

531.811
57190.8.
402213

Годъ V.

ЖУРНАЛЪ
ОПЫТНОЙ
АГРОНОМИИ

1904 г.

Russisches

JOURNAL FÜR EXPERIMENTELLE
LANDWIRTSCHAFT.

отъ отъ

mit Wiedergabe des Inhalts der Originalarbeiten
in deutscher Sprache.

ИЗДАВАЕМЫЙ ПРИ УЧАСТИИ большинства научныхъ агрономиче-
скихъ силъ нашихъ университетовъ, сельскохозяйственныхъ
учебныхъ заведений, а также опытныхъ станцій и полей:

Пр.-доц. Н. П. Адамова; Л. Ф. Альтгаузена; проф. П. Θ. Баракова; В. С. Бог-
дана; проф. С. М. Богданова; маг. Н. А. Богословского; проф. С. А. Богу-
шевского; проф. И. П. Бородин; Г. Н. Боча; проф. П. И. Броунова; проф.
П. В. Будрина; В. С. Буткевича; А. А. Бычихина; Н. И. Васильева; проф. В. Р.
Вильямса; В. В. Винера; В. И. Виноградова; В. А. Власова; проф. А. И. Воей-
кова; проф. Е. Ф. Вотчала; Г. Н. Высоцкого; К. К. Гедройца; М. М. Грачева;
проф. Н. Я. Демьянова; проф. В. Я. Добровлянского; И. А. Дьяконова; Я. М.
Жукова; В. Заленского; С. А. Захарова; проф. П. А. Земятченского; маг. Л. А.
Иванова; проф. Д. Г. Ивановского; П. А. Кашиńskiego; проф. А. В. Ключарева;
проф. фонъ-Книррима; С. Н. Косарева; Θ. А. Косоротова; проф. П. С. Коссовича;
А. П. Левицкого; В. Н. Любименко; Г. А. Любославского; Д. П. Мазуренко;
Н. К. Малюшицкого; проф. П. Г. Меликова; А. В. Мостынского; А. И. Набокихъ;
Н. К. Недокучаева; В. Л. Ольшевского; П. В. Отоцкого; проф. Д. Н. Прянишникова;
В. Г. Ротмистрова; проф. С. И. Ростовцева; проф. А. Н. Сабанина; А. С. Северина;
А. А. Семполовского; проф. П. Р. Слезкина; Ю. Ю. Соколовского; проф. В. И. Со-
рокина; Ю. Ю. Сохоцкого; проф. И. А. Стебута; В. Н. Сукачева; прив.-доц. Г. И.
Танфильева; проф. К. А. Тимирязева; А. П. Тольского; прив.-доц. А. И. Том-
сона; С. Г. Топоркова; А. Р. Ферхмина; проф. А. Θ. Фортунатова; прив.-доц.
С. Л. Франкфурта; проф. Ф. Шиндлера; проф. И. О. Широкихъ; П. О. Ши-
рокихъ; Р. Р. Шредера; проф. М. В. Шталь-Шредера; И. С. Шулова; пр.-доц.
С. В. Щусьева; Ф. Б. Яновчика; А. Е. Феокистова.

К Н И Г А V-я.

Типографія Альтшулера. СПб. Эртелевъ пер. 17—9.

СОДЕРЖАНІЕ.

I. Самостоятельныя работы.

<i>П. Коссовичъ.</i> О взаимодействіи питательныхъ солей въ процессъ воспріянія растеніями минеральной пищи	581
<i>В. Ротмистровъ.</i> Передвиженіе воды въ почвѣ Одесскаго опытнаго поля	613
Deutsche Auszüge aus den Originalarbeiten.	
<i>Prof. P. Kossowitsch.</i> Ueber die gegenseitige Einwirkung (Wechselwirkung) der Nährsalze bei der Aufnahme mineralischer Nahrung durch die Pflanzen	598

II. Рефераты русскихъ и иностранныхъ работъ.

1. Воздухъ, вода и почва.

<i>А. Безсоновъ.</i> Краткій физико-географическій и почвенный очеркъ Бугульминскаго уѣзда	647
<i>А. Безсоновъ.</i> Краткій физико-географическій и почвенный очеркъ юго-восточной части Бузулукскаго уѣзда	—
Почвы Балашевскаго и Сердобскаго уѣзда	—
<i>В. В. Загорскій.</i> О почвахъ и растительности ю.-в. угла Бугульмин. у.	648
<i>Б. Б. Полюновъ и К. Бьлоусовъ.</i> Механическій анализъ суглинковъ и сущесей восточной части Остерскаго уѣзда	649
Отчетъ о почвен. работахъ, произведенныхъ во Владим. г. въ 1903 г.	—
<i>М. В. Шталь-Шредеръ.</i> Анализъ растений и его примѣненіе къ опредѣленію потребности почвъ въ удобреніи	650
<i>Е. Исполатовъ.</i> О флорѣ восточной половины Новгородской губ.	651
<i>Л. Кропачевъ.</i> Растительность им. Сумскаго, Новоладож. у. С.-Петерб. г.	—
<i>А. А. Хитрово.</i> Къ вопр. о корридорномъ способѣ А. П. Молчанова	—
<i>С. Михайловскій.</i> Очеркъ растительности Нѣжин. у. Черниговск. г.	652

2. Обработка почвы и уходъ за сельск.-хоз. растеніями.

<i>Реригъ.</i> Изученіе хозяйствен. значенія насѣкомоядныхъ птицъ	655
<i>Д. В. Федоровъ.</i> Культура озимей по кукурузѣ (американскій паръ)	657
<i>Мокржецкій, С.</i> Новый способъ леченія деревьевъ	659
<i>И. Маевскій.</i> Къ борьбѣ съ недородомъ отъ засухи и неудобренія	—
<i>Ганицкій, В.</i> Крестообразный посѣвъ сахарной свеклы	661
<i>Савченко, А.</i> Культура могоара въ Угрозѣ эк. г. П. И. Харитоненко	—
<i>Др. П. Гиллманнъ.</i> Примѣненіе посыпанія порошками для уничтоженія сурьки по сравн. съ опрыскиваніемъ растворомъ соли	662

3. Удобреніе.

<i>А. Гильмаръ.</i> Переведеніе фосфорной кислоты сырыхъ фосфатовъ въ растворимое состояніе для цѣлей удобренія	663
<i>Др. Э. Газеллоффъ.</i> Вегетационные опыты съ удобрительными смѣсями изъ торфа и питательныхъ солей	—
<i>Др. Э. Газеллоффъ.</i> Опыты удобренія луговъ почвъ изъ Ренъ и Вангерсхаузенъ	664
<i>А. Фезеръ.</i> Наблюденія надъ случаями мнимаго отравленія каинитомъ серни и эксперим. изслѣдованія надъ вліяніемъ каинита на животный организмъ	—
Распространеніе искусств. удобреній въ 1903 г. въ рус. хозяйствахъ	665
<i>А. В. Марковский.</i> Къ вопросу объ удобреніи чернозема вообще и въ частности почвъ Екатеринославской губ.	—

4. Физиологія растеній.

<i>А. Геллеръ.</i> О вліяніи эфирныхъ маселъ и другихъ близкихъ къ нимъ веществъ на растенія	666
<i>Леклеркъ дю Саблонъ.</i> Результатъ скрещиванія	667
<i>Г. Молишъ.</i> Опыты съ ассимиляціей углерода зелеными растеніями съ помощью свѣтящихся бактерій	—
<i>М. Дюбаръ.</i> Изслѣдованія надъ корневыми побѣгами растеній	668
<i>Ф. Ебергардтъ.</i> Вліяніе сух. и влаж. воздуха на форму и строеніе раст.	669
<i>Э. Лоранъ.</i> О вліяніи мин. удобреній на образов. пола у двудом. раст.	—
<i>В. В. Колзуновъ. (докладъ проф. Вотчала).</i> Анатомо-физиологическое изслѣдованіе степени ксерофильности нѣкоторыхъ злаковъ	670
<i>Е. Шульце.</i> О нахожденіи гексоновыхъ основаній въ клубняхъ картофеля и георгины	671

О взаимодействіи питательныхъ солей въ процессѣ воспріянія растеніями минеральной пищи.

П. Коссовичъ.

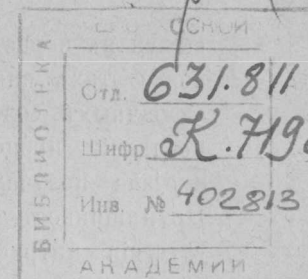
Опыты, произведенные въ Московскомъ с.-х. Институтѣ подъ руководствомъ проф. Д. Н. Прянишникова, показали, что растенія въ значительно большей степени используютъ фосфорную кислоту *фосфорита* (при песчаныхъ культурахъ въ сосудахъ) въ томъ случаѣ, когда они получаютъ азотъ въ формѣ амміачныхъ солей, чѣмъ въ видѣ нитрата. Сообщая результаты этихъ опытовъ, проф. Прянишниковъ 1) и И. С. Шуловъ 2) высказываютъ предположеніе, что подобнаго рода благопріятное дѣйствіе амміачныхъ солей объясняется тѣмъ, что въ этомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ „физиологически-кислою“ солью (по Ад. Майеру), т. е., что растеніе используетъ, напр., изъ сѣрнокислаго амміака больше основанія, чѣмъ кислоты, которая, оставаясь въ питательномъ растворѣ, и дѣйствуетъ растворяющимъ образомъ на фосфорную кислоту фосфорита. Измѣненіе реакціи питательнаго раствора вслѣдствіе воспріянія растеніями основаній и кислотъ въ количествахъ, не соответствующихъ ихъ отношенію въ соляхъ, по видимому, не подлежитъ сомнѣнію. Обычно, когда азотъ дается въ формѣ селитры, питательный растворъ по мѣрѣ потребленія его растеніями становится все болѣе и болѣе щелочнымъ; весьма возможно, что при дачѣ азота въ формѣ амміачныхъ солей питательный растворъ можетъ постепенно сдѣлаться кислымъ, если въ питательной средѣ не находится соединенія, способнаго нейтрализовать кислоту, какъ, напр., углекислаго кальція.

Однако, опыты, сообщаемые проф. Д. Н. Прянишниковымъ и И. С. Шуловымъ, по нашему мнѣнію, не могутъ быть приводимы въ доказательство существованія „физиологически-кислыхъ“ солей и ихъ роли въ раствореніи питательныхъ веществъ, находя-

1) Журналъ Оп. Агрономіи. 1901 г. стр. 484. см. также Berichte d. Bot. Ges. 1900, Bd. XVIII, H. 9, S. 414.

2) Изв. Моск. С.-х. Инст. 1902, стр. 161 и Журн. Оп. Агр. 1902, стр. 711. Отд. от журн. „Оп. Агр.“, кн. V. 1904 г.

СПБ, 1904.



щихся въ нерастворенномъ состояніи, въ виду того, что постановка этихъ опытовъ не исключала возможности нитрификаціи амміачныхъ солей въ питательной средѣ, въ случаѣ же, если послѣдній процессъ имѣлъ мѣсто, растворяющая роль солей амміака получала совершенно иное объясненіе. Профессоръ. Приишниковъ, впрочемъ, высказываетъ предположеніе объ отсутствіи нитрификаціи въ описываемыхъ имъ опытахъ, указывая на то, что песокъ для опытовъ былъ взятъ прокаленный, и растенія поливались дистиллированной водой; но, намъ кажется, что этихъ предосторожностей далеко недостаточно, поэтому, во всякомъ случаѣ, результаты, полученные при этихъ опытахъ, могутъ быть разсматриваемы, какъ при допущеніи, что нитрификаціи не было, такъ и при предположеніи, что таковая имѣла мѣсто; очевидно, что толкованіе результатовъ въ томъ и другомъ случаѣ будетъ совершенно различнымъ, почему мы и не считаемъ возможнымъ входить въ детальный разборъ данныхъ, полученныхъ при опытахъ, описываемыхъ Д. Н. Приишниковымъ и И. С. Шуловымъ. Замѣтимъ только въ частности, что для предположенія, высказываемаго Д. Н. Приишниковымъ, что растенія овса въ сосудахъ № 11 и № 12 (Ж. Оп. Agr. 1901, стр. 488) страдали отъ физиологической кислотности сѣрно-кислаго амміака, по нашему мнѣнію, нѣтъ основанія; дѣло въ томъ, что растенія въ этомъ опытѣ развились очень слабо, и въ концѣ опыта надземныя части растеній содержали всего только 40,9 mgr. азота на сосудъ; такое же количество азота, воспринятое растеніемъ изъ сѣрно-кислаго амміака, могло освободить только 143 mgr. H_2SO_4 , требующіе для своей нейтрализаціи 81,8 mgr. CaO, которые свободно могли быть найдены въ 3,838 gr. Рославльскаго фосфорита, внесеннаго въ сосудъ и обычно содержащаго около 5—10% $CaCO_3$; поэтому скорѣе можно предположить, что растенія въ сосудахъ № 11 и № 12, по крайней мѣрѣ, въ началѣ опыта, страдали отъ щелочности; положимъ, къ концу опыта реакція въ тѣхъ же сосудахъ могла стать и кислотою, но только въ слѣдствіе нитрификаціи; само же растеніе при данныхъ условіяхъ развитія не могло создать въ этихъ сосудахъ кислой среды. То же самое необходимо замѣтить и относительно сосудовъ № 6 и № 7 въ опытахъ И. С. Шулова (Изв. Моск. Инст. 1902 г. стр. 165), для котораго страданіе растеній въ этихъ сосудахъ представляется какъ бы не совсемъ понятнымъ; при опытахъ этого изслѣдователя, въ сосудахъ № 6 и № 7, кромѣ углекислаго кальція фосфорита, находились еще 3 gr. мѣла; слѣдовательно, реакція среды во все время опыта, даже при нитрификаціи сѣрно-кислаго

амміака, должна была оставаться щелочною и могла быть вредною для ячменя.

Во всякомъ случаѣ, результаты выше указанныхъ опытовъ, произведенныхъ въ Московскомъ С.-х. Институтѣ, выдвинули вопросъ о существованіи физиологически-кислыхъ солей и о ихъ роли въ раствореніи питательныхъ веществъ. Имѣя въ своемъ распоряженіи приборы, предложенные мною для стерильныхъ культуръ, я воспользовался ими для постановки опытовъ въ цѣляхъ разъясненія только что упомянутыхъ вопросовъ, которые несомнѣнно имѣютъ крупный интересъ для выясненія законовъ воспринятія растеніями питательныхъ веществъ.

