

С. С. С. Р.

КАДЕМИЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК им. В. И. ЛЕНИНА  
ИНСТИТУТ УДОБРЕНИЙ И АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ  
THE LENIN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES IN USSR  
INSTITUTE OF FERTILIZERS AND AGRO-SOIL SCIENCE

БЮЛЛЕТЕНИ  
ЛЕНИНГРАДСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
ВЫП. 38

BULLETINS  
OF THE LENINGRAD DEPARTMENT  
FASC. 38

# УПРОЩЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПОЧВ В ФОСФОРНОКИСЛЫХ УДОБРЕНИЯХ

(ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ)

А. Т. КИРСАНОВ

Schnellmethode zur Feststellung der Phosphorsäuredüngebedürftigkeit von Böden

(Vorläufige Mitteilung)

Prof. A. T. KIRSSANOF

ИЗДАНИЕ ВАСХНИЛ

ЛЕНИНГРАДСКОГО ОТД. ИНСТИТУТА УДОБРЕНИЙ И АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ  
ЛЕНИНГРАД

1931

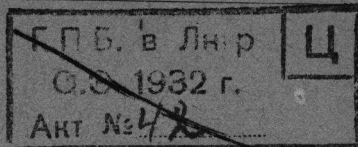
LENINGRAD

С. С. С. Р.

АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК им. В. И. ЛЕНИНА  
ИНСТИТУТ УДОБРЕНИЙ И АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ  
THE LENIN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES IN USSR  
INSTITUTE OF FERTILIZERS AND AGRO-SOIL SCIENCE

БЮЛЛЕТЕНИ  
ЛЕНИНГРАДСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
ВЫП. 38

BULLETINS  
OF THE LENINGRAD DEPARTMENT  
FASC. 38



# УПРОЩЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПОЧВ В ФОСФОРНОКИСЛЫХ УДОБРЕНИЯХ

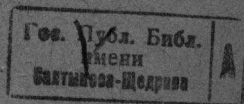
(ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ)

А. Т. КИРСАНОВ

Schnellmethode zur Feststellung der Phosphorsäuredüngungsbedürftigkeit von Böden

(Vorläufige Mitteilung)

Prof. A. T. KIRSSANOF



ИЗДАНИЕ ВАСХНИЛ  
ЛЕНИНГРАДСКОГО ОТД. ИНСТИТУТА УДОБРЕНИЙ И АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ  
ЛЕНИНГРАД 1932 Leningrad

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый упрощенный метод определения доступной  $P_2O_5$  разработан мною на основе данных, накопившихся во время работ, произведенных Ленинградской Лабораторией Института Агропочвоведения, по комплексному изучению потребности почв в удобрениях.

Для этой темы были заложены полевые опыты в 25 пунктах двух крупнейших совхозов, непосредственно примыкающих к Ленинграду— „Пролетарский Труд“ и „Южный Массив“ (Ср. Рогатка). Над темой этой работали по строго выдержанной программе почвоведы, химики, микробиологи и агрохимики, всего до 30 научных сотрудников. Широко развернутая работа дала обширный и многосторонний материал, на котором систематически проверялись все главнейшие достижения агропочвоведения и химии почвы, а также диагностические методы микробиологии, химии и физиологии. Работа производилась при единодушном стремлении придти возможно скорее на помощь социалистическому земледелию в разработке диагностики. Для нового метода ценно то, что комплексная тема дала возможность сравнить его со всеми другими методами диагностики, как лабораторными, так и полевыми. Наша работа еще далеко не закончена и ограничивается подзолистой зоной; что же касается других почвенных типов, то на них применение нового метода только едва затронуто изучением. Если я теперь и даю предварительное сообщение о работе по упрощенному химическому методу, то этим имею в виду привлечь к нему внимание наших опытных учреждений, с тем, чтобы они имели возможность в свою очередь проверить этот метод на имеющихся у них образцах почв от полевых опытов по удобрениям. Только имея под руками данные урожая по действию удобрений, можно проверять и разрабатывать метод дальше, применительно к отдельным почвенным разностям и отдельным культурам. Большая помощь будет оказана дальнейшему развитию метода, если каждое опытное учреждение пришлет мне по 200 г почв с неудобренных участков вместе с данными по урожайности и кратким описанием почв. Присылать меньше 10 образцов нет смысла. Образец должен представлять среднюю пробу с пахотного горизонта. Хотелось бы приложить все усилия к тому, чтобы к будущей весне испытать по предлагаемому методу наибольшее количество почв и, притом, из самых разнообразных районов.

Почвы направлять по адресу: Ленинград, ул. Герцена 42, Ленинградскому Отделению Института Удобрений и Агропочвоведения для проф. А. Т. Кирсанова.

*А. Т. Кирсанов.*

## ВВЕДЕНИЕ

### Диагностика потребности почв в удобрениях

Учение об определении потребности почв в удобрениях, ставшее в настоящее время одним из самых актуальных отделов агрохимии, начинает выделяться в самостоятельную дисциплину, не укладывающуюся в рамки агрохимии.

Основу этого учения образует химия почвы. На наших глазах происходит весьма интенсивная разработка новых методов для удовлетворения практических заданий диагностики потребности поля в удобрениях. Ни одна из проблем агрохимии не вызывает таких горячих споров, как методы диагностики. Причины этого кроются в том, что, по существу, все методы являются эмпирическими и каждый из них несет на себе отпечаток тех особенностей почв и культур, на которых он разрабатывался. Несмотря на это, каждый из вновь появляющихся методов обычно в широких кругах считается универсальным. Отсюда и то неизбежное разочарование, которое появляется как только метод начинают применять в иных почвенных условиях, на других культурах, в обстановке несходной с той, в какой он создавался. Рациональное применение любого нового метода требует, прежде всего, отчетливого представления о тех почвах, применительно к которым он дал удовлетворительные результаты и обязательного сопоставления их с почвами того района, в котором его предполагается применить. Красноречивое подтверждение этому можно видеть при проверке наиболее известных методов Митчерлиха и Нейбауэра в самой Германии. Первый метод дает прекрасные результаты в Восточной Пруссии, но, при проверке его на тяжелых суглинках Саксонии, значительно уступает выработанному на этих почвах методу Нейбауэра. Таких примеров можно привести большое число, но, ввиду краткости изложения, я на этом не останавливаюсь.

В настоящее время мы имеем в области диагностики три основных направления:

1)—Физиологическое: установление потребности почвы в удобрениях при помощи изучения культурного растения; сюда входят—полевой и, так наз., вегетационный опыт, а также тот метод, который я называю методом вегетационных миниатюр—укороченный срок развития культурных растений при таких количествах почвы, как 100—400 г.

2)—Химическое определение количеств питательных веществ в водных и слабо-кислых вытяжках.

3)—Микробиологическое, при котором о количестве доступных растению питательных веществ делается заключение на основании степени развития на данной почве соответствующей бактерии или грибка, со внесением или без внесения питательных солей.

Есть методы, которые представляют из себя соединение первого и второго метода, как напр. метод Нейбауэра, в основе кото-

рого лежит определение количества питательных веществ, взятых ростками растений из почвы в течение 14—17 дней. В данный момент мы ограничиваемся рассмотрением диагностики только по отношению к  $P_2O_5$ .

Диагностика, по отношению к фосфорной к-те, точно так же, как и к другим питательным веществам, наиболее сильно развита в Германии, как в смысле введения новых методов, так и по охвату практики земледелия. Здесь мы видим довольно сильно выраженную борьбу трех методов определения потребности почв в фосфорно-кислых удобрениях. Метод однопроцентной лимоннокислой вытяжки по Леммерману, метод Митчерлиха и метод Нейбауэра. Что касается метода водных вытяжек, усиленно пропагандируемого Врангель и Немецом, то приходится сказать, что это начинание не привлекает внимания со стороны сельскохозяйственной практики.

Из указанных выше трех направлений, для практики наибольшего внимания заслуживают методы химические и микробиологические, как наиболее быстрые и более дешевые, по сравнению с полевыми и вегетационными методами. В данном случае мы сосредоточиваем внимание только на химических методах определения потребности почв в фосфорнокислых удобрениях и лишь в самых кратких чертах останавливаемся на методах микробиологических.

Основателем химического метода определения доступной  $P_2O_5$  является Дейер, агрохимик Ротэмстедской опытной станции, который в 1894 году показал, что однопроцентная лимоннокислая вытяжка дает весьма близкое соответствие с тем, что дают в поле на различных почвах природы урожая от фосфорнокислых удобрений. Он исходил из предположения, что однопроцентная лимонная к-та соответствует степени кислотности корневых выделений культурных растений. Это теоретическое предположение оказалось несостоятельным, но тем не менее подход Дейера, по существу чисто эмпирический, оказался удачным и лег в основу дальнейших методов. Весьма распространенный за последнее время метод Леммермана в сущности представляет тот же метод Дейера лишь с некоторыми видоизменениями в аналитической части, и с учетом валового количества  $P_2O_5$ . Если мы обратим внимание на метод Аррениуса, к которому теперь проявляется усиленный интерес, в виду его простоты и быстроты выполнения, то увидим, что в сущности в нем мы имеем дело с двухпроцентной лимоннокислой вытяжкой с последующим определением  $P_2O_5$  по Денижэ. Метод Дейера с незначительными изменениями применяется с успехом и до сих пор в Англии.

В САСШ вместо лимонной к-ты стали пользоваться сперва 0,2n HCl, а позднее перешли к 0,2n HNO<sub>3</sub>.

Здесь мы видим стремление выработать и химические полевые методы определения  $P_2O_5$ . Так в 1926 году на Мичиганской опытной станции был предложен микро метод определения  $P_2O_5$ <sup>1)</sup>. Берутся 2 капли водной вытяжки почвы, к ним прибавляются также 2 капли раствора молибденово-кислого аммония в азотной кислоте, и в эти 4 капли вводится оловянная проволока. Если получалась синяя окраска, то отсюда заключали, что почва обеспечена фосфорной к-той; если окраска не появлялась, то делали вывод, что почва нуждается в удобрении. Применение этого метода в Штате Иллинойс<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Spurway, A. Test for water-soluble phosphorous in Field Soils. Agr. exp. st. Michigan. Technic. Bull., № 101. 1929.

<sup>2)</sup> R. Bray. A field test for available phosphorous in Soils. University of Illinois. Agr. exp. st. Bull., N. 357. 1929.

