von 3 Wochen auf die erforderliche Höhe gebracht. Dasselbe fand beim stickstofffreien Nährmaterial statt. Die konzentrierte Lösung des letzteren enthielt in 1000 cc 2,96 g KCl, 2,22 g CaCl_2 , 1,35 g KH_2PO_4 und 1,91 g $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. Von dieser Lösung bekamen die Pflanzen z. T. entsprechend ihrer Entwicklungsstufe 20–100 cc. 100 cc Nährlösung erhielten die Pflanzen vom 17. Juni ab, während der Haferversuch den 27. Mai und der Gerstenversuch den 29. Mai begann. Eisen wurde hinzugefügt in kleiner Menge als frischgefälltes phosphorsaures Oxyd. Die Menge des CaCO_3 betrug anfänglich 0,4 g und vom 17. Juni ab 1 g. Alle Salze waren vollständig rein, auch das Wasser, das frisch destilliert war. Weitere Einzelheiten, soweit sie nicht durch das hier Angeführte abgeändert sind, finden sich in des Verfassers Schrift „Die Kulturpflanze und organische Stickstoffverbindungen“ (Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft bei der Universität Jurjew (Dorpat) 1899, S. 307 und ff.).

Referent verfolgte aufmerksam die Entwicklungsweise seiner Pflanzen. Vermerkt wurde das Erscheinen eines jeden Blattes des Haupttriebes, eines jeden Triebes und einer jeden Ähre resp. Rispe. Es seien hier nur einige Beobachtungen wiedergegeben, die den verschiedenen Einfluss der Stickstoffquellen auf die Pflanzen während einzelner Entwicklungsstadien demonstrieren. Vom 6. Juni ab zeigte der Ammonhafer an seinen Blattspitzen weissliche und gelbliche Verfärbung. Am 29. Juni wurden an der Spitze aller neu erscheinenden Blätter des Ammonhafers weisse Flecken, die später dunkelgelb wurden, bemerkt und auch eine schwächere Entwicklung seiner Wurzeln; dabei waren die Pflanzen beim Zusatz von CaCO_3 doch um einiges besser entwickelt, aber standen immerhin den Nitratpflanzen nach, die bei normalem Aussehen breitere Blätter hatten. Am 12. Juli beobachtete Verfasser, dass die Wurzeln des Ammonhafers mit CaCO_3 besser entwickelt waren, als die ohne CaCO_3 . Gegen Mitte August besass der Ammonsulfat-Hafer mit CaCO_3 eine grössere Halmzahl als ohne CaCO_3 . Die mit Ammonphosphat und CaCO_3 ernährten Pflanzen unterschieden sich in dieser Hinsicht nicht von den ohne CaCO_3 gebliebenen. Halmreicher war aber der Nitrathafer ohne CaCO_3 . Ähnliches Verhalten zeigte auch die Rispenzahl. Die Ammongerstenpflanzen besaßen um den 12. Juni schmutzig-grün gefärbte Spitzen. In der 2. Juni-Hälfte zeigten alle Ammonsulfat-Gersten, die ohne CaCO_3 wuchsen, ein minder gutes Aussehen: sie waren von gelblich-grüner Farbe, ihr Chlorophyll war in Streifen gelagert und bisweilen war das oberste Blatt chlorotisch. Ende

Juni waren die Wurzeln dieser Pflanzen kürzer und dicker; neu sich bildende Wurzeln blieben kürzer und hatten bräunlich gefärbte Enden. Ihre Verzweigung erfolgte minder gut und Haare bildeten sich weniger. Dagegen unterschied sich die mit Ammonphosphat ohne CaCO_3 ernährte Gerste zu dieser Zeit nicht von der Nitratgerste. Erst um den 10. Juli waren diese Pflanzen schlechter entwickelt, als beim Zusatz von CaCO_3 .