Ближайшею задачею моихъ опытовъ, выполненныхъ лѣтомъ 1903 года, было, во первыхъ, выяснить, въ какой мѣрѣ растенія используютъ фосфорную кислоту фосфорита въ зависимости отъ формы, въ которой они получаютъ азотъ, при условіи, что возможность нитрификаціи амміачнаго азота будетъ устранена (при чемъ сравнивалось вліяніе трехъ солей: $NaNO_3$, NH_4NO_3 и $(NH_4)_2SO_4$), и, во вторыхъ, разъяснить, насколько окажется возможнымъ, причинѣ различнаго вліянія въ этомъ случаѣ этихъ трехъ солей, если бы таковое различіе оказалось. Въ виду послѣдней цѣли я старался по возможности разнообразить постановку опытовъ, насколько это позволяли имѣвшіеся въ моемъ распоряженіи средства, такъ какъ опыты съ растеніями при стерильныхъ условіяхъ являются довольно сложными.

Для опытовъ служили приборы, подробно мною описанные въ статьѣ „Амміачныя соли, какъ непосредственный источникъ азота для растеній“ (см. Журн. Оп. Agr. 1901 г., 625 стр.). Эти приборы состоятъ изъ стекляннаго стакана (куда помѣщается почва), накрывающагося стекляннымъ колпакомъ съ отверстіемъ наверху; промежутокъ между стѣнками стакана и колпака заполняется ватой; здѣсь же проходитъ трубка для поливки растенія; верхнее отверстіе, пока высѣянное растеніе достаточно не подыметъ надъ нимъ, прикрывается особымъ высокимъ стаканомъ затѣмъ стаканъ снимается и промежутокъ между растеніемъ и отверстіемъ колпака, при соблюденіи необходимыхъ предосторожностей, заполняется стерилизованной ватой; вода, потребная для поливки, помѣщается въ особую колбу, соединенную стеклянной и каучуковой трубками со стаканомъ; почва въ стаканѣ и вода въ колбѣ стерилизуются совмѣстно; поливка производится по вѣсу передавливаніемъ обезпложеннымъ воздухомъ воды изъ

колбы въ стаканъ ¹⁾. Въ операціи, само собою понятно, производятся при соблюденіи необходимыхъ предосторожностей для устраненія зараженія культурной среды организмами. Какъ было указано нами въ выше приведенной статьѣ, съ этимъ приборомъ намъ не удавалось достигать полной стерильности культурной среды, но мы избѣгали зараженія культуръ нитрификаціонными организмами.

Культурною средою при нашихъ опытахъ служилъ кварцевый песокъ, промытый соляной кислотой и слегка прокаленный; въ стаканъ его помѣщалось по 2700 гр. Опытнымъ растеніемъ былъ выбранъ ячмень. Такъ какъ при песчаныхъ культурахъ легко можетъ получиться неблагоприятная для растений концентрація питательнаго раствора отъ большого количества внесенныхъ солей, то мы одну часть основныхъ питательныхъ солей прибавили къ песку, другую же — къ поливной водѣ, которой было взято по четыре литра на колбу. Къ песку на каждый сосудъ были прибавлены слѣдующія соли: 0,2 гр. $MgSO_4$, 0,3 гр. KCl и 0,4 гр. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, къ поливной же водѣ — двойное количество тѣхъ же солей. Всего для опытовъ было собрано 16 приборовъ, которые, по формѣ внесенныхъ фосфорной кислоты и азота, распадались на слѣдующія шесть группъ:

1) Первая группа, состоявшая изъ трехъ сосудовъ, № 1, № 2 и № 3, получила фосфорную кислоту въ количествѣ 0,5 P_2O_5 на сосудъ въ видѣ Куломзинской фосфоритной муки (1,983 гр.); азотъ въ количествѣ 0,2 гр. на сосудъ былъ прибавленъ къ песку въ видѣ трехъ солей, а именно, къ № 1 — въ формѣ $NaNO_3$ (1,214 гр.), къ № 2 — NH_4NO_3 (0,571 гр.) и къ № 3 — $(NH_4)_2SO_4$ (0,943 гр.).

2) Такъ какъ при одновременномъ нахожденіи въ питательной средѣ амміачныхъ солей и фосфоритной муки, содержащей углекислый кальцій, во время стерилизаціи часть амміака легко можетъ улетучиться, и въ виду того, что растенія, какъ показали наблюденія Мазе ²⁾, весьма чувствительны къ концентраціи сѣрноокислаго амміака, мы внесли въ три прибора слѣдующей группы (№ 4, № 5 и № 6) тѣ же самыя азотистыя соли не въ песокъ, а въ поливную воду въ количествѣ 0,3 гр. азота на 4

¹⁾ Въ приборѣ описанномъ въ указанной статьѣ имѣлось приспособленіе для провѣтриванія среды въ стаканѣ, что значительно усложняло приборъ; между тѣмъ опыты показали, что въ примѣненіи такого искусственнаго провѣтриванія нѣтъ необходимости. Почему приспособленія для провѣтриванія при настоящихъ опытахъ не имѣлось.

²⁾ Ann. de l'Institut. Pasteur. 1900 г. стр. 26; см. реф. Ж. Оп. Agr. 1901 стр. 680).

литра. Слѣдовательно, въ этихъ сосудахъ азотъ долженъ былъ притекать къ растеніямъ лишь постепенно по мѣрѣ его расходванія. Опредѣляя количество азота, которое должно быть внесено въ поливную воду, чтобы растенія при своемъ развитіи не терпѣли недостатка въ азотѣ, мы приняты во вниманіе, что растенія, расходуя литръ воды, создаютъ около 4—5 гр. сухого вещества, для созданія которыхъ имъ необходимо около 0,05 гр. азота (считая, что растительная масса содержитъ около 1% этого элемента); при нашихъ же опытахъ растенія имѣли въ своемъ распоряженіи около 0,07 гр. азота на одинъ литръ поливной воды.

3) Третья группа состояла изъ двухъ сосудовъ (№ 7 и № 8); опытнымъ растеніемъ въ ней была горчица; но такъ какъ опыты съ этимъ растеніемъ не удалось (горчица послѣ стерилизаціи суклемою не всходила), то мы ихъ не будемъ описывать.

4) Четвертая группа также состояла изъ двухъ сосудовъ (№ 9 и № 10); по постановкѣ она была сходна съ сосудами второй группы, только къ песку, кромѣ фосфорита, было прибавлено еще по 2,5 гр. мѣла, при чемъ въ этой группѣ были только сосуды съ NH_4NO_3 и $(NH_4)_2SO_4$. Мѣлъ былъ прибавленъ съ цѣлью испытать, какъ будутъ вліять амміачныя соли на усвояемость растеніями фосфорной кислоты фосфорита въ присутствіи соединения, нейтрализующаго кислотность среды.

5) Слѣдующіе три сосуда (№ 11, № 12, и № 13), составлявшіе пятую группу, получили фосфорную кислоту въ формѣ KH_2PO_4 по 0,25 гр. на сосудъ; азотъ въ количествѣ 0,3 гр. въ формѣ трехъ вышеуказанныхъ солей былъ прибавленъ къ поливной водѣ. Эти сосуды должны были показать, какъ вліяютъ на развитіе растений три различныхъ азотистыхъ соли, когда фосфорная кислота находится въ формѣ, легкодоступной для растений.

6) Шестая группа сосудовъ (№ 14, № 15 и № 16) по постановкѣ была сходна съ предыдущей; только къ песку вмѣсто KH_2PO_4 было прибавлено по 0,5 гр. P_2O_5 въ видѣ фосфорнокислаго желѣза (1,8755 гр. $FePO_4$) и соответствующаго осажденіемъ фосфорнокислаго натра хлорнымъ желѣзомъ, хорошо промытаго и просушеннаго при 100° . Эта группа опытовъ имѣла цѣлью выяснитъ, какъ вліяютъ три различныхъ азотистыя соли на использование фосфорной кислоты, когда послѣдняя имъ дается и не въ растворимой формѣ и не въ видѣ известковой соли.

При наполненіи сосудовъ пескомъ, послѣдній былъ смоченъ

только 200 куб. сант. воды ¹⁾; а затѣмъ, послѣ стерилизаціи приборовъ и ихъ охлажденія, къ песку всѣхъ сосудовъ было прибавлено еще по 250 куб. сант. растворовъ изъ соответствующихъ колбъ; при каковой влажности (450 воды на 2700 гр. песку) сосуды и поддерживались въ теченіе всего опыта. Ячмень былъ высѣянъ 25 июня пророщенными сѣменами по одному экземпляру на сосудъ; для чего сѣмена сначала были намочены въ теченіе 10 минутъ въ 1% растворъ сулемы, затѣмъ ополосканы стерилизованной водой и пророщены на стерилизованномъ пескѣ. Приборы съ растеніями въ продолженіе всего опыта находились на открытомъ воздухѣ, и только при вѣтрѣ и дождливой погодѣ закрывались въ оранжерею. Во всѣхъ сосудахъ ячмень росъ вполне нормально, различаясь, впрочемъ, силою роста и кущеніемъ; только въ сосудѣ № 3, гдѣ при фосфоритѣ весь сѣрнокислый амміакъ одновременно былъ прибавленъ къ песку, растеніе съ самаго начала опыта явно страдало: оно развивалось слабо, концы листьевъ желтѣли; что и видно на фотографіи I, помѣщаемой въ концѣ книги № 3 (см. верхній рядъ растеній, снятыхъ въ началѣ опыта). Видя, что растеніе въ сосудѣ № 3 явно погибаетъ, и предположивъ, что оно страдаетъ или отъ излишней щелочности среды или отъ слишкомъ большой для него концентраціи раствора сѣрнокислаго амміака, я рѣшился прибавить изъ колбы къ песку питательнаго раствора сверхъ нормы, доведя его почти до одного литра. Разжиженіемъ питательнаго раствора я имѣлъ въ виду смягчить его щелочность и ослабить концентрацію сѣрнокислаго амміака. Результатъ получился явно благоприятный: растеніе послѣ поливки замѣтно стало оправляться и затѣмъ уже росло вполне нормально, хотя задержка въ первоначальномъ развитіи, все-таки, сказалась на окончательномъ результатѣ.

10 сентября, въ виду наступившей холодной погоды, опыты были закончены, надземныя части срѣзаны и высушены, корни вымыты изъ песка и также высушены. Предъ вымываніемъ корней изъ песка во всѣхъ сосудахъ была опредѣлена реакція песка на лакмусъ и продѣланы качественныя реакціи на присутствіе въ пескѣ амміака и азотной кислоты, при чемъ сколько нибудь замѣтныхъ слѣдовъ азотистой или азотной кислоты въ сосудахъ, которые нитратовъ не получали, не оказалось; впрочемъ, необходимо замѣтить, что въ большинствѣ культуръ азотъ,

¹⁾ Вода для опытовъ была взята колодезная, такъ какъ дистиллированная вода часто оказывается вредною для растеній.

какъ амміачный, такъ и нитратный, былъ почти нацѣло использованъ растеніями. Поэтому, чтобы окончательно убѣдиться, что въ пескѣ нашихъ культуръ не было нитрификаціонныхъ организмовъ, мы сдѣлали изъ всѣхъ сосудовъ прививки пескомъ въ колбочки съ амміачной питательной средой, приготовленной для нитрознаго микроба по Винградскому; но и въ этомъ случаѣ процесса нитрификаціи не было; между тѣмъ, послѣ зараженія тѣхъ же колбочекъ почвою, можно было констатировать появленіе нитрификаціи. Все это убѣждаетъ насъ въ томъ, что въ нашихъ опытныхъ сосудахъ процесса нитрификаціи не было.

Всѣ данныя, полученные при опытахъ, собраны въ нижеслѣдующую таблицу (см. стр. 8—9); въ ней приведены также результаты опредѣленія фосфорной кислоты въ надземныхъ частяхъ и корняхъ. Въ концѣ книжки мы помѣщаемъ фотографіи съ растеній, снятыя въ началѣ и въ концѣ опыта (фот. I и II).

Результаты, полученные при нашихъ опытахъ, заслуживаютъ того, чтобы быть разобранными въ деталяхъ; что всего удобнѣе сдѣлать, рассмотрѣвъ ихъ послѣдовательно по отдѣльнымъ группамъ.

Изъ сосудовъ первой группы (№ 1, № 2 и № 3) наибольшій урожай (28,6 гр.) получился въ сосудѣ № 2, получившемъ азотъ въ формѣ азотнокислаго амміака: ячмень этого сосуда былъ самый лучшій экземпляръ среди всѣхъ другихъ опытныхъ растеній. Какъ видно изъ фотографій, онъ сильно раскустился. Ячмень перваго сосуда (съ NaNO_3) развивался значительно слабѣе (всѣ надз. частей и корней — 9,05 гр.); еще менѣе оказался общій вѣсъ у ячменя въ сосудѣ № 3 съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —6,5 гр.; впрочемъ, надземныя части послѣдняго растенія вѣсили нѣсколько болѣе, чѣмъ у ячменя перваго сосуда, а именно—6 гр.; къ тому же, надо припомнить, что ячмень въ третьемъ сосудѣ въ началѣ явно погибалъ, почему урожай его является, благодаря этой причинѣ, сильно пониженнымъ. Процентное содержаніе фосфорной кислоты въ первыхъ двухъ ячменяхъ (0,171% и 0,146%) было весьма низкимъ, особенно во второмъ сосудѣ; это заставляетъ предполагать, что растенія въ этихъ сосудахъ терпѣли недостатокъ въ фосфорной кислотѣ для своего развитія; напротивъ, ячмень третьяго сосуда былъ ненормально богатъ фосфорной кислотой (1,962 %).

Степень развитія первыхъ трехъ растеній и процентное содержаніе въ нихъ фосфорной кислоты, по нашему мнѣнію, приводитъ насъ къ выводу, что ячмень въ первомъ сосудѣ при азотѣ въ формѣ NaNO_3 терпѣлъ недостатокъ въ фосфорной

№№ сосуловъ. №№ der Gefässe.		Въ какой формѣ дава P ₂ O ₅ . Form der Phosphorsäuregabe.			Форма азота. Form der Stickstoffgabe.			Къ чему прибавлены азотистыя соли. Die Stickstoffsalze sind hinzugefügt:			Урожай въ воз- душно-сухомъ состояніи. Erntegewicht, luft- trocken.		Надзем. частей. Oberirdische Teile.		Корней. Wurzeln.		Общій. Insgesamt.		% отношеніе вѣса корней къ общему вѣсу растеній. Perzentuelles Verhältnis des Wurzelge- wichts zum Gesamtgewicht der Pflanzen.			Количество испарившейся воды (по разн.). Menge des verdunsteten Wassers (aus der Differenz).			надзем. частяхъ. den oberirdischen Teilen.		корняхъ. den Wurzeln.		всѣмъ растеніи. den ganzen Pflanzen.		% содержаніе P ₂ O ₅ въ Perzentueller Gehalt an P ₂ O ₅ in		надзем. частяхъ. den oberirdischen Teilen.		корняхъ. den Wurzeln.		всѣмъ растеніи. den ganzen Pflanzen.		Реакція песка въ конитъ опытѣ. Reaction des Sandes am Schlusse des Ver- suchs.		Реакція песка въ конитъ опыта на ам Schlusse des Ver- suchs auf		Плѣтъ корней. Färbung der Wur- zeln.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
								Къ песку. Zum Sande.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

1) По израсходованіи воды изъ первоначальной колбы сосудъ былъ съ необходимыми предосторожностями соединенъ съ второй колбой.
Nachdem das Wasser aus dem ersten Kolben verbraucht war, ist das Gefäß mit dem zweiten Kolben verbunden worden.

