

1948 K
2631
№ 1
ГУСМ
цена 8 р.

А. В. Давыдов

МЕТОДИКА АГРОНОМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Проф. Н. К. НЕДОКУЧАЕВ

ВЕГЕТАЦИОННЫЙ
МЕТОД

А—№ 1

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Народного Комиссариата Земледелия
НОВАЯ ДЕРЕВНЯ
ПЕТРОГРАД—1923.

М 6

ПРОВЕРКА

1948K

5045

2631

МЕТОДИКА АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н. К. НЕДОКУЧАЕВ

Проф. Петроградского Сельскохозяйственного Института,
Завед. Бюро расцениводства Госуд. Института Опытной
Агрономии.

ВЕГЕТАЦИОННЫЙ МЕТОД.

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО
ДЛЯ СТУДЕНТОВ И ОПЫТНИКОВ.

2-е ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ЗНАЧИТЕЛЬНО ДОПОЛНЕННОЕ.

С 7 рисунками.

А — № 1.

Карело-Финская Б-ка
Академия наук СФР
БИБЛИОТЕКА

Издательство Народного Комиссариата Земледелия
= НОВАЯ ДЕРЕВНЯ =
ПЕТРОГРАД—1923.

1992 г.

1979 г.

РИСУНКИ.

	Стр.
1. Фотография одного вегетационного опыта	4
2. Двускатный навес из парниковых рам	26
3. Односкатный » » » »	27
4. Железный вег. домик на Докучаевской оп. станции	28
5. » » » » Княжесворской » » с приспособл. для фильтрации воды.	31
6. Цинковый сосуд с желобом и каркасом	35
7. Набивка сосудов (слушательницы Стебутовских курсов)	62

1948 K
5045

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
От автора	5
Введение	7
Исторический очерк	9
Обстановка и техника метода	25
Вегетационные домики	25
Вагонетки	30
Сосуды	33
Материалы для наполнения сосудов	42
Песчаные культуры	43
Почвенные культуры	56
Набивка сосудов	61
Подготовка семян к посеву	65
Уход за растениями	71
Поливка	74
Прореживание	84
Борьба с вредителями	86
Ведение записей	87
Уборка растений и учет урожая	88
Разработка темы и схемы опытов	91
Приложения:	
Литература по вегетац. методу	97
Список и номенклатура питательных солей	98
Образцы бланков для записей	100

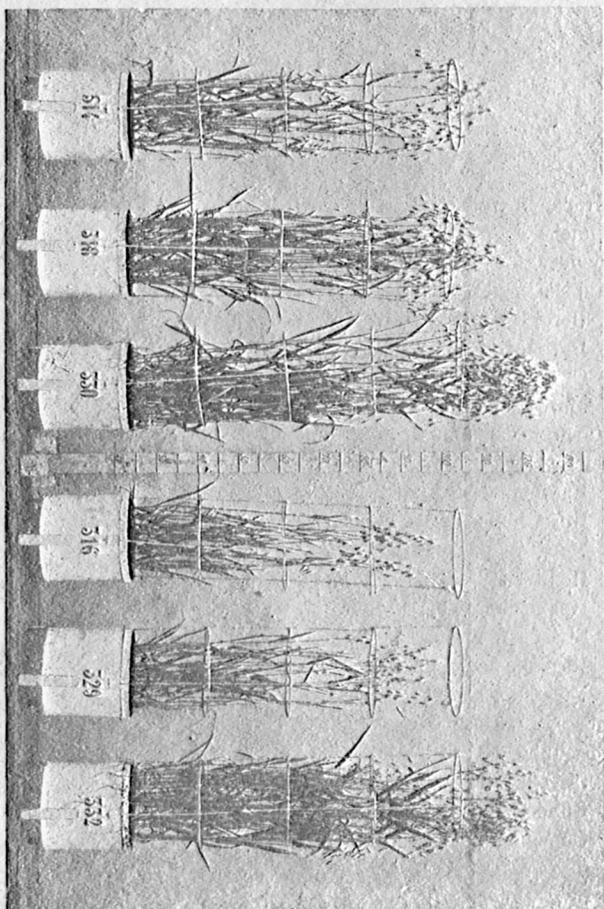


Рис. 1. Фотография одного вегетационного опыта.

ОТ АВТОРА.

Предлагаемое руководство к постановке вегетационных опытов напечатано было в 1902 году в Известиях Московского Сельскохозяйственного Института и выпущено в небольшом количестве экземпляров отдельными оттисками, которые вскоре же разошлись. Целый ряд условий помешал подготовить тогда же второе издание подобного руководства, в котором ощущалась значительная потребность. В настоящее время при сильном увеличении с.-х. школ, техникумов и пр. эта потребность чувствуется в еще большей степени. Поэтому мы решились выпустить наше первое руководство вторым изданием, значительно изменив и переработав во всех частях. Хотя за 20 лет, прошедших с выхода в свет первого издания, вегетационный метод у нас в России получил довольно большое распространение, но особых усовершенствований за это время не было, так как вопросами методики почти что не интересовались, тем не менее мы постарались использовать весь доступ-

ный материал, на что в тексте сделаны в соответствующих местах ссылки. Поэтому, не стремясь увеличить объем издания, мы ограничились этим, предполагая, что всякий, желающий глубже вникнуть в те или иные детали, сам найдет необходимые указания в первоисточниках.

Петроград.
Апрель, 1922 года.

В Е Г Е Т А Ц И О Н Н Ы Й М Е Т О Д

Проф. Н. К. Недокучаев

В В Е Д Е Н И Е.

Наличие точного метода исследования прежде всего обеспечивает успешность научной работы. Агрономия, если условно понимать ее как приложение физики, химии, почвоведения, ботаники и зоологии к объяснению сельскохозяйственных явлений, на первых порах развивалась исключительно за счет тех знаний и при помощи тех методов, какие давались той или иной дисциплиной. Было время, когда считали, что химия в приложении к земледелию может дать сельскому хозяину ответы на все вопросы сельскохозяйственной практики. Время это осталось далеко позади. Конечно, без химии нельзя обойтись и в настоящее время, но сфера ее применения, равно как и всякой другой естественно-исторической дисциплины, строго ограничена. Появилась и существует агрономическая химия, как и сельскохозяйственная или прикладная ботаника, с.-х. бактериология и др., пользующиеся при своих исследованиях соответственной методикой, но берущие объектом лишь то, что имеет непосредственное отношение к сельскому хозяйству. Однако, на ряду с сельскохозяйственной ботаникой существует и растениеводство и хотя объектом той и другой отрасли знания и является культурное растение, но это не одно и то же. Правда, что границы их тесно соприкасаются,

часто взаимно пересекаются, а иногда и трудно различимы, но все же полного слияния или резкого разграничения еще нет и быть может оно и неосуществимо и ненужно.

Если справедливо мнение, что самостоятельность каждой отрасли знания, помимо объекта исследования, определяется и наличием своих оригинальных методов исследования, то растениеводство имеет все права на признание его самостоятельной дисциплиной, хотя ему и приходится прибегать к помощи других соседних областей знания.

Такими чисто растениеводственными методами являются полевой и вегетационный методы, которыми не пользуются другие научные дисциплины.

Не имея в виду детально останавливаться на истории возникновения и дальнейшем развитии этих двух методов, следует все же отметить, что самое поверхностное ознакомление с этим вопросом показывает как одновременность их возникновения, так и постоянный их параллелизм, прежде и в настоящее время. Но если прежде было стремление заменить один другим, то теперь как будто сферы их применения уже получили, так сказать, демаркационные линии и каждому из них отведена определенная область исследования. Так ли это на самом деле, видно будет из следующего изложения.

Исторический очерк.

Главными объектами земледелия, как науки, являются растение, почва и удобрение. Имея в виду ту сложность, которая создается в действительности при взаимодействии этих трех объектов, мы легко поймем современную относительную недостаточность развития этой отрасли знания и еще понятнее для нас явится необходимость выработки новых методов исследования в этой области и усовершенствования уже существующих. Одним из таких методов, получившим в настоящее время широкое распространение, является вегетационный метод, т.-е. метод выращивания растений в искусственной обстановке. Как при изучении какого-либо сложного явления первой задачей исследователя является—разложить данное явление на его составные элементы и изучить каждый из них в отдельности, так и первая задача физиолога-агронома состояла в том, чтобы определить потребности растения независимо от почвы, затем изучить почву как таковую и выяснить ее отношение к растению и удобрению. Конечно, все намеченные вопросы могли быть решены несколькими путями, но несомненно, что наиболее прямым является тот, на который указал Буссенго: «мнения, высказанные в разное время после Соссюра о составе почвы и природе удобрения, часто взаимно противоречивы. Обсуждая их, я заметил, что между ними как раз не доставало одного, на мой взгляд наиболее важного—мнения самих ра-

стений»¹⁾. Это и есть вегетационный метод, объектами которого являются растение, почва и удобрение в отдельности и их взаимодействии друг с другом.

Если обратиться к истории возникновения вегетационного метода и проследить его постепенное развитие, то станет ясно, что своим развитием он всецело обязан деятельности сельскохоз. опытных станций, которые могут отпраздновать 75-летие своего существования²⁾. Эти научно-практические учреждения, возникнув впервые в Германии, первой своей задачей поставили изучение вопросов питания растений, именно тех вопросов, которые, благодаря горячей критике Либиха, требовали настоятельного разрешения. Правда, первые попытки выращивания растений относятся еще к середине XVIII столетия: Бонне³⁾ и Дюгамель⁴⁾ выращивали растения в иной среде, чем почва, — губка, влажный мох, вода, но полное развитие этого метода всецело принадлежит прошлому столетию и непосредственно связано с развитием и деятельностью с.-х. опытных станций. Первая задача — стоявшая пред ними — состояла в выработке нового метода для изучения тех питательных веществ, которые необходимы для нормального развития растений.

Химический анализ золы растений не давал достаточно определенных указаний, так как состав золы не только представителей разных видов, но и в пределах одного и того же вида колеблется в широких размерах в зависимости от внешних условий, как-то: почвы, климата и т. п. Необходимо было избрать другой путь и при помощи точного физиологического опыта убедиться, какие

¹⁾ Цит. по Сельск. Хоз. и Лес., 1892, т. 171, ст. 2.

²⁾ Речь идет о германских опытных станциях.

³⁾ Grandeau.—Cours d'agriculture de l'école forestière. Paris, 1879, стр. 104.

⁴⁾ Фаминцин.—Обмен веществ, стр. 543.

вещества необходимы для развития растения. Основные условия такого опыта несложны: «мы доставляем одному растению (говорит К. А. Тимирязев) все вещества, которые анализ показывает в самом растении или в почве, а рядом с ним другому, совершенно такому же растению доставляем все вещества *минус одно* и наблюдаем, какие окажутся различия»¹⁾. Буссенго, Вигман, Польсторф²⁾ и др. при изучении вопросов питания в качестве питательного субстрата пользовались золой семян тех растений, которые фигурировали в их опытах. Задача Буссенго при решении вопроса об источниках N для растений была сравнительно облегчена тем, что ему приходилось исключать лишь один этот элемент и не нужно было подыскивать питательной смеси. Другое дело — изучить значение нескольких элементов и определить нормальную смесь веществ, в которой растения могут достигать полного развития. Первым условием для достижения этой цели является выбор бесплодной, индифферентной среды, в которой корни растений могут развиваться вполне нормально. Много веществ могли служить для данной цели — платиновая проволока, угольный порошок, истолченный кварц, прокаленная пемза, стеклянные бусы, кварцевый песок и дистиллированная вода. Каждый из названных материалов представляет целый ряд положительных и отрицательных качеств, но большинство их не могли найти применения при массовом производстве опытов, и лишь песок и вода являются такими, которые, повидимому, могут удовлетворить всем требованиям. Таким образом наметились два приема для изучения питания растений, именно водные и песчаные культуры. Возникли они почти одновременно: в конце 50 гг. прошлого века Кноп и Сакс почти в одно и то же время работали над разрешением вопроса:

¹⁾ Тимирязев.—Жизнь растения, стр. 83.

²⁾ Grandeau.—Cours d'ag. и т. д.

какая питательная смесь наиболее подходит для нормального развития растений в дистиллированной воде. Почти в то же самое время Гелльригель добивался того же, избрав в качестве индифферентной среды не воду, а песок. Кноп ¹⁾, Сакс ²⁾ и Штёкгард ³⁾, начавшие свои опыты в песке, вскоре перешли к водным культурам, так как оказалось трудно достать абсолютно бесплодный песок, а очищение его сопровождалось тратой времени и сил, затем физические свойства песка (его плотность) оказывали неблагоприятное действие на развитие корневой системы и т. п. Но Гелльригелю удалось избежать всех этих недостатков, конечно не сразу, а путем долголетнего и кропотливого труда. Та настойчивость, с которой Гелльригель добивался намеченной цели и которая заслуживает глубокого внимания, увенчалась одним из величайших открытий, важность которого бесспорно оценена и физиологами и агрономами. Путь, которым шел Гелльригель, очень поучителен, и на этом стоит остановить внимание.

Главная задача, которую себе поставил Гелльригель, заведя с.-х. опытной станцией в Даме, состояла в определении формы и количества тех веществ, которые необходимы для нормального развития растений в индифферентной среде. Как я заметил выше, анализ золь растений давал лишь в общих чертах представление, какие вещества необходимы для питания растений, но количество и форма питательных веществ оставались неопределенными, так как при том способе озоления, какой обычно практикуется, минеральные соединения, входящие в состав растений, претерпевают ряд изменений, некоторые же вещества совсем ускользают от анализа, улетучиваясь при сжигании растительной массы.

¹⁾ Landwirtschaftliche Versuchsstationen. 1859, 1 и 181.

²⁾ Ibid. 1859, 203.

³⁾ Ibid. 1899, 21.

Исходя из состава золь данных растений, Гелльригель сначала выбрал три питательных смеси—одну с преобладанием К (смесь X), другую—с преобладанием Са (смесь Y) и третью—среднюю между X и Y (смесь Z); иначе говоря, он для первой смеси взял такие количества кали, натра, извести и магнелии, которые относились, как 4:4:4:4, во второй, как 2:2:12:4 и в третьей, как 1:1:16:4. Выбрав эти смеси, как основные, Гелльригель в дальнейших опытах видоизменял их в том или другом направлении, так и иначе комбинируя с целью отыскать такую смесь, которая наиболее отвечала бы потребностям данного растения, т.-е. такую, в которой оно развивалось бы так же, как и при естественных условиях. За единицу той или иной смеси, Гелльригель избрал то количество всех солей, которое составило бы $\frac{1}{10}$ от веса индифферентного субстрата, взятого в определенном количестве для данного опыта. Количество же отдельных солей вычислялось по их эквивалентам. Таким образом получался ряд опытов, в котором количество минеральных солей прогрессивно увеличивалось, при чем один из элементов во всем ряду или оставался неизменным или же увеличивался соответственным образом.

Для пояснения приведу схему одного из многих опытов Гелльригеля, впервые опубликованных им в 1861 г. ¹⁾.

A) №		B) №
1.	$0.1x + 0.069$	1. $0.01x$
2.	$1x + 0.069 \times 10$	2. $0.05x$
3.	$5x + 0.069 \times 50$	3. $0.1x$
4.	$10x + 0.069 \times 100$	4. $0.5x + 0.693 \text{ NH}_4 \text{ NO}_3$
		5. $1x$
		6. $5x$
		7. $10x$

¹⁾ Annalen der Landwirtschaft, 1861, т. 37, ст. 216 и др. и 1863 т. 41, 42, стр. 53, 119 и 296.

Здесь, как видно, количество N в виде азотно-кислого аммония то изменяется, то остается постоянным, в других подобных же опытах то же проделывалось для P_2O_5 , K_2O , Na_2O , CaO , MgO и SiO_2 .

Эти предварительные опыты, тянувшиеся с 1858 по 1863 г., показали полную возможность выращивания растений в такой среде, как песок. Правда, оставалось еще очень много чисто технических вопросов, разрешению которых Гелльригель посвятил почти десять лет, в результате чего явились его «Материалы для научных основ земледелия»¹⁾, где на основании громадного числа опытов выяснилось влияние всех тех факторов, от которых зависит развитие растения в искусственной среде, и указывались те приемы, при применении которых вегетационный опыт является строго научным экспериментом.

Эта предварительная и многолетняя работа, давшая положительный результат, была прервана, и лишь через 10 лет Гелльригель имел возможность применять свой метод к изучению одного из интереснейших вопросов физиологии, который оставался нерешенным, несмотря на усилия целого ряда агрономов и физиологов, — вопроса об усвоении газообразного N. Эта работа, явившаяся как бы пробным камнем для вегетационного метода, увенчалась столь блестящими результатами, что имя Гелльригеля навсегда останется в памяти людей теории и практики²⁾.

Вообще говоря, все учение о питании растений обязано своим развитием методу искусственных культур, т.-е. выращиванию растений в песке или воде; правда, так называемые водные культуры не получили широкого

¹⁾ Beiträge zu den naturwiss. Grundlagen des Ackerbaues и т. д. Braunschweig, 1883.

²⁾ Hellriegel und Wilfarth—Untersuchungen über die Stickstoffnahrung d. Gramineen u. Leguminosen, Berlin, 1888.

распространения при работах прикладного характера, но зато «песчаные культуры» до сих пор занимают видное место в обиходе с.-х. оп. станций, и роль их далеко не окончена. Если в настоящее время общие вопросы питания растений выяснены в достаточной мере, то остается множество частных вопросов о роли тех соединений, питательное значение которых совершенно неизвестно, и определить их роль, как удобрений, возможно лишь, выращивая растения в безразличной среде. При культуре в почве последняя настолько может изменить действительные свойства исследуемого соединения, что его истинное значение совершенно извратится. Помимо того, что физические свойства разных почв неодинаковы, здесь приходится считаться с их поглотительной способностью, благодаря которой вещества растворимые переходят в нерастворимую и часто трудно усвояемую форму. Лишь устранив почву, можно судить об отношении растения к тому или иному удобрению, как таковому. Таким именно путем Д. Н. Прянишникову и П. С. Коссовичу удалось установить истинное значение фосфоритов, как удобрений, для различных растений. В то время, как химический анализ в деле оценки удобрений при помощи тех или иных растворителей дает лишь общее заключение о ценности веществ, содержащихся в удобрении, вегетационный опыт позволяет судить об этом более детально. Так, на основании вегетационных опытов удалось установить, что различные растения относятся к фосфоритам неодинаково; в опытах П. С. Коссовича¹⁾ оказалось, что одна весовая единица P_2O_5 фосфорита производит неодинаковый эффект при культуре овса и гороха; первый дает урожай при известных условиях в 24,0 гр., тогда как горох *ceteris paribus* 52,6, т.-е. вдвое больший и т. п.

¹⁾ Отчет сельскохозяйственной лаборатории М. З. и Г. И. Спб. 1900. 40.

В подобных опытах создается переход от теоретических вопросов питания к таким, которые имеют чисто практическое значение. Изучая усвояемость данного удобрения в безразличной среде независимо от других факторов, мы определяем его, так сказать, «абсолютную усвояемость», зависящую только от свойств самого удобрения, как такового, и растения, которое в данном случае играет роль реагента, отвечающего объективным образом на поставленный вопрос.

Таким образом песчаными культурами могут решаться задачи двоякого рода—с одной стороны изучение свойств культурного растения по отношению к различным факторам роста (кроме почвы), а с другой стороны, анализ или оценка удобрений при помощи растения. Несомненно, что эти две задачи взаимно переплетаются и дополняют друг друга, но не исчерпывают вполне всех вопросов земледельческой науки, так как агроному всегда придется считаться не только со свойствами культурного растения, но и с почвой, как средой, от свойств которой зависит развитие растения.

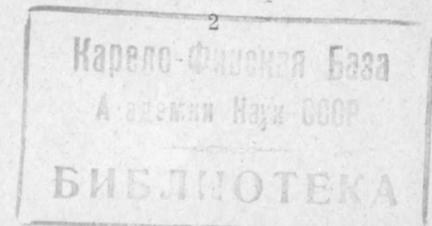
Но почва—не безразличная среда, наоборот это—очень сложный субстрат, в котором происходит целый ряд процессов, обуславливающих собою больший или меньший урожай и так или иначе видоизменяющих внесимое удобрение. Невозможность точного учета и раз'единения всех факторов роста, обуславливаемых почвой, делает малоуспешными или недостаточно ясными опыты, непосредственно располагаемые на почве при ее естественных условиях залегания.

