

К. К. Гедройц

Химический анализ почв

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
К11

К11 **К. К. Гедройц**
Химический анализ почв / К. К. Гедройц – М.: Книга по Требованию, 2021. –
260 с.

ISBN 978-5-458-60927-2

Труды по Лесному опытному делу в России. Выпуск 63. Химический анализ
почв. Руководство по ведению лабораторных почвенных исследований.

ISBN 978-5-458-60927-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Подготовка почвы к лабораторному исследованию.

Образец почвы, взятый в природе и переданный в лабораторию для исследования, должен быть для этой цели соответственно подготовлен. На эту подготовку почвы к лабораторному ее исследованию должно быть обращено самое серьезное внимание, так как недостаточно осмотрительная подготовка может очень сильно отразиться на результатах дальнейшего изучения: данные анализа могут не соответствовать среднему составу и средним свойствам всего образца, а с другой стороны, среднему составу и средним свойствам исследуемого образца может быть приписано то, что несомненно является лишь случайным для него.

В целях подготовки образец помещают на бумагу и, если он достаточно сух, разрушают руками все более или менее крупные комья; если же влажность его настолько значительна, что почва мажется между пальцами, то предварительно его несколько просушивают на воздухе. Операция эта должна производиться опытным лицом, так как при этом необходимо тщательно исследовать образец, насколько он однороден, не содержит ли он каких-либо новообразований или посторонних включений; те и другие по возможности должны быть отделены, и во всяком случае все наблюдаемое должно быть записано. Только при тщательном проведении этого, можно будет из данных анализа получить максимум того, что он может дать. Всякого рода включения, если они при растирании почвы могут быть измельчаны, либо тщательно отделяются (если это, конечно, можно сделать) с определением их относительного количества и в случае надобности исследуются отдельно; либо,

если это признается почему-либо ненужным, неудобным или невозможным, включения эти поступают в анализ совместно со всей почвою; но тогда, во-первых, присутствие их в образце должно быть обязательно оговорено в описании образца для того, чтобы принимать это во внимание при сравнении и толковании результатов анализа; во-вторых, в этом случае необходимо, чтобы эти включения, растертые с главной массой почвы, при взятии навесок почвы для анализа были равномерно распределены в общей массе; совершенно ясно, насколько извлеченными могут получиться результаты определения в почве, напр., кальция, если в почве имеются известковые стяжения и если они попадут в навеску почвы для этого определения в заметно большем или в заметно меньшем количестве по сравнению с остальной частью почвы.

Раздробленный образец тщательно перемешивается; из него берется часть в количестве около 500 — 1000 гр. ¹⁾, таким образом, чтобы она по возможности представляла среднюю пробу всего образца.

Взятый средний образец приводится в чистом и сухом, не содержащем вредных газов помещении в воздушно-сухое состояние (расстиляется на бумаге тонким слоем дня на два, на три); растирается затем в фарфоровой ступке пестиком из пальмового дерева и просевается через сито с отверстиями в 1 мм. Зная вес растиравшегося образца до просеивания и вес части его, не прошедшей через сито, определяют процентное содержание в почве скелета (частиц больше 1,0 мм.).

Часть, прошедшая через сито (мелкозем, частицы меньше 1,0 мм.), помещается в банку с притертой пробкой; в ней определяют гигроскопическую воду (см. ниже) и отсюда берут нужные навески для того или другого исследования. Что касается до той части почвы, которая осталась на сите, то химическому исследованию она обычно не подвергается; если же предполагается механический анализ, то эта часть разделяется на отдельные

¹⁾ Такой величины средний образец необходим, если предполагается более или менее полный химический анализ (валовой анализ, анализ 10% солянокислой вытяжки, анализ водной вытяжки и др. определения) и механический анализ с расчетом на возможную необходимость повторных определений.

механические фракции помощью системы сит с соответствующими отверстиями; полученные фракции промываются на сите же водою для удаления приставших к ним мелких почвенных частиц, просушиваются и взвешиваются.

Для различных видов анализа почва берется из банки с мелкоземом; чрезвычайно существенно, чтобы каждая проба почвы, берущаяся из этой банки для того или другого анализа, представляла действительно среднюю пробу всей почвы банки; чем меньше требуется для анализа навеска, тем труднее этого достичь, особенно в том случае, когда почва содержит заметное количество частиц размерами 1,0 — 0,25 мм.¹⁾ В таких случаях приходится прибегать к высыпанию всей почвы из банки на бумагу, где она перемешивается, распределяется тонким слоем; требуемая навеска составляется так, что почва для нее берется из возможно большего числа различных мест этого слоя.