кислотъ и, можетъ быть, еще отчасти страдалъ отъ какой-либо неблагоприятной причины, вѣроятно же всего,—отъ щелочности среды, которая постепенно усиливается, когда азотъ дается растенію въ формѣ только нитрата; въ этомъ случаѣ растенія, повидимому, обычно берутъ изъ смѣси питательныхъ солей больше кислотъ, чѣмъ основаній; что и вызываетъ щелочность среды. Особенно хорошее развитіе ячменя во второмъ сосудѣ свидѣлствуетъ, что растеніе, получая азотъ въ формѣ NH_4NO_3 , находилось въ особо благоприятныхъ общихъ условіяхъ для своего развитія; но съ другой стороны, бѣдность растительной массы фосфоромъ говоритъ за то, что растеніе, повидимому, въ этомъ случаѣ терпѣло недостатокъ въ фосфорной кислотѣ, усвоивъ всего только 0,043 гр. фосфорной кислоты,—въ три раза меньше, чѣмъ ячмень № 3, давшій въ то же время урожай почти въ пять разъ болѣе низкій. Наконецъ, развитіе ячменя въ третьемъ сосудѣ говоритъ за то, что при сѣрноокисломъ амміакѣ растеніе было обильно обезпечено фосфорной кислотой, но страдало отъ какой то неблагоприятной причины, надо думать, что *вначалѣ* эту роль играли отчасти щелочность среды и значительная концентрація сѣрноокислаго амміака. Замѣтимъ, что къ концу опыта реакція была нейтральной.

Три растенія слѣдующей группы (№ 4, № 5 и № 6), отличавшейся отъ первой только тѣмъ, что азотистыя соли были прибавлены не къ песку, а къ поливной водѣ, и поэтому онѣ поступали въ распоряженіе растений лишь постепенно по мѣрѣ потребленія, дали почти тождественные результаты съ первыми тремя растеніями, какъ по своему общему развитію, такъ и по процентному содержанію фосфорной кислоты въ растительной массѣ; только въ этой группѣ ячмень № 6, получавшій сѣрнокислый амміакъ, не страдалъ въ началѣ своего развитія, какъ соотвѣствующій ему экземпляръ въ предыдущей группѣ, и далъ болѣе высокій урожай, чѣмъ въ первомъ случаѣ, весьма вѣроятно, потому, что при постепенномъ притока сѣрноокислаго амміака не могли проявиться тѣ вредныя вліянія, которыя имѣли мѣсто въ сосудѣ № 3, и на которыя мы выше указали.

Такимъ образомъ, изъ разсмотрѣнныхъ нами до сихъ поръ опытовъ видно, что ячмень, получая въ питательномъ растворѣ азотъ только въ формѣ сѣрноокислаго амміака, используетъ фосфорную кислоту фосфорита значительно легче и въ большихъ количествахъ, чѣмъ при другихъ азотистыхъ соляхъ; такой результатъ можетъ найти себѣ объясненіе какъ въ томъ, что сѣрнокислый амміакъ непосредственно дѣйствуетъ растворяющимъ

образомъ на фосфорную кислоту фосфорита, и что растеніе въ этомъ случаѣ играетъ совершенно пассивную роль, такъ и въ томъ предположеніи, что растеніе въ случаѣ, когда азотъ находится въ питательномъ растворѣ только въ формѣ амміака, беретъ больше основныхъ радикаловъ, чѣмъ кислотныхъ, и такимъ образомъ освобождаетъ кислоту, дѣйствующую растворяющимъ образомъ на фосфорнокислую соль фосфорита. Непосредственно растворяющее дѣйствіе сѣрноокислаго амміака представляется намъ мало вѣроятнымъ, въ виду прямыхъ опытовъ въ этомъ направленіи, произведенныхъ г. Шуловымъ (Изв. Моск. С.-х. Инст., 1902 г., стр. 165) и показавшихъ, что какъ азотнокислый, такъ и сѣрнокислый амміакъ, даже въ однопроцентномъ растворѣ, лишь слабо вліяютъ растворяющимъ образомъ на фосфорную кислоту фосфорита, и притомъ та и другая соль приблизительно одинакова; при нашихъ же опытахъ азотнокислый амміакъ самъ по себѣ замѣтнаго растворяющаго вліянія не проявилъ; затѣмъ, концентрація сѣрноокислаго амміака при нашихъ опытахъ, особенно въ сосудѣ № 6, была весьма слаба, такъ какъ амміакъ лишь постепенно поступалъ въ сосудъ и, къ тому же еще, усваивался растеніемъ. А потому второе предположеніе, что ячмень при сѣрноокисломъ амміакѣ легче использовалъ фосфорную кислоту, чѣмъ при другихъ соляхъ, вслѣдствіе того, что растеніе въ этомъ случаѣ поглощало изъ питательнаго раствора больше основаній, чѣмъ кислотъ, которыя и дѣйствовали растворяющимъ образомъ на фосфорнокислую соль фосфорита,—представляется наиболѣе вѣроятнымъ и обоснованнымъ. Этому предположенію, впрочемъ, какъ бы противорѣчить нейтральная реакція песка, найденная нами въ концѣ опыта въ сосудахъ № 3 и № 6; но дѣло въ томъ, что въ песокъ этихъ сосудовъ находилось около 2 гр. фосфорита, который содержитъ 1,09 гр. трехкальціевой фосфорнокисл. соли и около 0,2 гр. углекисл. кальція; поэтому для того, чтобы кислоты, освобождающіяся при потребленіи амміака растеніемъ, могли вызвать кислую реакцію, необходимо было, чтобы ихъ освободилось болѣе, чѣмъ требуется для реакціи съ 0,2 гр. углекислаго кальція и для отнятія одной частицы извести отъ 1,09 гр. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, т.-е. для соединенія съ 0,3 гр. CaO ; между тѣмъ, высчитывая по количеству воды, потребленной ячменемъ (2330 куб. с., въ нихъ 0,56 гр. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), количество сѣрной кислоты, которое могло освободиться въ сосудѣ № 6, мы находимъ его равнымъ 0,42 гр. H_2SO_4 , которые требуютъ для нейтрализаціи всего только 0,24 гр. CaO ; слѣдовательно, и по теоре-

тическому подсчету въ сосудахъ № 3 ¹⁾ и № 6 должна была быть къ концу опыта нейтральная реакція. Фактъ установленія нейтральной реакціи въ сосудахъ № 3 и № 6 приводитъ насъ, по нашему мнѣнію, къ весьма важному выводу, что растенія въ этихъ сосудахъ обильно пользовались фосфорной кислотой не вслѣдствіе общей кислотности питательной среды, а, надо думать, благодаря тому, что корни растеній, создавая въ ближайшей области своего распространенія кислую реакцію, вызывали мѣстное раствореніе фосфорнокислыхъ солей фосфорита; это предположеніе получаетъ еще большее обоснованіе въ виду того обстоятельства, что, какъ видно изъ фотографіи, ячмень въ сосудѣ № 6 съ самаго же начала развивался хорошо, когда въ культурной средѣ навѣрное еще находился углекислый кальцій. Этотъ выводъ мы считаемъ потому крайне существеннымъ, что онъ указываетъ намъ на то, что растенія, при сравнительно малыхъ средствахъ могутъ оказывать замѣтное вліяніе на питательныя вещества культурной среды, находящіяся въ ней въ нерастворенномъ состояніи.

Результаты, полученные въ сосудахъ съ азотомъ въ формѣ азотнокислаго амміака, по нашему мнѣнію, говорятъ за то, что растенія, располагающія этою солью въ питательномъ растворѣ, не оказываются въ особо благопріятныхъ условіяхъ для воспріянія фосфорной кислоты, такъ какъ процентное содержаніе въ нихъ фосфорной кислоты было весьма низкимъ (0,146% и 0,177%); растенія этихъ сосудовъ, создавъ особенно большую массу сухого вещества, усвоили фосфорной кислоты значительно меньше, чѣмъ растенія, получившія азотъ въ формѣ сѣрнокислаго амміака. Это даетъ намъ право предположить, что азотнокислый амміакъ, входя въ составъ питательныхъ солей, является наиболѣе подходящимъ источникомъ азота для растеній, и, повидимому, вслѣдствіе того, что его обѣ части (основная и кислотная), используются растеніемъ приблизительно въ одинаковой мѣрѣ ²⁾, почему эта соль, составляя часть питательнаго раствора, не служитъ источникомъ измѣненія реакціи питательной среды въ ту или другую сторону, неблагопріятную (за извѣстными предѣ-

¹⁾ Въ этомъ сосудѣ растеніе, вѣроятно, не использовало азота еще менѣе, чѣмъ въ № 6.

²⁾ При опытахъ Мазе (Ann. de l'Institut. Pasteur. 1900 г. стр. 26; см. реф. Ж. Оп. Агр. 1901. стр. 680) въ случаѣ содержанія въ растворѣ равныхъ количествъ амміачнаго и азотнокислаго азота, оба источника этого элемента усваивались растеніемъ приблизительно въ одинаковыхъ количествахъ.

лами) для растеній: или, какъ сѣрнокислый амміакъ, обуславливая кислую, или же какъ азотнокислый натръ, приводящій къ щелочной реакціи.

Хотя при азотно-кисломъ амміакѣ ячмень усвоилъ больше фосфорной кислоты изъ фосфорита, чѣмъ при азотнокисломъ натрѣ, но мы все-таки не считаемъ возможнымъ приписывать первой соли какую-либо специальную роль въ раствореніи фосфорной кислоты, полагая, что указанная разница скорѣе объясняется тѣмъ, что при азотнокисломъ амміакѣ растеніе вообще находится въ особо благопріятныхъ условіяхъ для своего общаго развитія и благодаря этому энергичнѣе используетъ фосфорную кислоту фосфорита (слѣдуетъ отмѣтить сильное развитіе корневой системы въ сосудахъ съ азотнокислымъ амміакомъ). При азотно-кисломъ же натрѣ, получающаяся щелочная реакція задерживаетъ развитіе растенія и, весьма возможно, понижаетъ растворяющую способность его корней. Замѣтимъ здѣсь кстати, что мы считаемъ вопросомъ первостепенной важности, чтобы при изученіи источниковъ питательныхъ элементовъ для растеній обращалось особенное вниманіе на побочныя вліянія, которыя тотъ или другой источникъ вызываетъ въ питательной средѣ, и на воздѣйствіе этой послѣдней на растеніе, особенно же на его корневую систему. Въ настоящее время, изучая отношеніе растеній къ культурной (почвенной) средѣ, мы обращаемъ вниманіе почти только на количество источниковъ пищи растеній (минеральныя элементы, вода, углекислота и кислородъ) и на форму, въ которой они находятся, игнорируя въ большинствѣ случаевъ вліяніе на растенія другихъ положительныхъ или отрицательныхъ условій, которыя часто оказываютъ существенное вліяніе на развитіе растеній,—иначе говоря, если можно такъ выразиться, мы игнорируемъ тѣ „гигіеническія“ условія, въ которыхъ находятся растенія, обращая наше вниманіе почти только на то, насколько обезпечены наши растенія потребными для нихъ веществами.

Развитіе ячменя въ двухъ сосудахъ № 9 (съ NH_4NO_3) и № 10 (съ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) четвертой группы, гдѣ къ песку, кромѣ фосфорита, было прибавлено 3 гр. мѣла, было почти вполне тождественно; надземныя части вѣсили—6,9 гр. и 6,8 гр., корни—4,65 гр. и 4,50 гр., при чемъ растенія въ томъ и другомъ сосудѣ были бѣдны фосфорной кислотой; впрочемъ, ячмень въ первомъ сосудѣ, получавшемъ азотъ въ формѣ азотнокислаго амміака, былъ почти вдвое бѣднѣе фосфоромъ ячменя изъ сосуда № 10. Такой результатъ приводитъ къ выводу, что углекислый кальцій въ большихъ количествахъ, хотя и сильно парализуетъ роль сѣрнокислаго амміака въ растворе-

нии фосфорной кислоты фосфорита, но не сводить ее к нулю; вместе с тем, из этого опыта вытекает, что, раз специальная роль азотистых солей в их влиянии на реакцию среды ослаблена присутствием значительных количеств углекислого кальция, — форма азота не влияет существенным образом на развитие растений. Интересно отметить, что развитие корней у ячменя в сосудах № 9 и № 10 было совершенно одинаковым; между тем в предыдущих опытах в этом отношении оказалась поразительная разница; так, при азотнокислом аммиаке корни выросли 6,0 гр. и 8,25 гр., при сернокислом же аммиаке — только 0,5 гр. и 1,85 г.

Результаты опытов в сосудах № 11, № 12 и № 13, где растения, при различных азотистых солях, получили фосфорную кислоту в виде KH_2PO_4 , не приводят нас к каким-либо новым выводам. Наилучше ячмень развивался при азотнокислом натре (18,5 гр. надзем. части), несколько слабее — при азотнокислом аммиаке (14,3 гр.) и довольно плохо — при сернокислом аммиаке (4,6 гр.). Плохой рост ячменя в последнем сосуде мог бы быть сравнительно просто объяснен кислой реакцией питательного раствора, которая легко могла наступить при питании растения азотом из сернокислого аммиака; однако, реакция песка, определенная в конце опыта, помечена в наших записях нейтральной; если это не случайная ошибка, то объяснение отсутствию ясно кислой реакции в этом случае, по нашему мнению, может быть отчасти найдено в следующих соображениях: ячмень № 13 при сравнительно плохом развитии усвоил исключительно большое количество фосфорной кислоты (0,083 гр.), так что процентное содержание этой последней в нем достигло 1,6%. Если теперь предположить, что ячмень не усваивал в таком же избытке основания — скажем, окись калия — то возможно допустить, что оставшийся калий нейтрализовал хотя бы отчасти ¹⁾ серную кислоту, освобождаяшуюся из сернокислого аммиака при усвоении растением азота аммиака.

Последние три сосуда, № 14, № 15 и № 16, получившие фосфорную кислоту в виде фосфорнокислого натра, показывают, что при этом источник фосфорной кислоты наилучшим источником азота для ячменя был азотнокислый натр, при котором получен наибольший урожай (27,45 гр.) и фосфорная ки-

¹⁾ Для полной нейтрализации, однако, калия, по произведенному расчету, не могло хватить.