Пропаганда минеральных удобрений в Германии дала сельскохозяйственным учреждениям целый ряд новых задач, касавшихся вопросов о том, какие удобрения и в каком количестве на данной почве под то или другое растение оказываются наиболее действительными, т.-е. дающими наибольший урожай. Ряд полевых опытов, про-

изводившихся в 1860—1870 гг. на опытных полях, дали столь противоречивые результаты, что разобраться в этом хаосе противоречий не было никакой возможности. Вникая в причину этих неудач, П. Вагнер¹⁾, директор с.-х. оп. станции в Дармштадте, пришел к выводу, что виной всех неудач служит отсутствие точного научного метода, дающего возможность проверки всех условий опыта и знание источников и пределов погрешностей. Желая достигнуть поставленной цели, П. Вагнер повторил некоторые полевые опыты с различными видоизменениями и пришел в конце концов к тому, что точное решение вопросов удобрения возможно лишь в том случае, если все факторы роста за исключением одного будут совершенно тождественны; а это достижимо, лишь применяя к опытам с почвой вегетационный метод, в чем он и приступил в 1879 г. Как известно, Вагнер пошел в такому выводу не сразу. Начав свои полевые опыты на делянках сравнительно большой площади, он, постепенно уменьшая их, перешел к небольшим и, наконец, желая устранить различные внешние влияния, он воспользовался цементными ящиками, врытыми в землю, — а отсюда один шаг к употреблению небольших сосудов, что дало наиболее удовлетворительные результаты. Почва, в опытах Вагнера играла роль индифферентной среды в которой при помощи растения изучались свойства разных удобрений, и различие опытов Вагнера от так называемых песчаных культур «заключается в том, что он воспользовался для изучения удобрений средой не вполне бесплодной, как вода и песок, а средой односторонне-истощенной, именно почвой, известным образом подготовленной». Сравнивая эффект равных количеств P_2O_5 и N в форме различных удобрений, П. Вагнер очевидно

¹⁾ Journal f. Landw. Zur Begründung u. Ausbildung einer exacten Methode d. Düngungsversuche, 1880, т. 28, и Landw. Jahrbücher, 1883, т. XII, 583.

1948к
5045



не мог игнорировать при этом такой важный фактор, как воздействие самой почвы, но, с другой стороны, применяя вегетационный метод для изучения различных удобрений, П. Вагнер поставлен был в необходимость ради наглядности и точности опытов—искусственно истощать почву в отношении одного какого-либо элемента, действие которого, как удобрительного вещества, предполагалось изучить.

Для опытов с фосфорнокислыми туками почвы систематически истощались в отношении P_2O_5 , для опытов с N—в отношении N и т. д. Истощение достигалось продолжительной непрерывной культурой растений (почвы засыпались в цементные ящики) и, чтобы вызвать более полное одностороннее истощение, почвы удобрялись всеми удобрениями кроме одного—именно того, для испытания которого предназначалась почва. Так, напр., почвы нужные для опытов с фосфорнокислыми туками удобрялись калием и азотом; почвы, предназначавшиеся для изучения азотистых удобрений, обогащались калием и P_2O_5 и т. д.

В результате получались почвы с весьма резкой реакцией на испытываемые удобрения; однако по своим прочим свойствам почвы оставались вполне естественными, т. е. не изменялись в смысле воздействия на удобрение.

Метод Вагнера, т. е. несколько видоизмененный вегетационный метод, получил за границей самое широкое распространение, благодаря тому, что с развитием торговли удобрительными туками постоянно возникала потребность в изучении и сравнении этих туков и почти все опытные станции оказались загроможденными одной и той же работой. Сам П. Вагнер со своими сотрудниками производил ежегодно около 1.700 отдельных опытов. Нечего и говорить, что в этой области вегетационный метод оказал практическому земледелию более ценные услуги, нежели то мог бы сделать один химический анализ. Достаточно указать, что значение томасовых шла-

ков было выдвинуто исключительно благодаря обстоятельным опытам Вагнера, Меркера и др.

Последнее новейшее по времени видоизменение вегетационного метода состояло в том, что средой для развития растений была избрана не та односторонне-искусственно истощенная почва, которая оказалась столь удобной для изучения удобрений, а естественная почва с присутствием ей плодородием. Задача этого видоизменения очевидно в том, чтобы сделать объектом изучения не растение и удобрение, а почву ¹⁾.

Несомненно, что задачи вегетационного метода при изучении почвы могут быть очень разносторонни; выращивая растение на испытываемой почве, можно точнее, чем каким бы то ни было другим способом, изучить почву с разных точек зрения: так, напр., можно определить таким путем количество легко-усвояемых соединений, изучить питательное достоинство различных механических конституентов и вообще отношение почвы к различным факторам роста, «если только этот фактор поддается учету и может быть по произволу изменен». Здесь открывается широкое поле для решения самых разнообразных задач, хотя до сих пор вегетационный метод в этой области чаще всего находил применение при изучении вопросов большой практической важности, именно в вопросе, нуждается ли данная почва в удобрении и если нуждается, то в каком именно и в каком количестве его следует вносить, чтобы вызвать желаемое повышение урожая. Теоретически решение вопроса очень просто: путем сравнения урожаев растений, выросших на почве неудобренной и получившей одно и несколько данных удобрений, обычно N, P_2O_5 , K_2O , по схеме, данной Либшером для полевых опытов, т. е. O, N, P, K, NP, NK, PK, PPK, по повышению урожая в том или другом

¹⁾ В. Винер. «Хозяин», 1898 г.

случае можно судить о роде удобрения, вызывающем наибольший эффект; так, напр., в одном из опытов, произведенных в лаборатории кабинета частного земледелия Московского Сельскохозяйственного Института при удобрении одной из испытанных почв получился следующий ряд цифр:

Сосуд	№ 1	2	3	4	5	6	7	8
Удобрение	0	P	N	K	PN	PK	KN	PNK
Урожай	10,0	11,2	12,5	11,8	24,3	10,0	12,5	32,0

Отсюда видно, что значительное повышение урожая получилось лишь при внесении P_2O_5 и N или при P_2O_5 , N и K_2O , тогда как ни P_2O_5 , ни N в отдельности не вызвали значительного эффекта, ясно что почва нуждается в P_2O_5 и N. В другом случае получилось:

0	P	N	K	PN	PK	KN	PNK
10,0	24,0	8,0	8,4	33,5	20,6	8,4	30,0

т.-е. резкая реакция на P_2O_5 .

Таким образом, внося в первом случае N и P_2O_5 и P_2O_5 во втором, следует ожидать повышения урожая; но при перенесении данных вегетационного опыта в поле этих указаний еще недостаточно. Дело заключается в том, что предсказать на основании этих цифр, какой урожай получится в поле при внесении такого-то количества суперфосфата или чилийской селитры при современном состоянии наших званий, нет возможности, так как у нас нет данных для вычисления того коэффициента или того соотношения, какое должно бы быть между цифрами вегетационного и полевого опыта, производимых с одной и той же почвой. Трудность его вычисления зависит от того, что урожай определяется совокупностью целого ряда факторов, которые вообще не одинаковы в том и другом случае.

Добиться их полного тождества едва ли мыслимо, и та искусственность условий, которая создается в веге-

тационных опытах, является одной из слабых сторон этого метода. Действительно, при изучении *почв* с помощью вегетационных опытов очень трудно придать почве то строение, которое присуще ей в естественном состоянии, т.-е. в поле. А так как от того или иного строения почвы ход различных химических и биологических процессов, как-то: выветривания минералов, разложения органических веществ, нитрификации и денитрификации и т. п., сильно видоизменяется, то понятно, что запас легкоусвояемых веществ в почве искусственной и естественной далеко неодинаков, а след. и эффект удобрения в вегетационных опытах и полевых *ceteris paribus* будет за немногими лишь исключениями различен.

«Урожай, получаемые в сосудах, достигают огромных размеров, так что при перечислении на десятину урожай в сосудах нередко превышает 1.000 пудов органического вещества даже на почве неудобренной. Это показывает, что при опытах в вегетационных сосудах существует усиленный запрос на питательные вещества, а следовательно и на удобрение, и что в сосудах происходят процессы, уменьшающие потребность в удобрении путем увеличения количества питательных веществ, которое почва может предоставить в распоряжение растений, без какового увеличения трудно себе объяснить получение таких громадных урожаев и без удобрения. Процессы последнего рода могут принять значительные размеры только в почвах, богатых питательными веществами, хотя бы в форме, малодоступной растениям; наоборот в почвах бедных должны взять верх процессы, действующие в сторону увеличения потребности в питательных веществах. Таким образом при оценке результатов, получаемых путем вегетационных опытов, всегда придется считаться с указанными явлениями. Когда опыт укажет на потребность почвы в питательных веществах, придется решить вопрос о том, зависит ли полученный результат

от того, что в почве существует недостаток в данном веществе, или же от того, что растения в условиях опыта предъявляют усиленный запрос на питательные вещества. Когда же опыт покажет, что почва не реагирует на данное питательное вещество, то придется решить, зависит ли этот результат оттого, что почва действительно не нуждается в удобрении, или же от того, что в условиях опыта происходит в почве усиленное образование удобоусвояемых питательных веществ. И в первом и во втором случае трудно дать определенный ответ на поставленный вопрос, а это значительно сужает сферу применения вегетационного метода при изучении почвы»¹⁾.

Несомненно, что не всегда целью вегетационных опытов является достижение естественных условий полевого опыта. По этому поводу П. С. Коссович²⁾ говорит, что «ставить себе непременно условием иметь при всех опытах в сосудах почву в ее естественном состоянии было бы неправильно, так как в таком случае пользование вегетационным методом было бы весьма ограничено. Надо только ясно сознавать условность постановки опытов в сосудах и всегда иметь ее в виду, делая выводы из результатов опытов». Поэтому-то выяснение, «насколько результаты опытов произведенных по этому методу могут иметь в том и другом случае большее или меньшее непосредственное значение для практики—является одной из задач будущих экспериментов».

Будущему же принадлежит и другая широкая задача—где вегетационный метод может иметь очень широкое и экономически важное значение—именно в деле бонитировки почв. Первая попытка применения его у нас в

¹⁾ Франкфурт, «Вегетационные опыты»—Энциклоп. Рус. Сельск. и Лесн. Хозяйства, т. I, стр. 884. Спб. изд. Девриена, 1900 г.

²⁾ Отчет Сел.-Хоз. и Хим. Лаб. М. З. и Г. И., год II, 10, 11.

России принадлежит проф. С. Богданову¹⁾, а впоследствии В. Винеру²⁾. Как известно, в почвенно-оценочном деле—изучение плодородия почвы является одним из необходимых элементов. Но обычные способы определения естественной производительности почвы статистическим или химическим путем не всегда приводят к желаемому результату, вот почему В. В. Винер и попытался применить для данной цели вегетационный метод. Не буду останавливаться на подробностях, так как работы Богданова и Винера остались незаконченными, укажу лишь, что они, поскольку можно судить по этим предварительным данным, не дали ничего, что от них ожидалось. Возможно, что при дальнейшей разработке они привели бы к положительным результатам.

То же, в сущности говоря, приходится отметить и о попытке Е. А. Домрачевой³⁾ изучать почвенные типы в их естественном сложении при помощи вегетационного метода, для чего были сконструированы специальные сосуды. Попытка, к сожалению, не получила дальнейшего развития и хотя в принципе метод и вызывает ряд возражений, все же дальнейшая разработка могла бы дать очень интересные данные.

В новейшей истории вегетационного метода заслуживают упоминания работы К. К. Гедройца, чисто методологического характера, что является очень важным, так как после работ Гелльригеля в сущности вопросы методологии были в забросе и многие видоизменения, получившиеся в процессе работы, не подвергались достаточной методологической проверке. В работах К. К. Гедройца это нашло свое полное выражение и к ним он подошел

¹⁾ Сельское Хозяйство и Лесоводство. Отчет о работах по изучению плодородия почв, 1896, № 12, 1897, № 11 и 12.

²⁾ «Хозяин», 1898.

³⁾ Е. А. Домрачева.—Культурный метод в применении к определению сравн. достоинства почв. Псков, 1907.

с разных сторон и с точки зрения изучения влияния свойств вегетационных сосудов на развитие растений и влияния свойств почвы и разных условий приемов выращивания растений, как-то: времени и густоты посева ¹⁾.

Западно-европейская практика за последние годы внесла в постановку вегетационных опытов значительное уточнение учета опыта введением большего числа контрольных сосудов и вычисления средней арифметической ошибки.

Само собой разумеется, что это не разрешало тех основных вопросов о применении и значении вегетационного метода, о которых говорилось выше, и поэтому к настоящему моменту вопрос остается в прежнем положении и его формулировка сделана очень удачно А. Г. Дояренко, который сферой применения вегетационного метода считает «преимущественно вопросы питания растений, ибо при решении их можно достигнуть почти исчерпывающей полноты расчленения факторов вплоть до полной изоляции отдельных элементов питания, осуществляемой, напр., при методе «изолированного» питания» ²⁾.

Спор о преимуществах полевого и вегетационного метода или замене одного другим разрешается А. Г. Дояренко, как это, в сущности, и понимается всеми объективно относящимися к делу, тем, что он отдает должное каждому из них, говоря, что «комбинация полевого и вегетационного метода и является единственно правильным разрешением спора о преимуществе того и другого и приводящего часто до отрицания одного из этих, по существу неразделимых, методов».

До сих пор шла речь о вегетационном методе в узком смысле слова, т.-е. об опытах в сосудах, наполняемых каким-либо твердым субстратом, каким

¹⁾ Груды Сел.-Хоз. Химической Лаборатории в С.-Петербурге. Вып. VIII. Спб., 1913.

²⁾ А. Г. Дояренко.—Кр. руководство к постановке вегет. опытов. Москва, 1909.

являются кварцевый песок или почва; но, как это уже отмечено выше, для тех же целей применима и дистиллированная вода—это метод «водных культур»; однако этот метод ни по своему значению, ни по размерам применения не может сравниваться с собственно вегетационным; так как при помощи водных культур возможно решать лишь вопросы питания растений и по преимуществу с веществами, растворимыми в воде; затем его громоздкость, невозможность «массовых» опытов и пр. делают его по преимуществу методом физиологических лабораторий; в виду этого в дальнейшем мы не будем его касаться, отсылая интересующихся к специальным руководствам ¹⁾.

Таким же ограниченным и чисто специальным по сфере применения методом являются стерильные культуры и метод изолированного питания, о которых можно найти в литературе достаточно указаний ²⁾.

Обстановка и техника вегетационного метода.

Главное условие метода—точный учет или расчленение факторов роста требует устранения всех случайных агентов и воздействий, что достигается прежде всего помещением выращиваемых растений под защитой. Для этого служат «вегетационные домики» или теплицы, светлицы, устройство которых очень разнообразно. Существенным здесь

¹⁾ В. Детмер. Кр. практ. курс физиологии растений. Перев. С. Нагибина. Москва, 1907 г.

С. Франкфурт.—Водные культуры. Ст. в полной Энциклопедии русск. с.-хоз., т. I, стр. 1157. Изд. Девриена, Спб. 1900.

²⁾ Ив. Шулов.—Исследования в области физиологии питания высших растений при помощи методов изолированного питания и стерильных культур. Изв. Моск. С.-Хоз. Института, 1913 г., кн. 3 также и отдельным изданием). Москва, 1913 г.

является стеклянная крыша, предохраняющая от дождя, но дающая растениям нормальное освещение, что кажется защиты с боков, то это уже представляется второстепенным, и даже нежелательным, так как одним из недостатков всякого рода теплиц является плохая вентиляция, в силу чего в этих хотя и неотапливаемых теплицах температура и влажность воздуха всегда выше,



Рис. 2. Двускатный навес из парниковых рам.

чем на открытом воздухе. Но в целях защиты растений от сильных ветров, косого дождя приходится прибегать к устройству боковых, тоже застекленных, стен, устраивая по возможности вентиляционные приспособления в виде жалюзи внизу и открытого конька на крыше.

Вентиляция необходима потому, что хотя сосуды с растениями по возможности выкатываются на вагонетках на открытый воздух, но ночью и в ненастную

погоду их приходится держать в теплице и на это время обеспечивать их по возможности свежим воздухом.

Устройство теплиц самое разнообразное; в нашей практике приходилось иметь дело с примитивными и временными приспособлениями в виде двух- или односкатного навеса, крытого парниковыми рамами, устрой-

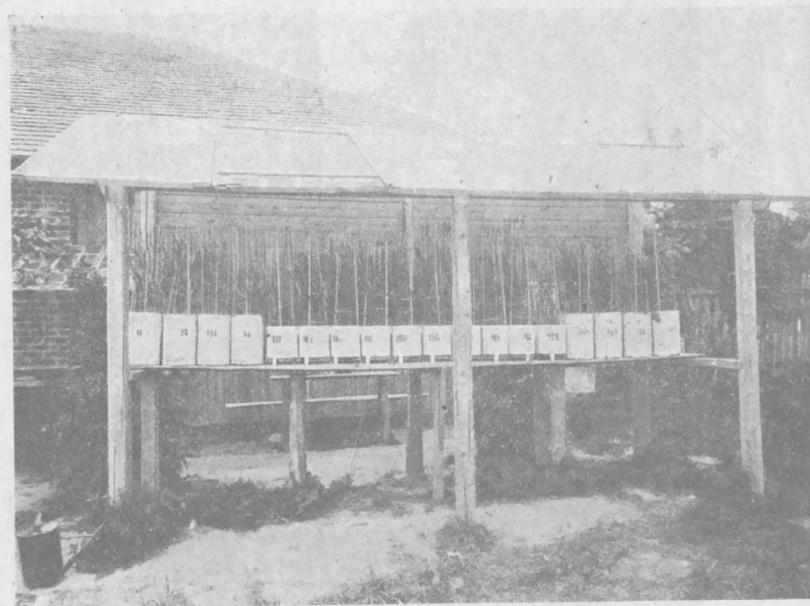


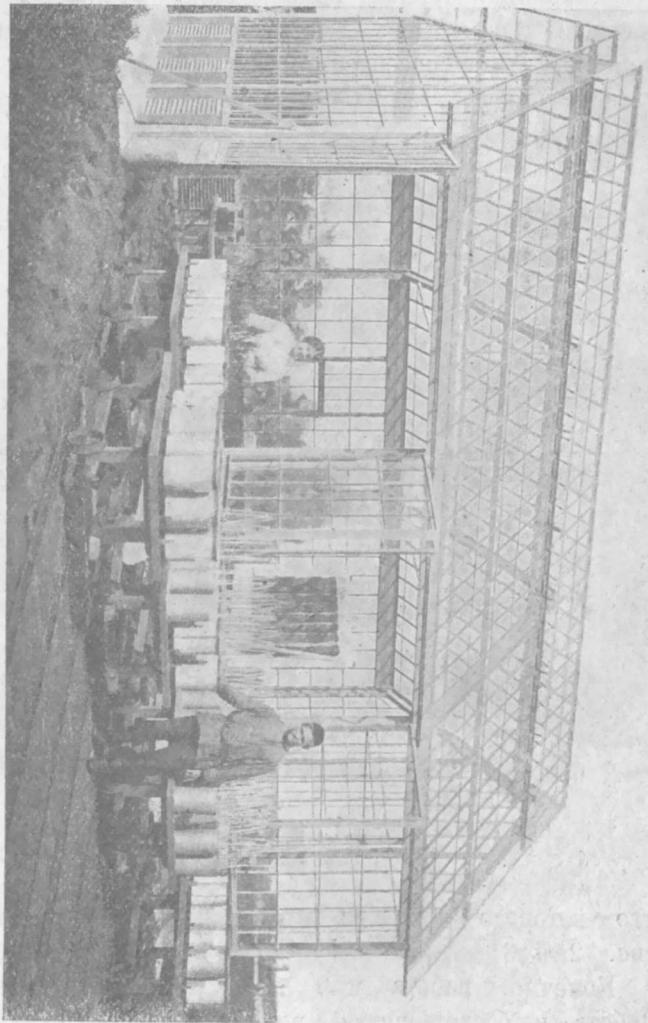
Рис. 3. Односкатный навес из парниковых рам.

