МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра «Общее земледелие,
защита растений и селекция»

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ «ФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ»

по дисциплине «ЗЕМЛЕДЕЛИЕ»
(для студентов агрономического факультета
по направлениям подготовки: 35.03.04 «Агрономия»,
35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение»)

Казань, 2020

УДК 631.43
ББК 40.1

Составители: Ахметзянов М.Р., Мухутдинова Г.С., Манюкова И.Г.

Рецензенты: старший научный сотрудник отдела воспроизводства почвенного плодородия и питания растений Татарского НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, кандидат сельскохозяйственных наук, Ильясов М.М.

доктор с. х. наук, профессор кафедры растениеводства и плодоовощеводства Казанского ГАУ Ф.Ш. Шайхутдинов

Обсуждена и одобрена на заседании кафедры общее земледелие, защита растений и селекция 2301.2020 г., протокол № 7.

Обсуждена, одобрена и рекомендована в печать на заседании методической комиссии агрономического факультета Казанского ГАУ 26.02.20 г., протокол №6.

Ахметзянов, М.Р. Рабочая тетрадь к лабораторным занятиям по разделу «Физические и водно-физические свойства почвы» по дисциплине «Земледелие» / Ахметзянов М.Р., Мухутдинова Г.С., Манюкова И.Г. – Казань.: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 24 с.

Рабочая тетрадь включает краткие теоретические пояснения к понятиям и определениям, методику изучения основных физических и водно-физических свойств почвы и предназначена для студентов агрономического факультета по направлениям подготовки: 35.03.04 «Агрономия», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

УДК 631.43
ББК 40.1

© Казанский государственный аграрный университет, 2020 г.

Лабораторная работа №1.
Определение влажности почвы весовым методом

Влажность почвы – это отношение массы воды к массе почвы, выраженное в процентах. Различают относительную и абсолютную влажность.

Относительная влажность ($W_{отн}$) – это отношение содержания влаги в данный момент к количеству воды, необходимой для насыщения почвы до ее полной влагоемкости.

Относительная влажность дает представление о степени насыщения почвы водой. Она вычисляется по формуле:

$$W_{отн.} = \frac{W_a * 100}{W_{н.в}}, \text{ где}$$

$W_{н.в}$ – полная влагоемкость, %

W_a – абсолютная влажность, %

Относительная влажность широко используется в практике орошения.

Оптимальным является увлажнение при 70-100% от полной влагоемкости.

Абсолютная влажность (W_a) – это общее содержание влага в почве в %.

Она делится на полевую и лабораторную.

Полевая влажность ($W_{a.п}$) – это содержание воды в почве, выраженное в процентах к массе сырой почвы. При весовом методе определения влажности почвы полевая влажность рассчитывается на формуле:

$$W_{a.п} = \frac{M_в}{M_н + M_в} * 100, \quad \text{где}$$

$M_в$ – масса испарившейся воды, г.

$M_н$ – масса абсолютно-сухой почвы, г.

Лабораторная влажность ($W_{a.л}$) – это содержание воды в почве, выраженное в процентах к массе абсолютно-сухой почвы. При весовом методе определения влажности почвы рассчитывается по формуле:

$$W_{a.л} = \frac{M_в}{M_н} * 100$$

Существует много методов определения влажности почвы, начиная от органолептического кончая нейтронным (дистилляции, весовой, пикнометрический, спиртовой вытяжки, карбидный и т.д.).В полевых, производственных

условиях при отсутствии специальных приборов для оценки увлажненности рекомендуется органолептический метод: *мокрая почва* при сжатии комка почвы вода не сочится, почва превращается в тестообразную массу, при падении с высоты 1 м комок почвы не рассыпается, ладонь увлажняется и приложенный лист фильтровальной бумаги быстро промокает; *влажная* - кусочки почвы требуют незначительного усилия для разрушения, приложенная фильтровальная бумага при этом увлажняется, при падении с высоты 1 м комок почвы распадается на мелк комочки; *свежая почва* - производит ощущение слегка прохладной массы, к рукам не прилипает, при растирании в пальцах не пылит, бумага не промокает, а при падении с высоты 1 м комок почвы распадается на крупные комочки; *сухая почва* - при растирании пылит.

