

**ЗНАЧЕНІЕ АММОНИЙНЫХЪ СОЛЕЙ
ДЛЯ ПИТАНІЯ ВЫСШИХЪ КУЛЬТУР-
НЫХЪ РАСТЕНІЙ**

ЗАСЛУЖЕННАГО ПРОФЕССОРА

АРВИДА ТОМСОНА

MIT EINEM REFERAT:

**DER WERT DER AMMONSALZE FÜR DIE
ERNÄHRUNG DER HÖHEREN KULTURPFLANZEN**

VON PROF. EMER. ARWID THOMSON

ДЕРПТЪ (TARTU) 1922

Est. A-16423

E 87. A - 16423

*Sie sehr geehrten Redaktionen der Zeitung „Postimees“
Aufmerksamkeit
J. Koff.*

ЗНАЧЕНІЕ АММОНИЙНЫХЪ СОЛЕЙ ДЛЯ ПИТАНІЯ ВЫСШИХЪ КУЛЬТУР- НЫХЪ РАСТЕНІЙ

ЗАСЛУЖЕННАГО ПРОФЕССОРА

АРВИДА ТОМСОНА



MIT EINEM REFERAT :

DER WERT DER AMMONSALZE FÜR DIE
ERNÄHRUNG DER HÖHEREN KULTURPFLANZEN

VON PROF. EMER. ARWID THOMSON

ДЕРПТЪ (TARTU) 1922

Acta et Commentationes Universitatis Dorpatensis A III. 2

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

i 29471242

Хотя опыты съ аммонійными солями производились нѣсколькими учеными въ разныхъ странахъ, но все-таки результаты ихъ изслѣдованій не вполне правильно истолкованы. Укажу здѣсь вкратцѣ на литературу, касающуюся тѣхъ опытовъ, которые можно считать наиболѣе точными. Именно при производствѣ такихъ опытовъ нужно устранить возможность перехода аммонійныхъ солей въ окислы, что достигается постановкой опытовъ при стерильныхъ условіяхъ или достаточно частымъ возобновленіемъ растворовъ, при помощи которыхъ выращиваются растенія. Въ послѣднемъ случаѣ слѣдуетъ еще прибѣгать къ нѣкоторымъ мѣрамъ для защиты растеній отъ заразы. Къ опытамъ, болѣе удовлетворяющимъ изложеннымъ требованіямъ, принадлежатъ слѣдующіе.

Въ первую очередь можно указать на опыты O. Pitsch'a¹⁾, которые, однако, въ томъ отношеніи не вполне доказательны, что примѣняемая въ нихъ среда, природная почва, содержала еще органическія азотистыя вещества, ставшія, особенно по стерилизаціи, болѣе усвояемыми, что подтверждается и содержаніемъ сравнительно большаго количества азота въ растеніяхъ, чѣмъ прибавлено было съ солями.

Съ большимъ числомъ растеній въ той же средѣ производился и опытъ A. Muntz'a²⁾, который, однако, тоже недостаточно доказателенъ, на что впервые указалъ его соотечественникъ Mazé. Въ этомъ опытѣ также помѣшались другія

1) Landwirt. Versuchsstationen, т. XXXIV, 1887, стр. 217—258; т. XLII, 1893, стр. 1—95; т. XLVI, 1896, стр. 357—370.

2) Compt. rend., т. 109, 1889, стр. 646—648 и Ann. Sc. Agron., Sér. 11, т. 2, 1896, стр. 161—214.

азотистыя вещества, что тѣмъ болѣе возможно, что почва, какъ у Muntz'a, такъ и у Pitsch'a, не была совершенно свободна отъ микроорганизмовъ, такъ какъ способъ стерилизаціи и мѣры предохраненія отъ зараженія извнѣ сдѣлали невозможнымъ лишь развитіе въ почвахъ микроорганизмовъ нитрификаціи, но не повліяли на прочихъ.

А. Griffiths¹⁾ поставилъ опыты съ фасолью въ стерильныхъ водныхъ культурахъ, содержавшихъ, какъ азотистое вещество, сѣрноокислый амміакъ. Развитіе растений, находившихся подъ стеклянными колпаками, было въ теченіе 4 недѣль замѣтно хорошее, при чемъ содержаніе азота въ растворѣ понизилось почти на половину. Азотной кислоты изслѣдователь не могъ открыть.

Р. Mazé²⁾ производилъ свои первые опыты съ кукурузой въ питательныхъ растворахъ, которые хранились въ стерильномъ состояніи. Mazé выбралъ растеніе, которое по наблюденіямъ нѣкоторыхъ изслѣдователей изъ азотистыхъ соединеній предпочитаетъ амміакъ. По моему, М. недостаточно долго продолжалъ эти опыты. Кромѣ того ему пришлось работать при сравнительно высокой концентраціи азотистаго вещества. Прибавлялъ М. во всѣхъ случаяхъ къ своимъ растворамъ углекислый кальцій, чѣмъ онъ ухудшилъ условія питанія для кукурузы и такъ нашелъ, что соли аммонія (сѣрноокислый, хлористый и азотноокислый) и азотной кислоты съ другими основаніями почти одинаково дѣйствуютъ на это растеніе. Разница состояла только въ томъ, что корни растений въ присутствіи амміачныхъ солей показали худшее развитіе, чѣмъ въ растворахъ нитратовъ. М. нашелъ, что при извѣстныхъ условіяхъ амміачныя соли воспринимаются кукурузой даже предпочтительнѣе нитратовъ. Подобные, но все-таки менѣе согласующіеся результаты получилъ М. въ опытахъ 1911 г. съ тѣмъ же растеніемъ и тѣми же азотистыми соединеніями при сходныхъ условіяхъ питанія, но только при большей продолжительности опытовъ. Менѣе вредилъ растворъ съ NH_4NO_3 . Послѣдній и растворъ съ NH_4Cl дали близкіе и самыя высшіе урожаи (69,92 и 70 гр.), между тѣмъ какъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ далъ

1) Chem. News, т. 64, 1891, стр. 147.

2) Compt. rend., т. 127, 1898, стр. 1031; Ann. Instit. Pasteur, т. 14, 1900, стр. 26—45; Ann. Instit. Pasteur, т. 25, 1911, стр. 705; Ann. Instit. Pasteur, т. 27, 1913, стр. 1093.

гораздо низшій (50,34 гр.) и еще болѣе низкій NaNO_3 (48,5 гр.). Въ этихъ опытахъ тоже присутствовалъ CaCO_3 . Рѣзкая разница между дѣйствіемъ NH_4Cl и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ можетъ быть только случайною. При первомъ своемъ опытѣ М. не наблюдалъ этого. Иной результатъ для нихъ полученъ опытомъ автора въ 1913 г. также съ кукурузой. Здѣсь была концентрація растворовъ азотистыхъ соединений почти вдвое слабѣе. Остальныя соли, за исключеніемъ MgSO_4 и CaCO_3 , примѣнялись тоже во вдвое болѣе слабой концентраціи. Вода была водопроводная. Въ этомъ опытѣ NH_4Cl далъ меньшій урожай (въ ср. 54,27 гр.), чѣмъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (въ ср. 61,56 гр.). Вообще аммонійныя соли дали самый высшій урожай, высшій чѣмъ NaNO_3 (въ ср. 51,17 гр.), что указываетъ на то, что кукуруза лучше удается въ присутствіи первыхъ.

Что касается опытовъ покойнаго профессора П. С. Косовича, то часть ихъ производилась именно съ намѣреніемъ доказать, какъ высшее растеніе, горохъ, используетъ амміачный азотъ¹⁾. П. С. убѣдился въ томъ, что въ конструированномъ имъ приборѣ не произошелъ переходъ амміака въ окисленную форму, такъ что въ этомъ отношеніи среду можно считать стерильной. При этомъ сравнивалось дѣйствіе сѣрнокислаго амміака съ дѣйствіемъ азотнокислаго кальція на растеніе. Къ обоимъ былъ прибавленъ мѣлъ, за исключеніемъ того случая, гдѣ вмѣсто него былъ внесенъ въ среду гидратъ окиси желѣза. Однако, развитіе растеній не произошло достаточно удовлетворительно и даже корни растеній, получавшихъ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, обладали нѣсколько буроватымъ цвѣтомъ. Продолжительность опытовъ не всегда была одинакова, отчего сравненіе ихъ недостаточно обосновано. Прибавленіе CaCO_3 къ раствору съ азотнокислой солью должно было неблагоприятно вліять на результатъ, вслѣдствіе чего азотъ обоихъ источниковъ произвелъ одинаковый эффектъ. Самый высшій урожай и самое высшее содержаніе азота далъ гидратъ окиси желѣза, хотя здѣсь растеніе развивалось 5 дней дольше, чѣмъ въ другихъ случаяхъ. Желѣзо не было особо внесено въ чистый кварцъ въ другихъ случаяхъ. Опыты П. С. Косовича,

1) Амміачныя соли, какъ непосредственный источникъ азота для растеній. Отд. оттискъ изъ Журнала Опытн. Агрономіи, 1901 г., книга V, стр. 625 и слѣд.