ство которого ясно из приводимых здесь рисунков (рис. 2 и 3).

Конечно, работа при таких условиях далека от удобств и совершенства, но для педагогических целей в школах временного типа, принужденных часто менять свое летнее пребывание, такие «вегетационные навесы»

при отсутствии средств хорошо выполняют свое назначение.

Рис. 4. Вегетационный домик с железным остовом на Докучаевской с. х. опытной станции.



Вегетационные домики постоянного типа устраиваются или устраивались из кирпича, дерева и железа. Первые

наименее удовлетворительны, так как толстые кирпичные устои и столбы отнимают много света, деревянные же непрочны, хотя нельзя не отметить, что крыши из деревянных рам при тщательном устройстве обеспечивают лучшую защиту от протекания дождевой воды, так как замазка лучше держится на дереве, чем на железе; затем деревянные части не нагреваются и не накаляются в летнюю жару, что всегда бывает при железных конструкциях; но последние имеют все же ряд незаменимых достоинств, в силу чего, как за границей, так и у нас, обыкновенно прибегают к железному остову. Он прочен, затенение при нем минимальное; может заготавливаться на металлических заводах, по заранее составленным схемам и согласно выработанному типу, что и делалось до войны одной московской фирмой, устраивавшей теплицы по простым заданиям: достаточно было указать число сосудов, дать размеры (длины и ширины), тип крыши, место дверей, и заказ выполнялся скоро, точно и аккуратно, причем сборку и все прочее устройство фирма брала на себя (рис. 4 и 5).

Входить в конструктивные детали здесь излишне; достаточно сказать, что место для постановки теплицы выбирается вблизи лаборатории, так как предварительную работу при нашем климате приходится вести в теплом помещении, но все же теплица должна стоять на открытом, не затеняемом пространстве; во всяком случае с юга, востока и запада вблизи не должно быть строений, что касается северной стороны, то это роли не играет, и нередко теплицы с севера прислоняются или примыкают к какому-либо строению, служащему для хранения сосудов, почвы, песка и т. п. и для подготовительных работ к опытам.

Помимо этих общих замечаний полезно, указать на примерные размеры и стоимость вегетационных домиков,

что заимствуем из цитированного уже руководства проф. А. Г. Дояренко:

Число вагонеток.	Длина в арш.	Ширина в арш.	Под'ем крыши.	Цена в довоенн. рублях.
18	13	7	2	1.500
12	8 ³ / ₄	7	—	1.200
6	7	4	—	600
2	5	3	—	300

Вегетационные домики устраиваются или закрытыми со всех сторон или же с одной стороны они остаются незащищенными, причем во избежание попадания дождя крыша продолжается в виде навеса. Такова, напр., тепличка на опытной станции в Дрездене ¹⁾.

В первом случае для выкатывания вагонеток в одной из боковых стен, направленной на юг, устраиваются двери; для выкатывания вагонетки ставятся на рельсы (50 мм.), заделанные в бетонный или асфальтовый пол, который продолжается и на пространстве, защищенном провололочной сеткой, куда выкатываются вагонетки; сетка должна быть частой, чтобы воробьи не могли проникать внутрь помещения. Для этого надо брать оцинкованную сетку с петлями в 1" × 1".

Вагонетки устраиваются из дерева на чугунных скатах с колесами небольшого диаметра, в 4—5 вершк. Устройство их просто, доступно любому немудреному столяру и даже плотнику: это две четырехугольные лезжачие рамы, соединенные четырьмя вертикальными стойками; нижняя рама лежит на оси скатов, на верхнюю кладется настил из 2" досок, плотно связанных (шпун-

¹⁾ Н. К. Недокучаев.—Совр. задачи и организация с.-х. оп. учрежд. в Германии и Австрии. Сельск. Хоз. и Лесоводство, т. 212, 1903 г., стр. 146.

тами или шипами) и с краев имеющих борта, чтобы сосуды при толчках не сползали и не падали на землю. Размеры вагонеток таковы, чтобы на них могло помещаться около 30 сосудов в 4 ряда обычного размера (20 см. диам.), т.-е. 1¹/₄ × 2¹/₄ аршина и высотой над полом не более 10—12 вершков, с шириной хода между рельсами в 1 аршин.

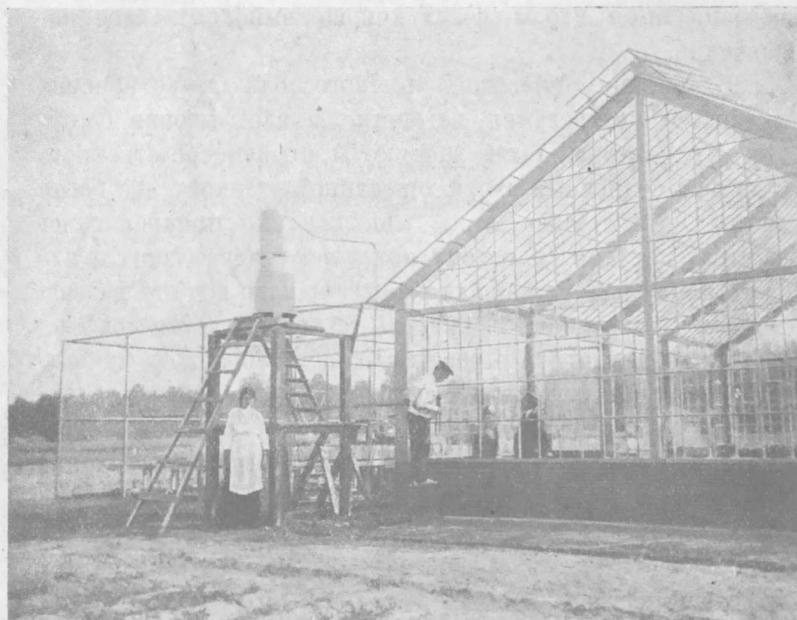


Рис. 5. Вегетационный домик Полеводственного Отдела Княжедворской областной с.-х. опытной станции.

Особое видоизменение представляют собой вагонетки, употребляющиеся в тепличке бывшей с.-х. химической лаборатории в Лесном (под Петроградом) и сконструированные проф. П. С. Коссовичем; вместо ровного стола сосуды помещаются как бы на двух полках или скорее

ступеньках по два в ряд на каждой; это имеет целью уравнивать условия освещения и нагревания для всех сосудов, находящихся на одном столе, ибо при расголожении их по 4 в ряд, задние сосуды, т.-е. расположенные на северной стороне, получают меньше света и менее нагреваются.

Правда, что перестановкой сосудов из одного ряда в другой можно избежать этой неравномерности, и тогда обыкновенные столы могут хорошо выполнять свое назначение.

В теплице Змиевского опытного поля для устранения излишнего нагревания вагонетки имели высокие борта, так что сосуды были защищены от непосредственного действия солнечных лучей деревянной стенкой; эти борта могли откидываться вниз, так как они прикреплялись к столу петлями, и потому при перестановке сосудов эти борта несколько не мешали работе. Однако все эти видоизменения увеличивают сложность устройства вагонеток и их вес, так что широкого распространения они не получили.

Очень существенным недостатком описанной системы — подвижных платформ или вагонеток являются сотрясения, которые испытывают сосуды при выкатывании их из теплицы на открытое место и вообще при всякого рода передвижениях. Вследствие неровностей рельс, особенно в местах стыков, малый диаметр колес и отсутствие рессор вызывают сильные толчки, вследствие чего почва или песок сосудов оседают быстро и неравномерно, вызывая разрыв корней и вообще повреждения корневой системы, нарушая капиллярность почвы и ряд последствий, незаметных для экспериментатора и не поддающихся учету.

Все эти отрицательные стороны, как-то: излишнее нагревание сосудов, толчки и пр., могут быть избегнуты, если сосуды остаются неподвижными и, еще лучше, погруженными в почву, а для защиты их от дождя

устраивается *подвижной* навес, застекленный или просто затянутый провололочной сеткой.

Однако, такое устройство применимо лишь при небольших размерах и след. небольшом числе сосудов, что для решения сложных вопросов, требующих массового производства опытов, исключает возможность широкого всеобщего распространения такого по существу правильного и целесообразного приема.

Сосуды. Материалом для вегетационных сосудов служит стекло, глина, цинк. Наиболее употребительными являются стеклянные и цинковые. Стеклянные цилиндрические сосуды любой величины можно заказать на всяком заводе сравнительно недорого; прозрачность их стенок дает возможность следить за состоянием корней, влажностью песка и т. п.; стекло, благодаря его малой растворимости, не изменяет питательную среду; чистка сосудов производится легко и т. д. К числу отрицательных сторон при употреблении стеклянных сосудов относится, конечно, их хрупкость и невозможность иметь всегда сосуды строго определенных размеров и одинакового веса, так что при ежегодно повторяющемся ремонте завод доставляет сосуды, отличающиеся от прежних размеров (разница в ту и другую сторону может достигать 2 сант.).

Цинковые сосуды дороже стеклянных, но прочнее и легче последних; с внутренней стороны их необходимо покрывать жидким раствором (в толуоле или скипидаре) дамаровой смолы (дамаров лак), так как без этого разедание цинка может повести к преждевременной порче сосудов и оказать вредное влияние на корневую систему.

К. К. Гедройц нашел на основании своих опытов в цинковых сосудах «с почвами даже слабо кислыми», что уже при однолетней культуре цинк может оказать

вредное действие на растения и даже покрытие внутренних стенок сосуда дамаровым лаком является недостаточной защитой против ядовитого действия цинка¹⁾. Вредное действие цинка сказывалось различно в зависимости от свойств почвы, удобрений и продолжительности опыта, а также и от присутствия или отсутствия углекислого кальция, действующего, по видимому, как противоядие. В некоторых случаях разница урожаев клевера, с которым производился опыт, в цинковых и эбонитовых сосудах достигала 100%, так, напр., при полном минеральном удобрении без CaCO_3 урожай клевера в цинковых сосудах был равен 6,6 грм., а в эбонитовых — 14,1 грм. Хотя вопрос этот требует еще дальнейшего выяснения, но все же ясно и теперь, что необходимо очень тщательно покрывать цинковые сосуды изнутри дамаровым лаком, делать это заблаговременно, чтобы он мог хорошо высохнуть, затем для дальнейшего выяснения вопроса и устранения ядовитости цинка испытывать другие способы и средства для покрытия сосудов безразличным веществом и, быть может, лужение их химическим оловом и пр.

Касаясь деталей устройства цинковых или, как их иногда называют, «вагнеровских» сосудов, отметим, что по форме они представляют цилиндр с несколько выпуклым дном на трех прочных ножках из полосового железа (2,3 см. ширины, $4\frac{1}{2}$ см. высоты), верхний край их также имеет пояс (в $1\frac{1}{2}$ см. ширины) из полосового железа для того, чтобы увеличить прочность, а также и для большего удобства прикрепления трех «ушек», в которые вставляется каркас для поддержания растений (см. рис. 6, 2), сбоку к сосуду припаивается трубка (диам. 2 см., длина 12 см.), внизу сообщающаяся при

¹⁾ К. К. Гедройц. — К вопросу о влиянии цинковых сосудов на результаты вег. опыта. Тр. С.-Х. Химической Лабор. в Спб. Отд. от из VIII вып., 1913.

помощи круглого отверстия с дном сосуда и служащая для наливания воды при поливке сосудов. Упомянутое отверстие при набивке сосуда почвой или песком закрывается желобом с зазубренными краями, тоже из цинка, покрытого лаком ($19\frac{1}{2}$ см. шир., 3 см. высоты). О назначении этого желоба будет сказано ниже. Дальнейшей необходимой принадлежностью цинковых и всяких других сосудов является так называемый каркас — приспособление для поддержания и предохранения выросших растений от полегания, поломки ветром и пр. Устройство его просто — это три проволоки (диам. 3 мм., высотой 75 см.), соединенные тремя горизонтальными проволочными или жестяными кольцами такого же диаметра, как и сосуд. Эти кольца или припаиваются наглухо к вертикальным проволокам или же бывают отъемные.

В последнем случае они внутри имеют по три парных зажима из жести, которыми они держатся на проволоках довольно прочно, если их сжать после надевания плоскогубцами; для того же, чтобы они не сползали вниз, на проволоках на равных расстояниях напаяются жестяные колечки, на которые опирается каждое кольцо (см. рис. 6).

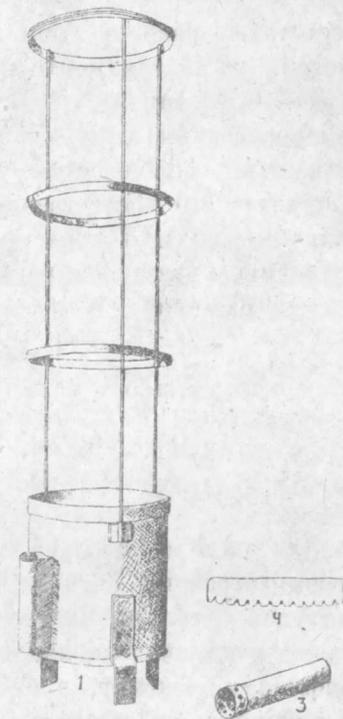


Рис. 6. Цинковый сосуд (1) с каркасом (2), желобом (4) и цилиндром для определ. влагоемкости почвы (3).

Сосуды такой формы и конструкции приняты всюду, различие заключается лишь в их размерах, т.-е. в высоте и диаметре, так как в зависимости от вида растения изменяется величина сосуда, т.-е. тот объем почвы, ее мощность, при которых достигается оптимальное развитие того или иного растительного вида; высота сосуда имеет также значение при изучении свойств почвы, как таковой, когда для этого прибегают к вегетационному методу. Основания и путь для выяснения оптимальных размеров сосудов разработаны Гельригелем с той тщательностью, вдумчивостью и методичностью, которыми проникнуты его «Естественно-исторические основы земледелия». Отсылая интересующихся к этому труду, здесь ограничимся указанием размеров сосудов для различных целей и растений:

	Диам.	выс.		Диам.	выс.
для хлебных злаков . . .	20	× 20	см. или	15	× 24 см.
» бобовых	20	× 30	»	»	15 × 30 »
» картофеля	20	× 32	»	»	— »
» корнеплодов	20	× 50	»	»	17 × 40 »

Для чисто специальных целей пользуются сосудами особого устройства. Так Е. А. Домрачева ¹⁾, о чем было уже упомянуто, при изучении почв с бонитировочными целями и для наполнения сосудов не сеяной почвой, а монолитами, взятыми в месте их залегания в их естественном виде, пользовалась цинковыми сосудами (20 × 40 см.) с отъемным дном. Нижним заостренным концом такие сосуды вдавливаются в почву, так что получается цилиндр почвы в том виде и сложении, как и в поле; откопав с боков, почву подрезают снизу и надевают, как крышку, отъемное дно, плотно приходящееся

¹⁾ Е. А. Домрачева. Культурный метод в применении к определению достоинства почв. Отд. отг. Псков, 1907 г. Изд. Статист. Отд. Псков. Губ. Земск. Управы.

к сосуду, и замазывают скоровысыхающей замазкой. Для поливки и проветривания отъемное дно имеет с двух противоположных сторон по отверстию и трубке, так же, как и у обыкновенных вагнеровских сосудов.

К сказанному выше необходимо добавить, что снаружи сосуды красятся в белый цвет (эмалью) и имеют № и этикетку.

Глиняные сосуды должны изнутри иметь глазурованную поверхность, чтобы устранить впитывание питательного раствора стенками сосуда. Они тяжелее всех других, но дешевле и достать их можно легче всех других.

Их тоже полезно изнутри покрывать дамаровым лаком, так как глазурь с течением времени трескается и пропускает воду и потому сосуды покрываются снаружи выцветами солей.

Кроме глиняных, стеклянных и цинковых сосудов, можно пользоваться и железными, конечно окрасив их снаружи и изнутри, и даже просто ведрами ¹⁾.

К. К. Гедройц в цитированной статье ²⁾ упоминает об эбонитовых сосудах, но указывает, что их широкому применению мешает дороговизна, а также и то, что при высокой температуре в жаркие летние дни эбонитовые сосуды выделяют какие-то пахучие вещества, которые конечно могут оказывать влияние на корневую систему. Наконец можно упомянуть о «парафинированных» сосудах, употреблявшихся американскими исследователями. Их изготовляют, опуская цилиндрической формы каркас из проволочной сетки в расплавленный парафин и давая ему затвердеть или обливая такой каркас расплавленным парафином ³⁾.

¹⁾ Д. Н. Прянишников. Учение об удобрении. Москва, 1898, стр. 344.

²⁾ Сноска на стр. 34.

³⁾ К. К. Гедройц.—Применение параф. сосудов в вегет. опытах. Сел. Хоз. и Лесоводство, 1918, ноябрь—декабрь, 268.

Однако оказывается, что и парафин не является совершенно индифферентным веществом, так что и такие сосуды не могут считаться безупречными ¹⁾.

В виду этого вопрос о наиболее подходящем материале для изготовления вегетационных сосудов остается открытым, и в конце концов наиболее практичными и чаще всего употребляемыми должны считаться цинковые сосуды.

Прежде чем приступить к наполнению сосудов песком или почвой, нужно их подготовить, т.-е. устроить те или иные приспособления, необходимые для последующей поливки растений. Надо заметить, что поливку можно производить или сверху, наливая определенное количество воды на поверхность песка или почвы, или же снизу, подводя воду через трубку, доходящую до дна сосуда. Чтобы обеспечить необходимое свободное пространство для вливаемой воды, откуда вода могла бы в каждый данный момент всасываться песком, необходимо на дно сосуда насыпать мелкого гравия или подобного материала, наприм., битого стекла (просеянного чрез сито), стеклянных бус и т. п. Важно, чтобы этот материал представлял для корней растений среду вполне бесплодную, чего нельзя сказать относительно речного гравия, так как он по большей части состоит из обломков самых разнообразных пород, еще не выветрившихся окончательно.

Но так как речной гравий можно достать легче всего, то обыкновенно с ним и приходится иметь дело. Необходимо, прежде, чем пускать его в ход, промыть хорошенько водой, чтобы удалить растворимые соли и отмутить мелкие частицы, не удаленные при предварительном просевании чрез проволочное сито (упомянутого размера). После просушки гравий готов к употреблению.

Гравий или подобный ему материал насыпается на дно сосуда, так чтобы он не покрывал целиком всю по-

¹⁾ Ibidem., стр. 270.

верхность дна, оставляя часть его свободной; это лучше всего достигается тем, что необходимое количество гравия вносится в сосуд, несколько наклоненный на бок; когда весь гравий насыпан, сосуд приводится в нормальное положение, причем гравий образует «горку», оставляя часть дна свободной. Последнее необходимо для того, чтобы дать возможность воде всасываться непосредственно песком или почвой, что было бы недостижимо, если бы гравий покрывал все дно сосуда; при малых количествах воды и при слабой капиллярности проникновение воды в почву было бы затруднено. Когда гравий насыпан и в него вставлена стеклянная трубочка, доходящая до дна сосуда, сверху гравия кладется кусок полотна или слой ваты, имеющие целью предохранить свободные промежутки между частицами гравия от заполнения их песком или почвой, так как при несоблюдении этого роль гравия как дренажа и вместилища для воды сводится к нулю.

Кроме описанного приспособления можно употреблять и другие более совершенного устройства. Так, напр., по предложению В. В. Винера, можно на дно сосуда ставить полуконус или усеченный конус, узким отверстием вниз; этот полуконус не имеет дна (он представляет лишь кольцо, вырезанное из конуса параллельно его основанию). Пустое кольцеобразное пространство, остающееся между дном, стенками сосуда и полуконуса, служит для помещения воды. Поступление же ее вверх достигается тем, что внутрь полуконуса вносится плотным слоем песок, чтобы песок не просыпался в вышеупомянутое свободное пространство, предварительно нужно полуконус изнутри покрыть кружком из полотна (вываренного в горячей воде для удаления крахмала) или кружком из асбестовой бумаги. Песок этот соприкасается непосредственно с поверхностью дна сосуда и след. без труда может впитывать воду, вносимую через трубку на дно сосуда.