дало неудовлетворительные результаты. Опытная станция этого Штата выработала свой метод—непосредственной обработки почвы помещенной в пробирку раствором молибденово-кислого аммония 0,8 норм  $\text{HCl}$ ; затем вытяжка обрабатывается в той же пробирке без фильтрования тонкой проволокой из паяльного сплава олова. В последнее время наибольшего внимания в САСШ заслуживает метод Труога, по которому почва обрабатывается 0,002 п  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с последующим определением  $\text{P}_2\text{O}_5$  по Денижэ. Последний вариант этого метода, опубликованный в мае 1931 г.<sup>3)</sup> наряду с другими испытывался в нашей комплексной теме. По новому варианту Труога требовалось прибавлять некоторое количество серно-кислого аммония, как он сам считал, с целью забуферить систему, но это не подтвердилось в исследованиях Ленинградского Отделения Института Агрочвоведения. Более подробно мы остановимся на этом методе в основной работе по комплексной теме. Для испытания в комплексной теме мы избрали методы Леммермана, Аррениуса, Труога и выработанный нами упрощенный химический и сопоставили их показания с данными полевого опыта на 25-ти опытных площадках в двух совхозах „Пролетарский Труд“ и Южный Массив“, непосредственно примыкающих к Ленинграду. Почвы обоих совхозов были детально изучены с морфолого—генетической точки зрения. Описание почв дано в виде приложения в конце бюллетеня.

<sup>3)</sup> The Journ. of Am. Agr. Soc. May 1931.

## ГЛАВА I

### Упрощенное химическое определение доступной фосфорной кислоты

#### 1. Постановка вопроса

За последние десять лет мы сделали крупный шаг в потреблении минеральных удобрений. Теперь мы вносим в почву ежегодно, примерно, в 8 раз больше, чем вносилось в 1913 г. Наша пятилетка намечала на 1932 г. свыше 9.000.000 тонн фосфорнокислых удобрений из общего числа 18.000.000 тонн удобрений, с приблизительной стоимостью около 300.000.000 руб. Во вторую пятилетку—эти цифры увеличатся, вероятно, в 4—5 раз. При таком размахе мы обгоним Германию, не только по общей сумме удобрений, но может быть даже и по количеству их на единицу площади. Мы уже освоились с мыслью, что нельзя известковать вслепую, теперь нам нужно точно также внедрить в широкие массы сознание того, что нельзя вносить фосфор вслепую, ибо стоимость его в несколько раз превосходит стоимость известкования. Для того, чтобы эта идея имела реальную почву, необходимо выработать методы, которые позволили бы быстро и в полном объеме охватить всю ту площадь, на которую вносятся фосфорнокислые удобрения. Полевой и обычный вегетационный методы в данном случае как диагностические приемы отпадают в силу их длительности, громоздкости и дороговизны. Если мы возьмем даже только одну Ленинградскую область с ее пахотной площадью в 3.000.000 га, то в таком случае нам потребовалось бы, примерно, 30—50 тысяч ежегодных определений в зависимости от пестроты почвенных и технических хозяйственных условий. Для такого числа определений не хватит никаких кадров, если пользоваться обычным приемом диагностики полевого и вегетационного методов или же лимонно—кислыми вытяжками, а самое главное при сложившейся обстановке отступает на задний план в качестве простого передатчика, агроном, ведущий производство, не говоря уже о широких массах колхозников. Наше социалистическое переустройство земледелия в деле минеральных удобрений создает гигантские планы; для этого необходим и мощный сдвиг в нашей диагностике, который позволил бы втянуть в самую диагностику активистов колхозников.

Мы должны сделать гигантский сдвиг и в использовании нашего сильно развитого почвоведения, чтобы на основе его от отдельных точек и пятен подойти к планомерному изучению почвенных разностей. Мы имеем наиболее развитое почвоведение. Достаточно сказать, что по типу нашего почвоведения строится почвоведение таких стран как САСШ, и каждый иностранный почвовед считает своим долгом ознакомиться с нашими работами. Во вторых, мы имеем куль-

турные площади более однородные, менее видоизмененные земледелием, чем в других странах, а потому и изучение их является для почвоведов более простой задачей.

В третьих, — наша социалистическая техника проявляется в крупных чертах и строго определенных плановых условиях, что избавит нас от той пестроты, которая создается мелким хозяйством буржуазных стран. Все это ведет к тому, что наш почвовед и агрохимик будут иметь дело с более однородными площадями, на которых накладывается в дальнейшем в крупных чертах определенно плановый уклад, а это в свою очередь поведет к тому, что мы, буквально, в сотни раз сократим число точек, которые нужно обследовать с точки зрения диагностики. К такому развитию агропочвоведения мы должны идти с теми же темпами, с какими разворачивается наше соц. земледелие.

В данное время, пока мы не поднялись на требуемую производством высоту в наших агропочвенных достижениях, мы должны временно считаться с той пестротой, которая имеется, и устанавливать потребность почв в удобрениях для сравнительно небольших площадей, исходя из той пестроты, которая определяется почвой и ведением хозяйства. В силу этого, упрощенные методы определения потребности почв в удобрениях приобретают особенно важное значение для данного момента.

## 2. Задачи метода

Предлагаемый упрощенный метод имеет целью установить содержание доступной растению фосфорной к-ты в виде трех градаций потребности в ней:

1. Почва не нуждается в фосфорно-кислом удобрении;
2. Почва имеет среднюю нуждаемость в этом удобрении, и
3. Почва остро нуждается в фосфорно-кислом удобрении.

Если мы сумеем в полном масштабе охватить определение потребности почв в фосфорной к-те только по этим трем градациям или даже только по первой и третьей, то и в таком случае мы ежегодно сэкономим несколько десятков или даже сотни тысяч рублей на постановку полевых и вегетационных опытов и несколько десятков миллионов рублей благодаря тому, что фосфорно-кислые удобрения будут вноситься в более полном соответствии с потребностями почв и растений.

## 3. Принципы метода

а) В качестве доступной фосфорной к-ты берется то количество ее, которое переходит в раствор при обработке почвы 0,2 н HCl или HNO<sub>3</sub>,

б) выделенная P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> определяется при помощи одного из видоизменений метода Денижэ,

в) метод имеет две формы — одна для полевой обстановки и другая для лабораторной. Этот метод должен видоизменяться в зависимости от почв и растений; эти изменения касаются отношения почвы к растворителю и установления индексов потребности соответственно почвам и культурам.

## 4. Необходимые реактивы

1) 0,2 НСl норм. соляной к-ты.

2) Раствор молибденово-кислого аммония в HCl. Приготовление:

10 г химически чистого молибденово — кислого аммония растворяется



при нагревании (отнюдь не доводя до кипения) в 100 см<sup>3</sup> воды. Раствор фильтруется горячим, по остывании к нему прибавляется при перемешивании 200 см<sup>3</sup> крепкой HCl (— 36%), после чего прибавляется 100 см<sup>3</sup> воды, с тем, чтобы получить 5 н HCl (раствор А). Из раствора А, который надо сохранять в темноте, по мере надобности, путем разбавления (1 часть раствора 4 части воды), получается раствор Б, отвечающий 1,0 н HCl.

3) Химически чистый СаНРО<sub>4</sub> для приготовления стандартных растворов.

4) Химически чистая оловянная палочка, примерно 5 см длины и 4-5 мм в диаметре, впаянная в стеклянную трубочку. Эта палочка может быть заменена узкой оловянной пластинкой, такой же длины, 4-5 мм ширины и, примерно, 1/4 мм толщины. Такой толщины оловянными листами пользуются для металлопластики. При помощи одной палочки указанного диаметра можно произвести несколько тысяч определений. Все реактивы, а также фильтровальная бумага должны быть свободны от фосфорной к-ты и мышьяка, короче говоря, здесь в отношении чистоты реактивов предъявляются те же требования, что и в неизмененном методе Денижэ.

Остается сказать о введении оловянной палочки. Она нужна в данном методе как восстановитель, взамен реактива „В“ по методу Денижэ.

Реактив В — раствор хлористого олова. Этот реактив неудобен тем, что он непостоянен, и его необходимо готовить ежедневно. В модификации метода Денижэ, предложенной Малюгиным и Хреновой, этот реактив при тщательных условиях хранения может сохранять свою пригодность в течение 1-2 месяцев. Далее Труог<sup>1)</sup>, в одной из своих последних работ, показал, что этот реактив может сохраняться в течение долгого срока, если его покрывать особым маслом, но по исследованиям Чапмана в Калифорнийском университете<sup>2)</sup> этот прием не достигает цели. Если даже допустить что реактив В действительно может сохраняться 1-2 месяца, то и в таком случае он может испортиться прежде, чем попадет в руки агронома, а отсюда ясно, что он должен быть в упрощенном методе заменен оловом. Сделавши это видоизменение, я, в соответствии с этим, взял раствор молибденово-кислого аммония не в серной к-те, а в соляной.

Для данного метода требуется очень простая обстановка: 1) штатив для пробирок; 2) 12 пробирок для работы и две дюжины запасных; пробирки должны быть одного размера, хорошо подобранными по диаметру, с метками в 5 и 10 см, с тем, чтобы можно было обойтись при работе в поле без пипетки или мензурки, так как их нужно обмывать по мере перехода от одной почвы к другой; 3) 20 эрленмейеровских колбочек, емкостью 150-200 см<sup>3</sup>, 10 воронок с диаметром 5 см. Далее, для практики весьма важно иметь готовые складчатые фильтры из проверенной на чистоту фильтровальной бумаги.

#### 5. Ход анализа

При работе на подзолистых почвах у нас выработался такой ход анализа. В колбочку набирается 5 г воздушно-сух. почвы, пропущенной чрез сито в 1 мм, вносится 25 см<sup>3</sup> 0,2 н HCl; обычно сразу делается 5 определений; колбочки встряхиваются рукой последовательно одна за другой в течение 5 мин., так что на каждую колбочку приходится 1 мин. встряхивания.

<sup>1)</sup> Industr. and Eng. Chemistry Anal. ed. July 15, 1929.

<sup>2)</sup> Тот же журнал. January 15, 1930.

Встряхивание производится однообразно, каждая колбочка встряхивается по 10 раз и затем непосредственно переходят от одной колбочки к другой. После встряхивания следует 15 мин. отстаивания, после чего следует фильтрование через складчатый фильтр. Из фильтрата берется в пробирку 5 см<sup>3</sup> и прибавляется столько же раствора Б, после чего раствор обрабатывается в течение 5-10 секунд оловянной палочкой, которая опускается на полную глубину. Палочка все это время находится в движении.