Bei der Ernte, um Mitte September wegen Gelbwerdens der unteren Blätter einzelner Halme vorgenommen, wurde die Beschaffenheit des Wurzelsystems, seine Länge und Breite bestimmt, sowie die Zahl der Halme, die Zugehörigkeit derselben zu den Ordnungen, ihre Längen, die Zahl der Blätter und Knoten jedes Halmes, die Blattbreite, die Ähren- resp. Rispenlänge und die Art der Ausbildung der letzteren. Diese Feststellungen seien hier nur zu folgender Charakteristik der Pflanzen verwertet. Die Zahl der oberirdischen Teile des Hafers wird bei Ammonsulfatgabe ohne CaCO_3 stark vermindert. Der Zusatz des letzteren erhöht sehr die Halmzahl. Letzteres ist nur in geringem Masse bei Ammonphosphatgabe erfolgt. Dieses Salz hat ebensoviel Halme wie $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ erzeugt. Weit grösser ist die Halmzahl bei Nitrat. Der Zusatz von CaCO_3 zu letzterem vermindert stark die Halmzahl, so dass die Halmzahl die gleiche wird wie bei $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Sehr wenig beeinflussen die Ammonsalze und der Zusatz von CaCO_3 die Länge der Haferpflanzen. Durch Nitrat werden aber die längsten Halme und eine grössere Zahl solcher erhalten, was die Zugabe von CaCO_3 aber abändert. Grössere Blattbreite wird bei der Nitratpflanze konstatiert. Bei Gerste kennzeichnet sich die bessere Entwicklung gewöhnlich (abgesehen vom Ammonphosphat) weniger durch die Zahl der Halme, als durch ihre Länge. Ammonsulfat in höherer Konzentration vermindert beim Fehlen von CaCO_3 auch die Zahl der längeren Halme. Die längsten Halme besitzt die Nitratpflanze, aber die Zugabe von CaCO_3 vermindert die Länge derselben.

Die Wägungen der lufttrocken gemachten Pflanzen und die Bestimmung der Trockensubstanz und der Stickstoffformen derselben sind von dem Schüler des Verfassers, cand. oec. K. S. Magura, ausgeführt worden. Inbetreff der Gewichtsverhältnisse der Pflanzen und ihrer Teile orientiert Tabelle I.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ höchster Konzentration setzt bei Hafer stark die Wurzelmenge herab, so dass das Verhältnis zwischen letzterer und der Menge der oberirdischen Teile ein sehr weites wird; zugleich ist auch das Gewicht der oberirdischen Teile das niedrigste, das bei Hafer konstatiert wurde. Besser entwickelt ist der Hafer bei der mittleren Kon-

zentration von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Weitere Besserung tritt auf bei $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ niedrigster Konzentration, wiewohl das erwähnte Verhältnis immer noch weit bleibt. Der Zusatz von CaCO_3 bei $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ wirkt besser als die Konzentrationsverminderung des letzteren auf die Entwicklung der Pflanzen. Die Höchstmenge von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ergibt hierbei auch das Höchstgewicht an oberirdischen Teilen, doch ist die Wurzelentwicklung mehr beeinträchtigt, so dass besagtes Verhältnis 1 : 13,804 ist. Die schwächeren Konzentrationen verbessern das Wurzelgewicht, aber minder das der oberirdischen Teile, so dass die Verhältnisse derselben sehr eng werden. Bei Gerste werden die Wurzeln weniger geschädigt durch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, aber die oberirdischen Teile ebenso wie bei Hafer, mithin gestaltet sich das Verhältnis wie 1 : 10,401—8,448; letzteres Verhältnis findet sich bei der schwächsten Konzentration, die mehr die Wurzelentwicklung aufbessert. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ erhöht stark die Wurzelmenge und auch die der oberirdischen Teile, weswegen ihr Verhältnis weiter wird. Das Höchstgewicht an oberirdischen Teilen und Wurzeln der Gerste ergibt die höchste Konzentration des Salzes, ganz ebenso, wie bei Hafer. Das Hafergewicht ist aber kleiner als das der Gerste.