Точных и определенных данных по влиянию способа взятия навески из среднего образца почвы в литературе почти не имеется; очень ценно в этом отношении исследование, произведенное в Bureau of Soils Департамента Земледелия Соед. Штатов Сев. Америки (см. L. J. Briggs, F. O. Martin и J. R. Pearce «The centrifugal method of mechanical soil analysis», Bull. 24, Bur. of Soils, стр. 17, 18 и 19), результаты которого мы здесь и приведем.

Исследовалось влияние двух способов взятия навески для механического анализа.

1-й способ. Почва, просеянная через сито в 2 мм., тщательно перемешивалась на бумаге большим шпателем, разделялась на четыре части; одна из этих частей снова тщательно перемешивалась; из нее бралась навеска в 10—20 гр.; затем отсюда уже навешивалось для механического анализа 5 гр. почвы; для составления этой последней навески почва бралась из различных мест тонкого слоя предшествующей навески.

¹⁾ Почва, содержащая только частицы меньше 0,25 мм., достаточно однородна, и взятие средней пробы даже очень небольшого веса в этом случае не представляет особых затруднений; здесь можно ограничиться сильным забалтыванием почвы в банке и можно брать после этого требуемую навеску прямо из банки.

2-й способ. Для взятия навески был применен прибор E. Brown'a (прибор описан и изображен в 34 Circular'e, Revised Office of Experiment Stations: «Rules and regulations for seed testing») для взятия средних образцов семян; прибор дает возможность разделить образец семян на две части равномерного состава. Помощью этого прибора для взятия небольшой навески образец почвы разделялся на две части, затем одна из них снова делилась на две и т. д., пока не получались две навески почвы, из которых каждая приблизительно равнялась необходимой для механического анализа.

Результаты механического анализа навесок почвы, взятых первым и вторым способом, приводим в ниже следующей таблице.

| № образца почвы | Величина навески | Способ взятия навески | % содержания в почве частиц | | | | | | |
|-----------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------|----------|----------|----------|------------|-----------|
| | | | 2—1 | 1—0.5 | 0.5—0.25 | 0.25—0.1 | 0.1—0.05 | 0.05—0.005 | 0.005—0.0 |
| 1 | 5.0 | 1 | 7.2 | 23.3 | 8.4 | 10.9 | 5.9 | 25.7 | 18.2 |
| 1 | 5.0 | 1 | 6.2 | 22.6 | 8.9 | 11.1 | 6.6 | 26.8 | 17.9 |
| 1 | 10.5 | 2 | 12.8 | 26.2 | 7.5 | 8.3 | 5.2 | 23.3 | 16.6 |
| 1 | 9.8 | 2 | 12.0 | 25.4 | 7.7 | 8.8 | 5.0 | 24.3 | 16.8 |
| 2 | 5.0 | 1 | 8.1 | 19.4 | 6.6 | 7.1 | 3.9 | 20.4 | 34.0 |
| 2 | 5.0 | 1 | 4.2 | 17.4 | 7.1 | 8.3 | 4.7 | 24.0 | 34.1 |
| 2 | 7.6 | 2 | 12.3 | 18.0 | 5.5 | 5.9 | 3.4 | 22.0 | 32.8 |
| 2 | 6.3 | 2 | 11.3 | 18.6 | 5.9 | 5.6 | 4.2 | 22.2 | 32.2 |
| 3 | 5.0 | 1 | 0.4 | 3.8 | 10.5 | 36.4 | 15.2 | 22.3 | 11.4 |
| 3 | 5.0 | 1 | 0.5 | 4.0 | 11.3 | 34.0 | 19.1 | 21.9 | 8.4 |
| 3 | 5.0 | 1 | 0.5 | 4.2 | 11.7 | 34.3 | 18.1 | 22.1 | 8.6 |
| 3 | 5.0 | 1 | 0.4 | 4.2 | 10.7 | 34.9 | 18.4 | 22.4 | 8.4 |
| 3 | 5.0 | 1 | 0.3 | 3.9 | 11.0 | 35.3 | 18.3 | 21.9 | 8.4 |
| 3 | 5.6 | 2 | 0.6 | 5.5 | 11.8 | 34.8 | 18.9 | 19.9 | 8.6 |
| 3 | 6.3 | 2 | 0.5 | 4.8 | 12.1 | 34.6 | 19.8 | 19.7 | 8.6 |
| 3 | 7.4 | 2 | 0.6 | 4.2 | 12.3 | 33.2 | 20.9 | 20.3 | 8.5 |
| 3 | 6.7 | 2 | 0.6 | 4.6 | 12.3 | 34.5 | 20.8 | 19.2 | 8.2 |

Таблица показывает, что в почвах, содержащих значительное количество частиц размерами 2,0—0,5 мм., навески, взятые первым способом, содержат заметно меньше крупных частиц, нежели навески, взятые прибором, т.-е. что при взятии почвы для навески ручным способом в навеску попадает недостаточное количество крупных частиц почвы; механический способ взятия образца имеет и другое преимущество, а именно, лучшую сходимость параллельных анализов; недостаток его—получение навесок неодинакового веса. Для нас приведенные результаты интересны в том отношении, что они показывают, как трудно обычным способом взять из почвы, содержащей более или менее крупные частицы (больше 0,5 мм.), небольшую навеску, представлявшую бы действительно среднюю пробу данного образца.