Обработка оловянной палочкой продолжается до получения постоянной окраски, что достигается при слабых концентрациях в течение 5, а при больших концентрациях — в течение 10 секунд. В целях удобства работы я веду при обработке палочкой счет от одного до двадцати; этого вполне достаточно при слабой концентрации, а при более сильной приходится повторять эту обработку 2 или даже 3 раза.

Интенсивно-синий цвет показывает, что почва вполне обеспечена фосфорной кислотой; слабо-синее или зеленоватое окрашивание показывает, что почва остро нуждается в фосфорной кислоте.

При более точном определении количеств  $P_2O_5$  зеленоватый оттенок создает большие затруднения, но, когда мы ведем определение только по трем градациям, то появление зеленого цвета не должно служить препятствием, т. к. такие почвы, как показали наши исследования, принадлежат к сильно нуждающимся в фосфорной к-те.

Что касается более точных определений в лаборатории, то здесь необходимо дополнительно проработать этот вопрос, установив прежде всего, чем вызывается зеленоватая окраска. Аткинс<sup>1)</sup> рекомендует в таких случаях вводить в штандартные растворы, с которыми сравнивается испытуемая почва, несколько капель раствора бисмарк-браун. В нашей работе, в некоторых случаях прибавка 2-х капель данного реактива (из раствора 50 мг на 100 кубиков воды) давала, вполне удовлетворительные результаты. Но мы еще не успели проработать этого вопроса до конца, считая его второочередным, т. к. он для полевого метода на исследованных нами почвах не имел практического значения.

При работе с азотной к-той, обычно, получают более резкие отличия между сравниваемыми почвами по содержанию  $P_2O_5$ , чем с соляной к-той, но окраска при азотной к-те менее прочна, чем при соляной к-те и чем слабее концентрация фосфорной к-ты, тем быстрее она исчезает. Две почвы близкие одна к другой по содержанию  $P_2O_5$  скорее обнаружат свои различия при азотной к-те, чем при соляной; если в течение первых трех минут отличие их окраски слабо уловимо, то через 10-15 мин. оно становится вполне отчетливым. Если же мы имеем соляно-кислые вытяжки, то установившиеся, после обработки оловянной палочкой, цвета остаются постоянными в течение нескольких часов.

В нашей работе, мы оставляли штандарты, приготовленные на соляной кислоте, на три дня, сравнивали их со свежес приготовленными, причем оказалось, что изменения были настолько незначительны, что различия не превосходили 10%. Штандарты на азотной к-те чрезвычайно быстро меняют свою окраску, но эта окраска снова может восстанавливаться при повторной обработке оловянной палочкой. Мы проделали такой опыт: серию штандартных растворов  $P_2O_5$  на азотной к-те обрабатывали в течение рабочего дня через каждый час. На

<sup>1)</sup> Atkins. The rapid determination of available phosphat in soil. The Journ. of Agr. Sci. April 1924. Vol. XIV. Part 2.

другой день, мы сравнили эти „измученные“ штандарты, и оказалось, что они давали при обновлении их оловянной палочкой такие же показания, как и свежесделанные штандарты. Сравнительное определение почв по стандартным растворам на соляной к-те и на азотной, при тщательной работе, даст одни и те же показания.

В результате наших работ, я пришел к выводу, что удобнее работать со штандартом на соляной кислоте и соответственно с этим обработку почвы лучше вести не с азотной к-той, с которой я начал работу, а с соляной, тем более, что обе кислоты при концентрации 0,2 дают почти одни и те же количества  $P_2O_5$ .

### 6. Штандарты

В качестве основного раствора мы берем химически чистый  $CaHPO_4$ , растворяя 100 мг  $P_2O_5$  в одном литре 0,2 HCl. Из этого раствора берется 2,5, 5, 10, 15, 20, 30, 40 и 50 см<sup>3</sup> соответственно 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 4 и 5 мг  $P_2O_5$ , в мерные колбочки в 100 см<sup>3</sup> и доливаются 0,1 норм. HCl до метки.

Из этих растворов берется в пробирку 5 см<sup>3</sup>, прибавляется столько же реактива Б и обрабатывается оловянной палочкой, как и при фильтрации почвы.

Приводим таблицу для пересчета фосфорной к-ты в миллиграммах на 100 г почвы и в кг на га.

ТАБЛИЦА 1

№. №. образца.	$P_2O_5$ в 100 см <sup>3</sup> .	В 5 см <sup>3</sup> отвечающих 1 г почвы	В 100 г почвы	В кг <sup>1)</sup> на га
1	0,25	0,0125	1,25	31,7
2	0,5	0,025	2,5	62,5
3	1,0	0,05	5,0	125
4	1,5	0,075	7,5	187,5
5	2,0	0,10	10	250
6	3,0	0,15	15	375
7	4,0	0,20	20	500
8	5,0	0,25	25	625

При получении в фильтрате более сильной окраски, чем последний образец, необходимо при лабораторном исследовании разбавить фильтрат данной пробы раствором 0,2 n HCl. Можно взять 1 или 2 см<sup>3</sup> фильтрата и прибавить в пробирку 0,2 n HCl до 5 см<sup>3</sup>. В полевой обстановке в таком разбавлении нет нужды, так как без всяких дополнительных определений ясно, что данная почва вполне обеспечена фосфорной к-той. Для более точного определения, особенно при высоких концентрациях  $P_2O_5$ , удобно пользоваться при сравнении испытуемой пробы с штандартной пробиркой обычным компаратором. При некотором навыке легко улавливать не только половину разности между двумя соседними штандартами, но и более тонкие расхождения, как напр. 0,25 указанной разности и даже более мелкие отклонения; таким образом легко добиться точности определения по данному упрощенному методу до 1 мг на 100 г почвы. При более тщательном отсчете и достаточном навыке, эта точность может быть удвоена, но в этом нет особой необходимости, так как эта точность вполне доста-

<sup>1)</sup> Здесь принимается средний вес слоя почвы на га глубиною 20 см в 2,5 милл. кг.

точно даже для такой практической работы как составление карты потребности почв в  $P_2O_5$  территории целого совхоза или колхоза. Точность в 1 мг на 100 г отвечает 25 кг на 1 га.

Мне приходилось испытывать точность этого метода непосредственно в поле на свежей почве. Я брал 10 см<sup>3</sup> почвы с удобренных и неудобренных делянок и обрабатывал их 50 см<sup>3</sup> раствора 0,2 норм. азотной к-ты. В тех случаях, когда внесенный суперфосфат не оказывал никакого влияния на урожай, пробы как удобренной, так и не удобренной делянки давали слабо уловимые отличия, показывая, что обе делянки имеют свыше 30 мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы или более 750 кг на га. В таком случае внесение 75 кг  $P_2O_5$  в суперфосфате не могло повышать содержания фосфорной к-ты более чем на 10%. В тех же случаях, когда делянки показывали сильное действие суперфосфата, соответствующие пробы обнаруживали также резкие отличия по интенсивности окраски: неудобренная делянка имела слабо синюю или зеленоватую окраску, удобренная более интенсивную синюю.

При упрощенных полевых исследованиях не требуется развешивать всей серии штандартов, а достаточно иметь всего только 2 образцовых раствора: один для верхней границы, означающий, что почва не нуждается в удобрении, и другой—для средней границы, отмечающий черту, ниже которой почва сильно нуждается в удобрении и выше которой требуется средняя доза удобрений.

В дальнейшем я буду называть первый раствор верхним, а второй средним индексом. Здесь я хотел бы обратить особенное внимание на то, что эти индексы будут меняться в зависимости от почвы и растений. Эти индексы не могут быть установлены на основании каких либо теоретических соображений; они должны быть определены на основе полевых опытов на тех почвах и с теми культурами, на которых намечается применять данный метод. Границы полной обеспеченности почвы доступной фосфорной к-той и острого недостатка в ней вряд ли будут изменяться по отдельным культурам при интенсивном земледелии. Что же касается средней границы, то она будет нести на себе отпечаток и почвы и культивируемого растения.

#### 7. Индексы для почв подзолистой зоны при культуре овса и ячменя

Говоря об индексах, я имею в виду, что ход определения доступной  $P_2O_5$  идет по тому шаблону, который описан выше, т. е. берется 5 г почвы, обрабатывается 25 см<sup>3</sup> 0,2 норм. соляной к-ты и в пробирку берется 5 см<sup>3</sup> фильтрата, отвечающих 1 г почвы и столько же реактива Б.

На основании 25 полевых опытов и такого же числа вегетационных, сопровождавшихся многократным определением и в разные сроки  $P_2O_5$ , наметились следующие индексы для данных культур в подзолистой зоне: верхний индекс отвечает штандарту с содержанием 4 мг  $P_2O_5$  в 100 см<sup>3</sup> и средний 2 мг в 100 см<sup>3</sup>, имея в виду, что образцового раствора берется в пробирку также 5 кубиков, как и фильтрата испытуемых почв и что последующая обработка образцового раствора такая же, как и исследуемых фильтратов. Верхний индекс дает темно-синюю окраску, средний значительно ослабленную. Почвы, показывающие промежуточные окраски между этими двумя тонами, имеют среднюю нуждаемость в  $P_2O_5$ . Все почвы, фильтраты которых дают окраску более слабую, чем средний индекс или имеющие зеленую окраску, нуждаются в сильном удобрении. Из табл. 1 легко видеть, что верхний индекс показывает содержание доступной  $P_2O_5$  500 кг на

га. Мы в удобрениях вносили 75 кг  $P_2O_5$  на га, что составляло только 15% от того, чем располагала почва. При таком условии трудно ожидать сильного действия от суперфосфата. Совсем другое положение мы имеем, когда почва содержит только 250 кг  $P_2O_5$  на га, что отвечает среднему индексу. В этом случае то же количество удобрений составляет уже 30% от того количества, какое почва может предоставить растению.

Полученные по новому методу цифры  $P_2O_5$ , как будет показано ниже, ближе отвечают действительности, чем цифры, полученные по методам Леммермана и Аррениуса, что вполне понятно, так как однопроцентная лимонная к-та извлекает большее количество  $P_2O_5$ , чем 0,2 HCl или  $HNO_3$ .

При определении основных градаций нуждаемости почв в  $P_2O_5$  глаз через несколько дней работы настолько привыкает, что можно обойтись без штандартов.