слота усвоена растением в больших количествах — 0,105 гр. Такой результат, по нашему мнению, может найти себе объяснение в том, что при использовании растением азотной кислоты азотнокислого натра освобождающийся натр вступает в реакцию с фосфорнокислым железом, вытесняя из него окись железа; результатом реакции является растворимая фосфорнокислая соль и нейтральный гидрат окиси железа. При чем в этом случае реакция среды несмотря на то, что источником азота был азотнокислый натр, не должна была достигнуть значительной степени щелочности, а могла держаться на слабой щелочности, безвредной для растений. Такое предположение нагляднее всего может быть пояснено на примечном сопоставлении; для чего сравним отношение растения к двум смесям питательных солей; при чем, с одной стороны, возьмем обычную смесь питательных солей, бывшую в сосуде № 11: NaNO_3 , KH_2PO_4 , KCl , CaCl_2 , MgSO_4 и немного Fe , и смесь солей в сосуде № 14, о котором идет речь: NaNO_3 , FePO_4 , KCl , CaCl_2 и MgSO_4 . Хотя первая смесь солей является кислой, а вторая — нейтральной, весьма вероятно, что, при потреблении растениями питательных элементов, первая смесь сдвигается скорее больше щелочную, чем вторая, конечно, при допущении, что растения возьмут одинаковое количество питательных элементов из обеих смесей; такое предположение вытекает из следующих соображений: из первой смеси растение возьмет калий, как из KH_2PO_4 , так и из KCl , при чем освободившаяся фосфорная кислота, можно считать, будет нацело воспринята растением; останется же в растворе часть соляной кислоты, которая и будет отчасти нейтрализовать свободную щелочь, освобождаемую растением из NaNO_3 ; из второй же смеси растение будет брать калий только из KCl и, следовательно, освободит больше соляной кислоты для нейтрализации щелочи, освобождающейся из NaNO_3 ; растение же, беря во второй смеси фосфорную кислоту из FePO_4 , будет освобождать нейтральную окись железа; в виду чего первая смесь может достигнуть больше высокой щелочности, чем вторая.

Кроме разъяснения частного случая, из вышеприведенных соображений вытекает, что было бы правильнее и целесообразнее говорить не „физиологической“ кислотности и щелочности той или другой соли, а — всей питательной среды, тем более, что нам неизвестно то сочетание оснований и кислот в растворе из вносимых нами солей, с которым растение имело дело.

При азотѣ въ формѣ азотнокислаго амміака ячмень развился лишь нѣсколько слабѣе, чѣмъ ячмень въ сосудѣ съ азотнокислымъ натромъ, но первое растеніе довольно рѣзко отличалось отъ послѣдняго болѣе низкимъ процентнымъ содержаніемъ фосфорной кислоты (0,202% и 0,383%): что, повидимому, произошло оттого, что при азотѣ въ формѣ азотнокислаго амміака не освобождалось основанія, дѣйствующаго растворяющимъ образомъ на фосфорную кислоту фосфорнокислаго желѣза, какъ это имѣло мѣсто въ предъидущемъ случаѣ. Слабое развитіе ячменя въ послѣднемъ сосудѣ № 16, очевидно, находится въ связи съ кислотою реакціею питательной среды, которая была констатирована въ концѣ опыта; интересно отмѣтить, что въ данномъ случаѣ растеніе усвоило значительно меньше фосфорной кислоты (0,028 гр.), чѣмъ въ сосудѣ № 13 (0,083 гр.), достигнувъ въ обоихъ сосудахъ приблизительно одинаковаго развитія.

Разсматривая далѣе детали полученныхъ результатовъ, слѣдуетъ еще обратить вниманіе на весьма скудное относительное развитіе корней ячменя во всѣхъ сосудахъ, получавшихъ азотъ въ формѣ сѣрнокислаго амміака, исключая сосудъ № 10, гдѣ былъ прибавленъ CaCO_3 . Такое вліяніе оказывается какъ бы специфическимъ для этой соли, такъ какъ указанная особенность проявлялась какъ при нейтральной, такъ и при кислой реакціи питательной среды, какъ при фосфорной кислотѣ въ растворенной формѣ, такъ и нерастворенной.

Болѣе общіе выводы, къ которымъ мы можемъ придти на основаніи нашихъ опытовъ, могутъ быть сведены къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Растеніе въ одинаковой степени хорошо можетъ пользоваться какъ нитратнымъ, такъ и амміачнымъ азотомъ; однако, формы солей, въ которыхъ эти источники азота вносятся въ питательную среду, оказываютъ весьма существенное косвенное вліяніе какъ на общее развитіе самаго развитія, такъ и на использование растеніемъ питательныхъ веществъ, находящихся въ культурной средѣ.

2) Растеніе, имѣя въ своемъ распоряженіи лишь азотъ въ видѣ нитратовъ, используетъ изъ питательнаго раствора больше кислотъ, чѣмъ основаній, создавая этимъ щелочность питательной среды, которая, если не парализуется какимъ-либо побочнымъ соединеніемъ, можетъ оказать вредное вліяніе на развитіе самаго растенія и можетъ понижать или повышать способность его корней дѣйствовать растворяющимъ образомъ на окружающую среду.

3) Когда растенію предоставляется пользоваться изъ питательной среды только азотомъ амміачной соли, то растеніе изъ всей суммы основаній и кислотъ, находящихся въ питательномъ растворѣ, въ большемъ количествѣ используетъ основанія, чѣмъ кислоты, освобождающіяся при этомъ кислотные радикалы. Если они не нейтрализуются побочными соединеніями (какъ, напр., CaCO_3), создаютъ кислую реакцію среды, за извѣстнымъ предѣломъ вредно вліяющую на общее развитіе растенія, но въ то же время они оказываютъ растворяющее дѣйствіе на окружающую среду и тѣмъ предоставляютъ въ распоряженіе растеній больше питательныхъ веществъ.

2) Растеніе, располагая для своего питанія какъ амміачнымъ, такъ и нитратнымъ азотомъ, въ видѣ азотнокислаго амміака, используетъ одновременно и тотъ и другой источникъ азота и не вліяетъ, по крайней мѣрѣ, существеннымъ образомъ на реакцію питательной среды, т. е. не измѣняетъ ее ни въ ту, ни въ другую неблагоприятную для себя сторону; почему въ этомъ случаѣ растеніе находится при наиболѣе благоприятныхъ условіяхъ для проявленія своей нормальной дѣятельности.

5) Продукты воздѣйствія растенія на питательный растворъ могутъ проявлять свою дѣятельность не на общую массу нерастворенной среды, а на отдѣльные ея участки.

6) При изученіи законовъ питанія растеній необходимо больше обращать вниманія, чѣмъ это дѣлается въ настоящее время, на общія условія, въ которыхъ находится растеніе. Ставя растенія въ тѣ или другія „гигіеническія“ условія, мы можемъ рѣзко измѣнять его отношеніе къ питательной культурной средѣ.

7) Результаты произведенныхъ нами опытовъ съ особенной очевидностью указываютъ на ту сложную зависимость между отдѣльными соединеніями питательнаго раствора и между этимъ послѣднимъ и нерастворенными веществами почвы въ отношеніи тѣхъ и другихъ къ растенію и этого послѣдняго къ нимъ самимъ. Только принимая во вниманіе всю сложность этой зависимости и имѣя возможность ее учитывать, мы будемъ въ состояніи разобраться въ причинной связи тѣхъ результатовъ, которые получаются при изученіи законовъ питанія растеній, а также при разработкѣ вопросовъ примѣненія искусственныхъ удобреній.

Только опыты, позволяющіе учесть возможно полно всѣ условія ихъ постановки, могутъ повести къ дѣйствительному выясненію взаимоотношенія растенія и мертвой природы и дать

надежные, научные основания вообще для культуры растений и в частности для вопросов применения удобрений.

В заключение статьи приношу искреннюю благодарность А. Н. Левицкому, при содействии которого проведены нами культурные опыты настоящей работы.

СПБ. Лёсной.

23 августа 1904 г.

Prof. P. KOSSOWITSCH. Ueber die gegenseitige Einwirkung (Wechselwirkung) der Nährsalze bei der Aufnahme mineralischer Nahrung durch die Pflanzen.

(Aus dem landw.-chem. Laboratorium des Ackerbau- und Domänen-Ministeriums).

Versuche, die am Moscauer landwirtschaftlichen Institut unter der Leitung von Prof. D. Prjanischnikow ausgeführt worden sind, haben gezeigt, dass die Phosphorsäure der *rohen Phosphorite* (bei Sandkulturen in Gefässen) von den Pflanzen in dem Falle bedeutend besser ausgenutzt wird, wenn sie den Stickstoff in Form von Ammoniaksalzen und nicht als Nitrat erhalten. Bei Betrachtung der Resultate dieser Versuche nehmen Prof. Prjanischnikow¹⁾ und I. Schulow²⁾ an, dass eine derartige günstige Wirkung der Ammoniaksalze so zu erklären ist, dass wir es bei ihrer Anwendung mit einem „physiologisch sauren“ Salze (nach Ad. Meyer) zu thun haben, d. h., dass die Pflanze z. B. aus schwefelsaurem Ammoniak von der Base mehr, als von der Säure aufnimmt, wobei diese in der Nährlösung verbleibt und auf die Phosphorsäure des Phosphorits lösend wirkt. Die Möglichkeit des Eintretens von Veränderungen der Reaction der Nährlösung dadurch, dass die Basen und Säuren von den Pflanzen in solchen Mengen aufgenommen werden, die ihrem Verhältnisse in den Salzen nicht entsprechen, scheint keinem Zweifel zu unterliegen. Gibt man den Stickstoff als Salpeter, so wird, die Nährlösung gewöhnlich, je mehr sie von den Pflanzen verbraucht wird, immer mehr und mehr alkalisch; andererseits ist es sehr leicht möglich, dass die Nährlösung allmählich sauer werden kann, wenn der Stickstoff in Form von Ammoniaksalzen gegeben wird und das Nährsubstrat keine Verbindung enthält, die, wie z. B. das kohlensaure Calcium, die Säure zu neutralisieren fähig wäre.

¹⁾ Journ. f. exp. Landw. 1901, p. 484, sowie Berichte d. Bot. Ges. 1900, Bd. XVIII, H. 9, p. 414.

²⁾ Изв. Моск. С.-х. Инст. 1902, p. 161 und Journ. f. exp. Landw. 1902, p. 711.

Jedoch können die von Prof. D. Prjanischnikow und I. Schulow mitgetheilten Versuche, unserer Ansicht nach, nicht als Beweise für das Vorhandensein von „physiologisch sauren“ Salzen und für ihre Rolle bei der Lösung der Nährstoffe, die sich im ungelösten Zustande befinden, angeführt werden, und zwar in Anbetracht dessen, dass durch die Art der Anstellung dieser Versuche die Möglichkeit der Nitrification der im Nährsubstrat enthaltenen Ammoniaksalze nicht ausgeschlossen war, und dass, sobald der ebengenannte Vorgang stattgefunden hat, die lösende Wirkung des Ammoniaksalzes eine ganz andere Erklärung finden könnte. Prof. Prjanischnikow nimmt, übrigens, an, dass bei den von ihm beschriebenen Versuchen keine Nitrification eingetreten sei, indem er darauf hinweist, dass die Versuche mit gegläutem Sande ausgeführt und die Pflanzen mit destilliertem Wasser begossen wurden. Uns scheint es aber, dass diese Vorsichts-massregeln durchaus ungenügend sind, und dass daher die bei den genannten Versuchen erhaltenen Resultate jedenfalls eine doppelte Auslegung zulassen, je nach dem man voraussetzt, dass keine Nitrification eingetreten ist, oder annimmt, dass dieselbe stattgefunden hat. Offenbar wird die Deutung der Resultate in jedem dieser beiden Fälle eine völlig andere sein, was uns dazu bestimmt, von einem näheren Eingehen auf die von Prof. D. Prjanischnikow und I. Schulow erzielten Versuchsergebnisse abzusehen. Wir wollen nur bemerken, dass für die von Prof. D. Prjanischnikow vertretene Ansicht, die Haferpflanzen hätten in den Gefässen № 5 (Ber. d. D. Bot. ges. 1900. B. XVIII H. 9, s. 415) durch die physiologisch saure Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks gelitten, keine Gründe vorliegen. Die Sache ist nämlich die, dass die Pflanzen dieser Gefässe sehr schwach entwickelt waren, und dass am Schlusse des Versuchs die oberirdischen Teile derselben im ganzen nur 40,9 mgr Stickstoff pro Gefäss enthielten; nun konnten aber infolge der Aufnahme dieser Stickstoffmenge durch die Pflanzen aus dem schwefelsauren Ammoniak nur 143 mgr H_2SO_4 frei werden, und die zur Neutralisation dieses Schwefelsäurequantums erforderliche Menge an CaO (81,8 mgr) war leicht dem Roslawler Rhosphorit zu entnehmen, von dem je 3,838 gr pro Gefäss angewandt worden waren, und der gewöhnlich 5—10% $CaCO_3$ enthält. Daher ist eher anzunehmen, dass die Pflanzen der Gefässe № 11 und № 12, wenigstens beim Beginn der Versuche, an alkalischer Reaction des Nährsubstrats gelitten haben. Es lässt sich wohl denken, dass die Reaction in denselben Gefässen zum Schlusse des Versuchs auch sauer geworden sein kann, aber nur infolge von Nitrification und keineswegs durch Einwirkung der Pflanzen, die unter den in diesen Gefässen gegebenen Vegetationsbedingungen keine saure Reaction ihres Nährsubstrats hervorzurufen imstande waren. Dasselbe ist hinsichtlich der Gefässe № 6 und № 7 der Versuche von I. Schulow (Ann. de l'Inst. agr. Moscou 1902, p. 165) zu bemerken, dem das Kränkeln der Pflanzen in diesen Gefässen nicht ganz verständlich zu sein scheint. Bei den Versuchen dieses Forschers waren in den Gefässen № 6 und № 7

ausser dem kohlensauren Calcium des Phosphorits noch je 3 gr. Kreide enthalten; folglich musste die Reaction des Nährsubstrats während der ganzen Dauer des Versuchs—sogar bei Nitrification des schwefelsauren Ammoniaks — alkalisch bleiben, und eben das kann für die Gerste schädlich gewesen sein.

Jedenfalls ist durch die Ergebnisse der oben bezeichneten, an dem Moscauer landwirtschaftlichen Institut ausgeführten Versuche die nähere Erforschung der Frage über das Vorhandensein physiologisch saurer Salze und ihre Rolle bei der Lösung der Nährstoffe angeregt worden. Im Besitze der von mir vorgeschlagenen Vorrichtungen zur Ausführung steriler Kulturen habe ich damit Versuche zwecks Klärung der eben bezeichneten Fragen, deren Bedeutung für die Erkenntniss der Gesetze der Nährstoffaufnahme durch die Pflanzen zweifellos hervorragend ist, angestellt.