Полуконусы, как и сосуды, делаются из разного материала: из стекла, глины, фарфора и луженой меди (олово, употребляемое для лужения, должно быть химически чистым, так как при содержании в нем свинца растения страдают, потому что соли свинца ядовиты).

В цинковых сосудах (как уже упомянуто) роль дренажа исполняет цинковый желоб с пилообразно выпиленными краями который кладется на дно сосуда, образуя своими краями, канал; в этом пространстве помещается вливаемая вода. Из желоба, благодаря зазубренным краям, вода может распределяться по всему дну; для того же, чтобы почва или песок не попадали внутрь желоба, необходимо снаружи его с той и другой стороны положить слой гравия, который, прикрывая отверстия, образованные зазубринами, не позволяет песку проникать внутрь.

Заслуживает внимания «автоматический» способ полива, применявшийся В. В. Винером в его опытах бонитировки почв. В общих чертах он заключался в следующем: вместо стеклянных трубок брались равноколенные стеклянные же сифоны, одним концом помещавшиеся в сосуде, а другим опущенные в цинковый желоб, наполненный водой, в котором уровень жидкости поддерживался на одной высоте при помощи опрокинутой колбы. Наполнив сифоны водой, для чего ее надо ввести сначала в сосуд через вторую трубку и отсосать через сифон гуттаперчевой трубкой с зажимом Мора, опускают конец сифона в желоб с водой, и тогда в нем и в сосуде устанавливается одинаковый уровень, поддерживаемый на одной высоте в течение всего опыта.

При наполнении сосудов песком или почвой необходимо держаться общего правила—соблюдения все условия опыта одинаковыми за исключением одного, изменяемого

по самой цели работы. Этого правила нужно всегда и неуклонно держаться. Соблюдая его при наполнении сосудов, надо добиться того, чтобы во всех сосудах индифферентный субстрат (как песок) или почва обладали одинаковыми физическими свойствами, так как ими обуславливается та или иная капиллярность, от которой зависит своевременная подача воды снизу и равномерное распределение ее во всей массе песка или почвы. Раньше было указано, что песок вносится в сосуды влажным. Для этого количество песка, необходимого для одного сосуда, отвешивается на весах и затем смешивается с достаточным количеством воды (60%—50% от подной влагоемкости по весу), в части которой уже растворены все необходимые соли.

Перемешивание песка или почвы можно производить в объемистых деревянных чашках (что не вполне рационально, так как стенки таких чашек с течением времени истираются и впитывают часть жидкости) или глиняных противнях (конечно глазурованных) или стеклянных толстостенных кристаллизационных чашках большого диаметра.

Тщательно перемешанный руками или металлической лопаточкой песок вносится в сосуд и равномерно уплотняется легким нажатием руки или же постоянным движением лопаточки сверху вниз, благодаря чему во всем сосуде можно ожидать равномерного расположения песка без пустых пространств. Конечно желательно придать песку такую плотность, чтобы в течение опыта физическое строение осталось по возможности ненарушенным. При внесении почвы приходится соблюдать те же самые правила.

К упомянутым неудобствам стеклянных сосудов присоединяется еще необходимость обертывания их картонными чехлами для предохранения от нагревания и вредного действия света на песок, в котором без этого за-

водится много водорослей, меняющих питательный субстрат. Для чехлов берут белый или серый картон в 2—3 мм. толщиной (40 листов в пуде) и свертывают надлежащим образом отрезки так, чтобы они плотно облегли сосуд; скрепляют края шпильками, употребляемыми в канцеляриях для скалывания листов бумаги. Для наблюдения за уровнем воды внизу делается треугольный вырез. Вместо чехлов можно стеклянные сосуды красить снаружи сначала черной краской, чтобы предохранить от света, а затем белой для устранения нагревания. Внизу также оставляется незакрашенное треугольное пространство.

Каркасы в стеклянным сосудам прикрепляются при помощи железных или цинковых ободков в 1—1½ верш. шириною, в внутренней стороне которых припаяны ушки, как и в цинковых сосудах, этими же ушками ободок держится на сосуде, не сползая вниз.

То же можно сделать и для глиняных банок, а в крайнем случае пользоваться тонкими, обструганными палочками, втыкаемыми в землю или песок и перевитыми тонкой бечевкой.

Материалы для наполнения сосудов. При постановке вегетационных опытов субстратом для выращивания растений служит та или иная почва или какой-либо безразличный материал.

Выбор обуславливается задачами и целью опыта; когда нужно решить вопрос по возможности в «чистом» виде, устраняя всякого рода побочные влияния, берут безразличный и бесплодный материал, индифферентный субстрат, который служит только «физической» средой для развития корневой системы. Если же имеется в виду изучение этой самой среды и ее воздействие на растение или ее взаимодействие между последними и дру-

гими факторами, напр., водой, удобрениями и пр., то пользуются почвой.

Поэтому различают «песчаные» и «почвенные» культуры. Несколько особняком стоят «водные» культуры, где физическая среда—жидкость—дистиллированная вода. Водные культуры в виду их искусственности, т.-е. сильного отличия от условий развития растений в поле, в почве, не получили широкого применения в деле агрономического исследования, как песчаные, — поэтому о водных культурах особо говорить не будем.

Песчаные культуры.

Как отмечалось в историческом обзоре, в качестве индифферентного субстрата служили самые разнообразные материалы, но для массовых опытов самым доступным оказался бесплодный кварцевый песок. Однако не всякий песок годится для вегетационных опытов. Главные требования, которые необходимо предъявлять к этому материалу, сводятся к следующим пунктам:

Первое—возможность легко доставать песок в любом количестве; второе—наличность физических свойств, позволяющих корням растений развиваться столь же удобно, как это бывает в хорошей культурной почве (для этого песок не должен быть ни грубо, ни мелко зернистым); третье—по своим химическим свойствам он должен быть вполне индифферентным, т.-е. быть нерастворимым и неспособным выветриваться и по возможности быть свободным от посторонних примесей. Таким требованиям более всего удовлетворяет кварцевый песок, который можно достать на всяком стеклянном заводе. Песок, употребляемый для приготовления стекла, бывает довольно чист (т.-е. почти исключительно со-

стоит из SiO_2), но не всегда удовлетворителен по своим физическим свойствам, так как по большей части бывает очень мелок. Но, как бы то ни было, всегда необходимо предварительное испытание его на чистоту, и в случае присутствия значительных количеств посторонних примесей (ос. соединений N , P_2O_5 и K_2O) их надо удалить тем или иным путем, напр., продолжительным настаиванием с крепкими кислотами и прокаливанием.

Лучше брать концентрированную соляную кислоту (Ac. muriat. crudum, 19°Be), с которой песок должен настаиваться более или менее продолжительное время (дня три и больше) при постоянном перемешивании. Для этого очень удобны невысокие толстостенные стеклянные цилиндры (напр., 20 сант. диам. и 20 сант. высот.); в них наливают кислоты до половины и затем уже всыпают песок (а не наоборот). При этих условиях вся масса песка смочится кислотой равномерно, а последующее помешивание толстой стеклянной палочкой будет способствовать более полному воздействию кислоты в смысле растворения всех посторонних примесей.

После трехдневного настаивания и помешивания излишек кислоты сливается (такая кислота еще вполне пригодна для настаивания со следующей порцией песка), а песок промывается водой. Простое приспособление, доступное всюду, где есть водопровод, может легко ускорить промывание. Для этого стоит лишь к водопроводному крану (с сильным напором воды) прикрепить желаемого диаметра гуттаперчевую трубку, к свободному концу которой при помощи стеклянных развилков, присоединены такие же трубки меньшего диаметра, оканчивающиеся каждая стеклянной трубкой; каждая из последних опускается в сосуды с песком до дна, и таким образом при постоянном токе воды и перемешивании

вании той же трубкой можно очень быстро отмыть кислоту (грубым указанием этого может служить лакмусовая бумага). Для большей уверенности в том, чтобы в песке не содержалось свободной кислоты, можно прибавлять после предварительного промывания водой около 2—3 грм. мела (на вышеуказанный сосуд)¹⁾ и еще раз промыть водой, до удаления избытка этого вещества (отмучиванием). Так как в воде всегда есть растворимые соли, то для удаления их важно промыть песок дистиллированной водой, испытывая промывную воду всякий раз азотнокислым серебром на хлор. Если азотнокислое серебро не дает реакции, то песок можно считать чистым и после удаления избытка промывной воды его необходимо высушить тем или иным способом. Высушенный песок готов к употреблению. Встречаются указания, что одного высушивания недостаточно: профессор Вильфарт неудачи своих опытов с растениями в песке видит во вредном действии растворимой кремневой кислоты на растения, так что лишь прокаливанием промытого песка (до 400°) можно было избежать неудач и получить нормальные растения, тогда как все другие предосторожности, как-то: прибавление мела, тщательное отмывание соляной кислоты, не давали никаких результатов²⁾.

Насколько этому наблюдению можно придавать общее значение, за неимением других указаний пока сказать трудно. Во всяком случае нельзя считать прокалывание песка безусловно необходимым, если только не иметь в виду другой цели, какая достигается этой операцией—именно полного удаления органических и азотистых

¹⁾ Само собой разумеется, что этот прием возможен только тогда когда известь не является интересующим нас (по теме опыта) веществом.

²⁾ См. Н. Wilfarth. Vegetationsversuche über den Kalibedarf einiger Pflanzen, Berlin. 1898, стр. 20—21.

веществ. При прокаливании, конечно, уничтожаются все микроорганизмы, что имеет большое значение при вегетационных опытах, так как благодаря их присутствию питательный субстрат иногда подвергается глубоким изменениям, которые могут извратить результаты данного опыта.

Конечно, когда опыт ведется не вполне стерильно, не может быть речи о полном отсутствии микроорганизмов; но по большей части присутствие их не чувствительно для растений. Лишь в некоторых случаях оно дает о себе знать. Это бывает особенно заметно при известном сложении песка, между прочим зависящем от степени его крупности: песок очень мелкий ложится в сосудах плотным слоем, трудно проницаемым для воздуха, благодаря чему в нижних слоях возможна наличность процессов гниения со всеми нежелательными последствиями. Чтобы избежать этого, необходимо брать песок средней крупности (очень крупный песок тоже не годится—он обладает малой водоудерживающей способностью), именно с частицами в 0,2—0,4 милл. в диаметре. Таким именно песком пользовался профессор Гелльригель при своих исследованиях.

Впрочем до некоторой степени можно помириться с той или иной крупностью песка, если вносить его в сосуды влажным, в этом случае песок делается пластичным, способным в известной мере принимать и сохранять желаемое строение. Эта способность проявляется, если смочить песок 50—60% воды от полной его влагоемкости.

Необходимо отметить, что при наполнении песком очень высоких сосудов, необходимых для растений с сильно развитой корневой системой (как, напр., свекловица, табак, люпин и др.), приходится считаться с слабой водоудерживающей способностью песка, так

как в песке вышеуказанной крупности влажность может распределиться равномерно лишь в слое высотой 25 сант., при большой же высоте сосудов в верхних слоях влажность бывает меньше, чем внизу, так как избыток воды просачивается в нижние слои, заболачивая их совершенно, вследствие чего применение сосудов в 40 и больше сант. высоты для песчаных культур сопровождается очень нежелательными последствиями. Увеличить водоудерживающую способность песка можно лишь прибавляя к нему какое-либо по возможности индифферентное вещество в мелкоизмельченном состоянии. Из целого ряда подобных веществ проф. Гелльригель избрал очень измельченный и промытый 1% соляной кислотой торф в количестве 5—6% от веса песка¹⁾.

В виду того, что подходящий кварцевый песок достать можно не всюду—он представляет довольно ценный материал, которым целесообразно пользоваться для опытов не один раз, но для этого при использовании песка, уже бывшего в употреблении, его необходимо очень тщательно промывать, и притом не смешивая его, а разделяя на ряд порций, в зависимости от того, с чем песок смешивался в предшествовавших опытах. А. Г. Дояренко советует разделять его на 4 порции—в первую надо брать песок из сосудов с растворимыми солями, легко отмываемых водой или слабыми кислотами, во вторую—песок смешивавшийся с веществами, разлагаемыми лишь сильными кислотами, каковы фосфориты, томасшлак, костяная мука и т. п.; в третью—песок

¹⁾ Торф настаивался в 1% сол. кисл. 3 дня, промывался водой до полного исчезновения кислоты и отжимался под прессом для удаления излишка воды и затем высушивался. Смешивание с песком производилось после увлажнения водой при частом помешивании и просеивании массы для наиболее равномерного смешения (Wilfarth, Vegtvers. über Kalibedarf u. s. w., стр. 10—11).

с труднорастворяемыми минералами—слюдой, полевым шпатом и пр.; в четвертую—с вредными или ядовитыми веществами—циан-амид, соли иода, брома, цинка и др. металлов.

После соответственной обработки, т.-е. промывки, только две первых партии могут быть использованы для определенных опытов; так, песок первой порции, более доброкачественный, может быть применяем наравне со свежим песком; вторая порция или партия идет под опыты, где не требуется полного отсутствия всех питательных веществ, он равноценен со свежим непромытым песком. Этот последний, вообще говоря, тоже может находить широкое применение для целого ряда тем, где фигурирует полная питательная смесь, при наличии которой те немногие примеси, что содержатся в песке, совершенно не сказываются на результатах опыта.

Приготовление питательного раствора. Составление питательной смеси—очень важная операция, которая должна производиться самым тщательным образом. Препараты, употребляемые для этой цели, должны быть строго определенного состава и лучше всего, не доверяя той степени чистоты, которая указывается на этикетках, самому перекристаллизовать необходимые соли—операция, не столь трудная, но сопровождающаяся в дальнейшем более верными результатами.

Более трудной задачей является составление такой питательной смеси, в которой растение могло бы развиваться вполне нормально. Если бы растения одинаково относились к одной и той же питательной смеси, то ясно, что дело значительно упростилось бы. Но это не так. Не входя в подробности, можно наметить те главные условия, которым должна удовлетворять питательная смесь, вносимая при постановке «песчаных культур».

Первое условие для получения нормальных культур—наличие в питательной смеси в достаточном количестве и в легко усвояемой форме всех элементов, необходимых для развития растения.

В тех же культурах, где мы желаем наблюдать эффект одного какого-нибудь вещества, это последнее должно находиться в минимуме.

Надо заметить, что выполнение в точности последнего условия фактически затрудняется тем, что до сих пор недостаточно определена минимальная потребность данного растения в том или другом веществе. Здесь можно руководиться лишь приблизительно данными химического состава различных растений (напр., по таблицам Э. Вольфа).

Второе условие состоит в требовании, чтобы питательный раствор имел по возможности нейтральную реакцию. Здесь тоже приходится считаться с рядом исключений, так как есть растения менее чувствительные к слабо щелочной или к слабо кислой реакции, другие же не переносят какой-либо из них. С другой стороны, приготовление совершенно нейтрального раствора с химической точки зрения невозможно, так как нейтральные средние соли фосфорной кислоты с средними кальциевыми или магниевыми солями дают осадки, то же, при известной концентрации, наблюдается для серноокислого кальция. Так как эти осадки нерастворимы (хотя усвояемы), необходимо как можно тщательнее перемешать питательную смесь со всей массой песка в том случае, если применяют такие растворы. Чаще же растворы являются слабо-кислыми.

Третье необходимое условие—давать питательные вещества в форме таких соединений, которые по своей физиологической реакции были бы вполне безвредны. Если это условие в первый момент соблюдается тем.

что все вещества даются в эквивалентных количествах, то в течение всего опыта оно недостижимо, так как по мере потребления, которое для различных элементов неравномерно, в питательном субстрате происходят очень глубокие изменения и накапливаются вещества, которые могут вредно действовать на растение, благодаря кислой или щелочной реакции. Здесь приходится иметь дело с так называемыми «физиологическими кислыми или щелочными» солями, примером которых могут служить хлористый или серноокислый аммоний с одной стороны и азотнокислый натрий—с другой.

Если бы мы дали весь азот в песчаных или водных культурах в форме хлористого аммония, то растения вынуждены были бы брать азот из этого источника и, потребляя лишь основание введенной соли, оставлять избыток соляной кислоты; последняя, не встречая материала для нейтрализации, вредно действует на корни растений и останавливает их развитие. То же происходит в случае серноокислого аммиака, так как, хотя в данном случае не только основание этой соли, но и кислота усваиваются растением, но последняя в гораздо меньшем количестве, чем основание; поэтому и эта соль будет физиологически-кислой. Напротив, азотно-кислый натр будет солью физиологически щелочной, так как растение будет потреблять кислоту ее, а непотребленное основание будет делать среду щелочной, отчего иногда развитие растений заметно страдает. Азотно-кислый кальций будет солью не столь физиологически-щелочной, как натровая селитра, потому что его основание также используется растением; но так как извести потребляется меньше, чем азотной кислоты, то все-таки будет склонность к щелочной реакции. Азотно-кислый аммоний является повидимому таким источником азота, который лучше всего гарантирует от значительного нарушения средней реакции (в присутствии двух-кальциевого фос-

фата) и его следует иметь в виду при культуре растений чувствительных в этом отношении ¹⁾.

Таковыми растениями являются, напр., бобовые, если мы их заставляем питаться связанным азотом; известно, что люпин трудно поддается выращиванию в песчаных культурах в обычной смеси, но нам удавалось достигнуть значительно лучших результатов при введении азотно-кислого аммония.

Вопрос об изменениях в составе смеси для отдельных растений требует во всяком случае дальнейшей разработки.

За время, протекшее с момента выхода в свет первого издания этой работы, т.-е. с 1902 г., было сделано немало попыток в этом направлении, и в руководстве А. Г. Дояренко приводится много соображений и примеров составления питательных смесей для разных целей. Основой их все же служит смесь, выработанная Гелльригелем ²⁾, которая имеет следующий вид. По Гелльригелю на 1 килограмм песка берется безводных солей следующие количества в эквивалентах и граммах:

Соль.	Эквивалентов.	Граммов.
K_2P_0_4	1	0,136
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3	0,492
MgSO_4	$\frac{1}{2}$	0,060
KCl	1	0,075
Fe_2Cl_6 или FePO_4	—	0,025

¹⁾ В тех случаях, когда испытывается усвояемость, напр., фосфорной кислоты различных соединений, лучше все-таки избежать солей аммония в качестве источника азота, так как все они (даже NH_4NO_3) являются в песчаных культурах энергичными растворителями (вследствие физиологической кислотности или наступления натрификации); лучше в этих целях пользоваться $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ или вводить NH_4NO_3 только в отдельные сосуды для сравнения.

²⁾ Hellriegel.—Untersuch. üb. Stickstoffnahrung der Gram. und Leguminosen.

Имея как основание данную смесь, легко внести всякое видоизменение, требуемое разрешением того или иного вопроса. При этом расчете прежде всего надо иметь в виду, что главной целью должно быть создание во всех сосудах равенства (количественного и по возможности качественного) всех элементов, кроме одного, подлежащего испытанию. Так, напр., при изучении усвояемости фосфорной кислоты различных фосфорно-кислых соединений—*основное удобрение* должно быть во всех сосудах одно и то же; оно будет составлено из след. питат. солей: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KCl , MgSO_4 и Fe_2Cl_6 , *дополнительное (переменное) удобрение* будет различно, а именно в нормальной культуре — KH_2PO_4 , в других или суперфосфат, или фосфорит и т. д. Само собою понятно, что, не внося KH_2PO_4 , мы не вносим двух необходимых элементов, т.-е. К и Р. Поэтому в культурах, где вместо этой соли вносится какая-либо другая (не содержащая К), недостающее количество К должно быть возмещено внесением иной калийной соли, напр., KCl или K_2SO_4 и т. п.