опубликованные въ 1904 г.¹⁾ и поставленные съ ячменемъ также и для выясненія другихъ вопросовъ, показываютъ, что нитраты дѣйствуютъ хуже амміачныхъ солей, особенно NH_4NO_3 , если вносится въ среду фосфоритъ. По прибавкѣ мѣла къ фосфориту $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4NO_3 дали одинаковый, но меньшій урожай, чѣмъ въ его отсутствіи. При этомъ не сравнивался NaNO_3 . Безъ внесенія CaCO_3 , какъ такового, или какъ составной части удобрительнаго вещества, и съ примѣненіемъ легко растворимаго фосфата (KH_2PO_4) или фосфата желѣза, осторожно высушеннаго, самое лучшее дѣйствіе оказалось у NaNO_3 , среднее у NH_4NO_3 и очень низкое у $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Въ каждомъ случаѣ было лишь по одному экземпляру ячменя.

Р. Ehrenberg²⁾ выращивалъ овесъ въ стерилизованной почвѣ и стерилизованномъ пескѣ. Азотъ былъ внесенъ въ эти среды въ видѣ сѣрнокислаго аммонія и азотнокислаго натрія послѣ растворенія въ водѣ и стерилизованія раствора. CaCO_3 въ средахъ присутствовалъ. Сѣмена до посѣва были стерилизованы. Въ присутствіи аммонійныхъ солей растенія прекратили ростъ въ обѣихъ средахъ. Поэтому изслѣдователь считаетъ необходимымъ для развитія высшихъ растений окисленный азотъ, особенно въ средахъ, отличающихся очень малой поглотительной способностью. Hutchinson и Miller объясняютъ результаты, полученные Ehrenberg'омъ съ аммонійными солями, тѣмъ, что онъ примѣнялъ слишкомъ большія количества ихъ, которыя по изслѣдованіямъ Mazé очень вредятъ. Повидимому онъ тоже не были достаточно равномерно распределены по отдѣльнымъ слоямъ среды. При опорожненіи сосудовъ чувствовался сильный запахъ амміака.

Упомянутые Н. В. Hutchinson и N. H. J. Miller³⁾ производили свои опыты при стерильныхъ условіяхъ, какъ въ пескѣ, такъ и въ водѣ. Въ обѣихъ средахъ выращивалась ими пшеница. Послѣдняя каждый разъ лучше развивалась

1) О взаимодействіи питательныхъ солей въ процессъ воспріятія растеніями минеральной пищи. Отд. оттискъ изъ Журнала Опытной Агрономіи, 1904 г., книга V, стр. 581 и слѣд.

2) Die Bewegung des Ammoniakstickstoffes in der Natur. Berlin. 1907.

3) The direct assimilation of inorganic and organic forms of nitrogen by higher plants. [Rothamsted Experiment Station]. Отд. оттискъ изъ Zentralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten. Отд. II, т. 30, 1911, стр. 513 и слѣд.

въ песокъ, если туда при содержаніи сѣрнокислаго амміака и углекислаго кальція прибавлены были нитрифицирующіе организмы. Это не наблюдалось, когда примѣненъ былъ прямо азотнокислый натрій и отсутствовалъ мѣлъ. По при послѣднемъ условіи росло только одно растение, происшедшее изъ зерна одинаковаго вѣса со взятыми для другихъ опытовъ. При выращиваніи пшеницы въ водныхъ культурахъ былъ полученъ вышеупомянутый результатъ, когда питательный растворъ, содержавшій $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и CaCO_3 , подлежалъ прививкѣ нитрифицирующими организмами. Въ прочихъ растворахъ корни растений развивались плохо и ненормально, особенно въ началѣ, а также и впоследствии. CaCO_3 улучшилъ и развитіе корней, какъ это показываютъ приложенныя фотографіи. Горохъ выращивался названными изслѣдователями только въ водной культурѣ, въ которую былъ внесенъ кромѣ питательныхъ солей CaCO_3 въ количествѣ 2 гр. на каждый сосудъ вмѣстимостью въ 1200 куб. см. Можно различать здѣсь 4 ряда опытовъ: при первомъ рядѣ растворъ содержалъ азотъ въ видѣ азотнокислаго натрія, при второмъ — тотъ же азотъ съ прибавленіемъ декстрозы, при третьемъ — азотъ въ видѣ сѣрнокислаго амміака и при четвертомъ — тотъ же азотъ съ прибавкой декстрозы. Оказалось, что оба источника азота одинаково дѣйствуютъ на развитіе гороха (нужно помнить, что всегда присутствовалъ CaCO_3). Декстроза, по даннымъ изслѣдователей, не обнаружила особаго вліянія на развитіе растения, хотя при этомъ не принято въ расчетъ ея дѣйствіе въ присутствіи NaNO_3 , такъ какъ культуры эти или неудачно развивались или показали инфекцію, вслѣдствіе чего онѣ были исключены изъ сравненія. По признанію изслѣдователей амміачная соль повысила содержаніе азота въ сухомъ веществѣ, какъ это наблюдалось и при опытахъ другихъ изслѣдователей.

Опыты И. С. Шулова¹⁾ состояли въ стерильныхъ водныхъ культурахъ, которыя производились при помощи особыхъ приспособленій, описанныхъ вмѣстѣ съ опытами въ цитированномъ его сочиненіи. Опытнымъ растеніемъ служила куку-

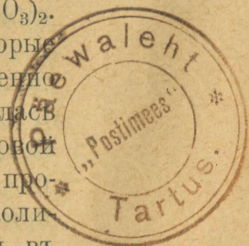
1) Изслѣдованія въ области физиологіи питанія высшихъ растений при помощи методовъ изолированнаго питанія и стерильныхъ культуръ. Москва. 1913.

руза. Изъ азотистыхъ соединеній испытывались въ 1911 г. NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3$ (въ полныхъ дозахъ) и NaNO_3 , при чемъ источники фосфорной кислоты были различны. Въмѣсто мѣла былъ примѣненъ гипсъ. Опыты продолжались 45—48 дней. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ далъ самый низкій общій урожай (въ ср. 9,14 и 8,73 гр.), а также и отдѣльныхъ составныхъ частей послѣдняго. NH_4NO_3 и NaNO_3 дали высше мало различающіеся другъ отъ друга урожаи (въ ср. 14,93 или 14,86 гр.). Еще выше былъ урожай отъ $\text{NH}_4\text{NO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (въ ср. 16,24 гр.). „Корни при $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ являлись слабо развѣтвленными и короткими, довольно толстыми“. „Азотно-кислый аммоній вызывалъ большее вѣтвленіе, и вѣтви были болѣе длинными“. „Но съ наиболѣе обильными и съ наиболѣе длинными развѣтвленіями была корневая система въ культурѣ съ NaNO_3 “. Приводятся И. С. Шуловымъ числа измѣренія и вѣсы растений и ихъ частей, балансъ азота разныхъ формъ, реакція оставшагося раствора. И. С. говоритъ, что эти опыты доказываютъ вредное вліяніе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на растеніе и обезвреживаніе его по прибавкѣ азотнокислаго аммонія. Послѣднее явленіе подтвердилось еще нѣкоторыми кратковременными опытами осенью того же года. Въ 1912 г. И. С. Шуловъ поставилъ опыты съ горохомъ и кукурузой. Что касается опытовъ съ первымъ растеніемъ, то здѣсь изъ источниковъ азота неорганической формы примѣнялись $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и NH_4NO_3 ; въ растворъ съ NH_4NO_3 былъ внесенъ гипсъ, а не углекислый кальцій, который отсутствовалъ и въ растворѣ съ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Кромѣ того, въ присутствіи $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ производилось испытаніе использования органическаго фосфора въ видѣ лецитина и фитина. Корневая система растенія съ NH_4NO_3 со временемъ сильно отстала отъ корней растенія, питавшагося $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, что при уборкѣ и выразилось въ вѣсѣ ихъ. Опытъ съ горохомъ продолжался 80—82 дня. Горохъ по $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ далъ самый высшій общій урожай (23,36 и 23,76 гр.), а горохъ по NH_4NO_3 далъ общій урожай въ 18,7 гр. Первая соль оставила субстраты съ сильной щелочностью. Въ предшествующемъ году то же самое наблюденіе сдѣлано у NaNO_3 въ культурѣ кукурузы. NH_4NO_3 оставилъ за собой почти нейтральный субстратъ. Второй рядъ опытовъ, какъ выше упомянуто, производился съ кукурузой. На ряду съ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и NH_4NO_3 и уже названными источниками органическаго фосфора испытанъ