Из банки с почвою, просеянную через сито в 1 мм., берутся непосредственно навески для следующих видов анализа: 1) для солянокислых вытяжек, 2) для сернокислых вытяжек, 3) для водных вытяжек (исключая особые случаи, о которых см. ниже в описании хода анализа водных вытяжек), 4) для определения неолитных оснований в почве, 5) для определения ненасыщенности почвы основаниями, 6) для механического анализа почвы. Для валовых же определений почва, просеянная через сито в 1 мм., должна быть для взятия навесок подвергнута дополнительной подготовке, о чем см. ниже в валовом анализе.

Определение гигроскопической воды.

1. Определение влажности высушиванием почвы помощью нагревания.

Наиболее простым и наиболее распространенным способом определения влажности воздушно-сухой почвы (гигроскопической воды) является следующий метод: во взвешенный сушильный стаканчик (стаканчик для взвешивания) с притертой пробкой отвешивают 5 гр. почвы и просушивают 5 часов в сушильном шкафу при температуре 105°—110° С. Потеря в весе, пере-

численная на 100 гр. почвы, даст процент гигроскопической воды, или влажность воздушно-сухой почвы. Для тех целей, для каких обычно определяется гигроскопическая вода в почвах (определение количества сухого вещества в почве, перечисление результатов анализа воздушно-сухой почвы на почву сухую), описанный метод обладает вполне достаточной точностью. В тех же случаях, когда для каких-либо особых целей, напр., точного определения химически связанной воды, требуется более точное знание количества воды в почве, то приходится прибегать к более сложным методам. В этих случаях можно рекомендовать, напр., определение влажности по ниже описываемому способу Mitscherlich'a.

Примечание 1. Более точные результаты определения гигроскопической воды просушиванием почвы при 105° можно получить тогда, когда просушивание производить не постоянное время, а до постоянного веса: почва в стаканчике просушивается сначала 3 часа, затем вынимается, стаканчик охлаждается в эксикаторе, после чего взвешивается; затем почва снова просушивается при 105 — 110° С. два часа и снова взвешивается; если при втором взвешивании вес уменьшился, то просушивание продолжают при той же t° еще два часа и т. д., до тех пор, пока взвешивание покажет или неизменяемость веса или повышение. Последнее наблюдается довольно часто, особенно в почвах, богатых органическими веществами: при последовательном просушивании вес почвы сначала убывает, а затем постепенно начинает возрастать, вследствие, очевидно, окисления органического вещества.

Примечание 2. Наиболее удобные по размеру стеклянные сушильные стаканчики (около 5 см. в диаметре и около 3 см. высотой) имеют объем около 50 к. см. Вес содержащегося в таком стаканчике воздуха при 110° меньше веса воздуха при 15° С. примерно на 0,02 гр. Принимая во внимание, что процент гигроскопической воды в почвах может колебаться примерно от 1 до 10% в зависимости от богатства почвы гумусом и ее механического состава, легко видеть, что потеря в

весе стаканчика при нагревании вследствие расширения воздуха может достичь сравнительно с потерей воды пятью граммами почвы в некоторых случаях (песчаные, бедные гумусом почвы) очень заметной величины: при 1% гигроскопической воды вес вытесненного воздуха составляет около 40% веса испарившейся воды; при 10% влажности вес вытесненного воздуха составляет около 4% от веса испарившейся воды. Таким образом, даже при очень высоком содержании гигроскопической воды при точных определениях гигроскопичности необходимо считаться с вытеснением воздуха из стаканчика при высушивании почвы; поэтому следует охлаждать почву в стаканчиках в эксикаторе, не закрывая их крышками; а закрывать их лишь тогда, когда они вынимаются из эксикатора. При этом необходимо иметь в виду, что высушенная почва очень гигроскопична, и потому эксикаторы, применяющиеся для охлаждения, должны содержать хорошо просушенный хлористый кальций и герметически закрываться.

Примечание 3. Для более или менее точного определения гигроскопической воды в почвах применение сушильных стаканчиков цинковых, алюминиевых и вообще металлических мы считаем недопустимым; эти стаканчики закрываются не вполне герметически и материал их сам подвергается изменениям при высушивании почвы, вследствие чего вес их до и после сушки может быть неодинаковым. Также недопустимым мы считаем применяющееся иногда высушивание почвы на кипящей водяной бане; полного удаления воды при этом не достигается, а вместе с тем операция эта продолжается сравнительно очень долго, вследствие чего вес органических веществ почвы может подвергаться заметным изменениям. Применение металлических стаканчиков и сушка на водяной бане может быть еще допущено при невозможности иметь стеклянные стаканчики и сушильный шкап лишь для определения воды при сравнительно большой влажности почвы; в этом случае относительная погрешность может быть не особенно высокой.