Вычисление количества всякой соли производится легко, так как в нормальной смеси соли рассчитаны по их эквивалентам. Если взять предыдущий пример и определить, какое количество К нужно вносить в каждый сосуд, где нет KH_2PO_4 , то надо помнить, что на 1 килогр. надо брать 0,136 грм. KH_2PO_4 (т.-е. 1 эквив., так как молек. вес его 136), или 0,039 К, след. KCl надо взять один эквивалент, т.-е. 0,075 гр. (в нем тоже 0,039 К). В 0,136 грм. KH_2PO_4 фосфорной кислоты $\left(\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{2} = \frac{142}{2} = 71\right)$ содержится 0,071 грм., следов. количество фосфорита (с 15% P_2O_5) на 1 кг. песка должно быть равно $\frac{0,071 \times 100}{15}$ грм.; подобным же образом ведется расчет и всех других солей.

В опытах об усвоении различных источников азота, в нормальной культуре таковым обыкновенно бывает $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, при замене его другой солью (напр., NaNO_3 , NH_4NO_3 и т. п.) или удобрением (напр., навозом, кровяной мукой) необходимо Са вносить в виде какой-либо кальциевой соли, напр., гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{aq}$); в последнем случае расчет будет такой же; в 0,492 грм. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ содержится 0,120 грм. Са (т.-е. 3 эквив. 40×3), такое же количество содержится его в 0,516 грм. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{aq}$ (молек. вес $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{aq} = 172$; след. $0,172 \times 3 = 0,516$ грм.).

Само собою разумеется, что когда данная соль содержит кристаллизационную воду, то ее вносить приходится соответственно больше, чем это указано в норме, данной Гелльригелем.

Изменения в основной питательной смеси Гелльригеля при дальнейшей разработке методики песчаных культур помимо частных случаев вызывались разными соображениями; одним из них было стремление устранить физиологическую щелочность раствора, возникавшую и увеличивавшуюся по мере роста вследствие большей потребности растений в N, чем в основании; для этой цели Д. Н. Прянишников предложил заменять $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ —азотно-кислым аммонием (NH_4NO_3), где и основание (NH_4) и кислота (NO_3) используются растением в равной мере, равно как для замены KH_2PO_4 можно брать $\text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; тогда питательная смесь получит такой вид:

С о л ь.	Граммов.
$\text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,172
NH_4NO_3	0,240
MgSO_4	0,060
KCl	0,150
Fe_2Cl_6	0,025

Эта смесь оказалась очень удобной для бобовых, которые в основной смеси, как это отмечено выше, развиваются не вполне нормально.

В опытах при изучении отношения растений к различным калийным соединениям применимы две смеси, отличающиеся от основной тем, что калий дается в форме одной соли, но в первой смеси P_2O_5 вносится в виде фосфорно-кислого кальция, во второй — в форме фосфорно-кислого магния во избежание избытка кальция:

Первая смесь:

	граммов.
$CaHPO_4 + 2H_2O$	0,172
$Ca(NO_3)_2$	0,492
$MgSO_4$	0,060
KCl	0,150
Fe_2Cl_6	0,025

Вторая смесь:

	граммов.
$MgHPO_4 + 7H_2O$	0,246
$Ca(NO_3)_2$	0,492
K_2SO_4	0,174
Fe_2Cl_6	0,025

Очень просто и удобно при решении вопроса о значении хлора будет следующая смесь:

KNO_3	0,606 грм.
$CaHPO_4$	0,172 »
$MgSO_4$	0,060 »
$FePO_4$ или $Fe_2(SO_4)_3$	0,025 »

В указанных смесях большая часть солей, за исключением $CaHPO_4$, $MgHPO_4$, $FePO_4$, растворимы в воде, что представляет большое удобство, так как облегчается равномерное смешение и распределение их в массе песка, но если имеется в виду избежать их обменного разложения или диссоциации, что наступает при смешении солей в растворе, то можно приготовить смесь, где большинство солей будут нерастворимыми, но усвояемыми для растений.

Этому требованию удовлетворяет такая смесь:

$MgHPO_4 + 7H_2O$	0,246 грм.
$CaSO_4 + 2H_2O$	0,516 »
KNO_3	0,606 »
$FePO_4$	0,025 »

Перед смешением питательных солей с песком их обыкновенно растворяют в дистиллированной воде, приготовляя сразу такое количество каждой соли в отдельной бутылки, сколько требуется ее для всех сосудов.

Проще всего приготовить 1%-ные растворы солей, для чего на 1 литр воды надо каждого из упомянутых веществ следующее количество:

KH_2PO_4	10 грм.
$Ca(NO_3)_2 + 4H_2O$	14,5 »
$MgSO_4 + 7H_2O$	20 »
KCl	10 »
K_2SO_4	10 »
KNO_3	10 »

Следовательно на 1 килограмм песка придется брать в 100 раз больше количества кубических сантиметров по сравнению с весовым количеством каждой соли.

Количество, необходимое на 1 кгм. песка (в растворе):

Соль.	По весу.	По объему.
KH_2PO_4	0,136 грм.	13,6 куб. см.
$Ca(NO_3)_2$	0,492 »	49,2 » »
$MgSO_4$	0,060 »	6,0 » »
KCl	0,075 »	7,5 » »
Fe_2Cl_6	0,025 »	2,5 » »

Почвенные культуры.

Кроме кварцевого песка в вегетационных опытах очень часто употребляется почва, которая или служит только субстратом для выращивания растений при изучении какого-либо фактора роста или же сама является объектом изучения.

В первом случае к пользованию почвенными культурами приходится часто прибегать в случае трудности или невозможности достать надлежащего качества кварцевый песок. Конечно, далеко не всякий вопрос может получить надлежащее решение в почвенных культурах, так как почва не есть «индифферентный субстрат», но, напр., при изучении сортов или рас культурных растений, при сравнении их только по урожайности или по их отношению к влаге и т. п., вообще, где значение формы питательных веществ отодвигается на второй план, там пользование почвенными культурами не может встретить принципиальных возражений; в конце концов ведь и кварцевый песок не есть «абсолютно безразличная» среда.

Впрочем, как показывают опыты П. Вагнера, о чем сказано в введении, почва может служить и субстратом при изучении разного рода удобрений.

Наконец, как указывалось выше, почва может быть и сама объектом изучения при помощи вегетационного метода, и был ряд попыток бонитировки почв, каковы, напр., опыты В. В. Винера, С. М. Богданова и Е. А. Домрачевой; еще чаще и пожалуй с большим успехом прибегают к вегетационному методу при изучении потребности почв в удобрениях.

Самым важным при постановке почвенных культур, является получение среднего образца почвы, так как вследствие неоднородности почвенного покрова могут

возникать очень существенные различия в результатах опыта.

Но самый способ взятия образца почвы в поле зависит от цели и темы опыта.

Если почва должна служить только субстратом, то безразлично, как брать образец, т. е. с одного ли места на данном поле или же из нескольких ямок; важно, чтобы вся масса, предназначенная для наполнения данного количества сосудов, была тщательно перемешана и перелопачена. Другое дело, когда почва изучается, как таковая, тогда вопрос о получении среднего образца получает особое значение. Здесь уже приходится заботиться о том, чтобы получить средний образец *в поле*, для чего он берется или на одном пункте—характерном для почвы изучаемого типа или же составляется из многих образчиков, взятых во многих пунктах.

Для этого лопатой копают ямки на глубину пахотного горизонта и накладывают из них почву в мешки или прямо на телегу. Число и расстояние между ямками зависит от размеров исследуемого участка и количества земли, необходимой для опытов. Во всяком случае проще всего идти по диагоналям участка и через известное число шагов брать вышеупомянутым образом пробы.

После взятия в поле почва просушивается до воздушно-сухого состояния и только в таком виде употребляется для дальнейших операций.

Лучше ее брать с поля в среднем состоянии влажности, т. е. когда она не пылит и не прилипает к лопате; в противном случае она приходит в распыленное состояние или же засыхает глыбами, которые потом приходится разбивать с большим трудом, что также ведет к сильному распылению. Взятая же в средне-влажном состоянии почва перед просушкой легко может быть измельчена и просыхание ее идет быстро и равномерно.

Вообще надо иметь в виду, что всякие подготовительные операции с почвой не остаются без влияния на ее свойства. Мы не говорим уже, что структура почвы при них резко меняется, но они отражаются и на химизме ее; так, проф. К. К. Гедройц на целом ряде опытов показал, что в почве, хранившейся год и более, увеличивается количество усвояемых азота и фосфорной кислоты и урожаи на такой почве выше, чем на почве свежей¹⁾. Затем надо иметь в виду, как показывают наблюдения К. К. Гедройца и наши, что одна и та же почва в разные годы обнаруживает неодинаковую производительность. В силу этих соображений необходимо изучить этот вопрос детальнее и во всяком случае при исследовании почв вегетационным методом придерживаться строго из года в год одних и тех же правил и соблюдать одинаковые условия.

К числу последующих подготовительных операций относятся определения гигроскопической воды и влагоемкости почвы.

Для первой цели берется средняя проба из данного образца почвы в стаканчик с притертой крышкой, предварительно высушенный и взвешенный, и высушивается до постоянного веса при 100—105° Ц.

Одновременно с этим берется большая средняя проба для определения влагоемкости.

Для этой цели пользуются цинковыми цилиндриками (диам. 4 сант., выс. 18 сант., см. рис. 6 на стр. 35) с сетчатым дном. На последнее кладется полотняный, предварительно смоченный кружок и в таком виде цилиндрок взвешивается на технических весах с точностью до 0,1 грм., а затем в него насыпается просеянная через 3-миллиметровое сито почва при постоянном постукивании и

¹⁾ К. К. Гедройц.—Изменяемость плодородия и производ. почвы под влиянием естеств. условий и при хранении. Тр. С.-Х. Химич. Лабор. Вып. VIII. Спб. 1913 г.

после взвешивания цилиндрок ставится в кристаллизационную толстостенную чашку с дистиллированной водой, так чтобы вода касалась или же немного превышала сетчатое дно цилиндрика. Конечно для проверки надо брать не один, а два цилиндрика. Полезно после опускания их в воду прикрыть стеклянным колоколом, который однако должен опираться не на дно чашки, а на какие-либо подставочки, иначе уровень воды вследствие сопротивления воздуха под колоколом понизится.

Цилиндрики с почвой оставляются, пока вода не поднимется до верха, что бывает заметно по изменению цвета почвы. После этого они вынимаются, обсушиваются и ставятся на полотенце или пропускную бумагу, чтобы излишек воды удалился, и затем взвешиваются. После того они еще раз или два ставятся в чашку, пока вес их не сделается постоянным.

Зная % гигроскопической воды и количество воздушно-сухой почвы в цилиндриках, легко вычислить влагоемкость данной почвы, а на основании ее определить и оптимальную влагоемкость, при которой развитие растений идет наиболее интенсивно.

Такой считается 60% от полной влагоемкости, определенной только что указанным способом или же согласно опытам проф. С. М. Богданова 50% от полной влагоемкости + двойная гигроскопическая вода¹⁾.

До такой степени влажности и должна доводиться почва при набивке сосудов, так как в этом случае она не пылит и не мажется и принимает наиболее благоприятное сложение, обеспечивающее нормальное развитие корней. Иногда же наполняют сосуды почвой, не доводя ее до оптимальной влажности, а руководясь лишь тем, чтобы почва не пылила и не прилипала к руке и

¹⁾ Сельское Хозяйство и Лесоводство, 1896 г., т. 183, стр. 1107, тоже—Отчет С.-Х. Химич. Лаборатории. Спб., ч. II. Описание метода культ. опытов в сосудах. Стр. 17. Спб. 1900.

комоч, сжатый в кулаке, при бросании рассыпался на более мелкие комочки. Но это не практично, так как по большей части почву все равно приходится увлажнять, так что самое целесообразное—все ее количество, требуемое для опыта, высушить, просеять чрез 3-миллиметровое сито и хранить в плотных, хорошо закрывающихся ящиках или деревянных закромах, чтобы она не подвергалась никаким изменениям.

Что касается количества питательных солей или удобрений, то в опытах с почвенными культурами, основания для расчета иные, так как здесь уже не приходится, так строго считаться с концентрацией, ибо благодаря поглотительной способности в почве происходит регулирование концентрации. Обыкновенно расчет ведется на потребность растений в минеральных солях для производства максимального для данных сосудов урожая, при чем берутся обыкновенно в качестве нормальной смеси или полного удобрения растворимые соединения только N, K и P, ибо других питательных веществ почвы содержат в избытке или во всяком случае в достаточном количестве.

Для указанной цели в среднем достаточно брать соли из следующего расчета: N—0,5 грм., P₂O₅—0,25 грм. и K₂O—0,75 грм.

Обыкновенно пользуются такими солями и в таких количествах:

	Граммов.	Куб. сант. 1% раствора.
NaNO ₃	3,03	303
NaH ₂ PO ₄ + 4H ₂ O	0,64	64
K ₂ SO ₄ (или KCl)	1,49 (1,19)	149 (119)

Всякого рода другие соли или удобрения вносятся, как это ясно само по себе, по такому же расчету, т.е. по соответственному содержанию в них N, P₂O₅ и K₂O.

Для смешения песка или почвы с питательными веществами надо иметь или большие глиняные чашки, противни или эмалированные тазы. Определив примерной набивкой, сколько надо песку или почвы в каждый сосуд, отвешивают на десятичных весах необходимое количество их, пересыпают в противень или таз, прибавляют порошковатых удобрений, перемешивают тщательно железным совочком и приливают растворимые соли и столько воды, чтобы всей жидкости было количество, соответствующее оптимальной влагоемкости, и снова еще раз тщательно перемешивают.

Впрочем, почву после прибавки воды не следует сразу же перемешивать, так как она очень прилипает к рукам или совку, а лучше, прилив воды, оставить на некоторое время (5—10 мин.), чтобы вода равномерно всосалась всей массой земли. После этого перемешивание идет беспрепятственно.

Наполнение сосудов, предварительно подготовленных, как это указано выше (стр. 37), занумерованных, производится так: сначала насыпают на дно сосуда 3 совка песку или почвы, чтобы равномерно покрыть дно слоем в 3—4 сант. и уминают плотно рукой для обеспечения равномерного и быстрого капиллярного поднятия воды, вносимой в дальнейшем при поливке сосудов. А затем такое послойное наполнение продолжают дальше, уплотняя всякий раз почву настолько, чтобы она впоследствии уже не оседала; песок не рекомендуется сильно уплотнять, а внося в сосуд некоторое его количество опусканием совка вниз и вверх перемешивать его, стремясь придать ему во всей массе однородное сложение.

Вообще набивка сосудов требует и значительных усилий и опытности и умение здесь достигается лишь при продолжительной работе, тем более, что лишь при

этом осуществимо главное требование—создать во всех сосудах возможно однородное сложение и плотность почвы и песку. Вот почему при занятиях в шееле с группой учащихся, когда каждый должен проделать все операции, лучше давать не одну тему для целой группы, а каждому занимающемуся отдельный опыт, ибо в первом случае создается такая пестрота в работе,



Рис. 7. Набивка сосудов (слушательницы Стебутовских курсов).

что результаты опытов по большей части бывают сомнительными.

Для достижения наиболее совершенной, т.-е. однородной во всей массе каждого сосуда и единообразной во всех сосудах плотности почв, предлагались различные приемы и приспособления; так проф. П. Вагнер употребляет след. прием: почва, предназначенная для данного сосуда, делится на несколько равных порций, каждая

из них после внесения в сосуд надавливается диском (с диаметром равным диаметру сосуда) так, чтобы каждая порция заняла в сосуде строго определенный объем. Конечно при этих условиях работа затягивается, и необходимым условием здесь является наличие сосудов строго определенного диаметра, что почти недостижимо при исключительном пользовании стеклянными сосудами.

Один из немецких исследователей И. Худиг для этой же цели сконструировал особый аппарат для тщательного смешивания почвы¹⁾. О его назначении и конструкции автор говорит следующее: занимаясь изучением вопроса о производительности разных почв помощью вегетационного метода, он стремился заменить работу руками, которые очень страдали, когда приходилось этим заниматься много и долго; а так как в некоторых случаях приходилось делать смеси из нескольких почв, то во избежание неопределенности и субъективности при определении момента, когда смесь готова, желательно было эту работу выполнять механически. При конструировании соответственного прибора заранее нужно было отказать от всех таких, где смешение ведется при помощи вращательного движения, так как в этом случае неизбежной является сортировка почвенных частиц по их крупности. Можно было, казалось бы, пользоваться приборами, подобными применяемым при изготовлении смесей для цемента и сконструированным так, что наружный кожух и внутри его расположенный подъемный винт вращаются в противоположных направлениях, но тут являлась опасность, что при смешении сырой почвы прибор будет сильно забиваться. В виду этого автор остановился на принципе распределения, сущность чего сводилась к следующему: представим себе, что масса веществ, предна-

¹⁾ Landw. Jahrbücher, 1913, т. 45, № 4.

значенных для смеси, разделена на очень большое число малых частей и что есть возможность поместить их в каком-нибудь сосуде так, что в каждой единице объема находится одинаковое количество веществ, входящих в состав смеси.

Практически можно представить и составить такую вполне однородную смесь, если первоначальное деление на части было очень значительно; конечно, такое деление должно производиться очень скоро и легко, т.-е. с наименьшими затратами времени и сил.

Достигается же оно следующим образом: если почва падает чрез трубу, нижний конец которой имеет четыре разветвления, то, предполагая, что при падении в трубе в любой горизонтальной плоскости ее почва однородна, мы получим после прохождения ее чрез нижний конец трубы четыре вполне однородных массы, которые пусть будут обозначены буквами А, В, С и D; если затем пропустить чрез эту трубу каждую из четырех частей отдельно, то получатся новые однородные массы, составленные из смеси $\frac{A}{4} + \frac{B}{4} + \frac{C}{4} + \frac{D}{4}$; пропущенные чрез трубу они дадут опять четыре массы $(\frac{A}{16} + \frac{B}{16} + \frac{C}{16} + \frac{D}{16}) + (\frac{A}{16} + \frac{B}{16} + \frac{C}{16} + \frac{D}{16}) + (\frac{A}{16} + \frac{B}{16} + \frac{C}{16} + \frac{D}{16}) + (\frac{A}{16} + \frac{B}{16} + \frac{C}{16} + \frac{D}{16})$. Повторяя это несколько раз, можно достигнуть смешивания близкого к теоретическому пределу.

Сконструированный согласно этому принципу прибор представляет четырехгранную деревянную трубу, поставленную вертикально и внутри покрытую рядом толстых игол, назначение которых состоит в том, чтобы при падении частицы падали не вертикально, а по зигзагообразной линии. На верху трубы находится четырехгранная воронка, нижнее отверстие которой закрывается заслонкой, а несколько ниже ее в трубе вделаны две

взаимно-перекрещивающиеся острогранные планки, при ударе об которые падающие частицы получают движение несколько в стороны, а не прямо вниз. Нижняя часть трубы оканчивается четырьмя наклонными плоскостями или желобами, под которые помещаются ящики; таким образом смесь, насыпанная в воронку, пройдя чрез трубы, распределится в четырех ящиках; вместо упомянутых выше игол в аппаратах больших размеров можно пользоваться проволочными сетками, натянутыми на деревянные рамы, которые вдвигаются в трубу как ящики.

Подготовка семян к посеву. Предполагая, что все факторы роста, как свет, влажность и физическое состояние почвы, количество и форма питательных веществ во всех сосудах, одинаковы, словом, найдутся при всех равных условиях, теоретически можно ожидать во всех сосудах равных урожаев. На самом деле это не всегда бывает вполне так. Есть еще условия, трудно уловимые, зависящие от свойств самих семян, от их индивидуальных особенностей. Чтобы устранить влияние этого фактора, необходим строгий подбор семян. Так как внешним признаком, определяющим достоинство семян, как посевного материала, является его абсолютный вес, то, отбирая для посева семена одинакового веса, до некоторой степени можно устранить влияние «индивидуальности» каждого семени.