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ vermindert auch die Menge der Wurzeln und oberirdischen Teile des Hafers, aber jedenfalls viel weniger als $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Das Verhältnis ist ähnlich dem bei $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ gefundenen. Zugabe von CaCO_3 begünstigt die Entwicklung der Pflanzenteile; besonders die Wurzelmenge ist bei der schwächeren Konzentration des Salzes erhöht. Bei Gerste beeinträchtigt $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ auch die Wurzelentwicklung, aber noch weniger als bei Hafer. Solch ein Einfluss betrifft weniger die oberirdischen Teile derselben, worauf auch die Weite der Gewichtsverhältnisse zwischen den Teilen der Pflanze hindeutet. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$ begünstigt die Wurzelentwicklung ganz besonders in schwächerer Konzentration. Aber die oberirdischen Teile entwickeln sich dabei nicht entsprechend. Immerhin ist unter diesen Umständen das mittlere Gewicht der Gerstenpflanze hoch. Im Allgemeinen ergibt bei den Versuchen mit Ammonphosphat die schwächere Konzentration desselben ein besseres Ernteresultat. Obgleich Ammonphosphat weit weniger das Wachstum, besonders der Gerste, verschlechtert, als Ammonsulfat, so stellt sich doch dabei das mittlere Trockengewicht der ganzen Pflanze selten so hoch, wie im Falle $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$, worauf wieder die Gerste präbendiert.

Weit grösseren Nähreffekt wie die Ammonsalze bewirkt NaNO_3 sowohl bei Hafer, als bei Gerste. Dagegen drückt $\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$ das Trockengewicht der ganzen Pflanze und seiner Teile so sehr herab,

dass dasselbe dem bei 0,264 ‰ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ erhaltenen sehr nahe kommt. Dieses Resultat zeigt also deutlich, dass die Alkalinität des Kulturmediums auch das Wachstum der Pflanzen schädigt und auch die Wurzelentwicklung ungünstig beeinflussen kann, was besonders für den Hafer zutrifft. Die Anwendung von kohlensaurem Kalk bei Nitratdarreichung ist aber durch nichts gerechtfertigt und führt, wie diese Experimente zeigen, direkt zu falschen Schlüssen inbetreff der Nährwirkung von Nitraten und Ammonsalzen. Da nun bei fast allen früheren vergleichenden Versuchen gleichzeitig mit dem Nitrat kohlenaurer Kalk angewendet wurde, so wird das dabei gewonnene Resultat verständlich: Ammonsalze ernähren gleich gut wie Nitrate. Für einige Kulturpflanzen, wie z. B. Mais und andere in saurem Medium gedeihende, kann das wohl seine Berechtigung haben. Doch sollten Versuche mit solchen Pflanzen, auch bei Anwendung von Ammonsalzen, ohne kohlensauren Kalk ausgeführt werden.

Bestimmt wurde der in den oberirdischen Teilen der Pflanzen enthaltene Gesamt- und Proteinstickstoff und diese Ergebnisse sind in Tabelle II zusammengestellt.

Verfasser zieht aus diesen Ergebnissen folgende Schlüsse. Die Gerste erweist sich fast immer reicher, als der Hafer, an Gesamt- und Proteinstickstoff, was sich dadurch erklärt, dass erstere überhaupt anspruchsvoller in Bezug auf die Nährstoffe ist. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bewirkt bei Hafer im Vergleich zu NaNO_3 eine Erhöhung besonders des Gesamtstickstoffgehaltes, aber auch des Proteinstickstoffes. Der Stickstoffgehalt des Hafers zeigt sich abhängig von der Konzentration des Ammonsulfates: je höher letztere, um so höher ist auch ersterer. Mit dem Sinken der Konzentration dieses Salzes steigert sich die Intensität der Bildung von Proteinsubstanzen, was verständlich ist. Nur bei der schwächsten Konzentration tritt ein abweichendes Resultat auf. Die in den Pflanzen befindlichen Mengen an Gesamt- und Proteinstickstoff sind bei allen Konzentrationen ziemlich gleich. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ bewirkt das Sinken des Stickstoffgehaltes und die bei der schwächsten Salzkonzentration erhaltenen Ziffern stehen den durch NaNO_3 erhaltenen nahe. Die bei Betrachtung der Wirkung von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ aufgestellten Gesetzmässigkeiten inbetreff des Einflusses der Konzentration auf die Höhe des Gehaltes an Stickstoffarten usw. werden auch hier beobachtet. Bei der schwächsten Salzkonzentration beträgt der Prozentsatz des Proteinstickstoffs vom Gesamtstickstoff 51,85. Diese Ziffer kommt der bei NaNO_3 gefundenen, 52,99, nahe. Die absoluten Mengen der Stickstoffarten sind hier entsprechend den höheren Ernten grösser. Die Abnahme derselben von der stärkeren