былъ аспарагинъ. Азотистыя соединенія вносились въ нормѣ, повышенной на $\frac{1}{3}$, по сравненію съ нормами у гороха. Прочія части питательной смѣси давались въ тѣхъ же количествахъ. Въ нѣкоторыхъ сосудахъ не проросли зерна и нѣкоторые пришлось исключить изъ-за трещинъ на трубкахъ, полученныхъ при стерилизаціи. Въ такихъ сосудахъ появляется всегда скоро зараженіе. Вслѣдствіе этого даже одновозрастные культуры врядъ ли сравнимы между собой по урожаю. Растеніе съ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ пришлось уже раньше въ возрастѣ 49 дней убрать, такъ какъ оно прекратило свое развитіе и листья начали бурѣть и высыхать. Развитіе корней этого растенія и растений, получавшихъ NH_4NO_3 , было таково же, какъ указано было у прошлогодней кукурузы. Въсѣобщаго урожая растеній, питавшихся NH_4NO_3 , былъ или ниже или выше вѣса растеній, выращенныхъ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, что отчасти зависѣло отъ ихъ возраста. Растеніе по NH_4NO_3 оказалось богаче общимъ и протеиновымъ азотомъ и показало также и высокій процентъ протеинового азота по отношенію къ общему. И. С. Шуловъ нашелъ также, что NH_4NO_3 вызвалъ болѣе обильное выдѣленіе сахаровъ и яблочной кислоты черезъ корни, чѣмъ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Наконецъ привожу опыты Г. Г. Петрова¹⁾, которые производились частью въ 1910 г., частью въ 1911 г., а именно надъ кукурузой въ водной культурѣ. Кукуруза выращивалась въ замкнутыхъ сосудахъ при стерильныхъ условіяхъ, каковой способъ точно описывается Петровымъ. Что касается произведеннаго въ 1910 г. опыта (I опытъ) съ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ въ количествѣ 1,488 гр. на сосудъ, то здѣсь былъ прибавленъ мѣлъ въ количествѣ 0,5 гр. Посѣвъ начался 16-го іюня. Уборка произошла черезъ 38 дней послѣ посѣва „потому, что сосуды были слишкомъ тѣсны для растеній“. Средній сухой вѣсъ одного растенія (стебли + корни) равнялся 0,893 гр., а вѣсъ его корней 0,1576 гр. Средняя длина стеблей растеній была равна 64,2, а корней 57,4 см. Среднее содержаніе общаго азота въ растеніяхъ было опредѣлено въ 4,44%, азота протеина въ 1,88%, азота аспарагина въ 0,44% и азота нитратовъ и иныхъ соединеній въ 2,12%. Главная часть окисленнаго азота оказывается накопленной въ стебляхъ, гдѣ онъ постепенно редуци-

1) Усвоеніе азота высшимъ растеніемъ на свѣту и въ темнотѣ. Экспериментально-критическое изслѣдованіе. Изъ XI тома отчетовъ по лабораторіи проф. Д. Н. Прянишникова. Москва, 1917.



руется. Корни отличаются высшимъ содержаніемъ общаго азота. Этотъ результатъ получили и мой сотрудникъ, кандидатъ сельскаго хозяйства М. Т. Талалаевъ, при изслѣдованіи въ 1900 г. овса, выращеннаго въ водной культурѣ, поставленной въ экономическомъ кабинетѣ Юрьевскаго Университета. По опредѣленіямъ Талалаева и содержаніе протеинового азота въ корняхъ было выше. Опытъ Г. Г. Петрова, произведенный съ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ въ 1911 г. (II опытъ), заключаетъ въ себѣ только одинъ сосудъ съ 4 растеніями. Количество азота было половинное сравнительно съ предыдущимъ опытомъ, производившимся съ 3 сосудами. При этомъ мѣлъ отсутствовалъ и былъ замѣненъ гипсомъ. Опытъ начался 16-го іюня. Былъ посѣянъ другой сортъ кукурузы (чинквантино) въ числѣ 5 зеренъ, изъ которыхъ одно не проросло. Растенія были убраны черезъ 39 дней послѣ посѣва. Средній вѣсъ одного растенія найденъ въ 0,962 гр., вѣсъ корней былъ тоже выше, 0,2079 гр. въ воздушно-сухомъ состояніи. Средняя длина стеблей была 80,5, а корней 40,4 см. Растенія содержали общаго азота 3,25%, протеинового 1,81%, аспарагиноваго 0,15%, амміачнаго 0,11% и азота иныхъ соединеній 1,18%.

Опыты съ кукурузой по сѣрнокислому амміаку производились Г. Г. Петровымъ какъ въ 1910 г. (III опытъ), такъ и въ 1911 г. (IV опытъ). Къ питательной смѣси былъ прибавленъ гипсъ въ количествѣ 0,4 гр. въ опытѣ III и 0,32 гр. въ опытѣ IV, а мѣлу соотвѣтственно 1,5 и 1 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ примѣнялся въ количествѣ 1,202 гр. на сосудъ, какое количество равняется 255 mgr. азота, сколько содержалось и во внешней полной дозѣ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Опытъ III былъ произведенъ въ 3 сосудахъ, которые были засѣяны въ 3 срока, 16-го, 20-го и 23-го іюня, какъ у нитрата. Въ отличіе отъ растеній въ нитратѣ 5-го іюля корневыхъ волосковъ живыхъ было очень мало и мертвыхъ много; „во всѣхъ случаяхъ корневые волоски не опадали по одному, но, склеиваясь, образовывали вдоль корней что-то вродѣ паутины“. Черезъ 39 дней опытъ былъ прерванъ. „Въ то время, какъ у растеній по нитратамъ корни тонки, длинны, богато развѣтвлены, у растеній по амміаку корни представляютъ диаметрально противоположные признаки“. Средній сухой вѣсъ 1 растенія былъ равенъ 0,7648 гр., а вѣсъ его корней 0,1093 гр. Средняя длина стеблей равнялась 58,5, а корней 36,2 см. Среднее содержаніе

азота разныхъ формъ въ растеніяхъ было слѣдующее: общаго 4,5%, протеиноваго 2,34%, аспарагиноваго 1,34%, амміачнаго 0,02% и прочихъ соединеній 0,75% по отношенію къ сухому веществу. Г. Г. Петровъ нашель въ растеніяхъ по $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ высшее содержаніе общаго азота и еще высшее содержаніе протеиноваго азота въ сравненіи съ растеніями по $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Опытъ IV, произведенный въ 1911 г. съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, заключаетъ въ себѣ только одинъ сосудъ. Къ питательному раствору прибавлялось глюкозы, такъ что концентрація ея въ растворѣ равнялась 2%. Этотъ сосудъ былъ засѣянъ 18-го іюня тѣми же сѣменами, что и сосудъ II опыта, слѣдовательно, сѣменами большаго вѣса, чѣмъ примѣненныя для сосудовъ III опыта. Просасывающийся черезъ сосудъ воздухъ былъ лишень CO_2 при помощи КОН и унесъ еще съ собою CO_2 изъ сосуда. Изъ 5 высѣянныхъ сѣмянъ одно дало уродливый проростокъ. Черезъ 26 дней послѣ посѣва цвѣтъ листьевъ былъ темно-зеленый, темнѣе чѣмъ у растеній, получавшихъ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Листья были тоже шире. Черезъ 37 дней послѣ посѣва, когда наблюдалось уже сильное пожелтѣніе листьевъ, опытъ былъ законченъ. У почти одновозрастныхъ растеній по $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ желтые листья не были замѣтны. Что касается корневой системы убранныхъ растеній, то она, по даннымъ Г. Г. Петрова, оказалась очень богатой и развѣтвленной. „По виду корневая система ничѣмъ не отличалась отъ таковой у растеній по $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, развѣ только у послѣднихъ волосковъ на первичныхъ корешкахъ было больше и развѣтвленіе вторичныхъ было болѣе правильно“. Затѣмъ Г. Г. Петровъ говорить еще въ другомъ мѣстѣ: замѣна углекислоты глюкозой вызвала лучшее, болѣе нормальное и богатое развитіе корневой системы. Средній сухой вѣсъ одного растенія равнялся 0,8683 гр., вѣсъ корней его въ воздушно-сухомъ состояніи 0,2617 гр. Вѣсъ стеблей былъ меньше, чѣмъ у растеній по $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и почти одинаковъ съ полученнымъ для растеній III опыта по $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Средняя длина стеблей растеній IV опыта была 59, а корней 36,6 см. Нужно указать на то, что результаты опыта IV не вполне сравнимы съ таковыми опыта III, потому что вѣсъ сѣмянъ, взятыхъ для перваго опыта, былъ гораздо выше и можетъ равняться только вѣсу сѣмянъ II опыта. Въ послѣднемъ же случаѣ отсутствовали глюкоза и мѣлъ, а азота было вдвое меньше. Мы видимъ, что глюкоза

способствовала только исправленію корневой системы, а со-всѣмъ не повліяла на развитіе стеблей, вслѣдствіе чего и приводимое отношеніе вѣсовъ стеблей и корней ненормально (100 : 39). Средній приростъ сухого вѣса для растений IV опыта былъ ниже, чѣмъ у растений по $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ съ тѣмъ же количествомъ азота и въ присутствіи мѣла и у растений по $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ съ одинаковымъ содержаніемъ азота. Нельзя забывать, что опытъ IV былъ поставленъ только съ однимъ сосудомъ, изъ высѣянныхъ 5 сѣмянъ котораго нормально развивалось 4. Для большей убѣдительности слѣдовало бы повторить этотъ опытъ. Анализированныя растенія содержали въ среднемъ 6,88% общаго азота, 2,15% протеинового, 3,61% аспарагинового, 0,28% амміачнаго и 0,84% азота иныхъ соединений. Растенія эти отличаются очень высокимъ содержаніемъ общаго азота и богатствомъ аспарагина. Какъ уже сказано, растенія пользовались, главнымъ образомъ, углеродомъ глюкозы и только частью выдѣленной ими углекислоты. Кромѣ того, Г. Г. Петровъ производилъ опыты усвоенія нитратовъ и амміака въ темнотѣ съ кукурузой въ связи съ дыханіемъ, опыты, которые для рѣшенія поставленнаго имъ вопроса очень важны, но насъ здѣсь менѣе интересуютъ. Вслѣдствіе этого ограничусь только указаніемъ на нихъ.