ХОД РАБОТЫ

В лаборатории взвешивают пустые алюминиевые стаканчики с крышками, записывают их вес и номера в таблицу 1.

1. Влажность метрового слоя почвы в зависимости от предшественника
   Место взятия пробы (культура) _____

Глубина, см	Номер стаканчика	Масса стаканчика, г $м_1$	Масса стаканчика с почвой, г		Масса испарившейся воды, г $М_{в}=м_2-м_3$	Масса абс. сух. почвы, г $М_{н}=м_3-м_1$	Лаб. влажность, % Wa.л	Полевая влажность, % Wa.п
			до сушки $м_2$	после $м_3$				
0-10								
10-20								
20-30								
30-40								
40-50								
50-60								
60-70								
70-80								
80-90								
90-100								
Итого								

В поле буром (можно любой конструкции) берут пробы почвы с глубины до 1,0 м через каждые 10 см. Бур погружают строго вертикально до соответствующей метки, обозначающей определенную глубину.

Повернув по часовой стрелке 2-3 раза или до достижения отмеченной глубины, бур извлекают и находящуюся в его полости пробу почвы высыпают в коробку или в другую любую посуду, быстро перемешивают. Берут лопаточкой и засыпают в соответствующие по номеру для данного слоя алюминиевые стаканчики из разных мест коробки небольшие порции почвы, чтобы получить навеску в 25-30 г. Затем крышу стаканчика плотно закрывают и записывают глубину взятия образца и номер стаканчика. Для получения достоверных величин влажности, пробы берут в нескольких повторениях в зависимости от глубины: пятикратное - из пахотного слоя почвы, трехкратное - до 1 м, однократное - 2 и более м. Стаканчики с почвой взвешивают с точностью до 0,01 г и с открытыми крышками ставят **в** сушильный шкаф, где почва сушится при температуре 105°С до установления постоянной массы (не менее 6 часов). Бедные гумусом почвы следует сушить при температуре 125-130°С в течении 3-4 часов. После сушки пробы помещают в эксикатор с $CaCl_2$ на дне, охлаждают около 20 минут и затем взвешивают с закрытыми крышками. Данные, полученные при определении влажности, заносят в таблицу 1. По разности массы стаканчика с почвой до и после высушивания определяют массу испарившейся воды. Стаканчики освобождают от почвы, при необходимости их моют и сушат.

Приборы и оборудование: стаканчики алюминиевые, совочек, сушильный шкаф, эксикатор, весы ВЛТК-500, почвенный бур, коробка пластмассовая, щипцы.

Вывод:

Подпись преподавателя:

Лабораторная работа №2.
Определение плотности пахотного слоя почвы методом Н.А. Качинского

Под **плотностью** почвы (d) понимают отношение массы абсолютно сухой почвы к единице объема, определяют в г/см^3 или г/м^3 по формуле:

$$d = \frac{M}{V}, \text{ ГДЕ}$$

M – масса абсолютно сухой почвы, г (т);

V – объем почвы, см^3 (м^3)

Плотность сложения характеризуют различные комбинации сложения почвенных частиц, и поэтому она зависит от гранулометрических показателей, структуры, гумусированности почвы. Изменяется под воздействием обработки почвы, внесения органических удобрений климатических факторов.

Н.А. Качинский дает следующую оценку плотности сложения для суглинистых и глинистых почв:

0,8-1,0 – почва вспушена или гумусирована

1,0-1,1 – свежевспаханная почва

1,2 – уплотненная почва

1,3-1,4 – почва сильно уплотненная

1,4-1,6 – плотность подпаханных слоев

1,6-1,8 – плотность краснозема

Различают оптимальную и равновесную плотность сложения. Плотность сложения, которая обеспечивает благоприятные почвенные условия для роста и развития растений называется *оптимальной.*

Для зерновых культур сплошного сева оптимальной является плотность сложения в пределах 1,1-1,3; пропашных – 1,0-1,2; многолетних трав и сахарной свеклы 1,1-1,4 г/см^3.

Пахотный слой, рыхлый после обработки, постепенно уплотняется и через некоторое время достигает определенной плотности. Мало изменяющаяся по времени плотность, называется *равновесной*. Для серых лесных почв она равна 1,3-1,4; чернозема типичного 1,2-1,3 г/см^3.