Техника такого отбора состоит в том, что первоначально на глаз отбираются семена одинаковой величины, затем из них каждое взвешивается и семена одинакового веса берутся для посева. Менее точно будет, если взвешивают не каждое семя, а несколько (напр., по 10 или по 100). Зная средний вес одного семени, можно уже отбирать определенное число их, напр., потребное на один сосуд, подгоняя к среднему весу. Не-

сомненно, что при таком отборе нельзя быть уверенным, что в данном сосуде посеяны семена совершенно одинакового веса, так как, подгоняя общий вес данного числа семян к среднему, можно среди них найти и более крупные и более мелкие, вес которых не будет резко отличаться от такого же числа средних семян. Для семян мелких (клевера, проса и т. п.) отбора по весу можно не производить, заменяя его тем, что при посеве берется семян в 5—10 раз более, чем предполагается оставить в сосуде. Того же приема нужно держаться при посеве вообще всяких семян, высевая их двойное число по сравнению с числом растений, которые будут оставлены в каждом сосуде.

Чтобы обеспечить ровные и одновременные всходы, необходимо семена предварительно прорастить¹⁾; для ускорения этой операции можно сначала дать семенам набухнуть в воде (в течение не более 24 часов), а потом уже разложить их в аппарат для проращивания. Проращивание не должно растягиваться на продолжительное время, достаточно, чтобы корешок только что показался (1—2 м/м для хлебов), так как посадка с большим корешком и ростком часто сопровождается их повреждением. В виду того, что не все семена всхожи и не все обладают одинаковой энергией всхожести, меж тем как при посеве необходимо брать семена с корешком равной длины, приходится отбирать семян в несколько раз больше, чем требуется для посадки (приблизительно в 5—10 раз больше, смотря по всхожести), так как лишь при этих условиях можно обеспечить себе необходимое количество требуемого посевного материала.

Одной из полезных операций при подготовке семян к посеву является протравливание семян ржи, овса,

¹⁾ Само собою разумеется, что предварительное определение % всхожести даст понятие, с каким материалом приходится иметь дело.

пшеницы в слабом растворе медного купороса или формалина для предохранения от головни. Семена свеклы проф. Вильфарт настоятельно советует подвергать предварительному протравливанию для предохранения от корнееда (Wurzelbrand), который в вегетационных опытах часто служит причиной неудач. Протравливать следует в 1% растворе карболовой кислоты в течение 20 часов и после промывания высевать или проращивать, как указано выше¹⁾.

После протравливания никогда не лишне убедиться в том, не понижается ли их всхожесть от этой операции, и если понижается, то следует принимать соответствующие меры, т.-е. отбирать больше семян, чем это требуется при обыкновенных условиях.

Посев. При посеве необходимо принимать в расчет несколько моментов, а именно: число растений на сосуд, глубину заделки и время посева.

Число растений в сосуде определяется конечно с одной стороны величиной поверхности его, с другой—степенью развития растений, иными словами—число растений, развивающихся роскошно (с большими листьями), должно быть в сосуде меньше, чем растений противоположного характера. Общим правилом здесь может считаться положение Гелльригеля: число растений в сосуде должно быть таково, чтобы при нормальных условиях каждое растение достигло средней величины; так, напр., для злаков можно считать в среднем два растения на 1 кг. песка²⁾.

На основании этого принципа можно считать, что для наиболее употребительных сосудов, т.-е. имеющих 20 см. в диаметре, количество растений, смотри по их виду, должно быть таково:

¹⁾ См. Vegetationsversuche über Kalibedarf, etc., стр. 14.

²⁾ Hellriegel, Beiträge, etc.

Лен.	15	штук.
Зерновые хлеба	10	»
Горох, вика, клевер	»	»
Люпины, конопля	5	»
Крупные виды (подсолнух, табак, кукуруза, корнеплоды, картофель)	1	»

Однако от этих средних норм бывают значительные отступления, и есть мнение, что вообще более густой посев предпочтительнее редкого, и К. К. Гедройц в своих многочисленных опытах оставляет в сосудах по 20 шт. овса и 50 шт. льна.

При посеве же, как уже отмечено, приходится брать двойное количество семян с тем, чтобы при прорезывании была полная возможность оставить растения совершенно одинакового вида и степени развития.

Размещение растений должно производиться с тем расчетом, чтобы в распоряжении каждого находился одинаковый объем почвы (соотв. песка), и глубина заделки тоже должна быть одинакова.

Что касается времени посева, то понятно, что здесь не приходится считаться так строго с теми моментами, с которыми имеют дело в полевой практике, так как физическое состояние почвы, ее влажность и т. п. в культурных сосудах могут быть произвольно изменены в желаемом направлении, но все же Гелльригель советует момент посева подготавливать к времени, принятому в данном районе в обычных условиях практики. Хотя при поздних посевах овса, ячменя и других (напр., в конце мая и в начале июня — указание для Москвы) растения успеют вызреть¹⁾, но они не кустятся (или слабо кустятся) и в первые периоды развития при сильной жаре иногда очень страдают, так что своевремен-

¹⁾ Вегетационный период при поздних посевах, вероятно благодаря более высокой температуре, сильно сокращается.

ный посев несомненно нужно считать более надежным, чем поздний. При запоздании с посевом наблюдаются меньшие различия между сосудами различно удобренными, и весь опыт становится менее рельефным, вследствие общего понижения энергии развития растений.

Однако по опытам К. К. Гедройца такое заключение не оправдывается, и у него овес и гречиха при разных сроках посева слабо реагировали, давая почти одинаковые урожаи независимо от времени посева¹⁾.

Глубина заделки семян конечно должна соотнобразоваться главным образом с величиной семени²⁾; таким образом можно считать для клевера, проса и т. п. — $1/2$ сант., для злаков, гороха, люпина от 2 до 3 сант. и т. д.

Техника посадки не сложна: для правильного размещения семян в сосуде необходимо при помощи заранее подготовленного шаблона наметить места посадки, а затем стеклянной палочкой (с пробкой на конце, служащей для отметки глубины посадки) сделать углубления, в которые и класть семена. Так как сеется семян вдвое больше, чем предполагается оставить растений, то можно в каждую ямку класть по два семени или же для каждого семени делать отдельную ямку; тот и другой способ имеет преимущества и недостатки: в первом случае после удаления лишних экземпляров растения сохраняют правильное размещение, но зато при выдергивании легко повредить соседнее растение; во втором случае — последний недостаток устраняется, но зато распределение растений может быть неравномерно, так как приходится выдергивать, соображаясь не столько

¹⁾ К. К. Гедройц. — Влияние времени посева на урожай раст. и т. д. в вегет. сосудах. Тр. С.-Х. Химич. Лабор. в Спб. Вып. VIII, 1913 г.

²⁾ Проф. Коссович рекомендует «возможно более мелкий посев» (Отч. С.-Х. Лабор., г. II, 15).

с размещением растений, сколько со степенью их развития.

После того, как семена положены в ямки, их засыпают песком с боков каждой ямки. Можно делать еще так, что из сосуда отсыпается часть почвы (в почве вообще труднее сделать ямки, чем в влажном песке), соответствующая слою, под которым должны находиться семена, раскладываются на этой поверхности и потом засыпаются раньше вынутой почвой.

Проф. А. Г. Дояренко рекомендует следующий прием посадки: «в углубления при помощи пинцета раскладываются проросшие семена и заделываются при помощи тонкой струи воды, направленной из промывалки вкось к стенке отверстия—при такой заделке семена обволакиваются мокрым песком и все отверстие заполняется равномерно песком, смешанным с водой».

Для равномерности глубины заделки полезно применять самодельные или специально заказанные садовые колья. В первом случае берут толстую стеклянную трубку длиной в 20—25 сант. и диаметром до 1 сант. и надевают на один конец резиновое кольцо (от трубки) на таком расстоянии от конца, на какую глубину предполагается заделывать семена.

Вполне пригодны и садовые колья, применяемые и сконструированные А. И. Стебутом в виде железных стержней с ручкой и передвигающимся по ним и закрепляемым винтом железным же кольцом, которое может быть передвинуто на любое расстояние от конца стержня, смотря по глубине заделки семян.

Кроме семян в качестве посевного материала приходится применять еще клубни или ростки картофеля и табачную рассаду. В данном случае необходимо, как можно тщательнее и без повреждения корней, пересадить по возможности одинаково развитые экземпляры в сосуды, предохраняя их первое время от непосред-

ственного действия солнечных лучей. В подобных случаях не всегда можно рассчитывать на равномерность развития во всех сосудах и, чтобы гарантировать положительные результаты, необходимо брать не менее 3-х и даже большее число параллельных или контрольных сосудов.

При опытах с картофелем отбор клубней требует особой тщательности; средние по величине клубни являются наиболее пригодными, из них для посадки отбираются совершенно одинаковые по весу, форме, цвету, числу глазков и т. д. Отбор по весу практичнее и быстрее всего производится так: на одну чашку весов кладут один клубень, взятый как образец, и все остальные подбирают к нему, помещая каждый на другую чашку.

В виду невозможности окуживания, клубни заделываются на значительную глубину (до 2 вершн.), но и при этом условии при росте молодых клубней, вследствие раздвигания ими почвы, последние выпирают кверху, так как во всяком другом направлении этому мешают стенки сосудов.

После посева сосуды можно поставить на место их постоянного пребывания, т.-е. на вагонетки. До появления всходов, во избежание излишнего испарения воды поверхностью почвы и под'ема солей кверху, полезно сосуды прикрыть бумагой, которую однако надо сейчас же снять, как только будут обнаружены всходы. Этиолирование ростков крайне нежелательно, так как они вытягиваются и в дальнейшем легко полегают.

Вслед затем сосуды с растениями за исключением дождливых и очень ветреных дней и ночью, когда нет возможности иметь за ними наблюдение, всегда должны оставаться снаружи на открытом воздухе, чтобы не изнеживать растений под стеклянной крышей внутри

теплицы, где температура всегда несколько выше и влажность вследствие слабой вентиляции иная. Это конечно требует постоянного и неослабного надзора; поэтому необходимо, чтобы жилые лица, которому он поручен, находилось по соседству с вегетационным домиком.

Помимо этого уход за культурами сводится к ряду очень разнообразных операций. К ним следует причислить: прореживание всходов, борьбу с вредителями и паразитами, предохранение от полегания и поломки растений, поддержание поверхности почвы или песка в рыхлом состоянии или предохранение ее от излишнего испарения, устранение неравномерного освещения или нагревания краевых сосудов, затем ежедневную или вообще периодическую поливку; во время ухода при производстве тех или иных операций необходимо ведение подробных записей за фазами развития и вообще за состоянием растений, словом, все, что производится в вегетационном домике с момента появления всходов до уборки, может объединено в понятие ухода.

Остановимся несколько подробнее на каждой из этих операций.

После установки сосудов на вагонетках и появления всходов, в первое время, когда ростки еще малы, освещение всех сосудов бывает равномерным, но по мере роста краевые сосуды, стоящие на солнечной стороне, начинают затенять задние ряды, поэтому число поперечных рядов не должно быть велико. Осмотр, поливка и т. п. лучше всего производятся, если в поперечных рядах стоит по 4 сосуда, при большем числе в ряду уход затрудняется. Другое неудобство, возникающее при большом числе сосудов в ряду, заключается в неравномерности освещения: сосуды, стоящие сзади (по отношению к солнцу), получают меньше света, чем стоящие в переднем ряду, но зато в последних почва сильнее нагревается.

Для устранения первого неудобства, как уже указано, проф. П. С. Коссович предлагает вагонетки особого устройства: «вагонетки представляют как бы две ступени лестницы, обращенной на юг», на каждой ступени помещается по два ряда сосудов (по 10 в ряду); каждая пара сосудов, стоящих один в первом, другой во втором ряду, представляет из себя пару параллельных сосудов, т.-е. таких, в которых растения находятся в совершенно тождественных условиях. Ясно, что сосуды, находящиеся на первой и на второй ступени, находятся в одинаковых условиях относительно света, чего нельзя сказать, когда все четыре ряда сосудов стоят в одной плоскости. Чтобы устранить излишнее нагревание стеклянных сосудов, они покрываются картонными чехлами, плотно облегающими поверхность сосуда. Последнее важно, чтобы совершенно закрыть песок от света, так как в противном случае в нем развивается много микроорганизмов (сначала низшие водоросли, а потом бактерии и т. д.), присутствие которых понятно нежелательно, так как благодаря им питательный субстрат подвергается сильным изменениям. Некоторые предлагают снаружи окрашивать сосуды сначала черной краской, чтобы устранить доступ света, а по черной краске белой, чтобы уменьшить степень нагревания их солнцем. Окраска, конечно, более совершенно, чем чехол, предохраняет от света, но зато она не позволяет видеть, что происходит внутри сосуда; таким образом одно из важных преимуществ стеклянных сосудов совершенно устраняется. С целью уменьшить нагревание сосудов рекомендуется также делать вагонетки в виде ящика, боковые стенки которого должны быть одинаковой высоты с сосудами.

Вредное влияние большого нагревания и освещения конечно с особой силой сказывается на сосудах, стоящих по углам вагонеток; чтобы уменьшить его, необходимо вагонетки ставить вплотную одну к другой, не раз-

двигая их, или же на углах помещать особые защитные сосуды с растениями, урожай которых в расчет не принимается, или же каждый день менять место сосудов, переставляя из передних рядов в задние и т. д.

При передвижении по рельсам необходимо устранять малейшие толчки, так как от частых сотрясений песок или почва оседают на дно сосуда плотным непроницаемым слоем, причем корни растений нередко от этого страдают.

Поливка. Одной из дальнейших и самых важнейших операций по уходу является поливка растений. От точности и аккуратности поливки всецело зависит успех всякого опыта. Существует два способа поливки, один более точный—по весу, другой—с несколькими видоизменениями—по объему или постоянному уровню. В первом случае количество испарившейся воды определяется взвешиванием каждого сосуда. Если до опыта определить вес сосуда, гравия (соответствующих полуконусов), почвы (или песка), каркаса, количество воды, необходимой для нормального развития растений, то получится таким образом тот вес, до которого всякий раз необходимо доводить при поливке каждый сосуд.

Если производится учет испаряемой воды, то для ускорения работы можно рекомендовать следующее: на одну чашку весов кладутся разновески, сообразно с установленным весом сосуда, на другую чашку ставится сосуд и в него из мензурки с двойными делениями наливается до уравнивания известное количество воды, которое легко определить, отсчитывая его по объему.

При значительном числе и весе сосудов (до $1\frac{1}{2}$ пуд. каждый) такая работа утомительна, требует немало времени и сопровождается всегда повреждением растений, неизбежным при перестановке сосудов на весы и вообще

с одного места на другое. Да и для рабочего персонала она может сопровождаться вредными последствиями для здоровья.

Вот в силу этих соображений Пфейфер¹⁾ сконструировал специальное приспособление, состоящее в том, что на обыкновенных вагонетках, на которых ставятся вегетационные сосуды, привинчиваются литые массивные колонки; на верхнем конце каждой из них укрепляется круглая обойма с крестовиной, каждое плечо которой заканчивается кольцом такого размера, каков диаметр сосудов (так что в общем получается подобие маленькой карусели). Вегетационные сосуды вставляются в эти кольца и при помощи выступов на своих стенках свободно висят, так что их легко приподнять вверх. Это сделано с тою целью, чтобы при взвешивании сосудов при поливке можно было под каждый из них подставить весы, снабженные роликами, на которых они легко передвигаются по вагонетке, и рычагом, при помощи которого платформа весов может быть приподнята. Взвешивание при таком приспособлении производится так: подкатив весы под сосуд, висящий на кольце, рычагом приподнимают платформу весов настолько, чтобы сосуд стал на ней свободно и мог быть взвешен. По окончании этой операции платформа рычагом же опускается вниз и сосуд снова принимает свое прежнее висячее положение. Для взвешивания следующего сосуда обойма, укрепленная на колонке, поворачивается на 90° , затем для следующего тоже, пока не будут взвешены все четыре сосуда, висящие на одной колонке. Затем весы перекачиваются к соседней колонке и т. д. Одновременно с этим автоматически происходит и перемещение сосудов, ибо каждый из них поворачивается на 90° по сравнению с своим прежним положением. Возможно

¹⁾ Landw. Versuchsst. 1912 г., т. 76, №№ I и II.

еще на вагонетках же проложить рельсы, чтобы весы перекатывались без особых усилий с места на место.

При таком приспособлении, как показывает практика, поливка сосудов отнимает немного времени, и, напр., нужно всего около двух часов, чтобы один человек без посторонней помощи смог взвесить и полить более 100 сосудов.

Затем при этом достигается еще то очень важное условие, что при перемещении сосуды не испытывают никаких сотрясений, и, следовательно, если употребляются глиняные или стеклянные, то устраняется опасность их разбить, почва не слегаются плотно, как это бывает при обычной перестановке с места на место и т. д. Легкость работы и малая потеря времени являются очень важными для тех опытов, при которых требуется тщательный и подробный учет испаряемой воды, так как при описанном приспособлении взвешивание сосудов можно производить гораздо чаще. Хотя стоимость этого приспособления значительна (каждая колонка с каруселью для 4 сосудов стоит около 15 руб.), но, принимая в расчет экономию во времени, в работе и преимущества для самых опытов, как-то: точность и пр., такой расход едва ли может считаться непроизводительным.

Так как по мере развития растений, вследствие усвоения углерода, вес растений возрастает, то рекомендуют вводить поправку; для этого можно на грядке или в особых сосудах высеять подобные же растения в одно время, как и в сосуды, и затем брать определенное число в известный срок, определять их вес, предполагая, что развитие их в сосуде и на грядке идет одинаково. Повторяя это несколько раз в течение опыта и прибавляя всякий раз найденный вес к установленному весу сосуда (конечно, лишь приблизительно), можно избежать ошибки, которая может быть значительна при роскошном развитии растений. Однако, уже не говоря

о том, что нельзя рассчитывать на полную тождественность веса растений в сосудах и на грядке, прием этот сильно усложняет опыт, так как при разном развитии растений в зависимости от разных удобрений и вообще условий данного опыта или темы пришлось бы такой же опыт, т.-е. по той же схеме, заложить и на грядках или даже в сосудах, растения которых должны служить для получения этих поправок. Само собою разумеется, что фактически это вероятно не оправдало бы тех ожиданий, на которые рассчитывают при подобных условиях.

Если несколько поступиться точностью в виду недостатка времени, то можно прибегнуть к *другому способу поливки—по уровню*, измеряя приливаемую воду по объему. В данном случае все сводится к тому, чтобы доводить воду на дне сосуда всегда до одного и того же уровня при каждой поливке. Такая цель достижима, если на дне сосуда имеется свободное пространство, что возможно лишь в том случае, когда сосуды снабжены вышеописанными полуконусами. Тогда достаточно лишь вводить через трубку всякий день такое количество воды, чтобы она заполнила пустое пространство до заранее сделанной метки на боковой стенке сосуда. Если доливать воду из градуированного цилиндра, можно вести учет испаряемой воды. Необходимо заметить, что в данном случае главное условие всякого вегетационного опыта, — «все факторы роста кроме одного должны быть одинаковы» — относительно влажности почвы не может быть соблюдено так строго, как при поливке по весу, и, кроме того, здесь трудно создать «оптимальную влажность», так как воды дается больше, чем ее испаряется растением. Само собою понятно, что в первое время почва или песок, содержащие в себе около 50—60% воды от их наибольшей влагоемкости (или 10—15% от веса почвы), способны впитать воды (в силу капиллярности) до полного

насыщения, т.-е. содержать до 100% влагоемкости; в нижних слоях такая влажность существует почти всегда, в верхних, благодаря испарению поверхностью почвы и ворнями, влажность меньше. Несомненно, что полного равенства быть не может, так как трудно достигнуть одинаковой плотности песка или почвы во всех сосудах, с другой стороны постоянная насыщенность нижнего слоя водой может вести к очень нежелательным последствиям, именно к загниванию корней вследствие отсутствия газообмена в песке, пресыщенном жидкостью. В этом случае приходится несколько отступать от правила—«поддерживать воду на одном уровне»—и производить поливку *реже*, давая всей воде всосаться и поливая уже после этого; в таком случае нижние слои могут хорошо вентилироваться и опасность загнивания корней устраняется; но в то же самое время такое отступление от правила вносит некоторый произвол, что может нарушать главное условие—поддержание одинаковой влажности во всех сосудах, и понижает убедительность опыта. Правда, при навыке можно с успехом вести опыты, поливая сосуды описанным способом; для начинающего же трудно (несмотря на видимую простоту) производить поливку так, чтобы не нарушить одинаковой влажности во всех сосудах и поддерживать ее всюду в оптимальных условиях.