Прежде чѣмъ оставить разсмотрѣніе опытовъ Г. Г. Петрова, желаю еще вкратцѣ остановиться на высказанномъ имъ на страницѣ 265 его работы мнѣніи относительно моихъ опытовъ съ мочевиной, которые производились на свѣту и безъ участія углевода. Считаю нужнымъ еще разъ¹⁾ указать на то, что при моихъ опытахъ съ овсомъ и ячменемъ мочеви-на была всегда доступна послѣднимъ какъ при суточномъ, такъ и при 3—5 час. пребываніи растений въ растворахъ, какъ таковая, за чѣмъ я безпрестанно слѣдилъ. Хотя концентрація мочевины была выше той, которую выбрали Hutchinson и Miller, а именно 0,02%, и равнялась той, которую выбралъ Г. Г. Петровъ, но она оказалась весьма благопріятной для роста этихъ растений. Плохого развитія корней мною не наблюдалось. Какъ уже отмѣчено въ упомянутой статьѣ, эти

1) Подобное сказано въ моей статьѣ: Значеніе азота навозной жижи для питанія культурныхъ растений. Труды Лифляндскаго Общепользнаго Экономическаго Общества. 1917. Январь. Февраль.

опыты не единственные, которые я производилъ съ мочевиной. Предшествовалъ имъ опытъ съ однимъ овсомъ, который окончился тѣмъ же результатомъ. Кромѣ того, мой сотрудникъ М. Т. Талалаевъ производилъ въ 1900 г. еще новые опыты съ мочевиной надъ овсомъ и ячменемъ и получилъ близкіе къ моимъ результаты. Т. могъ открыть и мочевины въ овсѣ. Опредѣленіе разныхъ формъ азота въ овсѣ показало сходное содержаніе ихъ и отношенія между ними, найденныя мной. Зола содержалась менѣе въ мочевиновыхъ растеніяхъ (11,84% сух. вѣщ.), чѣмъ въ нитратныхъ (15,21%), но первыя были значительно богаче P_2O_5 (27,27% зола), чѣмъ послѣднія (20,61%). Такимъ образомъ я имѣю право сказать, что мои эксперименты съ мочевиной, произведенные въ экономическомъ кабинетѣ Юрьевскаго университета, впервые безъ сомнѣнія доказали, что мочевина служитъ хорошей, не отступающей отъ нитрата, азотистой пищей для изслѣдованныхъ мною растеній. Этотъ фактъ стоитъ тоже въ согласіи съ наблюденіями на практикѣ и подтверждается изслѣдованіями новѣйшаго времени. Опыты съ маисомъ мной не были поставлены, такъ какъ въ Юрьевѣ трудно достать хорошія сѣмена. Разложенія мочевоксислаго натрія тоже не произошло во все время вегетаціи названныхъ растеній. Только у гипсувоксислаго натрія это имѣло мѣсто, вслѣдствіе чего надземныя части растеній начали хуже развиваться, корни мало измѣнили свой цвѣтъ и образовалась слизь на нихъ. Хотя вскорѣ послѣ того растенія менѣе продолжительно, лишь въ теченіе 3—5 час., оставлялись въ растворахъ съ этимъ веществомъ, ростъ растеній сравнительно хорошо поправился и образованіе слизи прекратилось, я все-таки считалъ нужнымъ повторить этотъ опытъ въ 1900 году: вмѣстѣ съ этимъ веществомъ были испытаны еще и другія азотистыя вещества и результаты будутъ въ скоромъ времени опубликованы.

Другія работы по вопросу дѣйствія аммонійныхъ солей мнѣ не извѣстны за неимѣніемъ новыхъ журналовъ.

Послѣ обзора и разсмотрѣнія сравнительныхъ опытовъ съ нитратами и амміачными солями, выбранныхъ мной изъ всего числа произведенныхъ опытовъ, перейду къ собственнымъ опытамъ въ этомъ отношеніи.

Референтъ производилъ свои опыты такимъ образомъ, что онъ достаточно часто, ежедневно, возобновлялъ питатель-

ные растворы. Азотистый питательный материалъ былъ представленъ какъ особый, каждый разъ свѣже приготовленный, растворъ въ теченіе 4—5 часовъ ежедневно съ прибавкой CaCO_3 или безъ него. Такимъ образомъ аммонійныя соли были доступны растеніямъ, какъ таковыя. Сосуды каждый разъ тщательно очищались и покрывались очищенными парафинированными пробками. Приведеннымъ методомъ исключается вліяніе солей на процессъ прорастанія сѣмянъ и испытывается, какъ растенія поглощаютъ и ассимилируютъ ихъ, въ чемъ именно состоитъ задача такихъ опытовъ. Кромѣ того, съ помощью этого способа растенія могутъ вырастать при болѣе естественныхъ условіяхъ, а именно ихъ надземныя части находятся во все время опыта, который можетъ быть даже болѣе длительнымъ, въ естественной атмосферѣ. Для опыта берутся хорошія и цѣльныя зерна одинаковаго наружнаго вида и вѣса, кѣторыя хорошенько и достаточно стерилизуются, такъ что убиваются также и внутри ихъ находящіяся грибы и бактеріи. Для этой цѣли сначала намачиваютъ зерна въ холодной водѣ 5 часовъ, затѣмъ обрабатываютъ ихъ теплой водой въ 54°C въ теченіе 10 минутъ, затѣмъ сушатъ ихъ въ чистой сушильнѣ и наконецъ дезинфицируютъ ихъ растворомъ сулемы въ 1%, дѣйствующимъ въ теченіе 30 минутъ, и чистятъ ихъ стерилизованной водой. Затѣмъ даютъ имъ прорасти въ чистыхъ термостатахъ на стерильномъ ложѣ для проращиванія, откуда они послѣ достаточнаго развитія корешковъ переводятся на обтянутые парафинированной матеріей обручи, которые стерилизованы и расположены на стаканахъ, содержащихъ чистую стерилизованную воду. Нагруженные стаканы помѣщены въ стеклянный ящикъ, стерилизованный крѣпкимъ растворомъ сулемы. Здѣсь проростки остаются до тѣхъ поръ, пока не развилось 1—2 зеленыхъ листа. Вода въ стаканахъ тоже часто возобновляется, при чемъ принимаются мѣры для защиты культуръ отъ зараженія извнѣ. Изъ проростковъ отбираются тогда назначенныя для посадки растенъца возможно равномернаго развитія, съ длинными многочисленными корешками. Такіе проростки будутъ и впоследствии скорѣе одинаковымъ образомъ развиваться, поскольку это, конечно, позволяетъ питательный растворъ. Это обстоятельство составляетъ преимущество способа и позволяетъ ограничиться меньшимъ числомъ растеній, отбираемыхъ для опытовъ. Хотя

и берутся сѣмена точно одинаковаго качества и вѣса, онѣ все-таки почти всегда будутъ неравномѣрно развиваться, что вызывается внутренними свойствами ихъ. Сказанное относится особенно къ пленчатымъ зернамъ, если при этомъ имѣются въ виду лишь хлѣбные злаки. Кромѣ того, нѣкоторыя сѣмена страдаютъ и отъ способовъ стерилизаціи и поэтому не могутъ прорасти или даютъ лишь уродливый выростъ. Важно вообще избѣгать, какъ указано, вліянія изслѣдуемаго вещества на сѣмена, такъ какъ изучается не дѣйствіе вещества на сѣмя, а на растеніе. Очень молодое растеніе подобно сѣмени относится тоже чувствительнѣе къ дѣйствующимъ веществамъ, чѣмъ болѣе выросшее. Въ случаѣ посѣва необходимо производить опытъ съ большимъ числомъ сѣмянъ, для чего понадобятся болѣе громоздкіе приборы или большее число послѣднихъ при выборѣ стерильныхъ культуръ. Такіе опыты вызываютъ большіе расходы, чего не требуютъ описанные мной. Прилагаемый къ нимъ трудъ тоже сравнительно небольшой при нѣкоторомъ навыкѣ и хорошемъ помощникѣ. Хотя мой способъ несложенъ, онъ даетъ при тщательномъ и добросовѣтномъ производствѣ хорошіе результаты.

Мы производили свои опыты въ 1904 году надъ хлѣбными злаками. Такъ какъ и мои собственныя наблюденія указали на то, что маисъ можетъ съ тѣмъ же правомъ быть причисленъ къ растеніямъ, растущимъ въ кислой средѣ, и существуетъ большой рядъ опытовъ съ нимъ, то я подвергалъ испытанію другіе хлѣбные злаки, не отличающіеся упомянутымъ свойствомъ, а именно овесъ и ячмень. Для этой цѣли выбирались лучшіе сорта ихъ, происшедшіе изъ Лифляндіи. 100 зеренъ одногриваго овса вѣсили 4,2143 гр., а четырехряднаго ячменя 4,0697 гр. Отсортированныя зерна отличались полною, нормальною всхожестью, хотя и были предварительно тщательно, какъ описано, стерилизованы. До посадки въ питательные растворы зерна подвергались вышеописанной подготовкѣ. Азотистая пища для этихъ растений состояла, главнымъ образомъ, изъ сѣрнокислаго амміака, фосфорнокислаго аммонія и азотнокислаго натрія, при чемъ присутствовалъ или отсутствовалъ углекислый кальцій. Кромѣ того, надъ овсомъ производился еще опытъ съ хлористымъ аммоніемъ въ отсутствіи мѣла; при названномъ условіи эта соль, какъ я здѣсь вкратцѣ отмѣчу, болѣе всѣхъ прочихъ подавила развитіе овса.