zur schwächeren Konzentration des Salzes wird durch das Sinken des Stickstoffgehaltes bedingt. Was die stoffliche Zusammensetzung der Gerste betrifft, so wird sie durch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ in der Regel in gleicher Weise beeinflusst, wie die des Hafers. Eine Abweichung von den beim letzteren aufgestellten Gesetzmässigkeiten kommt darin zum Ausdruck, dass der Gehalt an Proteinstickstoff bei $0,264\text{‰}$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ minder hoch ist als bei den schwächeren Konzentrationen, was wohl durch einen Mangel an Kohlehydraten hervorgerufen wird. Bei der schwächsten Konzentration des Salzes geht ein grösserer Anteil des Gesamtstickstoffes in Proteinstickstoff über, der durch die Zugabe von CaCO_3 noch weiter erhöht wird. Im letzteren Falle tritt eine beträchtliche Erhöhung des Prozentsatzes an Proteinstickstoff auch bei der mittleren Salzkonzentration ein. Trotz dieser Umsetzungsintensität wurde bei der schwächsten Konzentration der überhaupt bei Gerste konstatierte niedrigste Gehalt an Gesamt- und Proteinstickstoff gefunden, was durch eine ungenügende Zufuhr der Stickstoffnahrung veranlasst worden ist. Infolge der geringeren Ernten von Gerste sind die absoluten Mengen der Stickstoffarten bei $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ fast immer (mit Ausnahme von dessen schwächster Konzentration) geringer als beim Hafer. Im Ausnahmefalle macht sich der höhere Proteinstickstoffgehalt geltend. Durch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ werden in der Regel die absoluten Mengen von Gesamt- und Proteinstickstoff beträchtlich gesteigert. Besonders gilt das für die stärkste Salzkonzentration, durch die die überhaupt bei Gerste gefundene Höchstmenge von Gesamtstickstoff erhalten wurde. Diesen Befund erklären die in diesen Fällen erhaltenen höheren Erntemengen und zum Teil der im Vergleich mit Hafer höhere prozentische Stickstoffgehalt.

Wie $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, so bedingt auch $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ bei den Pflanzen einen hohen prozentischen Stickstoffgehalt. Die Höhe des letzteren wird von der Salzkonzentration wenig beeinflusst; freilich führt die schwächere in der Regel eine geringe Verminderung desselben herbei. Eine Ausnahme bildet das stärkere Fallen des Proteinstickstoffgehaltes bei der Gerste. Ferner stellt der Proteinstickstoff einen grösseren Anteil des Gesamtstickstoffes vor, als nach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Am intensivsten geht die Umsetzung in Proteinstickstoff vor sich erst bei $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$. Durch letztere und zwar bei stärkerer Konzentration des Salzes steigt auch der Gesamtstickstoffgehalt in der Gerste höher an als im Hafer. Hafer zeigt unter diesen Bedingungen einen höheren Proteinstickstoffgehalt, der aber bei Abnahme der Konzentration, wie auch der Gesamtstickstoff, wieder heruntergeht. Hierbei zeigen die absoluten Mengen der Stickstoffformen im Hafer geringe Unterschiede und stehen in einiger Abhängig-

keit von der Erntehöhe. Die Gerste besitzt den überhaupt höchsten Gesamtstickstoffgehalt nach Darreichung der Maximalgabe von $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$. Aber dieser Gehalt sinkt sehr bedeutend, um mehr als die Hälfte, bei der Abnahme der Konzentration. Zugleich damit wird ein hoher Prozentsatz von gebildetem Protein konstatiert. Die in der Gerste befindlichen Mengen der Stickstoffarten sind relativ hoch und werden reguliert wie durch ihren prozentsichen Gehalt, so durch die Höhe der Ernten.