ХОД РАБОТЫ

Для определения плотности сложения почвы используют почвенные цилиндры-буры различной конструкции объемом 100, 200, 500 см^3. Перед началом отбора образца необходимо записать их номер, определить массу

пустых цилиндров вместе с крышками и измерить параметры (диаметр и высоту) для подсчета объема.

В поле, при объеме цилиндра 500см^3, пробы берут на постоянных участках в 3-5 местах, через 10 см на глубину пахотного слоя. При объеме 100**см** необходимо увеличить повторность взятия до 10. Место, откуда будут взяты образцы, очищают от растительности и их остатков. При этом пахотный слой должен оставаться в ненарушенном, естественном состоянии. Предварительно записываются глубина и номер патрона.

Цилиндр-бур ставят вертикально к поверхности земли, накладывают на него доску размером 10Х10 см и вгоняют в почву киянкой так, чтобы верхняя кромка была несколько заглублена. После цилиндр-бур откапывают; снизу поддев лопаточкой вынимают из почвы. Лишнюю почву на нижнем конце срезают ножом вровень с краями, очищают от прилипших почвенных частиц и сразу закрывают крышками. В лаборатории цилиндр с почвой взвешивается вместе с крышками, а данные записывают в таблицу 2.

2.Плотность сложения пахотного слоя почвы

Место взятия пробы_____

Слой почвы, см	Номер цилин-дра	Объем цилин-дра (V) г/см^3	Масса пустого цилин-дра, г	Масса цилин-дра с почвой, г	Масса почвы, г (5-4)	Лаб. влаж-ность (Wа.л), %	Воды в образце, г $\frac{(6x7)}{100}$	Масса Абс.сух. Почвы (М), г (6-8)	Плот-ность сложе-ния (d), г/см^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-10									
10-20									
0-20									

Приборы и материалы: цилиндр-бур, весы технические ВЛТК-2000, почвенный нож, лопата, киянка, линейка.

Вывод:

Подпись преподавателя:

Лабораторная работа №3.
Расчет содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы

Продуктивной влагой называют все количество воды сверх влажности завядания. *Влажность завядания* равна количеству воды в почве, при которой растение устойчиво вянет. Только при наличии продуктивной влаги растения могут расти и развиваться.

Разница между полевой влагоемкостью почвы и влажностью завядания называется *диапазоном продуктивной влаги*, который характеризует максимально возможное количество продуктивной влаги в почве.

Запасы продуктивной влаги (мм) оцениваются по следующей шкале:

<u>В слое 0 – 20 см</u>	
Запасы хорошие	> 40
-"- удовлетворительные	20 – 40
-"- неудовлетворительные	< 20
<u>В слое 0 – 100 см</u>	
Запасы очень хорошие	> 160
-"- хорошие	160 – 130
-"- удовлетворительные	130 – 90
-"- плохие	90 – 60
-"- очень плохие	< 60

Продуктивная влажность (W_n) определяется как разность между абсолютной влажностью (Wa) и влажностью завядания (недоступной влажностью) ($W_{вз}$) и выражается формулой:

$$W_n = W_a - W_{вз}, \%$$

Влажность завядания может быть вычислена по результатам определения максимальной гигроскопичности, умножением ее на коэффициент 1,34 (по данным гидрослужбы) или 1,5 (по Н.А. Качинскому). Максимальная гигроскопичная влага – это количество воды, которое поглощают почвенные коллоиды из атмосферы, насыщенной водяным паром.

Максимальную гигроскопичность определяют адсорбционным методом по А.В.Николаеву. Измельченную и просеянную через сита диаметром 1 мм навеску почвы в размере 10-13 г сушат до абсолютно сухого состояния. Затем помещают в эксикатор, куда предварительно наливают насыщенный раствор сернокислого калия (K_2SO_4) из расчета 2 мл на 1 г почвы. В замкнутом пространстве над раствором сернокислого калия устанавливается относительная влажность воздуха 96-98 %. Насыщение почвенных коллоидов водяными парами ведут до постоянной массы. Длительность насыщения – около месяца. По разнице масса почвы до насыщения посла определяют максимальную гигроскопичную влажность.

Чем больше в почве коллоидных частиц (тяжелый гранулометрический состав, высокое содержание гумуса), тем больше максимальная гигроскопичность. Максимальная гигроскопичность изменяется от 0,01-1,5% на песках до 12-18% на тяжелых , хорошо гумусированных почвах.