## ГЛАВА II

### Методические моменты

#### 1. Влияние концентрации кислоты на восстановление молибдена

Этот вопрос разработан весьма детально, по нему можно найти сводку главнейших работ до 1927 г. в книге академика К. К. Гедройца „Химический анализ почвы“. Из позднейших работ следует отметить данные Труога <sup>1)</sup>, по которым синяя окраска молибдена исчезает при концентрации 0,3 n  $H_2SO_4$ . В наших исследованиях выяснилось, что при концентрации молибденово-кислого аммония 0,25% восстановление молибдена совершенно прекращается при 0,40 норм. соляной к-ты. Труог делает оценку степени интенсивности окрашивания раствора от восстановленного молибдена по фосфорнокислому штандарту. Испытывая различные концентрации соляной к-ты от 0,10 до 0,70 n, я получал едва уловимые зеленоватые оттенки при указанной выше концентрации молибденово-кислого аммония и 0,4 n HCl; при высшей концентрации как и следовало ожидать пробирки были совершенно бесцветны; интенсивность окрашивания за пределами ниже 0,4 n кислоты последовательно возрастала по мере уменьшения концентрации к-ты, но сделать сравнения по фосфорнокислым штандартам мне не удавалось, в виду того, что при концентрации к-ты ниже 0,3 n получались мутно-синие, непрозрачные окраски.

Такое же испытание  $H_2SO_4$  показало в наших опытах начало окрашивания при 0,4 n как и при HCl, но помутнение здесь значительно слабее.

За краткостью я не останавливаюсь на деталях этого исследования, и укажу лишь на необходимость иметь в пробирке концентрацию не ниже 0,5 n, чтобы быть вполне уверенным, что в окраске не принимает участие молибден самого реактива Б. При работе с ненасыщенными подзолистыми почвами, беря 0,2 n солянокислой вытяжки, мы получаем концентрацию не ниже указанного предела. Конечная концентрация пробирки выше 0,7 n HCl является нежелательной, так как при этом происходит значительное ослабление интенсивности окрашивания и от фосфорной к-ты. Данный момент показывает, что подбор реактивов должен быть согласован с степенью насыщенности испытываемых почв, и что данный метод не может быть универсаль-

<sup>1)</sup> Indust. and Eng. Chemistry Anal., ed. July 15, 1929.

ным в одном и том же техническом оформлении. Принцип метода остается постоянным для всех условий, но его техническая сторона должна быть предварительно проработана применительно к той конкретной обстановке, в которой данный метод будет применяться.

## 2. Роль кремневой кислоты

Значение этого вопроса вполне понятно, ввиду того, что кремневая кислота с молибденовыми реактивами реагирует аналогично фосфорной. Здесь прежде всего следует отметить, что интенсивность окрашивания при одних и тех же концентрациях значительно слабее у кремневой кислоты, чем у фосфорной. Для выяснения степени чувствительности этой реакции, я взял растворы жидкого стекла с содержанием в них  $\text{SiO}_2$  в  $5 \text{ см}^3$ : 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 и 5,0 мг.

Я остановился здесь на объеме  $5 \text{ см}^3$ , потому что он соответствует при обычном ходе исследования по нашему методу одному грамму почвы.

Едва заметные следы зеленоватого оттенка заметны только при 0,5 мг  $\text{SiO}_2$  в  $5 \text{ см}^3$ . Этот оттенок наблюдается при всех низких концентрациях вплоть до 3-х мг, тогда раствор становится отчетливо синим, без всякой заметной зеленоватости. Результаты этого испытания видны из следующей таблицы:

ТАБЛИЦА 2

Мг $\text{SiO}_2$ в $5 \text{ см}^3$ . . . . .	5	4	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,
Окраска ответ. по штанд. миллигр. $\text{P}_2\text{O}_5$ в $5 \text{ см}^3$ . . . . .	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,015	0,010	0,005	0,0

Реакция вполне заметна только при 1,0 мг  $\text{SiO}_2$ . Если принять содержание  $\text{SiO}_2$  в нашей кислотной вытяжке до 0,2%, то в таком случае ошибка будет составлять 1,5 мг на 100 г почвы и не может исказить результатов диагностики. К сожалению, я не успел закончить исследования всех проработанных почв, по содержанию в них  $\text{SiO}_2$ . По данным Немеца <sup>1)</sup> в исследованных им почвах содержание  $\text{SiO}_2$  колебалось в водных вытяжках от 5 до 87 мм и в однопроцентной лимонной к-те максимальное содержание отмечалось в количестве 101 мм на 100 г почвы. Другими словами, содержание  $\text{SiO}_2$  не выходило из предела 0,1%. Из той же работы ясно, что слабо-кислотная вытяжка, по сравнению с водной, резко изменяет содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$ , увеличивая его в одном случае даже в 16 раз, тогда как количество  $\text{SiO}_2$  в кислотной вытяжке увеличивается значительно слабее.

Обращаясь к нашей табл. 2, легко заметить, что чувствительность реакции кремне-кислоты с молибденовым реактивом по сравнению с чувствительностью фосфорной к-ты в 80—200 раз слабее. Особенно слаба она при низких концентрациях  $\text{SiO}_2$ . Учитывая, с одной стороны, значительно усиленный переход при слабо кислой вытяжке фосфорной к-ты по сравнению с кремне-кислотой и, с другой—резко пониженную чувствительность к молибденовому реактиву кремне-кислоты, легко сделать вывод, что ошибка, создаваемая присутствием кремне-к-ты значительно больше в водных вытяжках, чем в слабо-кислых. Может быть в этом и лежит одна из причин тех неудач, которые постигают на практике по существу все водные вытяжки для определения доступной фосфорной к-ты.

Мои исследования по этому вопросу еще не закончены.

<sup>1)</sup> N e m e c. Fortschritte der Landw., Heft 10. 1931.

### 3. Соединение мышьяка

С этим вопросом приходится считаться в тех случаях, когда на данной площади производилось опрыскивание мышьяковистыми препаратами для борьбы с вредителями.

#### 4. Влияние различных концентраций кислот, в зависимости от продолжительности их действия.

Из обширного материала наших исследований на эту тему, я беру только данные по „приморской“ почве. Эта почва имеет такую характеристику: коричневато-темно-серая, супесчаная, неоподзоленная, на раскисленной супеси, подстилаемой раскисленным тяжелым суглинком. Отношение почвы к растворителю взято наше обычное 1:5 при всех кислотах и при всех концентрациях. Половина опыта велась по обычному ходу анализа: 1 мин. встряхивания и 15 мин. отстаивания. Эта часть отмечена в таблице буквой А. Вторая половина опыта имела также 1 мин. взбалтывания и сутки отстаивания, отмечена буквой Б.

Из помещаемой ниже таблицы 3 видно, что из всех кислот наиболее энергично действует серная; особенно отчетливо это сказывается при концентрациях до 0,2 норм., как раз в тех пределах, которые с точки зрения агрохимической представляют наибольший интерес. При концентрации, равной нормальной, действие серной к-ты близко к азотной, если кислота действует в течение 15 мин., при действии же в течение суток, серная к-та переводит в раствор большее количество фосфорной к-ты, чем другие кислоты.

ТАБЛИЦА 3

Количество  $P_2O_5$  в мг на 100 г почвы при обработке „Приморской“ почвы различными кислотами при различных концентрациях и продолжительности воздействия.

Концентрация кислот в долях норм.	HCl		HNO <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
	А	Б	А	Б	А	Б
0,05	17,5	16,2	17,5	22,5	23,7	16,2
0,10	22,5	22,5	27,5	25,0	27,5	32,5
0,15	40,0	37,5	37,5	42,5	50,0	57,5
0,20	44,2	52,5	47,5	57,5	60,0	67,5
0,25	50,0	80,0	55,0	65,0	62,5	70,0
0,50	75,0	110,0	62,5	90,0	85,0	110,0
1,0	85,0	112,5	100,0	110,0	95,0	120,0

Продолжительность обработки почв кислотами сравнительно слабо отзывается при низких концентрациях—до 0,2 н, что опять-таки важно с агрохимической точки зрения. Начиная с 0,25 н продолжительность действия кислоты, особенно серной, сказывается довольно значительно. Серная к-та, при концентрации, равной нормальной, при суточном воздействии на почву переводит, примерно, на 30% больше, чем при ее 15 мин. действии.

#### 5. Влияние отношения почвы к растворителю при действии 0,2 норм. соляной к-ты.

Ход исследования обычный. Результаты испытания даны в табл. 4. Как общее правило, с увеличением количества растворителя на единицу почвы увеличивается и количество перешедшего раствора фосфорной к-ты, но это увеличение идет далеко не одинаковым темпом

на всех почвах. В таблице мы даем под обозначением I—содержание  $P_2O_5$  в мг на 100 г почвы и под обозначением II—конечную концентрацию к-ты. Соотношение 1:10 оказалось весьма ценным для выявления количеств  $P_2O_5$  в черноземах приазовских А и Б, резко различных по содержанию карбонатов. Повидимому для почв, более богатых карбонатами, целесообразнее брать отношения 1:10, чтобы иметь более близкие конечные концентрации растворов по кислотности. Но все же в данном случае, я не думаю идти по пути, намечаемому Леммерманом и другими исследователями, полной предварительной нейтрализации карбонатов и только после этого действовать на почву кислотой данной концентрации; этот путь вполне понятен с точки зрения чисто химической, но он вряд ли целесообразен с точки зрения физиологической. К этому вопросу я обращусь в одном из следующих бюллетеней.