Bei der Aufnahme von Stickstoff in Form von NaNO_3 werden die Pflanzen ärmer sowohl an Gesamt-, wie auch an Proteinstickstoff. Aber letzterer bildet dabei einen grossen Prozentsatz des ersteren. Hafer besitzt nach NaNO_3 den niedrigsten prozentsichen Gehalt beider Stickstoffformen, der überhaupt in der ganzen Reihe dieser Versuche erhalten wurde. Dagegen gehören die absoluten Mengen dieser Stickstoffformen im Hafer zu den höchsten, was seine grossen Ernten bedingen. Auch bei Gerste ist der prozentsiche Gehalt von Gesamt- und Proteinstickstoff wenig höher als der für die schwächste Konzentration von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ gefundene. Dabei sind die absoluten Mengen der Stickstoffformen grosse; grösser sind nur die für die höchste Konzentration von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ gefundenen Mengen von Gesamtstickstoff, was dort durch den hohen Stickstoffgehalt der Pflanze veranlasst wird. Die in der Gerste bei NaNO_3 enthaltenen absoluten Proteinstickstoffmengen sind grösser, als bei jedem anderen Versuche. $\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$ erhöht mehr oder weniger den Gehalt der Stickstoffarten in den Pflanzen und erniedrigt zugleich den Prozentsatz des sich bildenden Proteins. Es tritt dies deutlicher bei Gerste, als bei Hafer, hervor. Da in diesem Falle die Ernten der Pflanzen niedriger sind, als bei Fortbleiben von CaCO_3 , so sind die absoluten Mengen der Stickstoffarten bedeutend kleiner, besonders bei Hafer. Man kann daher behaupten, dass Gerste und Hafer, wenn sie bei einer gewissen Alkalinität des Ernährungsmediums trotz einer günstigen Stickstoffquelle herangezogen werden, sich ähnlich verhalten wie in dem Falle, wenn ihnen als Stickstoffquelle Ammonsalze bei Anwesenheit von CaCO_3 dienen. Ein Zuviel an Alkalinität wirkt hier also ähnlich wie überschüssige Säure. Wie für Hafer und Gerste gilt dieses Resultat überhaupt für die ganze Gruppe von Pflanzen, die ein Wachstumsmedium nahezu neutraler Reaktion erfordern. CaCO_3 wird zu Nitrat hinzugefügt in der Absicht, gleiche Ernährungsbedingungen wie bei Ammonsalzen für die Pflanze zu schaffen. Leider wird das aber keineswegs erreicht. Man hat auch eher Sorge zu tragen für Schaffung der von der Natur der Stickstoffverbindung geforderten Bedingungen. Es müssen eben, wie

das der verstorbene Agrikulturchemiker Professor P. S. Kossowitsch bewies, zum Wachstum richtige „hygienische Bedingungen“ geschaffen werden. Der von einigen Forschern an Stelle von CaCO_3 genommene Gips kann auch durch die Kohlensäure der Wurzeln mehr oder minder in CaCO_3 umgewandelt werden, was eher statthaben kann bei steriler Kultur. CaCO_3 wirkt bei Nitratgabe ungünstiger auf den Hafer, mithin lässt sich annehmen, dass letzterer ein Medium schwach saurer Reaktion eher verträgt, wie auch Hlubek fand.

Nach Versuchen, die von cand. oec. M. T. Talalajeff 1900 im Ökonomischen Kabinette der Universität Jurjew (Dorpat) unter des Verfassers Kontrolle ausgeführt wurden, ist der Aschengehalt des Hafers geringer bei Darreichung des Stickstoffes in Form von Ammonsalzen. T. fand bei $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 11,74 %/o, bei $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 12,85 %/o und bei Nitrat 15,21 %/o Asche. Ähnliches wie bei Ammonsalzen konstatierte T. auch bei der Verwendung von Harnstoffstickstoff.

Ammonsulfat ruft also schon bei schwachen Konzentrationen die Reduzierung des Wurzelsystems von Hafer und Gerste hervor; schon bei 0,005 %/o ist dieselbe bedeutend. Dabei entwickeln sich die Haferwurzeln schlechter, als die Gerstenwurzeln. Aber auch das Wachstum ihrer oberirdischen Teile wird hintangehalten. Hafer zeigt das Bestreben letztere besser zu entwickeln, als die Gerste. Damit repräsentiert sich letztere Pflanze dabei als unentwickelter. Diese Wachstumsdefekte bleiben bis zum Vegetationsende, was zur Beobachtung von Pitsch im Gegensatz steht. Einige Aufbesserung des Wachstums der Pflanzen hat statt, wenn $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ zusammen mit CaCO_3 gegeben wird. Dabei entwickelt sich die Gerste mehr, als der Hafer. Bedeutend geringere Reduzierung der Wurzelmasse und Halme bewirkt Ammonphosphat. Damit ist man zu behaupten berechtigt, dass nicht nur das aufgenommene Ammoniak des Ammonsulfates die Schädigungen der Pflanzenorgane veranlasst, sondern auch die in der Lösung verbleibende Schwefelsäure. Letztere wird neutralisiert durch die Zugabe von CaCO_3 . Aber auf diese Weise wird die Schädigung der Organe nicht vollständig beseitigt, sondern nur teilweise. Das vollständige oder nahezu vollständige Ausbleiben des schädigenden Einflusses von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ wird auf Grund der Versuche von Professor D. N. Prianischnikow und I. S. Schulow erreicht durch Hinzufügung von salpetersauren Salzen in vollen Dosen und auch durch Zugabe von Glukose oder überhaupt löslichen Kohlehydraten, mit deren Hilfe das schädigende Ammon in unschädliches Asparagin umgewandelt wird, was experimentell für Glukose G. G. Petroff gefunden hat. Petroffs Versuch enthielt nur ein Gefäss mit 4 Maispflanzen