Углекислый кальцій примѣнялся мной для изученія его вліянія на ростъ растеній, находящихся въ растворахъ съ упомянутыми азотистыми источниками. Можно было а priori предполагать, что онъ не можетъ благоприятствовать росту растеній, поглощающихъ азотъ въ формѣ нитрата и любящихъ нейтральную среду. Вообще неумѣстно примѣненіе мѣла у растеній, требующихъ или любящихъ для развитія среду кислой реакціи, какъ болотный рисъ, *Iuncus effusus*, *Sagittaria sagittifolia* (у всѣхъ трехъ наблюдалъ это явленіе Nagaoка) и другіе. Майсъ хорошо удается въ почвѣ кислой реакціи, какъ это нашли Maxwell¹⁾, Lehmann²⁾ и я. Названныя сейчасъ растенія и другія, сюда принадлежащія, не нуждаются въ мѣлѣ и въ томъ случаѣ, если азотъ дается въ видѣ амміачной соли. На основаніи сказаннаго я считалъ нужнымъ какъ у другихъ источниковъ азота, такъ и у нитрата поставить опыты съ прибавленіемъ мѣла и безъ него. Послѣдній опытъ былъ, такъ сказать, контрольный, чтобы установить разъ экспериментальнымъ путемъ, правильно ли мое вышесказанное предположеніе.

На 1000 куб. см. питательный растворъ содержалъ 0,264 или 0,1 или 0,05 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; поэтому эта амміачная соль была испытана въ разныхъ концентраціяхъ, даже въ такихъ, какія въ опытахъ другихъ изслѣдователей не примѣнялись. Интересно было, именно, узнать, нѣтъ ли предѣла неблагоприятному вліянію этой соли на растенія. Концентраціи слабѣе примѣненныхъ не рекомендовались, потому что тогда растеніе могло обнаружить недостатокъ въ азотѣ. Фосфорнокислый аммоній примѣнялся мной въ концентраціяхъ 0,264 и 0,1‰, такъ какъ онъ, вообще, долженъ былъ въ меньшей степени неблагоприятно вліять. Соотвѣтственно высшему количеству азота въ видѣ названныхъ солей растенія получали 0,34 гр. NaNO_3 . Растворы, какъ амміачныхъ солей, такъ и прочіе были приготовлены непосредственно передъ самымъ употребленіемъ ихъ. Приведенныя количества азотистаго вещества не даны были сразу въ полномъ размѣрѣ, а постепенно въ теченіе 3 недѣль повышены до отмѣченной нормы. То же самое относится и къ безазотистому питательному мате-

1) Landwirt. Versuchsstationen, т. L, 1898, стр. 325 и слѣд.

2) Цитированъ въ уже упомянутой работѣ Ehrenberg'a.

ріалу. Концентрированный растворъ послѣдняго содержалъ въ 1000 куб. см. 2,96 гр. KCl , 2,22 гр. $CaCl_2$, 1,35 гр. KH_2PO_4 и 1,91 гр. $MgSO_4 + 7H_2O$. Этого раствора растения получали частью въ зависимости отъ степени ихъ развитія отъ 20—100 куб. см. Опыты съ овсомъ начались 27-го мая и опыты съ ячменемъ 29-го мая 1904 г.; полное количество, 100 куб. см., растения получали начиная съ 17-го іюня. Желѣзо прибавлялось въ видѣ фосфорнокислой окиси, и притомъ въ небольшомъ количествѣ; она находилась въ свѣжеосажденномъ кашицеобразномъ состояніи. $CaCO_3$ растения получали вначалѣ, т.-е. до 16-го іюня, въ количествѣ 0,4 гр., а съ 17-го іюня до конца опыта въ повышенномъ, до 1 гр. Всѣ соли примѣнялись во вполне чистомъ видѣ, вода была свѣже дистиллированная и чистая. Подробности, относящіяся къ производству культуръ, насколько онѣ не измѣнены вышесказаннымъ, упоминаются въ прежде изданной брошюрѣ автора „Культурное растение и органическія азотистыя соединенія“ (перев.). Отд. оттискъ изъ Протоколовъ Общества Естествоиспытателей при Юрьевскомъ Университетѣ за 1899 г.

Во время выращиванія своихъ растений референтъ по возможности внимательно слѣдилъ за ними: отмѣчено было появленіе каждаго листа, побѣга и колоса или метелки. Не стану приводить здѣсь сроковъ появленія названныхъ частей растений. Они содержатся въ работѣ моего сотрудника, кандидата сельскаго хозяйства Константина Сильвестровича Магурь, который выращенныя мной растения взвѣшивалъ и подвергалъ подѣ моимъ контролемъ химическому изслѣдованію. Сообщаю здѣсь нѣкоторыя общія замѣтки, которыя составлялись мною время отъ времени и важны въ томъ смыслѣ, что онѣ указываютъ на вліяніе выбранныхъ аммонійныхъ солей и азотнокислой соли на развитіе растений въ различныхъ фазисахъ. Что касается овса, то начиная съ 6-го іюня верхніе концы всѣхъ листьевъ растений, получавшихъ азотъ въ видѣ амміачныхъ солей, принимали окраску болѣе или менѣе бѣловатую и желтоватую. 29-го іюня референтъ отмѣтилъ, что всѣ вновь образующіеся листья у всѣхъ амміачныхъ растений имѣли на своей верхушкѣ бѣлыя пятнышки, которыя потомъ принимали темножелтый цвѣтъ; у этихъ же растений было замѣтно болѣе слабое развитіе корней, какъ бы независимо отъ того, получали ли растения $CaCO_3$ или нѣтъ, хотя и между этими груп-

пами растений замѣчались нѣкоторыя отличія. Нитратныя растенія не показали такихъ явленій и отличались отъ аммонійныхъ болѣею шириной листьевъ. 12-го іюля референтъ отмѣтилъ, что корни растений, получавшихъ амміачную соль и CaCO_3 , оказались лучше развитыми, чѣмъ тѣ, которыя остались безъ CaCO_3 . Около середины августа референтъ наблюдалъ у растений, получавшихъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$, болѣе число побѣговъ, чѣмъ у тѣхъ, которыя не получали CaCO_3 ; это явленіе не было замѣтно у растений, которымъ служилъ источникомъ азота фосфорнокислый аммоній. Обнаружено было также болѣе число побѣговъ у растений, получавшихъ азотъ въ видѣ NaNO_3 безъ прибавки CaCO_3 . Число метелокъ также показало тѣ же самыя отношенія. Что касается развитія ячменя, съ которымъ опытъ начался 29-го мая, то 12-го іюня верхушки растений, получавшихъ амміачную соль, обладали грязновато-зеленымъ цвѣтомъ. Во второй половинѣ іюня все растенія, получавшія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ безъ CaCO_3 , были менѣе хорошаго вида: ихъ надземныя части отличались желтовато-зеленымъ цвѣтомъ; хлорофиллъ былъ у нихъ расположенъ полосами и иногда верхній листъ оказывался хлоротическимъ. Къ концу іюня корни этихъ растений были короче и толще; вновь развивающіеся корешки остались болѣе короткими и ихъ кончики обладали буроватымъ цвѣтомъ. Развѣтвленіе ихъ произошло хуже. Волоски показались въ меньшемъ числѣ. Растенія, получавшія фосфорнокислый аммоній безъ CaCO_3 , въ это время не отличались отъ нитратныхъ. Около 10-го іюля у растений, питавшихся фосфорнокислымъ аммоніемъ, наблюдалось худшее развитіе, чѣмъ у растений, получавшихъ также и CaCO_3 .

При сборѣ, происшедшемъ около середины сентября вслѣдствіе пожелтѣнія листьевъ у части побѣговъ, опредѣлялся видъ корневой системы и измѣрялась ея длина и ширина, устанавливалось число побѣговъ, какого порядка каждый побѣгъ, его длина, число листьевъ и колѣнъ каждаго побѣга, ширина листа, длина колоса или метелки и точный видъ послѣднихъ. На основаніи этихъ данныхъ можно охарактеризовать главныя части растений, выращенныхъ въ растворахъ съ различными формами азота въ присутствіи или въ отсутствіи CaCO_3 , вкратцѣ слѣдующимъ образомъ. Надземныя части овса сильно уменьшились въ числѣ, когда $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ безъ CaCO_3 служилъ источникомъ азота. Прибавка CaCO_3 очень увеличила число побѣговъ.

Этого не наблюдалось у $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. При немъ CaCO_3 мало повысиль число побѣговъ. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ далъ столько же побѣговъ, сколько $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Гораздо большее число побѣговъ было получено отъ NaNO_3 . $\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$ же сильно уменьшилъ число побѣговъ, такъ какъ оно тогда было равно числу побѣговъ, найденному у овса, питавшагося $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Очень мало вліяли амміачныя соли и прибавка къ нимъ CaCO_3 на длину растеній овса. NaNO_3 далъ во всякомъ случаѣ самыя длинныя стебли и наибольшее число таковыхъ, что однако было редуцировано прибавкою CaCO_3 . Бѣльшая ширина листа была констатирована у нитратнаго растенія. У ячменя улучшение развитія обыкновенно (за исключеніемъ фосфорнокислаго аммонія) менѣе выражалось числомъ побѣговъ, чѣмъ высотой растеній или ихъ побѣговъ. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ высшей концентраціи въ отсутствіи CaCO_3 уменьшилъ также и число длинныхъ побѣговъ. Побѣги самой бѣльшей длины далъ NaNO_3 , а $\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$ понизиль высоту ихъ.