Die Aufgabe meiner Versuche, die im Sommer 1903 ausgeführt worden sind, bestand zunächst darin, erstens festzustellen, inwieweit das Mass, in dem die Phosphorsäure des Phosphorits von den Pflanzen ausgenutzt wird, von der Form, in der sie den Stickstoff erhalten, beeinflusst wird, wenn die Möglichkeit der Nitrification des Ammoniakstickstoffs ausgeschlossen ist (wobei die Wirkung der drei Salze: NaNO_3 , NH_4NO_3 und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ verglichen wurde), und, zweitens, soweit das möglich sein würde, die Ursachen aufzuklären, durch die in diesem Falle ein verschiedener Einfluss der drei genannten Salze bedingt wird, falls überhaupt diesbezügliche Unterschiede hervortreten würden. Mit Rücksicht auf das letztere Ziel habe ich mich bemüht die Versuchsanordnung möglichst zu variieren, soweit die mir zur Verfügung stehenden Mittel und der Umstand, dass Versuche mit Pflanzen unter Innehalten der Sterilität ziemlich compliciert sind, das erlaubten.

Zu den Versuchen dienten Vorrichtungen, wie ich sie ausführlich in der Abhandlung „Ammoniaksalze als unmittelbare Stickstoffquelle für Pflanzen“ beschrieben habe (Journ. f. exp. Landw. 1901, p. 637). Jeder dieser Apparate besteht aus einem gläsernen Gefässe, in das man den Boden füllt und das mit einer gläsernen, oben mit einer Oeffnung versehenen Glocke bedeckt wird; der Zwischenraum zwischen den Wandungen des Gefässes und der Glocke wird mit Watte ausgefüllt; durch diesen Zwischenraum ist auch die zum Begiessen dienende Röhre geleitet; die obere Oeffnung wird, solange die ausgesäete Pflanze sich darüber noch nicht genügend erhoben hat, mit einem besonderen hohen Glase bedeckt gehalten; später wird dieses Glas entfernt, und der Zwischenraum zwischen der Pflanze und den Rändern der oben in der Glocke befindlichen Oeffnung mit sterilisierter Watte ausgefüllt; das zum Begiessen erforderliche Wasser ist in einem besonderen Kolben enthalten, der mit dem gläsernen Gefässe durch Glas- und Kautschuk-Röhren verbunden ist; der Boden in diesem Gefässe und das Wasser in dem Kolben werden gemeinsam sterilisiert; das Begiessen wird nach Gewicht ausgeführt, indem man die nötige Wassermenge durch keimfreie Luft aus dem

Kolben in das gläserne Gefäss presst ¹⁾. Sämtliche Verrichtungen werden selbstverständlich unter Beobachtung der nötigen Vorsichtsmassregeln ausgeführt, um die Sterilität der Kulturen zu wahren. Wie wir in der oben angeführten Abhandlung erwähnt haben, ist es uns nicht gelungen mit dem beschriebenen Apparat vollständige Sterilität des Nährsubstrats zu erreichen, wohl aber konnte eine Inficierung desselben mit nitrifizierenden Organismen vermieden werden.

Als Nährsubstrat diente bei unseren Versuchen Quarzsand, der vorher mit Salzsäure gewaschen und etwas gegläht worden war; das gläserne Gefäss fasste davon 2700 gr. Als Versuchspflanze wählten wir Gerste. Da bei Sandkulturen durch grosse Mengen dem Sande zugesetzter Salze leicht eine für die Pflanzen ungünstige Concentration der Nährlösung entstehen kann, so haben wir nur einen Teil der die Grundnahrung bildenden Salze dem Sande hinzugefügt, der Rest aber ist in dem Wasser aufgelöst worden, das zum Begiessen verwandt wurde, und zwar erhielt jeder Kolben 4 Liter der entsprechenden Lösung. Dem Sande sind pro Gefäss folgende Salzmenge zugesetzt worden: 0,2 gr MgSO_4 , 0,3 gr KCl und 0,4 gr $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, während in dem in jedem Kolben enthaltenen Wasser die doppelte Menge jedes dieser Salze aufgelöst worden ist. Im ganzen sind für die Versuche 16 Apparate aufgestellt worden, die je nach der Form der angewandten Phosphorsäure und des Stickstoffs folgende 6 Gruppen bildeten:

1) Die erste Gruppe, die aus den Gefässen № 1, № 2 und № 3 bestand, erhielt pro Gefäss 0,5 gr P_2O_5 in Form des Phosphoritmehls von Kostroma (1,983 gr); der Stickstoff wurde in der Menge von je 0,2 gr pro Gefäss dem Sande zugesetzt, und zwar dem Gefäss № 1 — als NaNO_3 (1,214 gr), dem Gefäss № 2 — als NH_4NO_3 (0,571 gr), und dem Gefäss № 3 — als $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,943 gr).

2) Da sich ein Teil des Ammoniaks leicht verflüchtigen kann, wenn im Nährsubstrat während der Sterilisation Phosphoritmehl, in dem kohlensaures Calcium enthalten ist, und gleichzeitig Ammoniaksalze anwesend sind, und mit Rücksicht darauf, dass die Pflanzen sich nach den Beobachtungen von Mazè ²⁾ als sehr empfindlich gegenüber der Concentration des schwefelsauren Ammoniaks erwiesen haben, so sind in den drei Apparaten der zweiten Gruppe (№ 4, № 5 und № 6) dieselben Stickstoffsalze nicht dem Sande, sondern dem zum Begiessen bestimmten Wasser zugesetzt worden, und zwar in der Menge von 0,3 gr Stickstoff pro 4 Liter. Folglich sollte der Stickstoff in diesen Gefässen den Pflanzen nur allmählich nach Massgabe seines Verbrauchs zugeführt werden.

¹⁾ An dem Apparat, der in der genannten Abhandlung beschrieben ist, war eine Vorrichtung zur Durchlüftung des im gläsernen Gefässe befindlichen Bodens angebracht, die den Apparat bedeutend complicierter machte. Versuche haben aber ergeben, dass eine derartige künstliche Durchlüftung unnötig ist, weshalb bei den vorliegenden Versuchen die entsprechende Vorrichtung fortgelassen worden ist.

²⁾ Ann. de l'Inst. Pasteur 1900, 26—45.

Bei der Bestimmung der Stickstoffmenge, die dem zum Begiessen dienenden Wasser zuzusetzen war, damit die Pflanzen bei ihrer Entwicklung keinen Mangel daran zu leiden hatten, sind wir davon ausgegangen, dass die Pflanzen zur Production von circa 4—5 gr Trockensubstanz 1 Liter Wasser und circa 0,05 gr Stickstoff benötigen, wenn man annimmt, dass die ganze Pflanzenmasse circa 1% dieses Elementes enthält. Bei unseren Versuchen aber haben die Pflanzen circa 0,07 gr Stickstoff pro Liter des zum Begiessen benutzten Wassers zu ihrer Verfügung gehabt.

3) Die dritte Gruppe bestand aus 2 Gefässen (№ 7 und № 8). Versuchspflanze war hier Senf. Da aber die Versuche mit dieser Pflanze missraten sind, (die mit Sublimat sterilisierten Senfsamen sind nicht aufgegangen), so sehen wir von einer Beschreibung dieser Versuche ab.

4) Die vierte Gruppe bestand gleichfalls aus 2 Gefässen (№ 9 und № 10). Die Versuchsanordnung war hier derjenigen der zweiten Gruppe ähnlich, nur dass dem Sande ausser dem Phosphorit noch je 2,5 gr Kreide pro Gefäss zugesetzt waren, und dass diese Gruppe nur Gefässe mit NH_4NO_3 und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ enthielt. Durch den Zusatz von Kreide sollte geprüft werden, wie Ammoniaksalze auf die Assimilation der Phosphoritphosphorsäure durch die Pflanzen in Anwesenheit einer die saure Reaction des Nährsubstrats aufhebenden Verbindung einwirken würden.

5) Die folgenden drei Gefässe (№ 11, № 12 und № 13), die die fünfte Gruppe bildeten, erhielten die Phosphorsäure als KH_2PO_4 in der Menge von 0,25 gr pro Gefäss; der Stickstoff, und zwar je 0,3 gr pro Gefäss, ist in Form der drei oben angegebenen Salze dem zum Begiessen bestimmten Wasser zugesetzt worden. Diese Gefässe sollten zeigen, wie die Entwicklung der Pflanzen durch die drei verschiedenen Stickstoffsalze beeinflusst wird, wenn die Phosphorsäure den Pflanzen in einer ihnen leicht zugänglichen Form geboten wird.

6) Die sechste Gefässgruppe (№ 14, № 15 und № 16) ist der Versuchsanordnung nach der vorhergehenden ähnlich, nur sind dem Sande statt KH_2PO_4 je 0,5 gr P_2O_5 pro Gefäss in Form von phosphorsaurem Eisen (1,3755 gr FePO_4) hinzugesetzt worden; das phosphorsaure Eisen ist durch Fällung von phosphorsaurem Natron mit Chloreisen hergestellt, dann gut gewaschen und bei 100° getrocknet worden. Diese Gruppe sollte die Frage beleuchten, welchen Einfluss die drei verschiedenen Stickstoffsalze auf die Ausnutzung der Phosphorsäure ausüben, wenn die letztere den Pflanzen weder in löslicher Form, noch als Kalksalz gereicht wird.

Beim Füllen der Gefässe mit Sand ist der letztere pro Gefäss mit nur 200 ccm Wasser ¹⁾ angefeuchtet worden, aber nach der Sterilisation der Apparate, und nachdem sie erkaltet waren, sind zu dem Sande aller Gefässe noch je 250 ccm der Nährlösungen aus den entsprechenden Kolben hinzugefügt worden. Dieser Feuch-

¹⁾ Zu den Versuchen ist Brunnenwasser benutzt worden, da destilliertes Wasser sich oft als für die Pflanzen schädlich erwiesen hat.

tigkeitsgehalt des Sandes (450 ccm Wasser auf 2700 gr Sand) ist auch im Verlaufe des ganzen Versuchs auf der gleichen Höhe erhalten worden. Die Gerste ist am 25 Juni mit gekeimten Samen ausgesät worden, und zwar erhielt jedes Gefäss ein Korn. Vorher waren die Samen für 10 Minuten in 1% Sublimatlösung gelegt, dann mit sterilisiertem Wasser abgespült und auf sterilisiertem Sande zum Keimen gebracht worden. Die Apparate mit den Pflanzen befanden sich während der ganzen Dauer des Versuchs in freier Luft, und nur bei Wind und Regenwetter wurden sie in ein Glashaus gerollt. Die Gerste entwickelte sich in allen Gefässen vollständig normal, wobei allerdings der Wuchs verschieden kräftig und die Bestockung verschieden stark war. Nur im Gefässe № 3, in dem bei Phosphoridüngung das ganze schwefelsaure Ammoniak dem Sande auf ein Mal zugesetzt worden war, hat die Pflanze gleich vom Beginn des Versuchs an offensichtlich gekränkelt: Sie entwickelte sich schwach und die Blattspitzen wurden gelb, was auch auf der photographischen Abbildung I, die am Schlusse des vorliegenden Heftes beigelegt ist, zum Ausdruck kommt (vgl. № 3 der oberen Pflanzenreihe, die am Anfang der Versuche aufgenommen ist). Da ich sah, dass die Pflanze im Gefässe № 3 offenbar einzugehen drohte, und weil ich voraussetzte, dass das Kränkeln der Pflanze entweder durch allzu alkalische Reaction des Nährsubstrats, oder durch zu grosse Concentration der Nährlösung in Bezug auf schwefelsaures Ammoniak hervorgerufen wurde, entschloss ich mich, dem Sande aus dem Kolben so viel Nährlösung über die Norm hinaus zufließen zu lassen, dass das Gefäss fast 1 Liter davon enthielt. Durch die Verdünnung der im Gefäss befindlichen Nährlösung beabsichtigte ich deren alkalische Reaction zu mildern und die Concentration des schwefelsauren Ammoniaks zu schwächen. Das Resultat war ein augenfällig günstiges: Die Pflanze begann sich deutlich zu erholen und entwickelte sich im weiteren Verlaufe des Versuchs völlig normal; trotzdem ist das Endresultat von dem Stillstand in der Anfangsentwicklung nicht unbeeinflusst geblieben.

Am 10 September sind die Versuche infolge der eingetretenen kalten Witterung abgeschlossen worden; die oberirdischen Pflanzenteile wurden abgeschnitten und getrocknet, die Wurzeln—von dem Sande durch Abspülen befreit und dann ebenfalls getrocknet. Vor dem Abspülen des Sandes wurde seine Reaction mit Lakmus bestimmt, und der Sand qualitativ auf Ammoniak und Salpetersäure geprüft; dabei konnten in den Gefässen, die keine Nitrate erhalten hatten, irgend merkliche Spuren von salpetriger Säure und Salpetersäure nicht constatirt werden. Uebrigens muss bemerkt werden, dass in den meisten Fällen sowohl der Ammoniak-, als auch der Nitrat-Stickstoff von den Pflanzen fast vollständig verbraucht worden ist. Daher haben wir, um uns endgiltig davon zu überzeugen, dass der Sand unserer Kulturen frei von nitrificierenden Organismen geblieben war, sämtlichen Gefässen Sand entnommen und damit Kolben geimpft, die ammoniakalische, nach Winogradsky für den Nitritbildner hergestellte

Nährlösung enthielten. Aber auch in diesem Falle ist der Nitrificationsprozess nicht eingetreten, während nach Inficierung derselben Kolben mit Boden das Einsetzen der Nitrification zu constatieren war. Das Alles überzeugt uns davon, dass es uns gelungen ist, die Versuche durchzuführen, ohne dass in den Gefässen Nitrificationsvorgänge eingetreten wären.

Alle bei den Versuchen erhaltenen Daten sind in der Tabelle auf Seite 8 — 9 zusammengestellt; dieselbe Tabelle enthält auch die Analysenergebnisse in Bezug auf den Phosphorsäuregehalt der oberirdischen Pflanzenteile und der Wurzeln. Am Schlusse des Heftes fügen wir photographische Abbildungen der Pflanzen bei, die zu Anfang und zum Schlusse des Versuchs aufgenommen worden sind.

Die bei unseren Versuchen erhaltenen Resultate scheinen uns eine detaillierte Besprechung zu erfordern, die sich wohl am besten durchführen lässt, wenn man die einzelnen Gruppen nach einander betrachtet.