von den 5 ausgesäten Körnern und ergab eine fast normale Entwicklung der Maiswurzeln, während die Entwicklung seiner oberirdischen Teile eine nicht ganz entsprechende war, wie Verfasser dies in der russisch gehaltenen Literaturübersicht näher dargelegt hat. Bei Petroffs Versuch wirkte ausser Glukose auch CaCO_3 , dem eventuell die Verschlechterung des Wachstums zugeschrieben werden könnte. Es wäre daher notwendig, neue Versuche betreffs der Wirkung von Glukose anzustellen. Petroffs Versuch, sowie die des Verfassers bieten Grund zur Annahme, dass auch die Getreidearten der Zufuhr von Kohlehydraten von aussen bedürfen, obgleich sie eigentlich viel von ihnen enthalten. Verfasser hält es für notwendig, neue Versuche mit kohlensaurem Ammon auszuführen, da inbetreff dessen Wirkung Widersprüche bestehen. Der Versuch I. S. Schulows mit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3$ und sein Resultat sprechen dagegen, dass die Ammonsalze als solche schädigend wirken. Vielleicht bewirkt $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Hemmung der Tätigkeit der Fermente im Organismus, während diese Eigenschaft NH_4NO_3 wenig oder gar nicht eigen ist. Interesse bietet die Ausführung von Versuchen mit Ammonsalzen bei Zugabe von katalytisch wirkenden Verbindungen.

Verfasser erlaubt sich noch folgende wichtige Schlüsse aus den Resultaten seiner Versuche zu ziehen:

Ammonsalze sind eine schlechtere Stickstoffquelle für Getreidearten und wahrscheinlich auch andere Kulturpflanzen, als Nitrate.

Phosphorsaures Ammon bewirkt aber doch besseres Wachstum, als schwefelsaures, besonders bei Gerste.

Der bei sterilen Kulturen gefundene nahezu gleiche Wirkungseffekt der Nitrate und Ammonsalze wird veranlasst durch unbegründete Anwendung von kohlensaurem Kalk bei der Ernährung der Pflanzen mit Nitrat.

ТАБЛИЦА I. TABELLE I.

Овесъ. Hafer.