По обобщенным данным В.Д. Франсессона, влажность завядания для пахотного горизонта дерново-подзолистых и черноземных почв разного гранулометрического состава составляет, в %:

	Дерново-подзолистые	Черноземы
песчаные	1-3	-
суперпесчаные и легко суглинистые	4-8	4-8
средне- и тяжело-суглинистые	6-12	9-15
глинистые	-	16-22

Запас продуктивный влаги в почве вычисляют в процентах, но на практике выражают в тоннах (т) или кубометрах ($м^3$) на 1 га ($1м^3$+1т).

В связи с тем, что выпадающие осадки измеряются в мм водного столба, целесообразно запасы продуктивной влаги в почве выражать тоже в мм, для чего значение запаса продуктивной влаги в т/га делят на 10, т.к. если 10 т воды разлить на 1 га, то высота водяного слоя составит 1 мм (10 т/га или $м^3$/га = 1 мм).

В т/га количество продуктивной влаги (Вп) вычисляется при помощи формулы:

$$Вп = W_п . d \bullet h, \text{ где}$$

Wп. – влажность продуктивная, %

d – плотность сложения исследуемого слоя, $г/см^3$

h – глубина исследуемого слоя, см.

Выводится данная формула следующим образом. Известно, что влажность – это отношение массы воды (Мв) к массе абсолютно сухой почвы ($М_п$), выраженная в процентах или в виде формулы:

$$W = \frac{Мв}{Мп} * 100$$

Отсюда следует:

$$Мв = \frac{W * М_п}{100}$$

Для нахождения массы воды необходимо найти массу почвы ($М_п$, т/га), которая рассчитывается по формуле:

$Мв = V * d$, где

V – объем 1 га почвы, $м^3$

d – плотность почвы, $т/м^3$

Объем почвы рассчитывается как произведение площади (S, $м^2$) на высоту (h, м): V = S*h. Площадь 1 га равна 10000 $м^2$. Следовательно, V = 10000*h. Отсюда, массы почвы в 1 га равна $M_п$ = 10000*h*d. Поставив все полученные данные, из определения влажности следует, что масса воды равна:

$$M_п = \frac{10000*h*d*W}{100}$$

Если вместо абсолютного значения влажности (W) возьмем продуктивную влажность ($W_в$) и после сокращения, можно рассчитать запас продуктивной влаги по следующей формуле: Вп = 100*h*d*Wп

Данная формула, при выражении глубины через сантиметры, принимает вид: Вп = d*h*Wп, т/га.

Все расчеты необходимо внести в таблицу 3.

1. Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от предшественника

Место взятия работы_____

Слой почвы, см	Абсолютная влажность, %, $W_{ал}$	Максимальная гигроско-пичность, % $W_{мг}$	Влажность завядания, % $W_{вз}$	Продуктивная влажность, % $W_п$	Плотность сложения, $г/см^3$ d	Содержа-ние продуктив-ной влаги, т/га $B_п$
0-10						
10-20						
20-30						
30-40						
40-50						
50-60						
60-70						
70-80						
80-90						
90-100						
0-100						

Выводы:

Подпись преподавателя:

Лабораторная работа №4.
Определение строения пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах (метод Н.А. Качинского)

Строением (сложением) пахотного слоя почвы называется соотношение объемов твердой фазы почвы и различных видов пор.

Отдельные структурные частицы в почве неплотно прилегают друг к другу, между ними образуются промежутки, различные по величине и форме, которые принято называть порами. Совокупность этих пор составляет *общую пористость* почвы. Ее выражают в % объема почвы и рассчитывают по формуле:

$$V_{общ} = \frac{d_v - d}{d_v} * 100, \text{ где}$$

$V_{общ}$ - общая пористость, %

d_v - плотность твердой фазы почвы, г/см^3

d - плотность сложения почвы, г/см^3

Пористость зависит от величины и формы механических элементов, структуры почвы: количества, величины и формы структурных отдельностей, а также от расположения их относительно друг друга.

Общая пористость подразделяется на капиллярную и некапиллярную.