Von den Gefässen der ersten Gruppe (№ 1, № 2 und № 3) ist die höchste Ernte (28,6 gr) in dem Gefässe № 2, das den Stickstoff als salpetersaures Ammoniak erhalten hatte, erzielt worden. Die Gerstenpflanze dieses Gefässes war das beste Exemplar unter allen übrigen und hatte sich, wie die Photographie zeigt, stark bestockt. Die Gerste des Gefässes № 1 (mit NaNO_3) hat sich bedeutend schwächer entwickelt (Gewicht der oberirdischen Teile und der Wurzeln zusammengekommen — 9,05 gr); noch weniger, und zwar 6,5 gr betrug das Gesamtgewicht der Gerstenpflanze im Gefässe № 3, das den Stickstoff als $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ erhalten hatte. Uebrigens wogen die oberirdischen Teile der letzteren Pflanze etwas mehr, als die der Gerste im Gefässe № 1, und zwar 6 gr; dazu kommt, dass die Gerste im Gefässe № 3, wie man sich erinnern wird, anfangs offensichtlich zu Grunde zu gehen drohte, wodurch die von dieser Pflanze gelieferte Ernte sehr bedeutend verringert werden musste. Der percentuelle Phosphorsäuregehalt der beiden Gerstenpflanzen in den Gefässen № 1 und № 2 (0,171% und 0,146%) war sehr niedrig, besonders in dem Gefässe № 2. Das lässt vermuten, dass die Pflanzen in diesen Gefässen Mangel an Phosphorsäure gelitten haben. Die Gerste des Gefässes № 3 war, umgekehrt, unnormal reich an Phosphorsäure (1,962%).

Der Grad der Entwicklung der Pflanzen in den Gefässen № 1, № 2 und № 3 und ihr percentueller Phosphorsäuregehalt führen uns zu dem Schlusse, dass es der Gerste im Gefässe № 1, das den Stickstoff als NaNO_3 erhalten hatte, an Phosphorsäure gemangelt hat; möglicherweise hat diese Pflanze ausserdem noch infolge irgend eines ungünstigen Umstandes gelitten, und zwar wäre dieser Umstand am wahrscheinlichsten in der alkalischen Reaction des Nährsubstrats zu suchen, die allmählich stärker wird, wenn die Stickstoffnahrung der Pflanzen nur aus Salpeter besteht; in diesem Falle scheinen die Pflanzen dem Nährsalzgemisch gewöhnlich mehr Säuren, als Basen zu entnehmen, wodurch eben die alkalische Re-

action des Nährsubstrats hervorgerufen wird. Das besonders gute Wachstum der Gerste im Gefäss № 2 zeugt davon, dass diese Pflanze, welcher NH_4NO_3 als Stickstoffquelle gedient hatte, unter für ihre Entwicklung besonders günstigen allgemeinen Bedingungen aufgewachsen ist; andererseits aber weist die Armut der Pflanzenmasse an Phosphor darauf hin, dass die Pflanze in diesem Falle mit Phosphorsäuremangel zu kämpfen hatte, da sie im ganzen nur 0,043 gr Phosphorsäure assimiliert hat, — d. i. drei mal weniger, wie die Gerste № 3, die gleichzeitig eine fast fünf Mal kleinere Ernte ergeben hat. Was, endlich, die Entwicklung der Gerste im Gefässe № 3 betrifft, so spricht sie dafür, dass beim schwefelsauren Ammoniak als Stickstoffquelle die Pflanze reichlich mit Phosphorsäure versorgt war, jedoch unter irgend welchen ungünstigen Bedingungen zu leiden hatte; es ist anzunehmen, dass dieser schädigende Einfluss zu *Anfang* des Versuchs zum Teil von der alkalischen Reaction des Nährsubstrats und von der bedeutenden Concentration des schwefelsauren Ammoniaks ausgegangen ist. Es sei bemerkt, dass zum Schlusse des Versuchs die Reaction neutral war.

Die Versuchsanordnung der folgenden Gruppe (Gefässe № 4, № 5 und № 6) war, wie gesagt, von derjenigen der ersten Gruppe nur insofern verschieden, als die Stickstoffsalze nicht dem Sande, sondern dem zum Begiessen bestimmten Wasser zugesetzt waren und daher den Pflanzen nur allmählich nach Massgabe des Verbrauchs zugeführt wurden. Auch die Ergebnisse der zweiten Gruppe sind mit denjenigen der ersten Gruppe fast identisch, sowohl was die allgemeine Entwicklung der Pflanzen, als auch was den percentuellen Phosphorsäuregehalt der Pflanzenmasse betrifft; nur hat die Gerste № 6, die schwefelsaures Ammoniak erhalten hatte, zu Anfang ihrer Entwicklung nicht gekränkt, wie das mit dem entsprechenden Exemplar der ersten Gruppe der Fall war, und die von ihr gelieferte Ernte ist höher gewesen, als in dem correspondierenden Gefässe № 3 der ersten Gruppe. Der Grund dafür ist höchstwahrscheinlich darin zu suchen, dass bei dem allmählichen Zufluss des schwefelsauren Ammoniaks nicht die schädigenden Einflüsse platzgreifen konnten, die im Gefässe № 3 hervorgetreten sind, und auf die wir bereits hingewiesen haben.

Somit ist aus den bisher besprochenen Versuchen zu ersehen, dass die Gerste, wenn ihr der Stickstoff in der Nährlösung nur in Form von schwefelsaurem Ammoniak zugeführt wird, die Phosphorsäure des Phosphorits bedeutend leichter und in grösseren Mengen auszunutzen vermag, als bei anderen Stickstoffsalzen. Die Erklärung für dieses Resultat könnte sowohl darin liegen, dass das schwefelsaure Ammoniak auf die Phosphorsäure des Phosphorits unmittelbar lösend einwirkt, und dass die Pflanze in diesem Falle eine durchaus passive Rolle spielt, als auch in der Annahme gesucht werden, die Pflanze nehme in dem Falle, wenn der Stickstoff in der Nährlösung nur in Form von Ammoniak vorhanden ist, mehr basische, als Säure-Radicale auf, und mache so die Säure frei, die die lösende Wirkung auf das phosphorsaure Salz des Phospho-

rits ausübt. Eine unmittelbare lösende Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks scheint uns wenig wahrscheinlich zu sein, und das schon deshalb, weil diesbezügliche von Schulow ausgeführte Versuche gezeigt haben, dass sowohl das salpetersaure, als auch das schwefelsaure Ammoniak sogar in 1% Lösung auf die Phosphorsäure des Phosphorits nur schwach lösend wirken, und zwar ist die Wirkung beider Salze annähernd gleich, während bei unseren Versuchen das salpetersaure Ammoniak merklich lösend nicht gewirkt hat. Ausserdem ist in Betracht zu ziehen, dass die Concentration des schwefelsauren Ammoniaks bei unseren Versuchen, besonders im Gefässe № 6, sehr schwach war, da das Ammoniak dem Gefässe nur allmählich zugeführt und zudem von der Pflanze assimiliert wurde. Daher erscheint die zweite Annahme, nach welcher die Phosphorsäureaufnahme durch das schwefelsaure Ammoniak im Vergleich zu den anderen Stickstoffsalzen der Gerste deshalb erleichtert wurde, weil die Pflanze in diesem Falle der Nährlösung mehr Basen, wie Säuren entnahm, wobei eben die letzteren eine lösende Wirkung auf das phosphorsaure Salz des Phosphorits ausübten, — diese Annahme erscheint als die wahrscheinlichste und am besten begründete. Scheinbar widerspricht dieser Annahme die neutrale Reaction des Sandes, die am Schlusse des Versuchs in den Gefässen № 3 und № 6 gefunden worden ist, aber die Sache ist die, dass dem Sande jedes dieser beiden Gefässe circa 2 gr des Phosphorits zugesetzt worden waren, die 1,09 gr an dreibasisch phosphorsaurem Kalke und circa 0,2 gr an kohlensaurem Calcium enthielten; es hätten also unter diesen Umständen die beim Verbrauch des Ammoniaks durch die Pflanze frei werdenden Säuren nur dann eine saure Reaction hervorrufen können, wenn davon eine grössere Menge frei geworden wäre, als zur Reaction mit 0,2 gr des kohlensauren Calciums und zur Abspaltung eines Kalkpartickels von den 1,09 gr $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, d. i. zur Bindung von 0,3 gr CaO erforderlich ist. Berechnet man aber auf Grund des von der Gerste verbrauchten Wasserquantums (2330 ccm mit 0,56 gr $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ darin) die Schwefelsäuremenge, die im Gefässe № 6 frei geworden sein könnte, so finden wir sie gleich 0,42 gr H_2SO_4 , zu deren Neutralisation nur 0,24 gr CaO notwendig wären. Folglich musste auch nach theoretischer Berechnung die Reaction in den Gefässen № 3 ¹⁾ und № 6 zum Schlusse des Versuches neutral sein. Die Feststellung der neutralen Reaction in den Gefässen № 3 und № 6 führt uns, unserer Ansicht nach, zu dem sehr wichtigen Schlusse, dass die Pflanzen in diesen Gefässen die Phosphorsäure nicht dank der sauren Reaction der ganzen Nährlösung überhaupt reichlich ausnutzen konnten, sondern, wie man annehmen muss, infolge dessen, dass die Wurzeln der Pflanzen in ihrer nächsten Umgebung saure Reaction schufen und so eine partielle Lösung der phosphorsauren Salze des Phosphorits hervorgerufen haben. Diese Annahme erscheint noch mit Rücksicht auf den Umstand um

¹⁾ In diesem Gefässe hat die Pflanze wahrscheinlich noch weniger Stickstoff verbraucht, wie in № 6.

so begründeter, dass, wie die Photographie zeigt, die Entwicklung der Gerste im Gefässe № 6 von Anfang an eine gute gewesen ist, als im Nährsubstrat kohlensaures Calcium noch sicher enthalten war. Diese Schlussfolgerung halten wir deshalb für äusserst wesentlich, weil sie uns darauf hinweist, dass die Pflanzen bei relativ geringen Mitteln einen merklichen Einfluss auf die Bestandteile des Nährsubstrats auszuüben vermögen.

Die Resultate, die in den Gefässen mit salpetersaurem Ammoniak als Stickstoffquelle erhalten worden sind, sprechen, unserer Meinung nach, dafür, dass die Pflanzen, denen dieses Salz in der Nährlösung zur Verfügung stand, sich nicht unter besonders günstigen Bedingungen hinsichtlich der Phosphorsäureaufnahme befanden, da ihr percentueller Phosphorsäuregehalt sehr niedrig war (0,146% und 0,177%). Die Pflanzen dieser Gefässe haben wohl eine besonders grosse Trockensubstanzmenge produziert, jedoch bedeutend weniger Phosphorsäure aufgenommen, als diejenigen, denen der Stickstoff in Form von schwefelsauren Ammoniak geboten worden war. Das lässt uns vermuten, dass das salpetersaure Ammoniak, als Bestandteil der Nährsalze, die den Pflanzen am besten zusagende Stickstoffquelle darstellt; die Ursache davon scheint darin zu bestehen, dass beide Teile (die Base und die Säure) des salpetersauren Ammoniaks von den Pflanzen in annähernd gleichem Masse ¹⁾ ausgenutzt werden, wodurch bedingt wird, dass dieses Salz, als Bestandteil der Nährlösung, nicht eine Veränderung der Reaction des Nährsubstrats im Gefolge hat, die, wenn sie nach der einen oder der andern Richtung gewisse Grenzen übersteigt, für die Pflanzen ungünstig ist, sei es entweder, dass, wie durch das schwefelsaure Ammoniak, eine zu saure Reaction eintritt, oder dass, wie durch Natronsalpeter, eine zu alkalische Reaction platzgreift.

Ogleich beim salpetersauren Ammoniak die Gerste dem Phosphorit mehr Phosphorsäure entnommen hat, als beim Natronsalpeter, so halten wir es doch nicht für möglich, dem ersteren Salze irgend eine spezifische Rolle bei der Lösung der Phosphorsäure zuzuschreiben, da wir glauben, der bezeichnete Unterschied sei eher so zu erklären, dass im Falle des salpetersauren Ammoniaks die Pflanze sich unter für ihre Entwicklung besonders günstigen allgemeinen Bedingungen befindet und daher die Phosphorsäure des Phosphorits energischer ausnutzt (bemerkenswert ist die kräftige Entwicklung des Wurzelsystems in den Gefässen mit salpetersaurem Ammoniak). Bei Natronsalpeter hingegen wird die Entwicklung der Pflanzen durch die eintretende alkalische Reaction gehemmt, wobei es leicht möglich ist, dass die lösende Kraft ihrer Wurzeln sinkt. Anlässlich des Gesagten wollen wir hervorheben, dass wir es für ein Erfordernis von grundlegender Bedeutung halten, dass beim Studium der Nährstoffquellen der Pflanzen besondere Aufmerksamkeit den

¹⁾ Bei den Versuchen von Mazè (Ann. de l'Institut. Pasteur, 1900, p. 26) sind, wenn in der Lösung gleiche Mengen von Ammoniak- und Salpeter-Stickstoff enthalten waren, beide Quellen dieses Elementes von den Pflanzen in annähernd gleichen Mengen in Anspruch genommen worden.

Nebenwirkungen, welche durch verschiedene dieser Quellen im Nährsubstrat hervorgerufen werden, und dem Einfluss dieses letzteren auf die Pflanze, ganz speziell aber auf deren Wurzelsystem gewidmet wird. Gegenwärtig ziehen wir beim Studium der Beziehungen zwischen den Pflanzen und dem Nährsubstrat (dem Boden) fast ausschliesslich die Quantität der Pflanzennahrung (Mineralstoffe, Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff) und die Form, in der sie sich befinden, in Rechnung und ignorieren dabei in den meisten Fällen die übrigen negativen oder positiven Bedingungen, die häufig von wesentlicher Bedeutung für die Entwicklung der Pflanzen sind, — mit anderen Worten, wir ignorieren, wenn man sich so ausdrücken darf, die „hygienischen“ Verhältnisse, mit denen es die Pflanze zu tun hat, und richten unser Augenmerk nur darauf, inwieweit unsere Pflanzen mit den für sie erforderlichen Stoffen versorgt sind.

Die Entwicklung der Gerste in den beiden Gefässen № 9 (NH_4NO_3) und № 10 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] der vierten Gruppe, wo zum Sande, ausser dem Phosphorit, noch je 3 gr Kreide pro Gefäss hinzugefügt waren, ist fast völlig identisch gewesen: die oberirdischen Teile wogen—6,9 gr und 6,8 gr, die Wurzeln — 4,65 gr und 4,50 gr; dabei waren die Pflanzen in beiden Gefässen arm an Phosphorsäure. Uebrigens enthielt die Gerste des ersteren Gefässes, das den Stickstoff als NH_4NO_3 erhalten hatte, fast zwei Mal weniger Phosphorsäure, als die Gerste aus dem Gefässe № 10. Ein solches Resultat führt zu der Schlussfolgerung, dass das kohlensaure Calcium, in grosser Menge angewandt, die Rolle des schwefelsauren Ammoniaks zwar paralysiert, aber nicht vollständig aufhebt. Zugleich lehrt dieser Versuch, dass die Form des Stickstoffs keinen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzen ausübt, sobald die spezifische Einwirkung der Stickstoffsalze auf die Reaction des Nährsubstrats durch die Anwesenheit bedeutender Mengen von kohlensaurem Calcium abgeschwächt ist. Es ist von Interesse, dass die Wurzeln der Gerste in den Gefässen № 9 und № 10 vollständig gleich entwickelt waren, während sich in den vorhergehenden Versuchen in dieser Beziehung ein frappanter Unterschied herausgestellt hatte: Es wogen die Wurzeln beim salpetersauren Ammoniak als Stickstoffquelle 6,0 gr und 8,25 gr, bei schwefelsaurem Ammoniak—nur 0,5 gr und 1,85 gr.