Azotное соединеніе и его концентрація въ ‰/100 Stickstoffverbindng und ihre Menge ‰/100	Средній сухой вѣсъ надземныхъ частей въ гр. Mittleres Trockengewicht der oberirdischen Teile г		Средній сухой вѣсъ корней въ гр. Mittleres Trockengewicht der Wurzeln г		Отношеніе вѣса корней къ вѣсу надземныхъ частей какъ 1 : Verhältnis des Gewichts der Wurzeln zu dem der oberirdisch. Teile wie 1 :		Средній сухой вѣсъ всего растенія въ гр. Mittleres Trockengewicht der ganzen Pflanze г	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,264 0,1 0,05	2,0763 2,3541 2,6661	0,0895 0,0968 0,1362	23,2 24,319 19,575	2,1658 2,4509 2,8023		
(NH ₄) ₂ SO ₄ + CaCO ₃	0,264 0,1 0,05	7,7234 5,7381 6,5706	0,5395 0,6375 0,774	13,804 9,001 8,489	8,2829 6,3756 7,3446			
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264 0,1	4,6495 4,882	0,2227 0,2285	20,785 21,365	4,8732 5,1105			
(NH ₄) ₂ HPO ₄ + CaCO ₃	0,264 0,1	4,0565 5,4155	0,4018 0,6587	10,096 8,222	4,4583 6,0742			
NaN ₃	0,34	20,368	1,8542	10,98	22,2122			
NaN ₃ + CaCO ₃	0,34	8,4214	0,7325	11,497	9,1539			
Ячмень. Gerste.								
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,264 0,1 0,05	1,8805 1,8226 2,2263	0,1807 0,1761 0,2647	10,401 10,35 8,448	2,0613 1,9987 2,501			
(NH ₄) ₂ SO ₄ + CaCO ₃	0,264 0,1 0,05	10,4891 7,5577 6,9127	0,9471 0,7004 0,7889	11,075 10,791 8,762	11,4362 8,2581 7,7016			
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264 0,1	6,8103 4,2719	0,3871 0,3517	17,593 12,146	7,1974 4,6236			
(NH ₄) ₂ HPO ₄ + CaCO ₃	0,264 0,1	5,6233 8,1482	0,6901 1,3896	8,149 5,864	6,3134 9,5378			
NaN ₃	0,34	16,2563	1,3549	11,998	17,6112			
NaN ₃ + CaCO ₃	0,34	10,6009	4,2431	8,528	11,844			

ТАВЛИЦА II. TABELLE II.

Овесъ. Hafer.

Azotisches Verbindung und ihre Konzentration вr. 0/00 Menge 0/100	Въ сухомъ веществѣ выдѣленныхъ частей растений содержащемъ In der Trockensubstanz der oberirdischen Teile der Pflanzen waren im Mittel enthalten				
	Общаро азота вr. 0/0 Gesamtstickstoff 0/0	Протеиноваро азота вr. 0/0 Proteinstickstoff 0/0	Протеиноваро азота вr. 0/0 общаро азота Proteinstickstoff in Pro- zenten d. Gesamtstickstoffes	Общаро азота вr. гр. Gesamtstickstoff 0/0	Протеиноваро азота вr. гр. Proteinstickstoff 0/0
(NH ₄) ₂ SO ₄	{ 0,264 0,1 0,05	{ 3,02 2,58 2,43	{ 1,37 1,21 1,06	{ 45,36 46,90 43,62	{ 0,0627 0,0607 0,0648
(NH ₄) ₂ SO ₄ + CaCO ₃	{ 0,264 0,1 0,05	{ 2,21 2,00 1,35	{ 0,90 0,92 0,70	{ 40,72 46,00 51,85	{ 0,1707 0,1148 0,0887
(NH ₄) ₂ HPO ₄	{ 0,264 0,1	{ 2,22 2,18	{ 1,06 1,00	{ 47,75 45,87	{ 0,1032 0,1064
(NH ₄) ₂ HPO ₄ + CaCO ₃	{ 0,264 0,1	{ 2,57 2,08	{ 1,17 0,99	{ 45,53 48,77	{ 0,1043 0,1099
NaN ₃	0,34	1,17	0,62	52,99	0,2382
NaN ₃ + CaCO ₃	0,34	1,45	0,65	44,83	0,1221
* Именья. Geste.					
(NH ₄) ₂ SO ₄	{ 0,264 0,1 0,05	{ 3,11 2,90 2,49	{ 0,97 1,23 1,38	{ 31,19 42,41 55,42	{ 0,0585 0,0529 0,0557
(NH ₄) ₂ SO ₄ + CaCO ₃	{ 0,264 0,1 0,05	{ 2,98 1,82 1,20	{ 1,21 1,05 0,74	{ 40,60 57,69 61,67	{ 0,3126 0,1376 0,0829
(NH ₄) ₂ HPO ₄	{ 0,264 0,1	{ 3,00 2,91	{ 1,38 1,18	{ 46,00 40,55	{ 0,2043 0,1243
(NH ₄) ₂ HPO ₄ + CaCO ₃	{ 0,264 0,1	{ 3,63 1,69	{ 1,36 1,08	{ 37,47 63,90	{ 0,2041 0,1377
NaN ₃	0,34	1,39	0,83	59,71	0,2226
NaN ₃ + CaCO ₃	0,34	1,51	0,92	50,83	0,1919
					0,0975