ТАБЛИЦА 4

Количество  $P_2O_5$  при действии на почву 0,2 н НСl при отношении почвы к растворителю: А 1:5; Б—1:10; В—1:20

Обозначение почвы.	А		Б		В	
	I	II	I	II	I	II
Ю. М. Р. I оп. 1 . . . . .	12,5	0,16	18,0	0,18	24,0	0,19
Ю. М. Р. VI оп. 9 . . . . .	17,5	0,15	30,0	0,17	44,0	0,19
VII б . . . . .	8,0	0,19	10,0	0,20	10,0	0,2
IX б . . . . .	45,0	0,10	60,0	0,16	70,0	0,18
V а . . . . .	3,0	0,16	3,6	0,19	5,0	0,20
VI б . . . . .	50,0	0,17	57,5	0,19	87,5	0,20
VII а . . . . .	6,0	0,18	8,0	0,19	8,0	0,19
I а . . . . .	50,0	0,16	56,0	0,19	68,0	0,19
Воронежск. чернозем . . . . .	8,5	0,10	10,0	0,15	10,0	0,17
Чернозем А . . . . .	21,0	0,12	24,0	0,16	32,0	0,18
Чернозем В . . . . .	25,0	0,06	45,0	0,12	50,0	0,16

6. Влияние продолжительности действия кислоты на почвы

Обычно практикуемые способы вытяжек рассчитаны на продолжительные перемешивания и отстаивания. Чаще всего практикуется—1 час взбалтывания на механической качалке и сутки отстаивания; такая процедура обработки настолько вошла в практику, что авторы новых методов часто не утруждают себя проверкой насколько такие длительные взбалтывания и отстаивания необходимы. В обычной лабораторной обстановке, в такой детальной проработке данного вопроса редко возникает необходимость, но при выработке методов быстрого определения того или другого элемента, да еще в походной или в полупоходной обстановке, установление продолжительности взбалтывания и отстаивания является практически важным шагом. Насколько продолжительно идет взбалтывание, отчетливо видно из 2-х новейших методов Леммермана и Аррениуса. Так, по первому автору, почва обрабатывается лимонной к-той в течение 2-х суток, причем в первый день взбалтывается 6 час., во второй—2 часа, т. е. на одно взбалтывание уходит столько времени, в течение которого по нашему

2  
292335

Белорусская республиканская  
научная сельскохозяйственная  
БИБЛИОТЕКА  
им. И. С. Лупиновича



упрощенному химическому методу один аналитик с помощью лабораторного служителя может сделать 50 определений.

По Аррениусу почва обрабатывается также двое суток.

Для выяснения этого вопроса мною взяты следующие варианты обработки:

Первый вариант—1 мин. взбалтывания и немедленное фильтрование  
 Второй " 1 " " и через 15 мин. фильтрование  
 Третий " 1 " " и через 30 мин. " "  
 Четвертый " 1 " " и через 1 час " "  
 Пятый " 1 " " и через 24 часа " "  
 Шестой " 1 час взбалтывания на механич. качалке и немедленное фильтрование.  
 Седьмой " 1 " " и через 24 часа фильтрование.

Обработка почв производилась 0,2 н  $\text{HNO}_3$  с обычным отношением почв к растворителю; температура комнатная 14—15°C, как и во всех других исследованиях, приведенных в данной работе. Результаты опытов даны в табл. 5.

ТАБЛИЦА 5

Количество перешедшей в раствор  $\text{P}_2\text{O}_5$  в мг на 100 г почвы, в зависимости от продолжительности воздействия 0,2 н  $\text{HNO}_3$  на различных почвах.

Обозначение почвы	I	II	III	IV	V	VI	VII
Южн. Мас. . . . .	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	20,0	20,0
P. У I оп. 9							
VII б . . . . .	6,5	7,5	7,5	10,0	12,5	8,5	10,0
V а . . . . .	2,5	2,5	3,0	2,5	4,0	3,5	4,0
VI б . . . . .	50,0	50,0	—	50,0	50,5	50,5	51,0
VIII а . . . . .	7,5	8,0	8,0	7,5	8,5	8,0	9,0
I а . . . . .	43,7	46,4	47,5	45,0	50,0	50,0	55,0
Черноз. Вор. верх.	8,0	10,0	7,0	7,0	6,0	9,0	7,0

Из таблицы видно понижение концентрации при удлинении времени отстаивания на первой по порядку табл. почве и на черноземе, хотя конечная концентрация в обоих случаях была слабокислая. Здесь, очевидно, мы имеем дело с физикохимическим поглощением фосфорной к-ты.

К этому вопросу мы возвратимся на следующих страницах, а пока отметим только, что ни время взбалтывания, ни продолжительность стояния, за исключением двух случаев, не имели решающего значения. Исходя из этого, я и остановился для практической работы по упрощенному химическому методу на 1 мин. взбалтывания и 15 мин. отстаивания.

### 7. Поглощение почвой $\text{P}_2\text{O}_5$

Практически этот вопрос важен, прежде всего, для понимания ретроградации  $\text{P}_2\text{O}_5$  в почве. Для диагностики поглощение почвой  $\text{P}_2\text{O}_5$  является также существенно необходимым; только зная поглощение можно уяснить, почему на почвах, бедных доступной  $\text{P}_2\text{O}_5$ , в некоторых случаях не получается ожидаемой прибавки урожая от внесения суперфосфата в обычных дозах. При обычной трамбовке такое явление приписывается главным образом связыванию  $\text{P}_2\text{O}_5$  полуторными оки-

слами. Много работающий за последнее время над разрешением этого вопроса Немец<sup>1)</sup> считает необходимым, при постановке диагноза потребности почв в фосфорнокислых удобрениях, наряду с  $P_2O_5$ , определять и растворимое в однопроцентной лим. к-те железо. По его данным, при содержании в почве железа свыше 50 мг на 100 г почвы, происходит сильная задержка действия фосфорнокислых удобрений, даже на очень бедных почвах. Наши анализы 30 различных почв из совхозов „Пролетарский Труд“ и „Южный Массив“ не обнаруживали железа больше 50 мг на 100 г почвы. Следует отметить, что продолжительность действия на почву к-ты оказывает сильное влияние на переход железа. На некоторых почвах 24 час. обработка 0,2 норм. азотной кислотой по сравнению с 15 минутной увеличивала содержание железа в 7 раз. Испытывавшийся наряду с этими почвами „верхний“ воронежский чернозем давал в кислой вытяжке едва уловимые следы железа. В нашем материале мы имели только одну почву, которая была одновременно богата железом—40 мг на 100 г, и патологически бедна доступной  $P_2O_5$ —2,5 мг на 100 г почвы.

Я полагаю, что в целях изучения поглотительной способности почвы по отношению к фосфорной к-те целесообразнее определять не железо, а то количество  $P_2O_5$ , которое почва может поглотить из раствора, пользуясь при этом предлагаемым мною методом. При таком исследовании одна проба обрабатывается обычным путем 0,2 н НСl, другая обрабатывается точно также, но с внесением определенного количества легко растворимого фосфата. По этому вопросу нами получено большое количество данных; в видах краткости берем испытание 4-х почв, две из которых более богаты фосфорной к-той, а две другие принадлежат к самым бедным. При этом испытании бралось на 100 г почвы 5,12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> и 25 мг  $P_2O_5$  в  $K_2HPO_4$ . Отношение почвы к растворителю 1:5. Взбалтывание продолжалось одну минуту и затем 1 час отстаивания; конечная концентрация к-ты определялась титрованием 0,1 норм. NaOH с фенол-фталеином.

В помещаемых ниже таблицах все расчеты  $P_2O_5$  сделаны в миллиграммах на 100 г почвы. Из помещаемых ниже 4 таблиц отчетливо видно поглощение  $P_2O_5$  из кислого раствора, на что указывали Рассель и Прескот в работе, вышедшей в 1916 г. <sup>2)</sup> По мнению этих исследователей, при обработке почвы слабыми концентрациями кислот одновременно идут два процесса: с одной стороны, переход в раствор  $P_2O_5$  и с другой, поглощение почвой из раствора той же к-ты, причем с течением времени первый процесс ослабевает, а второй усиливается. Этот взгляд до сих пор не нашел достаточного отражения в нашей литературе, и в силу этого в наших учебных руководствах ретроградация  $P_2O_5$  объясняется обычно простым химическим связыванием фосфорной к-ты кальцием и полуторными окислами. Первые две почвы (табл. 6 и 7) при первой концентрации к-ты поглощают почти одни и те же количества  $P_2O_5$ , несмотря на резкие отличия конечных концентраций. Такого согласования нет у двух богатых почв. Перегноино-глеевая почва переводит в раствор при первой концентрации по сравнению с почвой Красного Села весьма малые количества и, повидимому, в соответствии с этим имеют максимальное поглощение не только при первой концентрации, но и при двух других.

<sup>1)</sup> Zeitschr. für P. D. u. B. Teil A. 18. 1930.

<sup>2)</sup> Russel and Prescott. The reaction between dilute acids and the phosphorous compounds. J. of. Agr. Sci. 1916, Sept. Vol. VIII.

ТАБЛИЦА 6  
1 Верхний чернозем

Начальн. концен тр. HCl Конечная " "	0,05 0,002			0,10 0,024			0,2 0,1		
	Переведено в раствор P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> кислотой . . . . .	1,3	1,3	1,3	5,5	5,5	5,5	8,5	8,5
Дано P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0
Общ. сумма P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	6,3	13,8	26,3	10,5	18,0	30,5	13,5	21,0	33,5
В фильтрате оказалось P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,3	3,5	8,0	9,0	11,5	16,5	9,0	17,0	22,0
Поглощено . . . . .	5,0	10,3	18,3	1,5	6,5	14,0	4,5	4,0	11,5

ТАБЛИЦА 7  
Красный Хутор

Начальн. концентр. HCl Конечная " "	0,05 0,04			0,10 0,09			0,2 0,19		
	Переведено в раств. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> кислотой . . . . .	1,2	1,2	1,2	2,0	2,0	2,0	3,2	3,2
Дано P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0
Общая сумма P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	6,2	13,7	26,2	7,0	14,5	27,0	8,2	15,7	28,2
В фильтрате оказа- лось P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,2	3,5	7,0	3,0	6,5	10,0	5,5	9,0	17,5
Поглощено . . . . .	5,0	10,2	19,2	4,0	8,0	17,0	2,7	6,7	10,7

ТАБЛИЦА 8

IX б

Красное Село

Начальн. концентр. HCl Конечная " "	0,05 0,004			0,10 0,03			0,2 0,1		
	Переведено в раствор P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> кислотой . . . . .	12,5	12,5	12,5	27,5	27,5	27,5	47,5	47,5
Дано P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0
Общ. сумма P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	17,5	25,0	37,5	32,5	40,0	52,5	52,5	60,0	72,5
В фильтрате оказалось P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	13,8	21,2	27,5	27,5	31,5	42,5	50,0	55,0	60,0
Поглощено . . . . .	3,7	3,8	10,0	5,0	8,5	10,0	2,5	5,0	12,5

ТАБЛИЦА 9  
Перегноино-глеевые

Начальн. концентр. HCl Конечная концентрац.	0,05 0,028			0,10 0,074			0,2 0,17		
	Переведено в раствор P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> кислотой . . . . .	3,5	3,5	3,5	15,0	15,0	15,0	50,0	50,0
Дано P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0	5,0	12,5	25,0
Общая сумма P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	8,5	16,0	28,5	20,0	27,5	40,0	55,0	62,5	75,0
В фильтрате оказалось P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	5,0	6,0	7,5	18,0	18,5	20,0	50,0	55,0	60,0
Поглощено . . . . .	3,5	10,0	21,0	2,0	9,0	20,0	5,0	7,5	15,0

Забежим несколько вперед и отметим, что по всем испытывавшимся методам эта почва оказывается ненуждающейся в P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, а между тем полевой опыт показывает отзывчивость этой почвы на суперфосфат. Повидимому здесь придется обратить внимание при дальнейшем изучении вопроса на скорость перехода в раствор поглощенной P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### ГЛАВА III

#### Сравнение результатов упрощенного метода с другими химическими методами и с данными полевых и вегетационных опытов

1. В основу сравнения взяты анализы средних образцов почв с глубины 0—15 см, на которых ставились полевые и вегетационные опыты по пятерной схеме. На некоторых разностях ставилось два параллельных опыта, чтобы установить насколько варьирует сама по себе изучаемая почвенная разность. Морфолого-генетическая характеристика изучаемых почв дана в приложении. Пробы с основных опытов в совхозе „Пролетарский Труд“ отмечались буквой „а“ повторные—буквой „б“. В совхозе „Южный Массив“ арабские цифры обозначают отдельные опыты. В таблице приводится в мг на 100 г почвы валовое количество P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и доступной фосф. к-ты по методам различных авторов.