Перейду теперь къ опредѣленію вѣса убранныхъ растеній и ихъ частей и къ химическому изслѣдованію ихъ. Обѣ задачи исполниль, какъ упомянуто, мой сотрудникъ кандидатъ К. С. Магура. Растенія и ихъ части были сначала взвѣшены въ воздушно-сухомъ состояніи, а затѣмъ послѣ достаточнаго размельченія была опредѣлена содержащаяся въ нихъ влага, чтобы узнать количество содержащагося сухого вещества. Кромѣ того, въ надземныхъ частяхъ двухъ растеній, относящихся къ каждому отдѣльному опыту, опредѣлялось процентное содержаніе общаго и протеиноваго азота, перваго по методу Kjeldahl-Jodlbauer'a, а послѣдняго — по методу Stutzer'a.

Что касается вѣсовыхъ отношеній растеній овса, то изъ *таблицы I* видно, что $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ высшей концентраціи сильно понизиль количество корней, такъ что отношеніе между послѣдними и надземными частями этихъ растеній очень широкое, равняется 1 : 23,2; вмѣстѣ съ тѣмъ и вѣсъ надземныхъ частей самый низкій, наблюдаемый при опытахъ надъ овсомъ. Лучше развиты растенія при средней концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Дальнѣйшее улучшение было констатировано при низшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, хотя отношеніе корней къ надземнымъ частямъ равно все-таки еще 1 : 19,57. Прибавленіе CaCO_3 къ растворамъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ гораздо больше, чѣмъ концентрація

последняго, улучшаетъ развитіе растений и повышаетъ ихъ вѣсъ; въ этихъ случаяхъ при высшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ констатируется самый высшій вѣсъ надземныхъ частей, однако корни еще больше страдаютъ, такъ что отношеніе корней къ надземнымъ частямъ равно 1 : 13,804. Низшія концентраціи при этомъ способствуютъ еще лучшему развитію корней, но обнаруживаютъ менѣе хорошее вліяніе на развитіе надземныхъ частей, такъ что отношенія сильно суживаются. У ячменя корни менѣе страдаютъ отъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а надземныя части страдаютъ такъ же какъ у овса, почему отношенія между корнями и надземными частями колеблются между 1 : 10,401—8,448. Последнее отношеніе при этомъ условіи встрѣчается при низшей концентраціи, которая вызвала лучшее развитіе корней, чему не соотвѣтствуетъ улучшеніе надземныхъ частей. Прибавленіе CaCO_3 къ раствору $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ еще повышаетъ количество корней, а также и усиливаетъ развитіе надземныхъ частей, вслѣдствіе чего отношенія расширяются. Самый высшій вѣсъ надземныхъ частей и корней ячменя полученъ, какъ и у овса, отъ самой высшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Но вѣсъ ячменя выше, чѣмъ вѣсъ овса.

Фосфорнокислый аммоній въ отсутствіи CaCO_3 понижаетъ величину урожая корней и надземныхъ частей овса, хотя и не въ такой степени, какъ дѣйствіе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; отношенія между корнями и надземными частями приближаются къ полученнымъ отъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Прибавка CaCO_3 къ раствору $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ даетъ улучшеніе, и лучше всего развиты корни при меньшей концентраціи. Но надземныя части не соотвѣтственно развиты. У ячменя фосфорнокислый аммоній вліяетъ также угнетающе на развитіе корней, но все-таки опять менѣе, чѣмъ у овса. Надземныя части ячменя менѣе подвергаются такому вліянію, чѣмъ корни, на что указываютъ и болѣе широкія отношенія корней къ надземнымъ частямъ. Совмѣстное внесеніе CaCO_3 благопріятствуетъ развитію корней, особенно тѣхъ растений, которыя выращивались при низшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Но ростъ воздушныхъ частей не соотвѣтствуетъ развитію корней. Однако, средній вѣсъ ячменнаго растенія сравнительно высокій. Вообще, при опытахъ съ фосфорнокислымъ аммоніемъ низшая концентрація даетъ лучший урожай за исключеніемъ случая примѣненія $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ у ячменя (оба растенія обладаютъ при этомъ очень низкимъ

вѣсомъ). Хотя фосфорнокислый аммоній гораздо менѣе ухудшаетъ ростъ (это особенно относится къ ячменю) въ сравненіи съ сѣрнокислымъ, однако, при этихъ опытахъ средней вѣсъ всего растенія рѣдко достигаетъ величины, получаемой отъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$, что имѣетъ мѣсто скорѣе у ячменя.

Далеко превосходитъ аммонійныя соли нитратъ безъ прибавки CaCO_3 какъ у овса, такъ и у ячменя, при примѣненіи съ тѣмъ же количествомъ азота. $\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$ сильно понижаетъ вѣсъ всего растенія и его отдѣльныхъ частей, такъ что величины становятся очень близкими къ полученнымъ отъ высшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Сравненіе здѣсь вполне возможно, такъ какъ эта концентрація соотвѣтствуетъ таковой NaNO_3 . Поэтому, этотъ опытъ ясно показываетъ, что излишне повышенная щелочность также вредитъ росту растений и также способна неблагоприятно вліять на развитіе корней, что особенно относится къ овсу. Примѣненіе мѣла при дѣйствіи нитрата ничѣмъ не оправдывается и можетъ лишь вести къ неправильнымъ заключеніямъ о дѣйствіи нитратовъ и амміачныхъ солей, какъ доказываютъ эти опыты. Такъ какъ почти во всѣхъ прежнихъ опытахъ вмѣстѣ съ нитратомъ былъ внесенъ мѣлъ, то они, конечно, должны были имѣть слѣдствіемъ результатъ: аммонійныя соли дѣйствуютъ такъ же хорошо, какъ нитраты. Конечно, для нѣкоторыхъ культурныхъ растений, между прочимъ и для кукурузы, это положеніе болѣе или менѣе правильно. Кукуруза какъ бы представляетъ переходъ къ той группѣ растений, которая лучше используетъ амміачныя соли, чѣмъ нитраты. Кукуруза хорошо переноситъ кислую среду.

Слѣдовательно, эти эксперименты привели къ тому результату, что при правильной постановкѣ сравнительныхъ опытовъ съ амміачными солями и нитратами получаютъ значительно разнящіяся величины урожаявъ, по крайней мѣрѣ, у овса и ячменя и у сходно относящихся къ средѣ растений, а не близкія, какъ при неправильной постановкѣ опытовъ. А почти всѣ важные опыты производились послѣднимъ путемъ.

Опредѣленія содержанія общаго и протеиноваго азота дали слѣдующіе результаты, сгруппированные въ таблицу II. Ячмень оказывается почти всегда (за исключеніемъ 4 случаевъ) богаче овса общимъ и протеиновымъ азотомъ, что объясняется тѣмъ, что первый лучше используетъ азотъ, какъ растеніе,

вообще болѣе требовательное къ питательнымъ веществамъ. Обратимся сперва къ результатамъ изслѣдованія овса, выросшаго при различныхъ формахъ азота и, кромѣ того, при комбинаціяхъ послѣднихъ съ мѣломъ. Что касается дѣйствія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ на овесъ, то видно, что этотъ источникъ азота сильно увеличиваетъ въ сравненіи съ NaNO_3 содержаніе особенно общаго, а также и протеинового азота. Содержаніе азота въ этихъ растеніяхъ находится въ зависимости отъ концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: чѣмъ выше послѣдняя, тѣмъ выше и первое. Съ пониженіемъ концентраціи этой соли усиливается переходъ общаго азота въ протеиновый, что понятно; только низшая концентрація не показываетъ этой необходимой правильности. Абсолютныя количества общаго и протеинового азота отличаются болѣе-менѣе постоянствомъ, такъ какъ низшее содержаніе уравнивается поднятіемъ урожая. Прибавка CaCO_3 къ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ значительно понижаетъ вообще содержаніе азота и полученныя при низшей концентраціи соли цифры близки къ таковымъ по дѣйствію NaNO_3 . Вышеупомянутыя законности, относящіяся къ вліянію концентраціи соли на величины содержанія общаго и протеинового азота и послѣдняго по отношенію къ общему азоту, здѣсь тоже наблюдаются. Maximum протеинового азота по отношенію къ общему азоту представляетъ 51,85%, цифру, слѣдующую за найденными 52,99% для нитрата. Абсолютныя количества азота разной формы соотвѣтственно увеличеннымъ урожаямъ оказываются высшими. Эти количества опять уменьшаются отъ высшей концентраціи соли къ низшей, что стоитъ въ зависимости отъ процентнаго содержанія. На ячмень вліяютъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ обыкновенно такимъ же образомъ какъ на овесъ: проявляются приведенныя у послѣдняго законности. Исключеніе состоитъ въ томъ, что содержаніе протеинового азота въ ячмень при высшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ менѣе высокое, чѣмъ при низшихъ, чему причину слѣдуетъ искать въ недостатокѣ углеводовъ. При самой низкой концентраціи этой соли гораздо большій процентъ общаго азота переходитъ въ протеиновый; этотъ процентъ достигаетъ еще высшаго предѣла по прибавкѣ CaCO_3 къ соли. Сильное повышеніе протеинового азота по отношенію къ общему наблюдается въ этомъ случаѣ также и при средней концентраціи соли. Напротивъ, эта быстрота обращенія азота, особенно при низшей концентраціи, сопро-