Примечание 4. Время, потребное для высушивания почвы, значительно сокращается, если над высушиваемой почвою все время будет пропускаться ток сухого воздуха; если же вместо воздуха пропускать ток сухого водорода, то этим устраняется ошибка, получающаяся вследствие окисления органических веществ почвы.

2. Определение гигроскопической воды высушиванием почвы над водонутнимающими веществами.

Исследования Н. Rodewald'a ¹⁾ показывают, что полное удаление гигроскопической воды у различных веществ происходит при различной температуре, напр., у древесной клетчатки при 65,5° С., у картофельного же крахмала лишь при 117,3°; возможно, что в почве, содержащей такое большое разнообразие соединений в химическом и физическом отношении, мы не достигаем полного удаления всей физически связанной воды высушиванием почвы нагреванием при 105—110°. Этим недостатком не грешат методы, при которых почва помещается в вакууме вместе с веществами, жадно поглощающими испаряющуюся из почвы воду; в качестве таких веществ рекомендуются концентрированная серная кислота и ангидрид фосфорной кислоты (P₂O₅). Но серная кислота в качестве такого вещества имеет существенный недостаток: она испаряется в вакууме уже при комнатной температуре и следовательно поглощается почвою; вполне пригодным веществом для поглощения паров воды является фосфорный ангидрид. Однако все методы сушки почвы, основанные на поглощении веществами паров воды, испаряющейся из почвы в вакууме *при комнатной t°*, имеют один общий недостаток, делающий их практически почти не пригодными, а именно: при самых благоприятных условиях процесс сушки заканчивается очень не скоро; требуется в среднем 8 — 14 дней и более для достижения постоянного веса; если первоначальная почва при этом значительно влажна, то на ней во время пребывания в вакууме

¹⁾ Н. Rodewald. Theorie der Hygroskopizität. Die Landw. Jahrb. 1902, стр. 689—691.

успевает развиться грибная флора. В виду этих соображений Е. Mitscherlich'ом предложен комбинированный метод определения влажности почвы: высушивание почвы в вакууме над фосфорным ангидридом в парах кипящей воды; при таком способе сушка заканчивается в четыре часа. Мы здесь дадим краткое описание этого метода, отличающегося, по нашему мнению, большою точностью и вместе с тем, при соответствующем оборудовании лаборатории, быстротою и пригодностью для массовых определений.

Определение влажности почвы по способу Mitscherlich'a. 1. *Прибор*. Каждая навеска почвы высушивается в особом эксикаторе, состоящем из полого стеклянного (рекомендуется менское стекло) толстостенного (3—4 мм.) полушария с внутренним диаметром около 8 см. и латунной крышки с несколько выпуклой центральной частью. Крышка должна герметически закрывать сосуд; для этого к краям полушария припаяно стеклянное кольцо, ширина которого 2 см., а диаметр просвета—6,5 см.; поверхность кольца должна быть хорошо отшлифована; кольцо и края крышки смазываются жиром, и между ними помещают каучуковое кольцо около 0,8 мм. толщины и 1—1,5 см. ширины. В крышке имеется латунный тубус для выкачивания воздуха, закрывающийся каучуковой толстостенной трубкой (d) со стеклянной палочкой. На дно эксикатора помещают фосфорный ангидрид и ставят стеклянный треножник. Навеска почвы помещается в стеклянную чашечку; края у ней должны быть пришлифованными для того, чтобы во время взвешивания после сушки чашечку можно было бы герметически закрыть соответствующим пришлифованным стеклянным кружком. Чашечка с почвою ставится не прямо на стеклянный треножник, а между ними помещается стеклянная пластинка с диаметром не меньшим, чем диаметр у чашки; она предохраняет наружную поверхность чашки от оседания на ней частиц фосфорного ангидрида при выкачивании воздуха из эксикатора.

2. *Производство определения*. Взвешивают стеклянную чашечку вместе с покрывательным стеклянным кружком; чашку

с навеской почвы (Mitscherlich берет 30—50 гр.), но без покрывательного кружка, помещают в эксикатор, выкачивают воздух (до 1—2 стм. ртутного столба) помощью обычного водяного насоса, закрывают отверстие трубочки (d) и помещают эксикатор в паровую баню на 4 часа. Эксикатор обсушивается и охлаждается, после чего в него пускают сухой воздух, открывают и взвешивают чашку с почвой, покрыв чашку стеклянным кружком.