Заметим впрочем, что и при поливке по весу мы не ставим в сущности растений в одинаковые условия по количеству влаги, ими потребляемой, а даем им воду по мере надобности: чтобы довести все сосуды до одинакового веса, нужно прилить больше воды в те сосуды, где растения лучше развиты и больше испарили; это повторяется ежедневно и постепенно создается громадная разница в количестве воды, потребленной растениями разных сосудов. Процентное содержание влаги тоже бывает одинаково во всех сосудах лишь один раз

в сутки, после поливки, а затем это равенство нарушается неодинаковым испарением.

Таким образом, поливаем ли мы, руководясь взвешиванием сосудов, или приливаем воду, измеряя ее по об'ему, по мере исчезновения ее в нижней части сосудов, мы в том и другом случае снабжаем растения водой по мере их потребности, а не равными количествами воды.

Видоизменение этого способа, рекомендованное и применявшееся В. В. Винером, представляет то удобство, что почти не требует в течение опыта труда на поливку (кроме наполнения мариоттовых бутылей), сопровождается теми же последствиями, что и описанный выше, но еще в большей степени, по причинам само собою понятным; в годы жаркие, при большом испарении оно дает лучшие результаты, нежели в годы с сырым и прохладным летом. При описанных способах поливки вода подводится в сосуд снизу, и для этого верхний конец ее соединяют каучуковой трубкой с воронкой или последнюю прямо вставляют в трубку и вливают необходимое количество воды.

При поливке по весу представляется возможность поливать сосуды сверху. То и другое имеет свои преимущества и недостатки. При поливке снизу есть два существенных недостатка: один—тот, что нижний слой почвы при внесении больших количеств воды расплывается и, теряя строение, уплотняется так, что между ним и верхним слоем может образоваться пустое пространство; другой недостаток состоит в том, что растворимые соли могут выкристаллизовываться на поверхности почвы и таким образом оставаться неиспользованными¹⁾.

¹⁾ Почва покрывается беловатым налетом, напоминая собой высохший солонец.

Если поливать только сверху, то поверхность почвы заплывает, образуя корку со всеми нежелательными последствиями. Проф. П. С. Коссович комбинирует эти два способа, так что один из них восполняет другой. Поливка у него производится утром снизу, вечером же из лейки с мелким ситечком сверху, этим достигается то «что соли не выкристаллизовываются на поверхности почвы и при утренней поливке снизу приходится добавлять меньшее количество воды»¹⁾. При такой комбинированной поливке и вообще при введении воды сверху происходит вентилирование почвы, так как вода вытесняет газы, скопившиеся в почве, а по мере ее испарения в почву поступает извне свежий воздух.

Помимо поливки сверху, для устранения выцветания солей можно покрывать поверхность почвы каким-либо индифферентным веществом (так, у нас применялись в виде опыта древесные опилки, вата и т. п.). Можно покрывать и мелким асбестом и т. п. веществами при условии, чтобы эти вещества не могли видоизменяться так или иначе в течение опыта и хорошо предохраняли почву от поверхностного испарения. Применение крупного кварцевого песка для подобной цели оказалось неудобным, так как в хорошие дни он так сильно нагревался, что стебли растений в месте соприкосновения с песком сильно страдали, молодые же растения погибали от ожога, последнее наблюдалось и в почве, ничем не покрытой при очень *поздних* посевах.

Частота поливки зависит от степени развития растений и погоды. В начале опыта весной, когда растения только что начинают развиваться и температура воздуха не достигает больших пределов, достаточно поливать не каждый день, а через два-три дня, то же делают и при созревании, когда испарение у растений уменьшается,

¹⁾ См. Отчет и т. д., стр. 19.

в середине же лета, перед цветением, при высокой температуре воздуха и усиленном расходе воды растениями, однократной поливки в день бывает недостаточно и приходится поливать утром и вечером. А при опытах по изучению влияния влажности для создания одинаковой влажности во всех сосудах и в течение всего опыта Пфейфер¹⁾ советует поливать сосуды три раза в день.

Немаловажное значение имеет *температура и качество воды*. Относительно первой требуется, чтобы поливка производилась водой, нагретой до температуры окружающего воздуха. Поэтому, если пользуются колодезной водой, ее нужно перед поливкой запастись заблаговременно, чтобы она согрелась. Что касается качества воды, то при точных опытах в песке по вопросам питания необходимо брать только дистиллированную воду; в почвенных культурах можно пользоваться дождевой, колодезной и даже речной водой, после предварительной фильтрации и определения сухого остатка и даже состава его, чтобы до известной степени учесть влияние минеральных солей, вносимых с водою.

Фильтрация производится при помощи самодельного фильтра, состоящего из небольшой дубовой кадки (выс. 1 арш., диам. около 8—10 вершк.) с отверстием внизу, в которое ввинчен газовый кран, над этим отверстием ставится вверх ногами фарфоровый продырявленный конус, употребляемый в лаборатории для фильтрования. Конус обкладывается чистым гравием, который покрывает также и все дно кадки слоем около 3 вершк. высотой.

Сверху гравий прикрывается чисто вымытым в кипятке полотняным кружком, а на него насыпается чи-

¹⁾ Landw. Versuchsst., т. 76, 1912 г., № III и IV, см. также мой обзор в Сельск. Хоз. и Лесов. 1913 г. № 6.

стый же или даже промытый кислотой кварцевый песок (слой в 3 — 4 вершка). Налитая сверху тем или иным способом, но не сильной струей, чтобы не размывать песок, вода проходит через песок, оставляя в нем взмученные частицы, а затем через гравий легко проникает в фарфоровую воронку и через кран может быть наливаема в ту или иную посуду.

В вегетационном домике Княжедворской областной станции такая профильтрованная колодезная вода из фильтра распределяется по трубам, проведенным по стенам вегетационного домика и снабженным на высоте, соответствующей высоте сосудов, поставленных на вагонетки, газовыми же кранами. Надевая на последние каучуковые трубки такой длины, чтобы они хватили до середины теплички, можно было производить поливку прямо в сосуды без особого труда и быстро.

Можно также поливку производить из больших бутылей (15—20 литров емкости) с сифонами, пропущенными через горло и оканчивающимися длинными каучуковыми трубками с зажимом Мора на конце.

Поместив такую бутылку на высокой табуретке (2 арш. высоты) или же на обыкновенной, но поставленной на вагонетке, наливают воду через сифон или прямо в сосуд или в измерительный цилиндр.

Необходимая точность при поливке по весу достигается наличием точных весов.

Большой вес сосудов, достигающих 6 и более килограммов (15 — 20 фунт.), требует конечно и соответственной силы и прочности весов, для чего пригодны и наиболее практичны десятичные.

При выборе их очень важно получить весы с передвигающимся на коромысле грузом, так как обращение с разновесами отнимает время, ведет к неточности и частым потерям.

Но хороших весов, обладающих надлежащей чувствительностью, прочных и пр. в продаже не бывает. Более всего подходят по конструкции весы «Фербэнкс» с грузоподъемностью до 16 клгр., но наша многолетняя практика пользования ими показала, что они очень скоро утрачивают свою чувствительность и требуют частого ремонта. Поэтому приходится прибегать к обыкновенным десятичным весам с разновесками. Обыкновенные рычажные весы мало пригодны вследствие необходимости иметь крупные разновески, что сильно утомляет работающих.

Желательно было бы сконструировать весы, на которых можно было бы взвешивать сосуды без разновесов, прочные, чувствительные и точные.

При поливке одновременно можно производить *учет испарения*. При опытах по изучению влияния влажности это является необходимым. Однако такой учет конечно резко отличается от способов, практикующихся в физиологических лабораториях, так как в вегетационных сосудах испарение воды растениями не может быть определено с абсолютной точностью.

Правда, были попытки устройства специальных приспособлений, напр., Тарховым, но они не получили распространения.

Тем не менее при некоторых условиях и поправках можно получить и при помощи вегетационного метода точные данные о *сравнительном* расходе воды разными растениями и при разных факторах.

Для этого прежде всего надо ввести в опыт контрольные сосуды без растений с целью учета воды, испаряемой почвой, и затем точно записывать расход и приход влаги за все время опыта для сведения в конце его баланса испарившейся воды.

Вычитая из всего количества воды, испарившейся в сосудах с растениями, вес воды, испарившейся в кон-

трольных сосудах (без растений), можно получить представление об испарении в течение того или иного срока опыта.

Конечно, при такой постановке испарение воды поверхностью почвы контрольных сосудов, не затененной растениями, иное, чем в сосудах с растениями, но этим или приходится пренебрегать, или же создавать искусственное затенение в контрольных сосудах, как это делал Пфейфер в цитированной уже работе¹⁾, втыкая проволоки с листьями овса или вообще того растения, с которым производится опыт.

Прореживание. Несколько выше указывалось, что семя сеется вдвое больше, чем предполагается оставить растений. Поэтому через некоторое время после появления всходов необходимо удалить лишние растения. Здесь следует принимать во внимание два момента: во-первых, какие растения удалять и, во-вторых, в какое время?

В первом случае руководствуются соображением, чтобы во всех сосудах оставить растения одинаково развившиеся, удаляя все те, которые отстали в своем развитии, и те, которые сильно опередили другие; с другой стороны—надо принимать в расчет, чтобы оставляемые растения находились друг от друга по возможности на одинаковых расстояниях.

Что касается времени прореживания, то в данном случае наиболее удобным моментом является тот, когда характер развития растений окончательно выяснился; во всяком случае затягивать надолго эту операцию не следует, так как чем позднее она производится, тем худшими результатами она сопровождается: выдергивание растений с сильно развитой корневой системой

¹⁾ Сноска на стр. 82.

ведет за собой повреждение корней оставляемых растений и, кроме того, при позднем прореживании с удаляемыми растениями уносится значительная часть питательных веществ, что может вызвать неравенство в питательной смеси различных сосудов. Приблизительным сроком прореживания можно считать 1¹/₂—2 недели от момента появления всходов, иначе говоря, тот момент, когда, напр., у злаковых развивается 3-й лист.

Другую операцию по уходу—*устройство приспособлений для поддержки растений*—желательно сделать заблаговременно, так как по мере развития растений является опасность повреждения их ветром; в простейшем виде это достигается при помощи трех стеклянных палочек или тонких деревянных жердочек¹⁾; их можно втыкать в песок или же лучше привязывать снаружи к сосудам и затем несколько раз обвязать тонкой бечевкой, на различной высоте. Более совершенными являются проволочные каркасы, состоящие из трех параллельных вертикальных проволок (связанных сверху и ниже проволочными кольцами с диаметром, равным диаметру сосуда). Такой каркас держится на сосуде при помощи металлического цинкового обода, плотно охватывающего края сосуда (чтобы обод не сползал вниз, его верхний край загнут внутрь в виде отворота, которым он опирается на края сосуда). Этот обод, в виду того, что стеклянные сосуды не бывают строго определенного диаметра, должен быть разрезным, что позволяет его делать шире или уже. Так как обод несколько пружинит, он прочно держится на сосуде всякого размера (и кроме того может еще стягиваться бечевкой за крючки, прикрепленные к ободу). В цинковых сосудах каркасы (без обода) вставляются свободными концами в ушки, прикрепленные к наружному

¹⁾ Нижние концы их можно пропитывать парафином, чтобы они вместе с водой не вбирали солей.

краю сосуда; проволока каркасов несколько отступя от края должна быть утолщена, чтобы она не проваливалась¹⁾.

Борьба с вредителями. Наиболее часто встречающимися вредителями растений в культурах бывают тли, которые поселяются целыми колониями между влагалищем листа и стеблями злаковых. Их уничтожают, опрыскивая табачным экстрактом или же просто собирая пинцетом.

Злаковые поражаются и личинками шведской мушки; поражение выражается в том, что начинается пожелтение и отмирание самого молодого листа, а затем растение начинает усиленно куститься; при этом за поражением первого стебля наблюдается отмирание второго и следующих, пока не произойдет окукливание личинки; пораженные растения не могут достигнуть полного развития и зрелости и поэтому оставление их в сосуде бесполезно: их выдергивают из земли, уравнивая число растений и в других сосудах. В этом случае лучше несколько запоздать с прореживанием, чтобы не доводить число растений в случае обнаружения шведской мушки до низкого предела.

Пшеница в сосудах часто страдает от мучной росы, покрывающей влагалища листьев пушистым налетом; против этого поражения хорошим средством является посыпание из пульверизатора серным цветом.

В листьях свеклы нередко замечаются личинки минирующих мух, которые выедают мякоть листа, оставляя кожицу нетронутой; эти участки потом ссыхаются и затем на их месте получают отверстия. В случае сильного поражения, лист или листья отмирают. Как только такие поражения начинают обнаруживаться, следует убивать личинок, прокалывая их иглой.

¹⁾ См. отчет С.-Х. и Хим. Лаб. М. В. и Г. И., стр. 24.

Если почва берется с участков, где много личинок шелкоуна, то нередко последние попадают в сосуды при набивке и подедают корешки хлебных ростков. При подготовке почвы, при просеивании ее и набивке сосудов, надо тщательно следить, чтобы ни одна из личинок не попала в сосуд.

Против корнееда свеклы и головки хлебов следует принимать предохранительные меры, протравливанием семян обычным способом.

Ведение записей. В дальнейшем от момента прореживания до уборки необходимо тщательно следить за растениями, отмечая малейшие различия в их развитии и устраняя все побочные неблагоприятные факторы.

Все подобные отметки можно вести в форме дневника, в котором для каждого отдельного сосуда должна быть отдельная рубрика или страница. Говоря вообще, ведение точных и подробных записей — необходимое условие при постановке всякого вегетационного опыта. Начиная от момента наполнения сосудов почвой или песком вплоть до уборки растений, должно отмечать каждый шаг, причем все отступления от общепринятой для данного опыта схемы и условий постановки, все отклонения и т. п. должны отмечаться в особенности, так как лишь при наличии подобных подробных записей можно выяснить те часто неожиданные разницы в развитии растений, которых, казалось бы, по смыслу опыта быть не должно.

Как должны вестись подобные записи и как расположить записываемые данные, это зависит конечно от объема и целей опыта, удобнее всего для отдельного опыта иметь особую тетрадь, в начале которой записываются все данные относительно размеров сосудов, качества и количества почвы (или песка), их влагоемкости

и т. п. Затем уже необходимо иметь для каждого сосуда отдельную страницу или ряд рубрик, в которые заносятся данные, относящиеся только к отдельным сосудам; — здесь записывается время появления всходов, время прорезывания, энергия кущения, время цветения, созревания, уборки и т. д.

В качестве примера можно привести тетрадь для записей, принятую в кабинете частного земледелия Моск. Сел.-Хоз. Института, или бланк, применяемый на Княжедворской областной станции.

Кроме ведения подробных записей, полезной и наглядной иллюстрацией являются фотографические снимки с культур.

Обыкновенно фотографирование производят перед уборкой, когда начинается созревание; нередко в этом моменту разницы в развитии растений, особенно в росте, несколько выравниваются и картина бывает недостаточно рельефна, а кроме того и самый вид растений, вследствие опадания или ссыхания нижних листьев, получается не совсем характерным; поэтому лучше с'емку производить в период выметывания или цветения. Сосуды располагаются при с'емке или в порядке соответствующем схеме опыта или же по высоте стеблей, чтобы получилось постоянное нарастание или постепенное падение. Для ясности следует ставить около крайнего сосуда какой-нибудь шаблон или мерку, размеченную на сантиметры или дециметры, а самые сосуды снабжать отчетливыми надписями, согласно принятой схеме опыта.

Уборка растений обыкновенно производится в то время, когда растения достигли зрелости. Перед созреванием надо тщательно предохранять растения от повреждения птицами, для чего их следует все время держать в тепличке, не выкатывая вагонеток наружу, если нет сетки перед теплич-

кой. В то же самое время, если поливка производится по уровню, необходимо уменьшить количество вносимой воды, так как ко времени созревания испарение понижается.

Когда растения вполне созрели и можно ожидать осыпания зерна и вегетативных органов, их срезают ножницами у самой поверхности почвы; для наибольшей точности необходимо тщательно собирать в течение всего опыта отмершие листья в небольшие нумерованные пакетики и при уборке урожая присоединять их к общей массе. Затем определяют длину стеблей, отмечают количество колосьев (соответственно стручков) и затем, согнув несколько раз, вкладывают в бумажный пакет; все пакеты затем помещаются открытыми в шкаф для быстрого высушивания (при 60° С.) и уже после сушки взвешиваются (в воздушно-сухом состоянии). Сначала взвешивают всю растительную массу отдельного сосуда, затем отделяют зерна от соломы и мякины и взвешивают отдельно то и другое. Сопоставляя урожай параллельных или повторных сосудов (которые теоретически должны быть равны, так как в этих сосудах все факторы роста одинаковы) друг с другом, можно судить о степени достоверности полученных результатов. Если разница в урожаях параллельных сосудов не велика, то берется среднее из урожаев параллельных сосудов; если разница больше предельной нормы, то данные опыта теряют в своей убедительности. Какова эта предельная норма, за какую не должны выходить колебания в показаниях отдельных сосудов, понимается различно.

Чем больше сосуды и число растений в каждом сосуде, тем большей точности мы можем ожидать от опыта. Вагнер ставил идеалом, чтобы отклонения в показаниях отдельных сосудов не превышали 1%; при тех же стеклянных сосудах, в 15 сант. диаметром, каковые выше упоминались, трудно добиться, чтобы показания

одноименных сосудов не отличались на 1—2 гр., что при урожае в 30—50 гр. на сосуд составит в лучшем случае 2%, а часто доходит до 7% и 10%. Пригодны ли такие опыты для получения прочных выводов, этого нельзя сказать заранее; это зависит от того, какие влияния мы желаем уловить, крайне резкие или же мало заметные. Нужно только, чтобы разницы под влиянием удобрения (или вообще — изменяемого фактора) были гораздо больше, нежели разницы между показаниями одноименных сосудов; если, напр., разница между урожаями одноименных сосудов достигает даже 5 гр., а различия, вызываемые внесением разных солей, составляют величины в 20—30 гр. (как это часто случается в песчаных культурах), то мы можем еще воспользоваться такими показаниями; если мы имеем дело с почвенными культурами, где действие солей не столь резко, то мы должны достигнуть большей точности, большего совпадения в показаниях параллельных сосудов, руководясь тем же критерием.

За последние годы, как известно, для определения точности полевых и вегетационных опытов, заграничные исследователи стали прибегать к математическому учету, пользуясь теорией вероятности и вычисляя *вероятную* среднюю или квадратическую ошибку, на основании данных параллельных или повторных сосудов. Но так как это вычисление лишь тогда дает точное представление о величине ошибки и след. точности результатов, когда оно основывается не на 2-х, а на многих наблюдениях, т. е., иными словами, когда берется не два параллельных сосуда, а гораздо больше, то прежде всего для возможности такого математического учета необходимо значительно увеличить число сосудов, что и вообще делает опыт громоздким и иногда трудно выполнимым. Но так как оказывается, что при 5—10 повторениях еще возможно получить точные результаты, то можно след.,

увеличив соответственно против схемы число сосудов, рассчитывать на применение при оценке урожайных данных математического учета.

Здесь не место входить в детали об основах применимости и способах выведения математических формул, так как это было нами в свое время сделано с достаточной подробностью ¹⁾, укажем лишь, что основанием определения степени точности можно считать величину средней квадратичной ошибки, определяемой по формуле

$$m = + \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$$

где $[vv]$ есть сумма квадратов отклонений от среднего арифметического, а n — число наблюдений, т. е., иными словами, число параллельных сосудов.

На основании теории вероятности можно считать, что лишь тогда разница в урожаях сосудов, служащих для учета влияния того или иного фактора, может считаться достоверной, а не случайной, когда она выше или больше трехкратной средней квадратичной ошибки.