вождается самымъ низкимъ содержаніемъ общаго и протеиноваго азота, наблюдаемымъ у ячменя, что объясняется малымъ количествомъ предоставленнаго азотистаго матеріала. Абсолютныя количества названныхъ формъ азота ячменя въ случаѣ дѣйствія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ почти всегда меньше таковыхъ въ овсѣ вслѣдствіе болѣе низкихъ урожаевъ, получаемыхъ отъ ячменя. Лишь при самой низкой концентраціи соли соответственно высшему процентному содержанію протеиноваго азота и абсолютное количество его мало повышается въ сравненіи съ овсомъ. По прибавкѣ же CaCO_3 къ раствору $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ абсолютное содержаніе общаго и протеиноваго азота въ ячменѣ почти всегда сильно возрастаетъ; особенно это имѣетъ мѣсто при высшей концентраціи соли, которая производитъ самое большое количество общаго азота, найденное при опытахъ съ ячменемъ. Повышеніе абсолютныхъ количествъ азота обѣихъ формъ въ этихъ случаяхъ объяснимо высшими урожаями, получаемыми отъ этого растенія, и частью и его высшимъ процентнымъ содержаніемъ азота, въ сравненіи съ овсомъ; лишь средняя и низшая концентраціи имѣли слѣдствіемъ малое пониженіе процентнаго содержанія общаго азота.

Какъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, такъ и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ обуславливаетъ высокое процентное содержаніе азота въ изслѣдованныхъ растеніяхъ. На высоту содержанія мало вліяетъ концентраціа соли, хотя при низшей концентраціи наблюдается обыкновенно небольшое пониженіе содержанія за исключеніемъ такового протеиноваго азота въ ячменѣ, которое сильнѣе уменьшается. Протеиновый азотъ представляетъ большій процентъ общаго, чѣмъ въ растеніяхъ по $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Самое высшее содержаніе протеиноваго азота по отношенію къ общему азоту констатируется только по $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$. Въ послѣднемъ случаѣ при высшей концентраціи соли возрастаетъ процентное содержаніе общаго азота больше въ ячменѣ, чѣмъ въ овсѣ. Овесъ отличается при тѣхъ же условіяхъ высшимъ содержаніемъ протеиноваго азота. Пониженіе концентраціи соли уменьшаетъ содержаніе азота въ овсѣ. Абсолютныя количества разныхъ формъ азота въ овсѣ мало разнятся и стоятъ въ нѣкоторой зависимости отъ высоты урожаевъ. Для ячменя приводится самое высшее содержаніе общаго азота по внесеніи въ растворъ максимальнаго количества $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ вмѣстѣ съ CaCO_3 . Съ другой стороны, это содержаніе очень значительно, болѣе, чѣмъ на

половину, убываетъ при пониженіи концентраціи соли. Вмѣстѣ съ тѣмъ наблюдается очень высокій процентъ образуемаго протеина. Абсолютныя количества азота въ ячменѣ сравнительно высокія и регулируются какъ процентнымъ содержаніемъ его, такъ и высотой урожая растений. Мало азота оказывается въ растеніи по дѣйствию CaCO_3 и амміачной соли высшей концентраціи, такъ какъ урожай былъ низкій, хотя сухая масса и очень богата азотомъ.

Поглощая азотъ въ формѣ нитрата, растенія обѣднѣваютъ какъ общимъ, такъ и протеиновымъ азотомъ. Но при этомъ послѣдній составляетъ большой процентъ перваго. У овса NaNO_3 вызываетъ самое низкое содержаніе обѣихъ формъ азота, которое вообще наблюдается въ рядѣ этихъ опытовъ. Но, напротивъ, абсолютныя количества формъ азота въ овсѣ самыя высокія, что обусловливается богатыми урожаями. У ячменя содержаніе обѣихъ формъ азота тоже низкое, немного выше найденнаго при самой низкой концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Абсолютныя количества азота въ ячменѣ большія; большія количества общаго азота отмѣчены только для высшей концентраціи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$, что здѣсь вызвано особенно высокимъ содержаніемъ азота въ этихъ растеніяхъ. NaNO_3 производитъ самое крупное количество протеиноваго азота, найденное при опытахъ съ ячменемъ. NaNO_3 съ прибавкой CaCO_3 повышаетъ болѣе или менѣе содержаніе формъ азота въ растеніяхъ и вмѣстѣ съ тѣмъ понижаетъ процентъ образуемаго протеина. Это болѣе выражено у ячменя, чѣмъ у овса. Такъ какъ въ этомъ случаѣ урожаи были меньшіе, чѣмъ въ отсутствіи CaCO_3 , то абсолютныя количества разнаго азота значительно ниже, особенно у овса. Можно утверждать, что такія растенія, выращиваемыя при большей, чѣмъ нужно, щелочности питательной среды, сходны въ этомъ отношеніи съ тѣми растеніями, которымъ служили источникомъ азота аммонійныя соли въ присутствіи CaCO_3 . Поэтому лишняя щелочность среды дѣйствуетъ подобно излишней кислотности. Это положеніе имѣетъ значеніе, во-первыхъ, для овса и ячменя, а во-вторыхъ, для всей группы растений, которыя требуютъ для роста почти нейтральной реакціи среды.

Результаты, полученные мной, показываютъ, что внесеніе мѣла въ растворъ, содержащій нитратъ, уменьшаетъ высоту урожая растенія до того уровня, который получается съ

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Такимъ образомъ и ясно, что большинство до сихъ поръ произведенныхъ сравнительныхъ опытовъ съ нитратомъ и сѣрнокислымъ амміакомъ давало результатъ одинаковаго дѣйствія обоихъ видовъ азота, такъ какъ эти опыты разныхъ изслѣдователей производились именно съ нитратомъ въ присутствіи мѣла, чтобы уравнить условія питанія. Однако, нельзя обращать свое вниманіе на это, а нужно выбирать смотря по природѣ азотистаго соединенія требуемыя послѣднимъ условія для питанія растений. Приходится именно, какъ это доказалъ покойный П. С. Коссовичъ, выбирать правильныя „гигіеническія условія“. Нѣкоторые изслѣдователи при мѣняли гипсъ вмѣсто мѣла, но и онъ можетъ болѣе-менѣе превращаться дѣйствіемъ выдѣляемой корнями углекислоты въ CaCO_3 , что можетъ скорѣе случиться при стерильномъ субстратѣ.

Наши опыты съ очевидностью доказываютъ, что урожаи овса и ячменя и подобныхъ въ этомъ отношеніи растений при выборѣ источника азота въ формѣ амміачной соли, хотя и фосфорнокислой, ниже, чѣмъ при выборѣ такового въ формѣ нитрата. Далѣе отмѣчаемъ, что амміачныя растения при достаточномъ запасѣ азота въ средѣ богаче общимъ и протеиновымъ азотомъ, чѣмъ нитратныя. Но первыя могутъ показать и одинаковое или меньшее содержаніе азота сравнительно съ нитратными, если они должны чувствовать нѣкоторый недостатокъ въ азотѣ и присутствуетъ мѣлъ. Между развитіемъ овса и ячменя, получающихъ азотъ въ видѣ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, наблюдается нѣкоторая разница. Корни овса развиваются при этомъ хуже, чѣмъ корни ячменя. Но воздушные органы перваго растенія стремятся къ лучшему развитію, чѣмъ тѣ же органы ячменя. Такимъ образомъ послѣднее растеніе представляется менѣе развитымъ, чѣмъ овесъ, если они получаютъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Прибавка къ послѣднему CaCO_3 ведетъ ячмень къ лучшему развитію, чѣмъ овесъ. Въ этомъ высказываются особенности этихъ двухъ культурныхъ растений. Подобное показываютъ и опыты съ фосфорнокислымъ аммоніемъ. Такъ какъ прибавка мѣла къ нитрату наиболѣе неблагоприятно дѣйствуетъ на овесъ, то можно заключить, что овесъ скорѣе переноситъ среду кислой реакціи, какъ нашель Hlubek, а ячмень среду слабо щелочной реакціи.

Содержаніе золы въ овсѣ по опредѣленіямъ М. Т. Талалаева, произведеннымъ въ 1900 г. въ экономическомъ каби-

нетѣ Юрьевскаго Университета, ниже въ томъ случаѣ, если ему служить источникомъ азота амміачная соль. Такъ Т. нашелъ для овса, выращиваемаго въ растворахъ съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 11,74 и 12,85 ‰, а для выращиваемаго въ растворѣ съ NaNO_3 — 15,21 ‰. Изъ этого явствуется, что растенія, поглощая азотъ амміачной соли, не такъ истощаютъ среду, какъ растенія, использующія нитратный азотъ. То же самое нашелъ Т. и для мочевины, т.-е. при внесеніи въ среду азота въ видѣ мочевины.