Степени нуждаемости почв в P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> выражены в трех градациях: 1) не реагирует, 2) средняя нуждаемость и 3) сильная нуждаемость в P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. По отдельным методам намечены следующие градации с мг на 100 г почвы.

Кирсанов	Леммерман	Аррениус	Труог
I г 20 и выше	40 и выше	40 и выше	8 и выше
II г 8 до 20	от 25 до 40	от 20 до 40	от 5 до 8
III г от 7 и ниже	от 25 и ниже	от 20 и ниже	от 5 и ниже

Для характеристики по данным полевого опыта соответственно установлены такие градации по процентам прибавок урожая, отнесенным к неудобренной делянке:

- I группа от 0—10% не реагирует и слабо реагирует.
- II гр. от 10—20% реагирует средне.
- III гр. от 30% и выше сильно реагирует.

Для вегетационного опыта и миниатюр взяты следующие % прибавок, выраженных в урожаях контрольного сосуда:

- I группа до 50% — не реагирует и слабо реагирует.
- II „ — от 50 до 150% — реагирует средне.
- III „ — выше 150% — сильно реагирует.

Сопоставление химических методов с данными полевых и вегетативных опытов по совхозам:

а) Сопоставление с полевыми опытами по совхозу „Пролетарский Труд“.

Эти данные приведены в табл. 10. Три первых по порядку почвы дают в поле минимальную прибавку урожая и вполне обеспечены  $P_2O_5$  по всем химич. методам, остальные почвы, за исключением VI „б“ показывают значительные прибавки суперфосфата и в то же время все химические методы показывают нуждаемость этих почв в фосфорной к-те. На перегнойно-глеевой почве мы останавливались, когда речь шла о поглощении  $P_2O_5$ . Из испытывавшихся методов по данным таблицы наименее состоятельным оказался метод Труога, который для почв отчетливо нуждающихся в фосфорно-кислых удобрениях, показывает числа, лежащие за или на границе ненуждаемости. Так, для почвы III „а“ он дает 7 мг и для V „а“ 8 мг.

ТАБЛИЦА 10

Доступная  $P_2O_5$  по разн. методам в мг на 100 г почвы.

Обознач. почв.	Прибавка в % от 75кг $P_2O_5$ суперфосф.	Валовая $P_2O_5$	Кирсанов	Леммерман	Аррениус	Труог
VI а . . .	0,3	376	20	90	62	9
II а . . .	2	248	55	100	112	30
I а . . .	10	237	50	83	>60	31
VIII а . . .	21	171	5	24	18	4
III а . . .	32	224	7,5	32	20	7
VI б . . .	33	329	50	127	155	21
IV б . . .	32	171	5	25	6	5
V а . . .	42	293	8	31	18	8
IV а . . .	36	164	2,5	34	14	6
VII а . . .	120	79	3,0	21	8	2,5

б) Сопоставление с вегетационными опытами по совхозу „Пролетарский Труд“.

ТАБЛИЦА 11

Доступная  $P_2O_5$  по различным методам. Сравнение с вегетац. оп. по совхозу „Пролетарский Труд“ 1931 г.

Обознач. почв.	Прибавка от $P_2O_5$ г сосуд.	Тоже в % от неудобр. сосудов.	Валовая.	Кирсанов.	Леммерман.	Аррениус.	Труог.
IX а . . . . .	1	7	198	50	—	106	16
VI б . . . . .	2	8	329	50	127	155	21
VI а . . . . .	6	20	376	20	90	62	9
I а . . . . .	8	28	237	50	83	>60	31
II а . . . . .	12	54	248	55	100	112	30
VIII а . . . . .	24	117	171	5	24	18	4
VII а . . . . .	32	252	79	3	21	8	2,5
V а . . . . .	40	224	293	8	31	18	8
IV б . . . . .	43	235	171	5	25	6	5
III а . . . . .	55	310	224	7,5	32	20	7
IV а . . . . .	61	338	164	2,5	34	14	6

Здесь можно провести резкую границу между первыми пятью почвами и остальными. Первые показывают слабые прибавки и полную обеспеченность по всем методам. Особенно это видно в моем методе и в методе Аррениуса.

в) Сопоставление с полевыми опытами совхоза „Южный Массив“.

ТАБЛИЦА 12  
Полевые опыты по совхозу „Южный Массив“ 1931 г.

Обознач. почв.	Прибавка урожая от 75 кг-га в %%	Валовая	Кирсанов	Леммерман	Аррениус	Труог
12	8	281	8	41	20	6,5
1	13	202	16	47	41	13
9	13	310	17,5	86	60	15
10	20	311	10	52	66	10
11	23	302	8	39	75	7
14	24	137	8	12	4	8
2	33	127	6,5	20	17	9
4	45	135	5,5	13	12	4,5
7	49	117	5,5	22	16	4
6	56	227	3	14	8	—
15	20	192	3,5	20	7,8	5,7
13	71	137	2	12	4,6	2

Первая по порядку почва неудачно характеризуется по всем методам, за исключением метода Леммермана; хорошо отмечается всеми методами почва 9 пункта, как имеющая наибольшее содержание  $P_2O_5$ . В 10 и 11 пунктах метод Аррениуса дает резкое расхождение с показаниями поля. Слабее расхождение в методе Леммермана. Сильны расхождения по методу Труога для почв 10 и 2-ой. Это сравнение показывает, что предлагаемый упрощенный метод не уступает другим методам по степени совпадения с данными поля.

г) Сопоставление вегетац. опытов совхоза „Южн. Массив“.

ТАБЛИЦА 13  
Веgetационные опыты по совхозу „Южный Массив“ 1931 г.

Обознач. почв.	Прибавка в % % от неуд. сосуда	Валовая	Кирсанов	Леммерман	Аррениус	Труог
12 . . .	5	281	8	41	20	6,5
10 . . .	8	311	10	52	66	10
9 . . .	33	310	17,5	86	60	15
14 . . .	48	160	9	34	18	8
3 . . .	57	126	9	28	15	7
7 . . .	82	117	5,5	22	16	4
52 . . .	83	195	3,5	20	8	6
2 . . .	114	127	6,5	20	17	9
1 . . .	145	202	16	47	41	13
11 . . .	157	303	8	39	75	7
4 . . .	212	135	5,5	13	12	4,5
5 . . .	217	152	4,0	13	11	5
6 . . .	232	227	3	14	8	3
13 . . .	255	137	2	12	4,6	2,0

Первая по порядку почва — 12 пункт и здесь ведет себя так же, как и в полевом опыте. Резкое расхождение показывает почва № 1, которая по всем химическим методам, а также и по полевому, показывает достаточную обеспеченность в  $P_2O_5$ , а вегетационный опыт говорит, что она сильно нуждается в удобрении. Во всех остальных случаях упрощенный метод дает совпадения с вегетационным, чего нельзя сказать о других методах. Так, напр., почва 11 пункта нуждается в удобрении по вегетационному и полевому методам, между тем по методу Леммермана она стоит на границе обеспеченности, а по методу Аррениуса ее следует считать богато обеспеченной. В данном случае упрощенный метод и метод Труога идут в полном соответствии с вегетационным и полевым опытами.

### Сопоставление всех методов с полевым опытом

Конечным критерием для оценки всех методов взят полевой опыт, точнее говоря, прибавки общей массы урожая овса от внесения 75 кг  $P_2O_5$  на га в суперфосфате. Прибавки выражены в процентах от неудобренных делянок. Градации действия по всем методам приведены в начале главы.

Кроме химических методов, данный вопрос освещался и методами микробиологическими по Буткевичу-Костелецкому и Виноградскому, а также при помощи, так наз., вегетационных миниатюр. Краткосрочное испытание отдельных культур (овес, горчица, редиска и табак) в чашках Нейбауэра при 400 г почвы. Техника ведения опыта миниатюр та же, что и в методе Нейбауэра. Опыт в миниатюрах велся по обычной пятерной схеме в течение 3—4-х недель. По каждому из этих методов работали отдельные бригады. По детальной проработке всех этих данных, при совместном участии всех руководителей, установлена степень соответствия каждого из методов с полевыми данными, что выразилось в помещаемой ниже таблице.

ТАБЛИЦА 14

Результаты сопоставления различных методов по определению потребности почв в фосфорно-кислых удобрениях.