И.А. Качинский капиллярную пористость дифференцирует на *активные* - в которых находится свободная вода и на *неактивные* – тонкие, заполненные связанной водой. В некапиллярных порах в основном находится воздух, и они лишь при сильном увлажнении служат для передвижения воды.

Наиболее агрономическую значимость имеют поры активные, занятые капиллярной водой и поры аэрации – некапиллярные.

Отношение объема некапиллярных к объему капиллярных пор характеризует обеспеченность почвы воздухом и водой одновременно, что очень важно для развития растений. Считается наиболее благоприятным отношение равное 0,4:0,6.

Для суглинистых и глинистых почв Н.А. Качинский дает следующую оценку пористости: общая пористость свыше 70% – почва избыточно пористая; 55-56 – отличная; 50-55 – удовлетворительная; меньше 50 – неудовлетворительная; 25-40 % – чрезмерно низкая.

Пористость культурной песчаной почвы 45-50%. Поры, занятые воздухом в нормально взрыхленной почве, должны составлять не менее 20-25% общей пористости. Пористость почвы характеризуется плотностью ее сложения, поэтому между общей пористостью и плотностью сложения почвы существует тесная зависимость друг от друга. Например, для серых лесных среднесуглинистых почв будет верно соответствие 60%, общей пористости к 1,0 г/см плотности сложения и далее соответственно: 56% – 1,1; 52 – 1,2; 48 – 1,3; 44 – 1,4; 40 – 1,5; 36% – 1,6 г/см^3.

ХОД РАБОТЫ

Для определения строения пахотного слоя почвы используются цилиндры-буры с почвой после расчетов плотности сложения. Записи ведут по таблице 4.

2. Показатели строения пахотного слоя почвы

Место взятия пробы_____

№ п/п	Показатели	Слой почвы, см		
		0-10	10-20	0-20
1.	Номер цилиндра			
2.	Масса пустого цилиндра с крышками, г			
3.	Масса цилиндра с почвой до насыщения, г			
4.	То же, после насыщения, г			
5.	Масса почвы до насыщения, г (3 – 2)			
6.	То же, после насыщения, г (4 – 2)			
7.	Процент полевой влажности до насыщения, %			
8.	Масса воды в почве до насыщения, г (5*7/100)			
9.	Масса абсолютно-сухой почвы в пробе, г (5 – 8)			
10.	Плотность твердой фазы почвы (d_v), г/см^3			
11.	Объем твердой фазы почвы, см^3 (9/10)			
12.	Объем цилиндра, см^3			
13.	Общая пористость почвы, % (12 – 11) *****100/12)			
14.	Масса воды в почве после насыщения, г (6 – 9)			
15.	Пористость капиллярная, % (14*100/12)			
16	Пористость некапиллярная, % (13 – 15)			
17.	Отношение некапиллярной пористости к капиллярной (16/15)			

В лаборатории цилиндр-бур с почвой взвешивается вместе с крышками, данные записывают в таблицу. Цилиндр ставят в специальную ванночку для капиллярного насыщения. Для этого снимается обязательно нижняя крышка и цилиндр с этой стороны сразу подвязывается марлей. Подвязанной стороной цилиндр ставится на стеклянную пластинку, завернутую фильтровальной бумагой. Фильтровальная бумага должна свободными краями касаться воды в ванночке. Снимают верхние крышки и чтобы не перепутать и не растерять крышки, их помещают обратной стороной наверх цилиндра. После установки всех цилиндров ванночку заливают водой так, чтобы вода не соприкасалась с почвой в цилиндрах, а проникала в нее через фильтровальную бумагу. Цилиндр находится в ванне на капиллярном насыщении почвы до установления постоянной массы (примерно 6-8 дней). По окончании насыщения, цилиндр закрывают верхней крышкой и, придерживая снизу за фильтровальную бумагу или стекло, наклоняют, вынимают из ванны и ставят на стол закрытом концом вниз. Цилиндр освобождается от марли, вновь закрывается нижней крышкой и взвешивается с точностью до 0,1 г.

После капиллярного насыщения, объем капиллярных пор берут равной массе воды в почве в граммах, так как 1 см воды при 4^0С равен 1 г.

Плотность твердой фазы почвы равна 2,65 г/см.

Приборы и оборудование: цилиндры-буры, весы ВЛТК-2000, линейки, ножи, лопаточки, лопата, фильтровальная бумага, ванночки, стекло, шпагат, марля.