Разработка темы **Получение точных и ясных ответов и схемы опыта.** на вопросы, разрешаемые вегетационным методом, зависит не только от аккуратности и умения при выполнении описанных выше манипуляций, но в не меньшей, если не большей степени, от надлежащей формулировки *темы* опыта и от целесообразной разработки *схемы* его.

Впрочем, формулировка темы не столь трудна, она во всяком случае должна быть краткой и ясной. Что же касается схемы, то ее следует разработать с надлежа-

¹⁾ Н. Недокучаев и О. Ростовцева. Сообщение Отдела Частного Растениеводства С.-Х. Ученого Комитета, 1917 г. Вып. 2-ой. Опыты с сортами кормовых корнеплодов и картофеля на времен. полевом участке Отд. Частн. Раст. Птгр., 1918. См. также — Приложение в конце книги.

щей подробностью, чтобы результаты опыта не оставляли сомнений и не вызвали вопросов.

Само собою разумеется, здесь нельзя преподать правил и предусмотреть всякие возможности и комбинации, что облегчило бы начинающим не только знакомство с техникой метода, но и дало бы руководящие начала для самостоятельных исследований, но все же разработка двух-трех примеров в этом случае может быть несомненно полезной.

Во всяком опыте, какова бы ни была его тема, необходима так называемая «нормальная культура», т.-е. такая питательная смесь, в которой все вещества, необходимые для растений, находятся в усвояемой форме и в количестве, достаточном для получения максимального урожая при данной поверхности сосуда. С другой стороны, для контроля на чистоту песка необходима культура с такой питательной смесью, в которой нет одного из элементов, напр., или азота, или калия, или фосфорной кислоты и т. д. Какой из элементов должен быть устранен из питательной смеси, это зависит от темы опыта, иначе говоря, если опыт имеет целью изучение усвояемости различных соединений фосфорной кислоты, то в этой контрольной культуре не должно быть фосфорной кислоты и т. п.

Теоретически в нормальной культуре должен быть максимальный урожай, в контрольной — минимальный, так как при абсолютной чистоте песка (что конечно трудно достижимо) в питательной смеси, не содержащей одного элемента, должны получиться предельные растения (т.-е. растения, развившиеся исключительно на счет запасных веществ семени). Урожай других сосудов, в которых внесены испытуемые питательные вещества или удобрения, должен заключаться между двумя указанными пределами, приближаясь к максимуму при высокой усвояемости удобрения и к минимуму при малой доступности его для растений.

В качестве примера для иллюстрации высказанных соображений можно привести схему опыта на след. тему: «усвояемость фосфорной кислоты различных фосфорнокислых удобрений»:

№№ сосудов.	Схема опыта (отличительный признак каждой пары сосудов).
1 и 2	Нормальная культура (с $\text{KН}_2\text{PО}_4$).
3 > 4	Суперфосфат
5 > 6	Томасов шлак
7 > 8	Костяная мука
9 > 10	Фосфорит
11 > 12	Без фосфорной кислоты.

} вместо $\text{KН}_2\text{PО}_4$.

Или для темы: «значение некоторых источников азота в деле питания растений»:

№№ сосудов.	Схема опыта.
1 и 2	Нормальная культура.
3 > 4	Селитра чилийская.
5 > 6	Азотнокислый аммоний.
7 > 8	Сернокислый аммоний.
9 > 10	Кровяная мука.
11 > 12	Без азота.

Когда приходится иметь дело с веществом, питательное значение которого неизвестно, то необходим предварительный ряд опытов; в этих опытах количество испытываемого удобрения должно варьировать в ту и другую сторону, так, напр., для опыта на тему: «усвояемость фосфорита пшеницей» схема может быть такова:

№№ сосудов.	Схема опыта.
1 и 2	Нормальная культура.
3 > 4	Фосфорит с 5-м кол. P_2O_5 (в сравн. с норм. кул.)
5 > 6	» > 2 > »
7 > 8	» > 1 > »
9 > 10	Без фосфорной кислоты.

Всякий раз, когда вводится новый фактор, необходима и контрольная пара сосудов, где этого фактора нет. Напр., если изучать усвояемость фосфорной кислоты равных фосфатов в присутствии углекислого кальция, необходим ряд сосудов с фосфатами, но без углекислого кальция и т. п.

В этом случае схема опыта будет иметь такой вид:

№№ сосудов.	Схема.
1 и 2	Нормальная культура.
3 » 4	Фосфорит.
5 » 6	Фосфорит + известь.
7 » 8	Томасшлак.
9 » 10	Томасшлак + известь и т. д.

Если вместо песка в опытах фигурирует та или иная почва, то все подобные указания сохраняют свою силу и кроме того при «почвенных культурах» необходима пара (или больше) сосудов без всяких удобрений, как контроль на естественную производительность почвы. При испытании отзывчивости данной почвы на удобрения обычная схема опыта такова:

№№ сосудов.	Схема.
1 и 2	О (без удобрения)
3 » 4	N (азот)
5 » 6	P (фосфорная кислота)
7 » 8	K (кали)
9 » 10	N + P
11 » 12	N + K
13 » 14	P + K
15 » 16	N + P + K (полное удобрение).

} в усвояемой форме.

Подобного рода темы чаще всего берутся при постановке вегетационных опытов; но это конечно не единственные и выбор здесь велик, так в лаборатории проф. Д. Н. Прянишникова ставились опыты по вопросу о

влиянии внешних факторов на положение узла кущения; много было исследований по вопросам влияния влажности на развитие растений, так, напр., нами неоднократно ставились опыты для изучения потребности растений во влаге в разные фазы развития, для чего влажность в сосудах не оставалась постоянной, а менялась несколько раз в течение вегетационного периода, чтобы подметить, какова должна быть оптимальная влажность в ту или иную фазу роста. Схема таких опытов может быть изображена так:

№№ сосудов.	Схема опыта.
1 и 2	Нормальная влажность (60%).
3 » 4	I период—60%, II—40%, III—60%.
5 » 6	» 40%, » 60%, » 40%.
7 » 8	» 80%, » 60%, » 40% и т. д.

Обыкновенно для всякого рода опытов пользуются различными растениями; хотя чаще всего, когда не изучается какой-либо определенный вид растения, берут яровые хлеба, ос. овес, менее чувствительный к внешним условиям и дающий всегда хорошие результаты. С другими растениями опыты не всегда удаются, так как, строго говоря, для каждого вида необходимо создавать условия согласно его специфическим потребностям. Но вопрос этот еще далек до своего окончательного решения. Очень трудной является постановка опытов с озимыми, так как во время зимы очень нередки случаи гибели всходов, ибо условия зимовки в сосудах и в открытом поле очень различны; здесь важно предохранить растение в сосудах от вредного влияния излишней влажности, создать подходящие температурные условия и пр. Все это не так просто, и поэтому опыты с озимыми или многолетними растениями производились очень редко.

Главное условие при таких опытах—соответственное помещение для зимовки,—где температура не подвергалась

бы резким колебаниям и держалась приблизительно на одном уровне (около -4° Ц.), для этого необходимо предохранять их как от сильных морозов, так и от нагревания солнцем, что может вызвать преждевременное пробуждение жизни. Имеющаяся практика указывает на следующие приемы: так, проф. П. С. Коссович и К. К. Гедройц пользовались парником, на дно которого ставились сосуды, засыпавшиеся снегом и покрывавшиеся рамами. Перед помещением сосудов на зиму очень важно, чтобы влажность почвы или песка была доведена до минимума, так как при большой влажности всходы обыкновенно выпревают.

Вообще же пока опыта в этом отношении очень мало и здесь необходимы специальные исследования для выработки соответственной методики.

ПРИЛОЖЕНИЯ.

I. Главнейшие литературные источники по вегетационному методу.

В соответственных местах текста в сносках указана использованная при составлении настоящего руководства литература, здесь же мы отметим самые основные источники, к каким относятся следующие:

- 1) Hellriegel. — Beiträge zu der naturwissenschaftlichen Grundlage des Ackerbaues, V. Absch. Die agriculturmische Methode der sogenannten Sandkultur. Braunschweig, 1883.
- 2) Hellriegel und Wilfahrt. — Untersuchungen üb. die Stickstoffnahrung d. Gramineen und Leguminosen. Berlin, 1886.
- 3) Wilfahrt. — Vegetationsversuche üb. den Kalibedarf einiger Pflanzen, Berlin, 1898.
- 4) П. С. Коссович. — Описание метода культурных опытов в сосудах. Отчет С.-Х. Хим. Лабор. М. З. и Г. И. в Спб. 1900, год II.
- 5) С. Л. Франкфурт. — Вегетационные опыты. Полн. Энцикл. Русск. Сельск. Хозяйства, т. I, стр. 884. Изд. Девриена, Спб. 1900.
- 6) А. Г. Дояренко. — Краткое руководство к постановке вегетационных опытов. Москва, 1909.
- 7) Dr. Theodor Pfeiffer. — Der Vegetationsversuch. Berlin, 1918 ¹⁾.
- 8) А. Сапегин. — Вариационная статистика. Элем. учеб. для агрономов. Харьков, 1922.
- 9) Г. А. Левитский. — Элементы биометрики, ч. I. Статистический анализ явлений изменчивости. Киев, 1922.

¹⁾ В виду заочного получения этого немецкого руководства, когда набор нашей работы уже закончен был типографией, к сожалению не удалось использовать это новейшее и подробное (283 стр., с 23 рисунками) руководство по вегетационному и отчасти по полевому методу.

II. Список реактивов, необходимых в вегетационных опытах.

Для приготовления питательных растворов необходимо запастись химически-чистыми солями. Однако, чтобы совершенно устранить всякие сомнения, нельзя полагаться на этикетки, и хотя бы соли были получены от безупречных фирм, лучше кроме качественного испытания перекристаллизовать их в лаборатории и только после этого пускать в дело. К этому заставляет прибегать опыт, говорящий, что часто вследствие простой случайности вместо одной соли применялась другая, так у нас в одной серии песчаных культур вместо калиевой селитры с верным названием на склянке (*Kalium nitricum*) был прислан хлористый калий! Затем часто под именем кислого фосфорнокислого калия (K_2HPO_4 — *kalium biphosphoricum*) присылают фосфорнокислый калий (K_2HPO_4 — *Kal. phosphoricum*), не употребляемый для питательных растворов. При выписке из-за границы от немецких фирм (*Merk* в Дармштадте или *Kahlbaum* в Берлине) на этикетках не бывает формул, а одни или латинские или немецкие названия, что нередко ведет к путанице. Поэтому полезно здесь привести кроме списка реактивов и названия их по немецкой и латинской номенклатуре, с указанием тех особенностей, какими отличаются те или иные соли, или той подготовки их, которая необходима для получения надлежащего качества; здесь же приводятся формулы солей, их молекулярный вес и атомный вес элементов, что очень облегчит дело при вычислении количества той или иной соли для питательных растворов, так как далеко не всегда в распоряжении студента или опытника может быть под руками химический справочник.

Атомные и молекулярные веса некоторых элементов и соединений.

Водород (H) . . . 1	Фосфор (P) . . . 31	P_2O_5 142
Азот (N) . . . 14	Сера (S) . . . 32	$\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{2}$ 71
Кислород (O) . 16	Хлор (Cl) . . . 35,5	K_2O 94
Натрий (Na) . . 23	Калий (K) . . . 39	$\frac{\text{K}_2\text{O}}{2}$ 47
Магний (Mg) . . 24	Кальций (Ca) . 40	
	Железо (Fe) . 56	

Названия соли.

По-русски.	По-латыни.	По-немецки.	Формула.	Молекул. вес.
1. Азотнокислый кальций.	<i>Calcium nitricum.</i>	<i>Calciumnitrat.</i>	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	235,6
2. Азотнокислый амоний.	<i>Ammonium</i> >	<i>Ammoniumnitrat.</i>	NH_4NO_3	80
3. > калий.	<i>Kalium</i> >	<i>Kalium</i> >	KNO_3	101
4. > натрий.	<i>Natrium</i> >	<i>Natrium</i> >	NaNO_3	85
5. Кислый фосфорнокислый натрий.	<i>Natrium biphosphoricum.</i>	<i>Natrium biphosphat.</i>	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	191,7
6. Кислый фосфорнокислый калий.	<i>Kalium biphosphoricum.</i>	<i>Kalium</i> >	KH_2PO_4	135,9
7. Кислый фосфорнокислый кальций (однозамещенный).	<i>Calcium phosphoricum acidum.</i>	<i>Calcium monophosphat.</i>	$\text{Ca H}_4(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$	252
8. То же двухзамещенный.	<i>Idem bibasicum.</i>	<i>Calciumbiphosphat.</i>	$\text{Ca HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	172
9. Трехзамещенный.	<i>tribasicum.</i>	<i>Calciumphosphat.</i>	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	310
10. Фосфорнокислый магний.	<i>Magnesium phosphoricum.</i>	<i>Magnesiumphosphat.</i>	$\text{Mg HPO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	246
11. Фосфорнокислое железо.	<i>Ferrum phosphoricum oxydatum.</i>	<i>Ferrumphosphat (Eisenoxyphosphat).</i>	$\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	374
12. Сернокислый калий.	<i>Kalium sulfuricum.</i>	<i>Kaliumsulfat.</i>	K_2SO_4	174
13. > кальций.	<i>Calcium</i> >	<i>Calcium</i> >	$\text{Ca SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	172
14. > магний.	<i>Magnesium</i> >	<i>Magnesiumsulfat.</i>	$\text{Mg SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	246,8
15. Углекислый кальций.	<i>Calcium carbonicum.</i>	<i>Calciumcarbonat.</i>	Ca CO_3	100
16. Хлористый калий.	<i>Kalium chloratum.</i>	<i>Kaliumchlorid.</i>	KCl	74,5
17. Хлорное железо.	<i>Ferrum sesquichloratum.</i>	<i>Eisenchlorid.</i>	$\text{Fe}_2\text{ Cl}_6$	325

Относительно некоторых перечисленных здесь солей необходимы кое-какие пояснения; напр., прежде всего следует отметить, что в случае получения азотнокислого кальция не в кристаллическом виде, а в форме крупных аморфных кусков, его следует подвергнуть перекристаллизации или очистке, упаривая водный раствор до 66° Ве. При помешивании можно добиться получения его в мелких кристаллах. Так как он очень гигроскопичен, то его надо держать в хорошо закупоренных банках и перед употреблением делать анализ, определяя состав по извести или азотной кислоте.

Требует проверки и кислый фосфорнокислый калий (KH_2PO_4), который доставать труднее, чем K_2HPO_4 ; для отличия первого надо пользоваться его нерастворимостью в спирту.

В кислом фосфорнокислом натрии надо определять количество кристаллизационной воды.

Фосфорнокислое железо следует готовить перед употреблением, осаждая раствор Fe_2Cl_6 фосфорнокислым аммонием и промывая осадок до полного исчезновения реакции на хлор.

III. Образцы бланков для записей.

Все записи, относящиеся к отдельному опыту, как-то: тема и схема его, количество и качество питательных солей, свойства почвы, величина сосудов и пр., удобнее всего заносить по однообразному и определенному плану в заранее напечатанные бланки для записей, образцы которых здесь приложены. В первом образце, применявшемся в лаборатории проф. Д. Н. Прянишникова, рубрики для записей располагаются на страничках небольшого формата в последовательном порядке. Все эти рубрики здесь приведены схематически, на самом же деле они располагаются в форме тетради, состоящей из отдельных листков, так что, смотря по объему опыта, тетрадь может быть составлена из большего или меньшего числа страниц. Запись данных в отдельную для каждого опыта тетрадь удобна, когда опыты ведутся большим числом лиц, если же вся

работа сосредоточивается в руках одного или немногих лиц, то может быть удобнее окажется одна большая книга, в которую и вносятся в том или ином порядке все записи по вышеприведенной схеме.

При наших занятиях со студентами Стебутовского Института мы пользовались бланком размером в писчий лист, на котором обозначены все те рубрики, что приведены на прилагаемом здесь образце.

Приложение 1.

Тема опыта.		I		II	
		№№ сосудов.	Схема опыта.	Одличительный признак нары сосудов.	
Общие замечания					
1. Размер сосудов:					
а) Высота	сантим.	1 и 2			
б) Диаметр	"	3 и 4			
2. Способ полива (по ве-у или постоянному уровню)					
		5 и 6			
		7 и 8			
		9 и 10			
		11 и 12			
		13 и 14			
		15 и 16			
		17 и 18			
3. Дренаж (градий или полуконусы с песком)					
		19 и 20			
		21 и 22			
4. Количество песка					
в) в каждый сосуд внесено по	килогр.	23 и 24			
воздушно сухого песка, смоченного	куб.	25 и 26			
сант. воды.		27 и 28			

Приложение 2.

IV. Влажность почвы.		III Почва.	
I. Определение гигроскопической воды.			
а) Вес брутто (почва и цилиндр)	губернии,		
Тара (цилиндр)	уезда		
Нетто (навеска почвы)			
б) Вес после сушки:			
в) Брутто после сушки	грам		
Брутто (до сушки)			
Гигроскоп. воды	грам.		
"	"		
3-ье взвешивание	%		
II. Определение влагоемкости.			
а) Вес брутто (почва и тара)			
Тара (цинковый цилиндр со смоченным полотн. кружком)			
Нетто (навеска возд. сух. почвы)			
б) 1-ое взвешивание			
в) Брутто (с капил. водой)			
Брутто (без капил. воды)			
Вес капил. воды			
2-ое взвешивание			
3-ье взвешивание			
III. Влагоемкость почвы	%		
на абсолют.	%		
Гигроскопической воды	%		
IV. Запас воды в одном килограмме почвы при полной влагоемкости =	грам.		
связанная вода).	грам. (гигроскопиче-кая + капиллярная вода).		
2. В каждый сосуд внесено	килограмма воздушно-сухой почвы, увлажненной	куб. сантим. воды	
(или % от веса почвы).			
3. Сосуды были наполнены в течение	дней.		

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА.

Издательство Народного Комиссариата Земледелия «Новая Деревня» при содействии Государственного Института Опытной Агрономии (б. Сельско-Хозяйственного Ученого Комитета) приступило к выпуску серии книжек, объединенных под общим названием «Методика агрономических исследований».

Книги предназначаются для агрономов, студентов, для научных лабораторий, опытных станций и вообще для всех лиц, работающих в области агрономии.

С е р и я А.

Руководства по методике исследований.

1. Недокучаев Н. К. Вегетационный метод.
2. Недокучаев Н. К. Полевой опыт.
3. Гедройц К. К. Химический анализ почвы.
4. Лискун Е. Ф. Массовое обследование животноводства.
5. Прасолов Л. И. Полевое исследование почв.
6. Вавилов Н. И. Методика селекции.
7. Троицкий Н. Н. Методика сельско-хозяйственной энтомологии.
8. Каменский. Методика анализа семян.

С е р и я Б.

Сводки результатов и программы исследований.

1. Прасолов Л. И. Почвенные исследования в России; практическое приложение, очередные задачи и вопросы организации.

2. Поспелов В. П., Троицкий Н. Н., Филиппев И. Н. Прикладная энтомология в России; практические результаты и очередные задачи.

3. Берг А. С. Ихтиологические исследования в России.

С е р и я В.

Технические справочники.

1. Технические правила исследования качества посевного материала.

Кроме того, подготовляются к печати «Основы сельского хозяйства» (Малая Энциклопедия Сельского Хозяйства) в 3-х томах. Под редакцией проф.: Е. Ф. Лискуна и Н. К. Недокучаева. Общая редакция В. И. Ковалевского.

Том I. Теоретические основы сельского хозяйства.

1. Введение. Значение сельского хозяйства. История агрикультуры.
2. Основные факторы сельского хозяйства:
 - а) Распение.
 - б) Климат. Погода.
 - в) Почва. Почвенные типы. Почвенные области России.
 - г) Плодородие почвы.
3. Отрицательные факторы сельского хозяйства:
 - а) Вредные климатические влияния.
 - б) Неблагоприятный водный режим.
 - в) Болезни растений.
 - г) Вредители растений.
4. Сельскохозяйственные животные.
Приложение: Почвенная карта.

Том II. Практика сельского хозяйства.

1. Обработка почвы.
2. Удобрение.
3. Мелиорация.