Название совхозов	Обознач. разности	Полевой	Вегетаци.	Миниат.	Кирсанов	Леммерман	Аррениус	Труог
„Южный Массив“	I — 1	1 $\frac{1}{2}$	2	—	2	1	1	1
	II — 2	2 $\frac{1}{2}$	2	—	3	3	3	1
	III — 4	3	3	—	3	3	3	3
	IV — 6	3	3	—	3	3	3	3
	IV — 7	3	2	—	3	3	3	3
	VI — 9 <sup>а</sup>	2	1	—	2	1	1	1
	VI — 10	2	1	—	2	1	1	1
	VII — 11	2	1	—	2	2	1	2
	VIII — 12	1	1	—	2	1	1 $\frac{1}{2}$	2
	IX — 13	3	3	—	3	3	3	3
	X — 14	2	1 $\frac{1}{2}$	—	2	2	2 $\frac{1}{2}$	2
	X — 15	3	2	—	3	3	—	2 $\frac{1}{2}$
	% совпадения с полевым методом			58	—	91	83	73

Продолжение таблицы 14

Название совхозов	Обознач. разности	Полевой	Вегетаци.	Миниат.	Кирсанов	Леммерман	Аррениус	Труог
„Пролетарский Труд“	I — а	1	1	1	1	1	1	1
	II — а	1	1	1	1	1	1	1
	III — а	3	3	3	3	2	2 <sup>1/2</sup>	2
	IV — а	3	3	3	3	2	3	2
	IV — в	2 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/2</sup>	—	3	2 <sup>1/2</sup>	3	2 <sup>1/2</sup>
	V — а	3	2 <sup>1/2</sup>	3	3	2 <sup>1/2</sup>	3	2
	VI — а	1	1	2	1	1	1	1
	VI — в	2 <sup>1/2</sup>	1	—	1	1	1	1
	VII — а	3	3	3	3	3	3	3
	VIII — а	2	2	—	2 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/2</sup>
IX — а	—	1	1	1	—	1	1	
% совпадения с полевым опытом		90	86	90	70	90	60	

Из итогов этой таблицы можно отметить:

- 1) Предлагаемый упрощенный химический метод несколько не уступает по степени совпадения с полевыми опытами других методов;
- 2) Наименее удовлетворительным оказался метод Труога;
- 3) Весьма важно отметить, что вегетационные миниатюры, которыми может пользоваться агроном в своем кабинете, дают весьма высокое совпадение с полевым опытом.

#### ГЛАВА IV

##### Подводные камни для химических методов

Отметим важнейшие случаи, когда химическое определение потребности почвы в  $P_2O_5$  не только в предлагаемом методе, но и в других, может дать расхождение с полевым опытом.

1) При неудачном выборе средней пробы это расхождение вполне понятно. В этом отношении особо ценно в новом методе то, что, будучи простым и быстрым, он позволяет вместо смешанных проб брать индивидуальные пробы. Здесь нельзя не отметить преимуществ диагностики химических методов.

Полевой опыт освещает то, что было в год постановки опыта на его площади. Химический метод указывает, какое количество  $P_2O_5$  может дать сама почва растению на той площади, где будут вноситься удобрения. Короче говоря, полевой опыт освещает прошлое, а химический — будущее. Работа текущего года еще более убедила меня в том, что полевой опыт, как элемент диагностики, ниже других методов определения потребности почв в удобрениях (подробно см. в моей работе „Теория Митчерлиха, ее анализ и практическое применение“. Ленинград. 1931 г. Сельхозгиз.), но полевой опыт должен быть основой при разработке новых методов диагностики, так как в данном случае и он и химические методы определяют одно и то же состояние поля.

2) Расхождение между показаниями поля и химическим методом в сильной степени обуславливается обеспеченностью урожая влагой.



При недостатке влаги в течение вегетационного периода полевой опыт может в значительной степени заглушать потребность почвы в  $P_2O_5$  и дать резкое расхождение с химическим определением. Поэтому, когда полевой опыт сравнивается с химическим методом, необходимо учитывать степень обеспечения поля влагой.

3) Расхождение может получиться и в силу того, что в опыте вносится фосфорная кислота в виде суперфосфата. Расхождение вполне понятно: химический метод выявляет потребность  $P_2O_5$ , а полевой говорит, как влияют на урожай  $P_2O_5$  и гипс. Теоретически весьма возможны случаи, когда химический метод показывает ненуждаемость в  $P_2O_5$ , а поле дает прибавку благодаря действию гипса.

4) Почва может нуждаться в  $P_2O_5$ , но вместе с тем внесенное удобрение не даст прибавки, если почва сильно поглощает  $P_2O_5$ , как об этом говорилось во II-ой главе. Здесь следует отметить, что пользуясь упрощенным химическим методом, чрезвычайно легко определить, не только имеющуюся в почве  $P_2O_5$ , но и ее поглощение. Во всяком случае это проще и ближе приводит к цели, чем определение железа по Немецу.

5) На южных почвах, при химической диагностике, повидимому, необходимо учитывать и количество нитратов. В наших опытах в вегетационных сосудах на слабо-оподзоленном суглинке Детскосельского опытного поля мы замечали отчетливое понижение урожая при повышенной дозе селитры. Данная почва не нуждается в фосфорнокислых удобрениях. Урожай овса в сосудах при различных количествах  $P_2O_5$  в виде  $Na_2HPO_4$  был таков:

г на сосуд $P_2O_5$ . . . . .	0	0,5	1,0	2,0
урожай на сосуд в г . . . . .	19	21	22	23

Та же почва при внесении селитры без фосфорной к-ты и с нею дает такие урожаи:

г азота на сосуд . . . . .	0	1	2	4	8
урожай в г на сосуд без $P_2O_5$ . . . . .	17,7	25,9	22,5	14,1	4,4
урожай в г на сосуд при внесении 0,5 г $P_2O_5$ . . . . .	21	44,3	46,5	44,1	25,4

Эти цифры показывают явную депрессию от внесения  $NaNO_3$ . Эта депрессия начинается при 2 г азота, а может быть и при меньшем количестве его. Внеся 0,5 г  $P_2O_5$  при 4 г азота, мы имеем почти полное подавление депрессии, благодаря фосфорной кислоте. При 8 г азота без фосфорной к-ты урожай спускается до 25% от неудобренного сосуда, при 0,5 г  $P_2O_5$  мы имеем 25 г урожая, т. е. в пять раз больше, чем без фосфорной к-ты. Определяя количество доступной  $P_2O_5$  в двух разностях приазовского чернозема, одна из которых давала в поле прибавку урожая от суперфосфата, а другая совсем не реагировала на него, мы получили в обоих случаях почти одно и то же количество доступной  $P_2O_5$ , но резкое отличие в содержании нитратов; наиболее богата ими оказалась разность, повышающая урожай от суперфосфата. Мы не имеем достаточного материала для окончательного решения этого большого вопроса, но, повидимому, все же можно сделать предположение, что потребность южных почв в фосфорной кислоте находится в зависимости и от количества нитратов. При испытании по новому методу, повидимому, необходимо дополнительно определять количество нитратов. Напрашивается предположение, что в этих почвах  $P_2O_5$  нужна не только как источник питания растений, но и как фактор, ослабляющий временное угнетение растений нитратами. На подзолистых почвах это явление не может иметь места. В нашей практике весьма целесообразным оказался для определения

нитратов метод Рима, который на мой взгляд должен войти, как одна из частей вооружения агронома диагностическими методами. Этот метод опубликован в 1926 г., но он мало известен у нас и поэтому я даю его описание во II приложении.

## ГЛАВА V

### Применение упрощенного химического метода для составления почвенных карт доступной $P_2O_5$ и для изучения динамики

Требования отдельных культур к количеству доступной  $P_2O_5$  довольно разнообразны, но это нисколько не мешает составлению почвенной карты. Имея перед собой план совхоза или колхоза, на котором указано количество доступной  $P_2O_5$  в различных частях территории, и зная отношение отдельных растений к  $P_2O_5$ , агроном легко может сделать заключение в какой части полей и сколько нужно дать фосфорнокислых удобрений. При составлении почвенной карты достаточно определять доступную  $P_2O_5$  только в пахотном слое, т-к. он наиболее богат ею и органически связан с нижележащими слоями. Детальное составление таких карт в массовом масштабе можно вести только силами предварительно подготовленных активистов колхозников. Предлагаемый мною метод более других соответствует этой цели. При составлении карты достаточно взять четыре градации:

- 1) свыше 20 мг на 100 г почвы.
- 2) от 20 до 15 мг. " "
- 3) от 15 до 8 мг. " "
- 4) от 7 мг и ниже " "

Эти градации применимы только для подзолистой зоны, на которой главным образом велась моя работа.

Наши данные по динамике  $P_2O_5$  сравнительно бедны; может быть это зависит отчасти от того, что практиковавшиеся аналитические методы определения  $P_2O_5$  в силу их большой стоимости, а иногда и малой точности, не позволяли делать анализы в таком большом количестве, как необходимо для разрешения этого вопроса.

Я далек от того, чтобы упрощенный метод выдвигать на место других более точных методов, но, пользуясь им, мы можем, с поразительной быстротой, в первом приближении, изучать динамику непосредственно в поле над живой почвой. При более тонких определениях мы можем предварительно установить степень точности данного метода на данной почве и тогда этот метод может служить уже для второго приближения.

Таким путем мне удалось проследить интересные моменты в динамике  $P_2O_5$  на осушаемом торфянике в связи с различными степенями осушки. Работая этим методом на Докучаевской станции в текущем году, я легко мог проследить изменение в содержании доступной  $P_2O_5$  по отдельным горизонтам разностей обыкновенного чернозема.

Для ряда культур важно не только количество доступной  $P_2O_5$ , но и та скорость, с которой почва подает ее растениям. Упрощенный метод легко позволяет подойти и к этой стороне вопроса. Я полагаю, что в качестве первой ориентировки данный метод будет весьма полезен для почвовед-географа и для геоботаника при их полевых работах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Упрощенный химический метод позволяет для почв подзолистой зоны в течение нескольких минут делать заключение о потребности в фосфорнокислом удобрении с неменьшей точностью, чем другие химические и микробиологические методы. Этот метод обходится дешевле, чем все другие, а самое главное, для него достаточно самой примитивной обстановки, в силу чего он может быть использован в практике агронома и для работ активистов в колхозе под руководством агронома.

2) Произведенным сравнением с полевыми опытами в подзолистой зоне с овсом и ячменем были установлены следующие границы количества доступной  $P_2O_5$  в 100 г почвы: 1) При 20 мг и выше почва не нуждается в удобрении, от 20 до 8 мг средн. потребность, от 7 и ниже острая нужда в фосфорнокислых удобрениях. Эти границы, особенно средняя, могут передвигаться в зависимости от типа почвы, механического состава, степени насыщенности ее  $P_2O_5$  и от культурного растения.

3) Установленные индексы ближе подходят к реальным условиям, чем индексы по другим методам. Так, по методу Леммермана почва сильно реагирует на удобрение при 25 мг на 100 г почвы, что отвечает 625 кг на га; по упрощенному методу при 7 мг, что отвечает 175 кг на га. Вносимые в удобрении 75 кг  $P_2O_5$  составляют 12% от индекса Леммермана, тогда как по новому методу это же количество составляет 43%.