Вывод:

Подпись преподавателя:

Лабораторная работа №5.
Определение агрегатного состава почвы пахотного слоя (метод Н.И. Саввинова)

Структура почвы – это совокупность агрегатов или структурных частиц различной величины, формы, пористости, механической прочности и водопрочности.

Способность почвы распадаться на структурные частицы или агрегаты, называют *структурностью.*

В настоящее время почвенную структуру по размеру агрегатов классифицируют следующим образом: глыбистая структура (агрегаты размером более 10 мм); макроструктура или комковато-зарнистая (агрегаты от 10 до 0,25 мм); микроструктура (агрегаты <0,25 мм).

По качеству различают структуру морфологическую и агрономическую. В морфологическом понимании хорошей будет всякая четко выраженная структура. В агрономическом понимании хорошей является комковато-зернистая структура, обладающая пористостью и водопрочностью. Такая структура обслуживает наиболее благоприятный водно-воздушный режим почвы. Различают водопрочную и псевдо (ложную) структуру.

Водопрочными называются агрегаты, способные противостоять размывающему действию воды. *Псевдоструктура* – это структура, образующаяся при рыхлении почвы и разрушающаяся при интенсивном рыхлении или под воздействием воды.

ХОД РАБОТЫ

I. Сухое просеивание (количественная характеристика структуры).

С исследуемого участка берут образец почвы и доводят его до воздушно-сухого состояния. Среднюю пробу такой почвы определенной массы (не менее 500 г), не разрушая естественные комочки, очищают от корней, гальки и других включений. После взвешивания просеивают через колонку сит диаметрами: 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. На нижний стороне колонки должен быть поддон, верхнее сито закрывают крышкой. Почву просеивают небольшими порциями, наклоняя сит, постукивая по бокам, но без встряхивания. Когда сита разъединяют, каждое верхнее сито постукивают ладонью по ребру, чтобы освободить застрявшие агрегаты. После просеивания, фракции агрегатов с каждого сита переносят на бумагу, взвешивают с точностью 0,01 г и завертывают в пакет для сохранения до следующего «мокрого» агрегатного анализа. Массу каждой фракции записывают в таблицу 5 и определяют ее процентное содержание к массе почвы, взятой для просеивания. Массу и процентное содержание фракции и диаметром частиц меньше 0,25 мм (микроструктура на поддоне) вычисляют по разности.

Отношение количества агрегатов размерами от 0,25 до 10 мм в процентах к суммарному содержанию агрегатов менее 0,25 мм и больше 10 мм является *коэффициентом структурности* (К).

II. Мокрое просеивание (качественная характеристика структуры)

Подготавливают набор из 5 сит с отверстиями 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сита скрепляют металлическими пластиками и устанавливают в баке с водой так, чтобы над бортом верхнего сита находился слой воды 6-8 см.

Для определения водопрочной структуры составляют среднюю пробу массой 50 г, отбирая из каждой фракции после сухого просеивания навеску, численного равную половине процентного ее содержания. Например: если в почве агрегаты размером 5-3мм (фракция) содержится 22%, то для средней пробы из этой фракции нужно взять 11 г почвы. Чтобы не забивать сита, в среднюю пробу фракцию меньше 0,25 мм не включают, но при расчете содержания водопрочных агрегатов за 100% принимают навеску 50 г.

Навеску осторожно высыпают в литровый стеклянный цилиндр, наполненный на 2/3 объема водой, и оставляют в покое на 10 минут для удаления воздуха из агрегатов. После цилиндр доливают водой доверху, затем цилиндр плотно закрывают пробкой или ладонью пи переворачивают верх дном 10 раз. После каждого переворота ждут, пока почва не осядет. Затем цилиндр опрокидывают над набором сит, стоящих в воде в баке. Необходимо чтобы горловина цилиндра при опрокидывании была в воде.

Опрокинутый в воду цилиндр над ситами открывают и плавным движением цилиндра, не отрывая его от воды, распределяют круговым движением почвы по поверхности, но не касаясь верхнего сита. Когда, вся почва перейдет на сито, цилиндр вынимают из воды, постепенным пропусканием воздуха через носик горловины.