Die Resultate der Versuche in den Gefässen № 11, № 12 und № 13, wo die Pflanzen den Stickstoff gleichfalls in Form der verschiedenen Stickstoffsalze, die Phosphorsäure aber in der Lösung als KH_2PO_4 erhalten hatten, ergeben keine neuen Schlussfolgerungen. Am besten entwickelte sich die Gerste beim Natronsalpeter (die oberirdischen Teile—18,5 gr), etwas schwächer—beim salpetersauren Ammoniak (14,3 gr) und ziemlich schlecht — beim schwefelsauren Ammoniak (4,6 gr). Das ungenügende Wachstum der Gerste im letztgenannten Gefässe könnte relativ einfach auf saure Reaction der Nährlösung zurückgeführt werden, die bei der Stickstoffernährung der Pflanze aus dem schwefelsauren Ammoniak hätte leicht eintreten können, allein die Reaction des Sandes

am Schlusse des Versuchs ist in unseren Notizen als neutral bezeichnet. Wenn das letztere kein zufälliger Fehler ist, so könnte die Erklärung für das Fehlen einer deutlich saueren Reaction in diesem Falle, unserer Meinung nach, zum Teil in folgenden Erwägungen gefunden werden: die Gerste № 13 hat bei einer relativ schlechten Entwicklung eine ausnahmsweise grosse Phosphorsäuremenge (0,083 gr) aufgenommen, so dass ihr Gehalt daran 1,6% erreicht hat; setzt man nun voraus, dass die Basen, — sagen wir das Kali, — von der Gerste nicht auch in einem derartigen Ueberschusse assimiliert worden sind, so lässt es sich denken, dass das restierende Kali, wenn auch nur teilweise ¹⁾, die Schwefelsäure neutralisiert hat, die aus dem schwefelsauren Ammoniak bei der Aufnahme des Ammoniakstickstoffs durch die Pflanze frei wurde.

Die drei letzten Gefässe, № 14, № 15 und № 16, die die Phosphorsäure als phosphorsaures Eisen erhalten haben, zeigen, dass bei dieser Phosphorsäurequelle sich das salpetersaure Natron als die für die Gerste günstigste Stickstoffform erwiesen hat, bei der die höchste Ernte (27,45 gr) erzielt, und die Phosphorsäure in grosser Menge (0,105 gr) aufgenommen worden ist. Dieses Resultat ist, unserer Meinung nach, so aufzufassen, dass bei der Ausnutzung der Salpetersäure des salpetersauren Natrons durch die Pflanze das frei werdende Natron mit dem phosphorsauren Eisen in Wechselwirkung tritt; dabei resultieren ein lösliches phosphorsaures Salz und das neutrale Eisenoxydhydrat. Auf diese Weise konnte im vorliegenden Falle die Reaction des Nährsubstrats nicht stark alkalisch werden, sondern musste schwach alkalisch und den Pflanzen unschädlich bleiben, trotzdem als Stickstoffquelle salpetersaures Natron gedient hat. Der hier innegehaltene Gedankengang kann am anschaulichsten durch eine beispielsweise Gegenüberstellung näher beleuchtet werden, zu welchem Zwecke wir das Verhalten der Pflanze gegen zwei Nährsalzmischungen vergleichen wollen. Dazu wählen wir einerseits das gewöhnliche Nährsalzgemisch, mit dem das Gefäss № 11 beschickt war: NaNO_3 , KH_2PO_4 , KCl , CaCl_2 , MgSO_4 und etwas Fe , und das Salzgemisch des Gefässes № 14, von dem augenblicklich die Rede ist: NaNO_3 , FePO_4 , KCl , CaCl_2 und MgSO_4 . Obgleich nun das erstere Salzgemisch sauer, das letztere aber neutral erscheint, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass beim Verbrauch der Nährstoffe durch die Pflanzen das erste Gemisch eher alkalischer, als das zweite werden wird, natürlich unter der Voraussetzung, dass die Pflanzen beiden Gemischen gleiche Mengen der einzelnen Nährstoffe entnehmen werden. Zu dieser Anschauung leiten folgende Erwägungen: Aus der ersten Mischung wird die Pflanze das Kali sowohl dem KH_2PO_4 , als auch dem KCl entziehen, wobei die frei werdende Phosphorsäure von der Pflanze, wie man annehmen kann, vollständig absorbiert werden wird; in

¹⁾ Zur vollen Neutralisation konnte das Kali, wie eine entsprechende Berechnung zeigt, jedoch nicht ausreichen.

der Lösung aber wird ein Teil der Salzsäure verbleiben und diese wird durch die Tätigkeit der Pflanzenwurzeln aus NaNO_3 frei werdende Base neutralisieren. Aus der zweiten Mischung hingegen wird die Pflanze das Kali nur dem KCl entnehmen und, folglich, mehr Salzsäure zur Neutralisation derjenigen Base frei machen, die aus NaNO_3 abgespalten werden wird; zugleich wird die Pflanze, indem sie in der zweiten Mischung ihre Phosphorsäure aus FePO_4 bezieht, neutrales Eisenoxyd frei machen. Auf diese Weise kann das erste Gemisch alkalischer werden, wie das zweite.

Ausser der Aufklärung des einzelnen hier interessierenden Falles folgt aus den eben angeführten Erwägungen, dass es richtiger und zweckmässiger wäre, nicht einzelne Salze als physiologisch sauer oder alkalisch zu bezeichnen, sondern diese letzteren Begriffe auf das Nährsalzgemisch als ganzes zu beziehen, um so mehr, als uns die Gruppierung, in welcher sich die Basen und Säuren der von uns benutzten Salze in der Lösung befinden, und mit welcher es die Pflanze zu tun hat, unbekannt ist.

War der Stickstoff als salpetersaures Ammoniak (№ 15) gegeben, so entwickelte sich die Gerste nur etwas schwächer, wie die Gerste in dem Gefässe mit salpetersaurem Natron, aber die erstere Pflanze war, im Vergleich zu der letzteren ganz bedeutend phosphorsäurearmer (0,202% und 0,383%); das scheint daher gekommen zu sein, dass im Falle des salpetersauren Ammoniaks keine Base abgespalten wurde, die auf die Phosphorsäure des phosphorsauren Eisens hätte lösend wirken können, wie das bei Anwendung von salpetersaurem Natron geschehen ist. Die schwache Entwicklung der Gerste im Gefässe № 16 hängt offenbar mit der sauren Reaction des Nährsubstrats zusammen, die am Schlusse des Versuchs zu constatieren war; es ist bemerkenswert, dass hier die Pflanze bedeutend weniger Phosphorsäure (0,028 gr) absorbiert hat, als im Gefässe № 13 (0,083 gr), trotzdem die Gerste in beiden Gefässen die gleiche Entwicklung erreicht hat.

Betrachtet man ferner die Einzelheiten der erhaltenen Resultate, so verdient die relativ sehr spärliche Entwicklung der Wurzeln in allen denjenigen Gefässen hervorgehoben zu werden, in denen die Gerste den Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak erhalten hatte; eine Ausnahme hiervon bildet das Gefäss № 10, dem CaCO_3 zugesetzt worden war. Der beregte Einfluss stellt sich für dieses Salz als, so zu sagen, spezifisch heraus, da die erwähnte Eigentümlichkeit ungeachtet dessen zu Tage getreten ist, ob die Reaction des Nährsubstrats neutral oder sauer war, und ob die Phosphorsäure den Pflanzen in gelöster oder ungelöster Form geboten wurde.

Die allgemeineren Schlüsse, zu denen wir auf Grund unserer Versuche gelangen können, lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Pflanze vermag in gleichem Grade sich sowohl den Nitrat-, als den Ammoniak-Stickstoff nutzbar zu machen, jedoch üben diese Formen, in denen diese Stickstoffquellen dem Nährsubstrat zugeführt werden, in doppelter Hinsicht eine sehr we-

sentliche *indirecte* Wirkung aus, indem sie sowohl die allgemeine Entwicklung der Pflanze selbst, als auch die Ausnutzung derjenigen Nährstoffe seitens der Pflanze beeinflussen, die sich im Nährsubstrat befinden.

2) Dienen als Stickstoffquelle nur Nitrate, so nimmt die Pflanze aus der Nährlösung mehr Säuren, wie Basen auf und ruft dadurch alcalische Reaction des Nährsubstrats hervor, die, wenn sie nicht durch irgend einen Nebenbestandteil des Nährsubstrats paralytisch wird, einen schädlichen Einfluss auf die Entwicklung der Pflanze selbst ausüben kann und die Fähigkeit ihrer Wurzeln, auf das umgebende Medium lösend einzuwirken, entweder herabzusetzen oder zu erhöhen vermag.

3) Wird der Pflanze im Nährsubstrat nur der Stickstoff eines Ammoniaksalzes geboten, so nutzt die Pflanze aus der Gesamtsumme der Basen und Säuren, die sich in der Nährlösung befinden, in grösserer Menge die Basen, als die Säuren aus; die dabei frei werdenden Säure-Radiale rufen, wenn sie nicht durch Nebenbestandteile des Nährsubstrats (wie, z. B., CaCO_3) neutralisiert werden, saure Reaction des Nährsubstrats hervor, die wenn sie gewisse Grenzen übersteigt, der allgemeinen Entwicklung der Pflanze schadet, aber gleichzeitig eine lösende Wirkung auf das umgebende Medium ausübt und so der Pflanze grössere Nährstoffmengen zur Verfügung stellt.

4) Verfügt die Pflanze zu ihrer Ernährung sowohl über Ammoniak-, als auch über Nitrat-Stickstoff in Form von salpetersaurem Ammoniak, so nutzt sie gleichzeitig beide Stickstoffformen aus und beeinflusst die Reaction des Nährsubstrats nicht, wenigstens nicht wesentlich, d. h. verändert die letztere weder in dem einen, noch in dem anderen für sie selbst ungünstigen Sinne; daher befindet sich die Pflanze in diesem Falle unter den für die Entfaltung ihrer normalen Tätigkeit günstigsten Bedingungen.

5) Der Einfluss der Producte, die durch die Einwirkung der Pflanze auf die Nährlösung entstehen, braucht nicht die ganze Masse des ungelösten Substrats zu berühren, sondern kann auf einzelne Teile desselben gerichtet sein.

6) Beim Studium der Gesetze der Pflanzenernährung ist es notwendig mehr, als das bisher geschehen ist, auf die allgemeinen Bedingungen zu richten, unter denen sich die Pflanze befindet. Je nach den „hygienischen“ Bedingungen, denen wir die Pflanze unterwerfen, sind wir imstande ihr Verhalten dem sie ernährenden Kulturmedium gegenüber völlig zu ändern.

7) Die Resultate der von uns ausgeführten Versuche weisen besonders augenfällig auf den complicierten Zusammenhang, einerseits, der einzelnen Verbindungen der Nährlösung mit einander und, andererseits, zwischen der letzteren und den ungelösten Stoffen des Bodens in den Beziehungen jener und dieser zur Pflanze und dieser letzteren zu ihnen selbst. Nur indem wir die Vielseitigkeit dieser Beziehungen berücksichtigen und die Möglichkeit haben, mit ihr zu rechnen, werden wir einen klaren Einblick in den ursächlichen Zusammenhang derjenigen Resultate gewinnen können, die beim

Studium der Gesetze der Pflanzenernährung, sowie bei der Bearbeitung der Düngungsfragen erhalten werden.

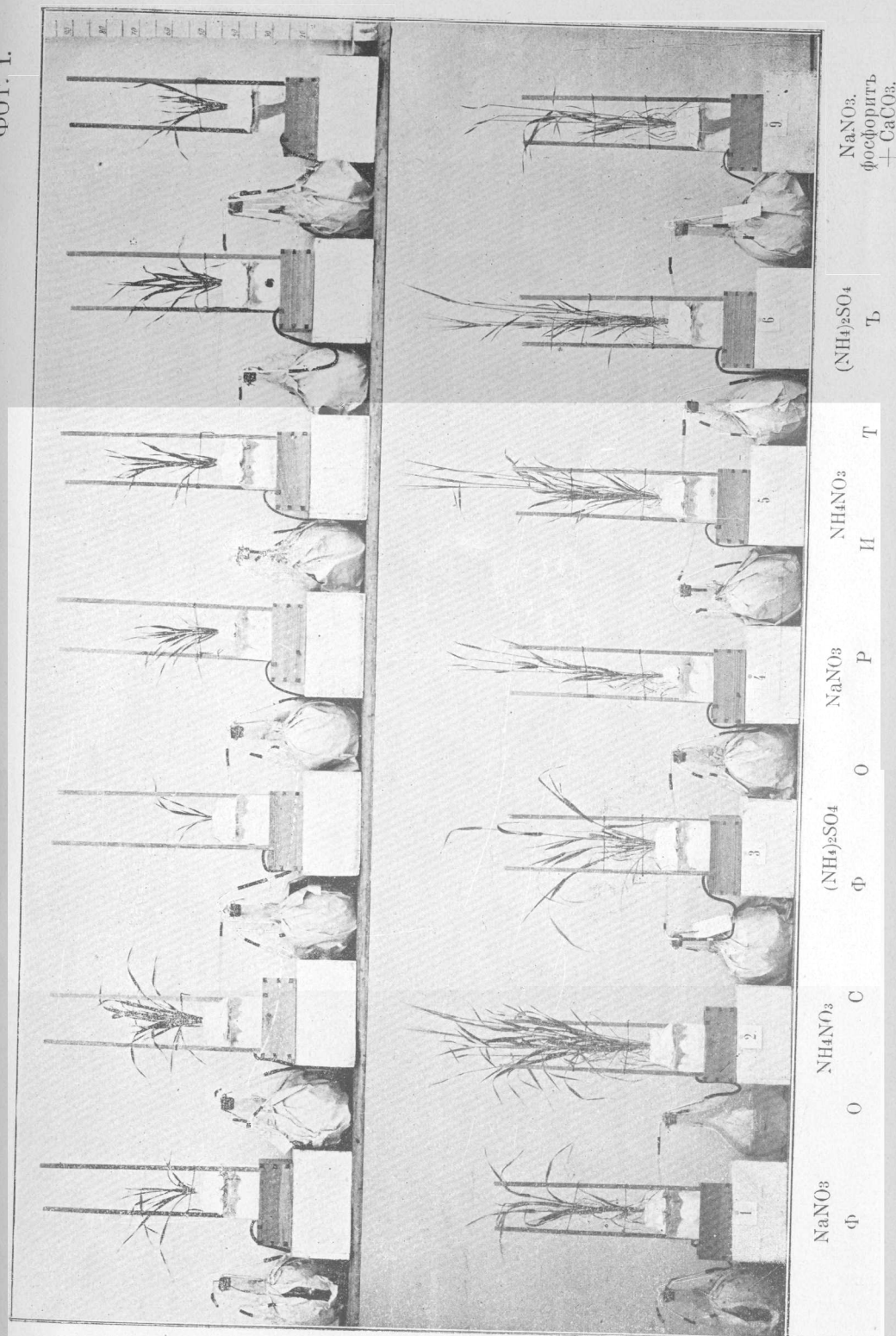
Nur Versuche, die es ermöglichen sämtliche Bedingungen ihrer Anordnung und Durchführung in Rechnung zu ziehen, können zu wirklicher Aufklärung der wechselseitigen Beziehungen zwischen der Pflanze und der toten Natur führen und zuverlässige, wissenschaftliche Grundlagen für den Pflanzenbau überhaupt und für die Anwendung der Düngemittel insbesondere ergeben.