4) Независимо от окончательного установления индексов, можно приступить и теперь к составлению карт потребности почв в  $P_2O_5$  в подзолистой зоне.

5) Неудачи применения у нас, а также и за границей, диагностических методов обуславливались тем, что им придавался характер универсальных приемов, тогда как они имеют определенную ценность только для тех почв и растений, на которых они выработаны. Чтобы избежать подобной неудачи с новым методом, необходимо быстро и широко проработать его применительно к строго определенным почвам, к определенным культурам и техническим системам земледелия.

6) Данные настоящего сообщения являются предварительными, более подробное развитие вопроса будет дано в одном из следующих бюллетеней.

7) Настоящая работа обязана своим развитием тому, что она явилась частью большой комплексной темы по разработке диагностики потребности почв в удобрении, проводимой с большим энтузиазмом научным коллективом Ленинградского Отделения Ин-та Агропочвоведения.

НАИМЕНОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ ПО СОВХОЗАМ „ЮЖНЫЙ МАССИВ“  
И „ПРОЛЕТАРСКИЙ ТРУД“<sup>1)</sup>

„Южный Массив“

- I — 1) Серая подзолисто-глеевая, пылевато-суглинистая на перемытой морене. Оценка — 5.
- II — 2) Серая подзолистая, тяжело-суглинистая на слабо раскисленной глине. Оценка — 4.
- III — 4) Темно-серая слабо подзолистая (с временно избыточным увлажнением) супесчаная на акпалловых песках, подстилаемых карбонатной мореной (почва 3-х членного наноса). Оценка — 6.
- IV — 6) Серая скрыто-подзолистая (временно избыточного увлажнения) на карбонатной моренной глине (2-х членный нанос). Оценка — 6.
- IV — 7) Серая скрыто (слабо) подзолистая (временно избыточного увлажнения) супесчаная на карбонатной моренной глине (3-х членный нанос). Оценка — 5,5.
- VI — 9) Перегнойная слабо-подзолистая глеевая глинистая на раскисленной моренной глине. Оценка — 6 — 7.
- VI — 10) Перегнойная слабо-подзолистая глеевая глинистая на моренной раскисленной глине. Оценка — 6 — 7.
- VII — 11) Насыпная перегнойно-суглинистая на верховом торфянике. Оценка — 5,7.
- VIII — 12) Темно-серая скрыто-подзолистая глееватая глинистая на раскисленной ленточной глине. Оценка — 6.
- IX — 13) Светло-серая сильно-подзолистая хрящевато-суглинистая на валунном тяжелом суглинке. Оценка — 4,5.
- X — 14) Светло-серая подзолистая хрящеватая тяжело-суглинистая на тяжелом хрящеватом валунном суглинке. Оценка — 6.
- X — 15) Светло-серая подзолистая хрящеватая тяжело-суглинистая на тяжелом хрящеватом валунном суглинке. Оценка — 6.

„Пролетарский Труд“.

- I — а Коричневато-темно-серая, супесчаная (слоистая) неоподзоленная на гравийной супеси, подстилаемой раскисленным тяжелым суглинком (почва маршевого типа). Оценка — 7 — 8.
- II — а Темно-серая легко-суглинистая неоподзоленная на раскисленном тяжелом валунном суглинке (почва маршевого типа). Оценка — 8.
- III — а Темно-серая (с коричневатым оттенком) неоподзоленная суглинистая, местами переходная к супесчаным, на раскисленной слабовалунной глине. Оценка — 5,5 — 6.
- IV — а Серая глее-подзолистая тяжело-суглинистая на моренном слабовалунном тяжелом суглинке. Оценка — 4,5 — 5.
- IV — б Серая глее-подзолистая тяжело-суглинистая на моренном слабо-валунном тяжелом суглинке. Оценка — 5.
- V — а Серая слабо-глееватая-подзолистая легко-суглинистая на пылеватом мелко-песчаном ленточном суглинке. Оценка — 6.
- V — в Серая глееватая-подзолистая суглинистая на пылеватом ленточном суглинке. Оценка — 5.
- VI — а Перегнойно-глеевая суглинистая на ленточной глине. Оценка — 5.
- VI — в Перегнойно-глеевая суглинистая на тяжелом моренном слабо-валунном суглинке, образовавшемся при участии ленточных глин. Оценка — 5,5.
- VII — а Желтовато-серая сильно оподзоленная (переход к песчаному подзолу) песчаная (с ортзандом) на слабо-валунном раскисленном песке. Оценка — 1,5 — 2.
- VIII — а Сероватая средне-оподзоленная тяжело-суглинистая на моренной слабо-валунной глине с признаками раскисления. Оценка — 5 — 6.
- IX — а Буровато-серая слабо-оподзоленная суглинистая на валунном суглинке, перемешанном с продуктами выветривания силурийских известняков. Оценка — 6,5 — 7.

<sup>1)</sup> Цифры в конце описания каждой почвы показывают относительную урожайность по методу проф. А. А. Красюка.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ ПОЧВЫ ПРИ ПОМОЩИ РЕАКЦИИ  
с ДИФЕНИЛ-АМИНОМ ПО СПОСОБУ РИМА

Способ Рима, опубликованный в Zeitschrift für P.D. und B. Teil A. Bd. VII. 1926.

Необходимые реактивы:

1) Насыщенный раствор хлористого натрия.

2) Нитритный реактив: 60 мг дифенил-амина + 325 см<sup>3</sup> разбавленной серной кислоты (1 объем концентр. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 3 части воды) затем добавляется концентрированной серной кислотой до 500 см<sup>3</sup>.

3) Нитратный реактив: 170 мг дифенил-амина + 330 см<sup>3</sup> воды и добавляется серной концентр. кислотой до 1000 см<sup>3</sup>.

4) Нитратный раствор для сравнительной шкалы: берется 8 колбочек по 100 см<sup>3</sup>, в каждую вносится 4 см<sup>3</sup> насыщенного раствора NaCl, прибавляется соответственно 0, 1/2, 1, 1 1/2, 2, 3, 4 и 5 см<sup>3</sup> KNO<sub>3</sub> из раствора, 1 см<sup>3</sup> которого содержит 0,1 мг NO<sub>3</sub> (163 мг на литр KNO<sub>3</sub>), далее 10 см<sup>3</sup> раствора 98% уксусной кислоты и доводится водой до метки.

Подготовка почвы: 5 г свежей почвы обрабатывается 50 см<sup>3</sup> раствора поваренной соли (на 1 л воды 40 см<sup>3</sup> насыщенного раствора поваренной соли) часто помешивается и после получасового стояния фильтруется. Сначала испытывается содержание нитратов: к 5 см<sup>3</sup> фильтрата в пробирке прибавляется 5 см<sup>3</sup> нитритного реактива, встряхивается и оставляется остынуть. Если через 10 минут нет никакой синей окраски, то значит в почве содержание нитритов менее 0,2 мг на лг почвы.

По выяснении нитритной реакции, идет самое определение нитратов. 2 см<sup>3</sup> почвенного фильтрата берется в пробирку (пробирки должны быть одинакового объема), прибавляется 5 см<sup>3</sup> нитратного реактива, хорошо перемешивается, ставится в большой стакан с водой для охлаждения до комнатной температуры. Одновременно с этим готовится сравнительная шкала, для которой берут с каждой колбочки 2 см<sup>3</sup> и обрабатывают как почвенный фильтрат. Через 15 мин. взбалтывается и пробирки остаются на 1/4 часа при комнатной температуре. Затем идет сравнение испытуемого раствора с пробирками по шкале, как в отраженном, так и проходящем свете. Если на литр приходится больше 5 мг NO<sub>3</sub> то фильтрат должен быть соответственно разбавлен раствором поваренной соли. Следует особенное внимание обращать на продолжительность реакции в испытуемой пробирке и в пробирках по шкале. Разница во времени не должна превышать 5-ти минут.

Если почва содержит нитриты, то предварительно определяют их содержание нитритным реактивом, аналогично нитратному испытанию, и из найденного общего содержания нитратов и нитритов вычитают содержание нитритов и таким путем получают действительное содержание нитратов.

Примечание. Данный метод видоизменен мною таким образом, что нитраты определяются в той же вытяжке почвы, в которой определяется по моему методу P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Соответственно с этим, изменены и штандарты: вместо 10 см<sup>3</sup> уксусной кислоты, берется 20 см<sup>3</sup> норм. HCl и вместо NaCl берется CaCl<sub>2</sub> (20 см<sup>3</sup> 0,1 норм. раств.). Подробное сообщение об этом изменении будет дано в последующем выпуске.

5258

## SCHNELLMETHODE ZUR FESTSTELLUNG DER PHOSPHORSÄUREDÜNGE- BEDÜRFTIGKEIT VON BÖDEN

Prof. A. T. Kirssanof.

Vorläufige Mitteilung

5 gr. lufttrockenen Boden werden mit 25 ccm. 0,2nHCl behandelt: 5 Min. unter öfteren Umchütteln und 15 Min. stehen gelassen, dann durch Faltenfilter filtriert. 5 ccm des Filtrats werden mit der Lösung B versetzt, durchgemischt und bis konstanter Farbe (ca 5—10 Sec.) mit einem Tinnstift behandelt. Die Tiefe der blauen Färbung gibt die Menge der pflanzenzugänglichen  $P_2O_5$ .

Als Standard dient die entsprechende Lösung von  $CaHPO_4$  in 0,1nHCl.

Die Lösung B ist 0,5% Lösung des Ammoniummolybdat in 1,0nHCl.

Die vergleichende Prüfung von verschiedenen chemischen Methoden in 25 Feldversuchen mit Hafer und Gerste in Umgebung von Leningrad zeigte folgende Übereinstimmung dieser Methoden mit exakten Feldversuchen in %.

- 1) Die Methode vom Verfasser - 90%.
- 2) " " " Lemmerman-Fresenius—70—83%.
- 3) " " " Arrenius—73—90%.
- 4) " " " Truog - 60—67%.

Die Methode stellt solche Grenzzahlen für Hafer und Gerste auf Podsolböden fest: Der Boden ist — a) Stark phosphorsäurebedürftig wenn 100 gr. des Bodens 7 mgr  $P_2O_5$  und weniger erhalten.

b) Mittelbedürftig von 8 bis 20 mgr.

c) Vollkommen besorgt 20 mgr. und über.

Die Methode übertrifft alle andere Methoden in Schnelligkeit, Billigkeit und Zugänglichkeit für die Landwirte.