Полученные мною результаты съ амміачными солями приводятъ къ слѣдующимъ заключеніямъ. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ уже въ слабыхъ концентраціяхъ вызываетъ появленіе редукціи корневой системы овса и ячменя: при моихъ опытахъ наблюдалась значительная редукція уже при концентраціи 0,005 ‰. Въмѣстѣ съ тѣмъ появляется и подавленіе роста надземныхъ органовъ этихъ растеній. Эти дефекты роста растеній держатся до того времени, когда они оканчиваютъ свой вѣкъ, что противорѣчитъ наблюденію Pitsch'a, по которому растенія съ прогрессирующимъ возрастомъ поправляются. Нѣкоторое усиленіе роста растеній совершается, если вносится въ питательный растворъ на ряду съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ мѣль. Гораздо меньшая редукція корней и стеблей вызывается замѣной $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ солью $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Это наблюденіе, по моему мнѣнію, ведетъ къ заключенію, что не только поглощаемый амміакъ слѣдуетъ считать виновникомъ страданія органовъ, но и встрѣчающуюся въ растворѣ съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ сѣрную кислоту. Послѣдняя нейтрализуется совмѣстнымъ внесеніемъ CaCO_3 . Но такимъ образомъ редукція органовъ устраняется не во всемъ объемѣ, а только частью. Полное или, правильнѣе сказать, почти полное обезвреживаніе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ достигается слѣдующимъ образомъ, а именно, на основаніи опытовъ профессора Д. Н. Прянишникова и И. С. Шулова, совмѣстнымъ внесеніемъ въ такой растворъ азотнокислыхъ солей въ полныхъ дозахъ, а также и внесеніемъ въ него глюкозы или вообще растворимыхъ углеводовъ, которые переводятъ вредный амміакъ въ безвредный аспарагинъ. Обезвреживаніе дѣйствія $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ при помощи глюкозы нашелъ экспериментальнымъ путемъ Г. Г. Петровъ, хотя для этой цѣли былъ поставленъ только одинъ сосудъ съ 4 растеніями (5 сѣменами). Какъ уже въ обзорѣ литературы по интересующему насъ вопросу изложено,

Г. Г. Петровъ нашель при этомъ опытѣ почти нормальное развитіе корней кукурузы, а развитіе воздушныхъ органовъ ея было не вполне соотвѣтствующее, на что я указаль при разсмотрѣннн его опытовъ. Въ опытѣ Петрова дѣйствовала не только глюкоза, но вмѣстѣ съ ней и мѣль. Возможно, что послѣдній вызваль ухудшеніе роста надземныхъ органовъ растений. Слѣдовало бы повторить этотъ опытъ и дополнить его выборомъ и другихъ растений. Опытъ Петрова, а также и мои опыты дають указаніе, что и хлѣбные злаки нуждаются въ приведеннн углеводовъ извнѣ, хотя они богаты углеводами. Примѣненный въ моихъ опытахъ фосфорнокислый аммоній также дополняетъ раньше произведенные опыты съ амміачными солями. Не лишне было бы поставить новые опыты съ углекислымъ аммоніемъ, потому что есть разногласіе относительно его дѣйствія на растенія. Опытъ И. С. Шулова съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3$ и полученный имъ результатъ говорятъ противъ того, что соли аммонійныя вредятъ, какъ таковыя. Или, можетъ быть, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ отзывается особенно задерживающе на дѣятельности ферментовъ въ организмѣ растений, какое свойство въ меньшей степени или совсѣмъ не присуще NH_4NO_3 . Интересно было бы производить опыты съ амміачными солями въ связи съ каталитически дѣйствующими соединениями, которымъ принадлежитъ важное значеніе въ питанн растений.

Въ заключеніе моей статьи хочу еще разъ привести какъ болѣе важныя заключенія изъ моихъ изслѣдованій слѣдующія. Аммонійныя соли гораздо хуже питають азотомъ хлѣбные злаки, а также, вѣроятно, и другія культурныя растенія, чѣмъ азотнокислыя соли. Однако, фосфорнокислый аммоній даетъ всегда лучший ростъ, чѣмъ сѣрнокислый, особенно у ячменя. Далѣе установлено, что найденная во многихъ случаяхъ при стерильныхъ культурахъ близость эффектовъ дѣйствія нитратовъ и нѣкоторыхъ аммонійныхъ солей получается неправильнымъ примѣненіемъ углекислаго кальція при питанн растений нитратами.

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 Fahnenhafers 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 präntiert.

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 kohlen-saurem 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 kohlen-saurer 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 kohlen-sauren 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 Protein-substanzen, 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 Proteinstickstoffes 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 prozentischen 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 prozentischen 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 prozentische 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 kohlen-saurem 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 kohlen-saurem Kalk bei der Ernährung der Pflanzen mit Nitrat.

ТАБЛИЦА I. TABELLE I.

Овесь. Hafer.									
Азотистое соединеніе и его концентрація въ ‰		Средній сухой вѣсъ надземныхъ ча- стей въ гр.	Mittleres Trockengewicht der oberir- dischen Teile g	Средній сухой вѣсъ корней въ гр.	Mittleres Trockengewicht der Wurzeln g	Отношеніе вѣса корней къ вѣсу над- земныхъ 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 g
Stickstoffverbindung und ihre Menge ‰									
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,264	2,0763	0,0895	23,2	2,1658				
	0,1	2,3541	0,0968	24,319	2,4509				
	0,05	2,6661	0,1362	19,575	2,8023				
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	7,7234	0,5595	13,804	8,2829				
	0,1	5,7381	0,6375	9,001	6,3756				
	0,05	6,5706	0,774	8,489	7,3446				
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	0,264	4,6495	0,2237	20,785	4,8732				
	0,1	4,882	0,2285	21,365	5,1105				
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	4,0565	0,4018	10,096	4,4583				
	0,1	5,4155	0,6587	8,222	6,0742				
NaNO_3	0,34	20,358	1,8542	10,98	22,2122				
$\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$	0,34	8,4214	0,7325	11,497	9,1539				
Ячмень. Gerste.									
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,264	1,8805	0,1807	10,401	2,0613				
	0,1	1,8226	0,1761	10,35	1,9987				
	0,05	2,2363	0,2647	8,448	2,501				
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	10,4891	0,9471	11,075	11,4362				
	0,1	7,5577	0,7004	10,791	8,2581				
	0,05	6,9127	0,7889	8,762	7,7016				
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	0,264	6,8103	0,3871	17,593	7,1974				
	0,1	4,2719	0,3517	12,146	4,6236				
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	5,6233	0,6901	8,149	6,3134				
	0,1	8,1482	1,3896	5,864	9,5378				
NaNO_3	0,34	16,2563	1,3549	11,998	17,6112				
$\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$	0,34	10,6009	1,2431	8,528	11,844				

ТАБЛИЦА II. TABELLE II.

Овесь. Hafer.

Азотистое соединеніе и его концентрація въ ‰	Въ сухомъ веществѣ надземныхъ частей растений содержалось въ среднемъ In der Trockensubstanz der oberirdischen Teile der Pflanzen waren im Mittel enthalten					
	Обмаго азота въ ‰ Gesamtstickstoff ‰	Протеиново азота въ ‰ Proteinstickstoff ‰	Протеиново азота въ ‰ обмаго азота Proteinstickstoff in Pro- zenten d. Gesamtstickstoffes	Обмаго азота въ гр. Gesamtstickstoff g	Протеиново азота въ гр. Proteinstickstoff g	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,264	3,02	1,37	45,36	0,0627	0,0284
	0,1	2,58	1,21	46,90	0,0607	0,0285
	0,05	2,43	1,06	43,62	0,0648	0,0283
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	2,21	0,90	40,72	0,1707	0,0695
	0,1	2,00	0,92	46,00	0,1148	0,0528
	0,05	1,35	0,70	51,85	0,0887	0,046
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	0,264	2,22	1,06	47,75	0,1032	0,0493
	0,1	2,18	1,00	45,87	0,1064	0,0488
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	2,57	1,17	45,53	0,1043	0,0475
	0,1	2,03	0,99	48,77	0,1099	0,0536
NaNO_3	0,34	1,17	0,62	52,99	0,2382	0,1262
$\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$	0,34	1,45	0,65	44,83	0,1221	0,0547

Ячмень. Gerste.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,264	3,11	0,97	31,19	0,0585	0,0182
	0,1	2,90	1,23	42,41	0,0529	0,0224
	0,05	2,49	1,38	55,42	0,0557	0,0309
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	2,98	1,21	40,60	0,3126	0,1269
	0,1	1,82	1,05	57,69	0,1376	0,0794
	0,05	1,20	0,74	61,67	0,0829	0,0511
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	0,264	3,00	1,38	46,00	0,2043	0,094
	0,1	2,91	1,18	40,55	0,1243	0,0504
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaCO}_3$	0,264	3,63	1,36	37,47	0,2041	0,0765
	0,1	1,69	1,08	63,90	0,1377	0,088
NaNO_3	0,34	1,39	0,83	59,71	0,226	0,1340
$\text{NaNO}_3 + \text{CaCO}_3$	0,34	1,81	0,92	50,83	0,1919	0,0975



Est. A-16423

Kohaviit

Inv. nr.

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 01064456 7

ESTICA

A - 16423

:29471242