Zum Schlusse spreche ich A. Lewizky, unter dessen Beistand ich die besprochenen Versuche durchgeführt habe, meinen aufrichtigen Dank aus.

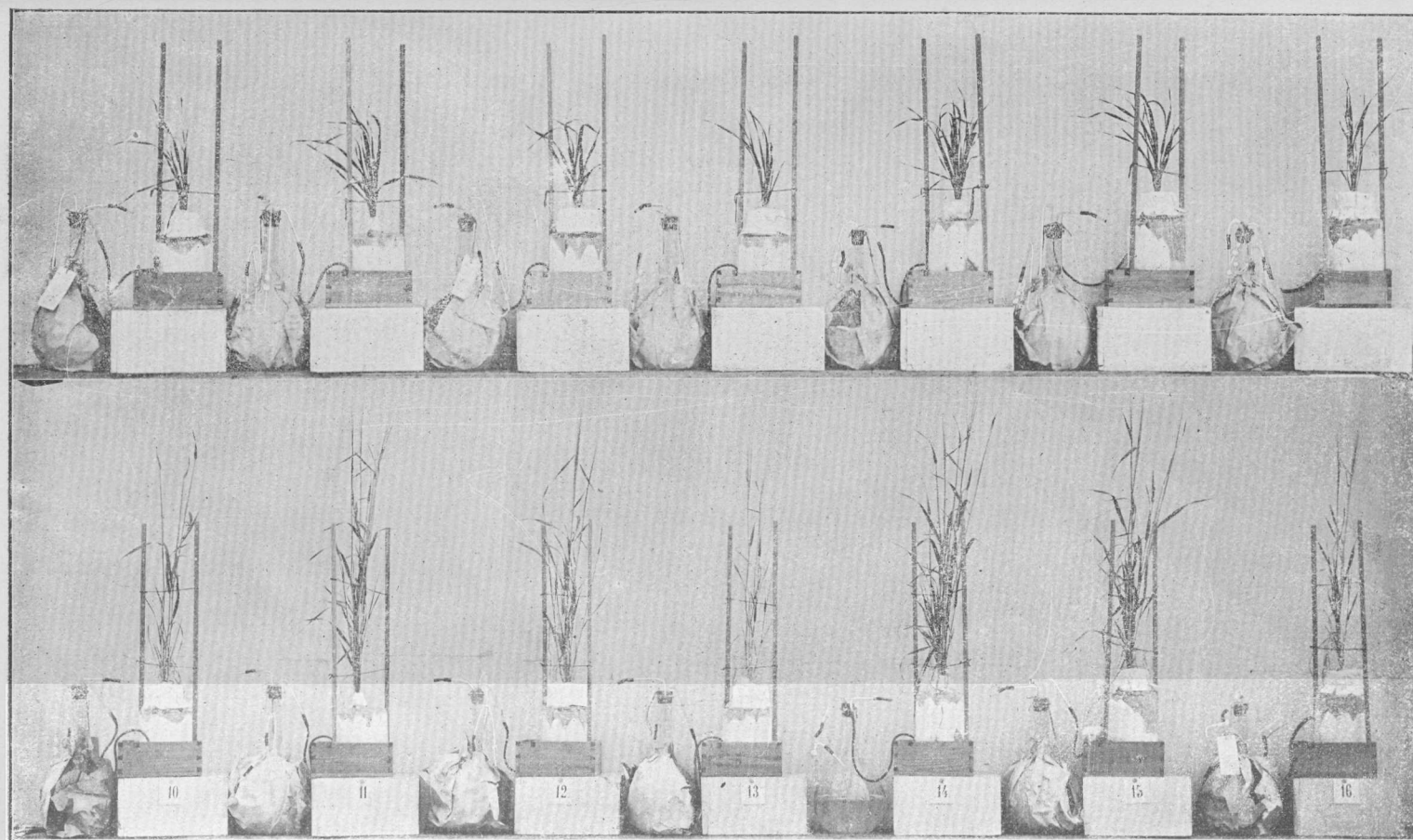
St.-Petersburg, Forstinstitut.

23. August 1904.

Фот. I.



ФОТ. II.



$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Фосфоритъ
+ CaCO_3

NaNO_3

NH_4NO_3

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

NaNO_3

NH_4NO_3

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

KH_2PO_4

FePO_4

<i>Н. Венденъ и Д. Левинъ.</i> Каталитич. свойства зерна злаковъ и муки	671
<i>А. Нильсонъ.</i> Прорастаніе ячменя	672
<i>А. J. Patten и E. B. Hart.</i> Природа главнѣйшихъ соединеній фосфора въ пшеничныхъ отрубяхъ	—
<i>F. K. Cameron и I. F. Breazeale.</i> Токсич. дѣйствіе кисл. и солей на всходы	673
<i>О. Левъ.</i> Нѣсколько замѣчаній объ ядовитости для растений солей магнія, стронція и барія	—

5. Частная культура с.-х. растений.

<i>Д-ръ В. Карпинскій.</i> Наши сѣмена сахарной свеклы	674
<i>Ст. Лесневскій.</i> Результаты опытовъ съ сортами оз. ржи въ 1903/4 г. на Собѣшинской опытной станціи	—
<i>А. Быхинъ.</i> Сравнительный опытъ посѣва оз и яр. пшеницы	675
<i>А. Семполовскій.</i> Опыты съ сортами оз. пшен. и рожью, ячм. и овсомъ	677
<i>Ст. Томоровичъ.</i> Нѣсколько словъ по культурѣ картофеля	680
<i>С. Янушевскій.</i> Отчетъ о результатахъ опытовъ, произвед. сѣтью оп. полей въ 1903 г.	681—682
<i>Д. Коченовскій.</i> Къ вопросу о полеганіи пшеницы	683
<i>Пр. А. П. Лидовъ.</i> О составѣ масла изъ сѣмянъ лопуха	—
<i>Д-ръ А. Семполовскій.</i> Коллективные опыты съ воздѣлываніемъ картофеля, произведенные подъ руководствомъ Собѣшин. оп. ст.	684
<i>А. А. Грибодовъ.</i> Сортовая рожь	—

6. С.-Х. Микробиологія.

<i>Л. Гилтнеръ и К. Штермеръ.</i> Новыя изслѣдованія надъ желвачками мотыльковыхъ и бактеріями, вызывающими ихъ образованіе	685
<i>Сестини.</i> Образованіе азотистой кислоты и нитрификация, какъ химическій процессъ въ культурныхъ почвахъ	688
<i>Г. Надсонъ.</i> I. Наблюденія надъ пурпуровыми бактеріями. II. О свѣщеніи бактерій. III. Еще о культурахъ диктиостелія и амебъ. IV. Приборъ для демонстраціи на лекціяхъ спиртового броженія	689
<i>Шарлотта Тернецъ.</i> Ассимиляція атм. азота грибомъ, живущ. въ торфу	690
<i>Зальфельдъ.</i> Внесеніе въ почву бактерій при культурѣ на осушен. моховыхъ торфяникахъ	—
<i>Александръ Коссовичъ.</i> Наблюденія надъ образованіемъ красящихъ веществъ разл. бактеріями въ подсахар. раств. пит. минер. солей	691
<i>Варшавскій.</i> Дыханіе и броженіе разл. видовъ убитыхъ дрожжей	—

7. Методы сельско-хозяйст. изслѣдованій.

<i>Е. Шульце.</i> О методахъ, пригодныхъ для открытія органическихъ основаній въ растительныхъ сокахъ и экстрактахъ	692
<i>Н. С. Sherman, C. B. Mc. Laughlin и E. Osterberg.</i> Опредѣленіе азота въ кормахъ и физиологическихъ продуктахъ	694
<i>Р. Зильбергеръ.</i> Изслѣдованіе количественнаго опредѣленія сѣрн. кисл.	—
<i>Edvard Murray East.</i> Прямое опредѣленіе калия въ золѣ растений	695
<i>Г. Витте.</i> Вѣсовой способъ опредѣленія крахмала Баумера и Боде въ примѣненіи къ мукѣ и продажному крахмалу	697
<i>О. Ферстеръ.</i> Отдѣленіе марганца	698
<i>Dr. W. Geesé.</i> Быстрые методы опредѣленія воды	—
<i>Ch. E. Rueger.</i> Способъ прямого опредѣленія глинозема	699
<i>М. Е. Поиши-Эско.</i> Опредѣленіе сѣры въ органическихъ веществахъ	—
<i>И Газенвеумеръ.</i> Упрощеніе въ способѣ опредѣленія калия въ почвѣ, золѣ и подобныхъ веществахъ	700
<i>Р. Зорге.</i> Объ опредѣл. лимоннораств. фосф. кислоты въ томас. мукѣ	—
<i>Р. Б. Гибсонъ.</i> Опредѣленіе азота по методу Кіельдаля	—
<i>Г. Лемэтръ.</i> Опредѣленіе перхлората натрія въ покупномъ азотно-кисломъ натріи	701

8. С.-Х. Метеорологія.

<i>Стебутъ, А. И.</i> О зависимости урожаявъ отъ метеор. факторовъ	703
<i>Ө. Вангенгеймъ.</i> Отчеты по Уютенскому опытному полю Курской губ. Дмитріевскаго уѣзда за 1901 и 1902 гг.	704
<i>В. Д. Огіевскій.</i> О вліяніи снѣжнаго покрова на плодоношеніе сосны	—
<i>Н. А. Димо.</i> Къ вопросу о влажности почвъ	705
<i>С. Д. Охлябининъ.</i> Снѣжн. покровъ въ Бузулук. бору зимою 1901—2 гг.	—
<i>А. Тольскій.</i> О вліяніи пахоты и рыхленія почвы на ея температуру	706
<i>Оттоковъ.</i> Многолѣтнія колебанія осадковъ и стока въ бассейнѣ р. Залы въ Саксоніи	—
<i>А. Дуловъ.</i> Нѣсколько данныхъ о продуктив. растит. транспираціи	707

Открыта подписка на 1905 годъ.

ЖУРНАЛЪ
ОПЫТНОЙ АГРОНОМІИ

Будетъ выходить каждые два мѣсяца книжками
не менѣе 7 листовъ каждая

подъ редакціей проф. П. КОССОВИЧА.

(С.-Петербургъ, Лѣсной Институтъ).

По слѣдующей программѣ:

I. Самостоятельныя статьи и работы по всѣмъ отдѣламъ научнаго земледѣлія и соприкасающихся специальностей.

II. Рефераты по вопросамъ: 1) Воздухъ, вода и почва; 2) Обработка; 3) Удобрѣніе почвы; 4) Растеніе (физиологія; 5) частная культура; 6) Сельско-хозяйственная микробиологія; 7) Методы Сельско-хозяйственныхъ изслѣдованій; 8) Сельско-хозяйственная метеорологія.

III. Библіографія.

IV. Новыя книги.

V. Объявленія.

Рукописи (въ заказныхъ бандероляхъ и написанныя, по возможности, четко, и на одной сторонѣ листа) просятъ направлять въ редакцію, на имя Петра Самсоновича Коссовича (Лѣсной Институтъ). Статьи, гдѣ-либо уже напечатанныя, не принимаются. Авторы оригинальныхъ статей просятъ одновременно присылать краткое извлеченіе изъ ихъ статей на нѣмецкомъ языкѣ или по крайней мѣрѣ на русскомъ для перевода въ редакцію. Оригинальныя статьи гонораромъ не оплачиваются. Отдѣльные оттиски изготавляются бесплатно въ 75 экземплярахъ. Рукописи ненапечатанныхъ самостоятельныхъ работъ хранятся въ редакціи, для возвращенія авторамъ, по ихъ требованію (почтой—за ихъ счетъ), въ теченіе 2 лѣтъ; возвращеніе ненапечатанныхъ рефератовъ, рецензій, и пр. не обязательно. Плата за рефераты и рецензіи по 32 рубля съ листа. Для переговоровъ редакція (Лѣсной Институтъ, кв. Коссовича) открыта по средамъ отъ 11 до 12 часовъ утра.

Цѣна за годъ съ пересылкой и доставкой 6 руб.

Подписка принимается въ редакціи «Журнала Опытной Агрономіи» (С.-Петербургъ, Лѣсной Институтъ, кв. Коссовича) и во всѣхъ болѣе извѣстныхъ книжныхъ магазинахъ. Г.г. ишгороднихъ подписчиковъ покорнѣйше просятъ обращаться непосредственно въ редакцію.

О с.-х. книгахъ, присланныхъ въ редакцію, дѣлается бесплатно объявленіе.

Журналъ за 1900, 1901, 1902, 1903 и 1904 года можно выписывать изъ редакціи по 6 руб. за годъ.

Объявленія принимаются на слѣдующихъ условіяхъ:

15 руб. за страницу, 8 руб.—за $\frac{1}{2}$ страницы, 4 руб.—за $\frac{1}{4}$ страницы,
 $\frac{1}{8}$ страницы—2 руб.

Journal für experimentelle Landwirtschaft. Herausgegeben von Prof. P. Kossowitsch, unter Mitwirkung der meisten Docenten für Agriculturchemie und Directoren der russischen Versuchsstationen.

Erscheint jährlich in 6 Heften von 6—7 Druckbogen; Preis pro Jahr—6 Rub. (12 Mk.). Zu beziehen durch die Redaction (Petersburg, Forstinstitut, Professor P. Kossowitsch).

Редакторъ-Издатель проф. П. Коссовичъ.