Почву, перешедшую на сито, просеивают под водой следующим образом: набор сит медленно поднимают в воде на 5-6 см, не обнажая агрегата на верхнем сите, и быстрым движением опускают вниз. Такие встряхивания повторяют 10 раз с промежутком в 2-3 секунды.

Оставшиеся агрегаты из каждого сита смывают струей воды из промывалки в алюминиевые или фарфоровые чашки, которые заранее необходимо пронумеровать и взвесить. Запись ведут в соответствующие фракциям строки таблицы 5 начиная с фракциями 5-3 мм. После смыва агрегатам дают возможность осесть, затем избыток воды аккуратно сливают, а оставшуюся влагу выпаривают на песчаной бане или электроплитке. Содержание фракций рассчитывают на воздушно-сухую навеску.

Масса фракции умноженная на 2, дает процентное содержание водопрочных агрегатов того или иного размера. Процентное содержание агрегатов менее 0,25 мм определяют вычитанием суммы процентов всех остальных фракций из 100.

5. Результаты агрегатного анализа почвы пахотного слоя

Фракции	Сухое просеивание					Мокрое просеивание												
	масса агрегатов, г		содержание агрегатов, %			все почвы для просеивания, г		№ чашки		масса чашки		масса чашки с агрегатами, г		масса агрегатов, г		содержание агрегатов, %		
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-20
>10																		
10-7																		
7-5								☺										
5-3																		
3-2																		
2-1																		
1-0,5																		
0,5-0,25																		
<0,25																		
Σ10…0,25																		
>10+<0,25																		
Итого																		

Оценка структурного состояния почвы. Степень прочности структуры почвы будет характеризоваться суммой процентов всех фракций более 0,25 мм. Процентное содержание фракции размером меньше 0,25 мм указывает на содержание бесструктурных частиц. При наличии в почве пыли (агрегатов размером менее 0,25 мм) до 35% почва считается комковатой, от 35 до 75% - распыленной, более 75% - сильно распыленной.

В зависимости от содержания агрегатов оптимального размера (0,25…10мм) оценка структурного состава ведется по шкале С.И.Долгова и П.У.Бахтина.

Сумма агрегатов от 0,25 до 10 м, в % от массы воздушно-сухой массы		Оценка структурного состояния
сухое просеивание	мокрое просеивание	
больше 80	больше 70	отличное
80 - 60	70 – 55	хорошее
60 – 40	55 – 40	удовлетворительное
40 – 20	40 – 20	неудовлетворительное
меньше 20	меньше 20	плохое

Приборы и оборудование: цилиндр-бур, колонка сит с диаметром отверстий 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм, весы технические ВЛТК – 2000 и ВЛТК – 500, бак на 10 л, стеклянный цилиндр на 1 л, фарфоровые или алюминиевые чашки, водяная или песочная баня, или электроплитка, щипцы, промывалка, часы, бумажные пакетики, полотенце.

Выводы:

Подпись преподавателя:

Лабораторная работа №6.
Определение влагоемкости пахотного слоя почвы в образцах ненарушенного сложения (метод Н.А. Качинского)

Общая (по Н.А. Качинскому) или наименьшая (по А.А. Роде) или предельно полевая (по А.В. Розову) или полевая (по Р.И. Долгову) *влагоемкость* – это количество воды, которые почва способна удерживать в своем объеме после увлажнения при свободном оттоке гравитационной воды.

Наиболее удачным термином считается «общая влагоемкость» - величина количественно характеризующая водоудерживающую способность почвы. Ее разделяют на два вида:

1. *Капиллярная влагоемкость* – влажность почвы после капиллярного насыщения, или отношение максимального количества воды, содержащейся в образце почвы (после насыщения) к массе абсолютно сухой почвы, выраженное в процентах.

2. *Полная влагоемкость* (водовместимость) – наибольшее количество воды, которое может вместить и удержать почва при заполнении всех ее пор водой. Этот вид влагоемкости наблюдается весной после снеготаяния.

ХОД РАБОТЫ

Лабораторный метод. Влагоемкость определяют в цилиндре с почвой после капиллярного насыщения. Данные для столбцов 2; 3; 4 таблицы 6 необходимо взять из работы 4.

6. Определение влагоемкости пахотного слоя

Слой почвы, см	Масса пустого цилиндра, г	Масса абсолютно сухой почвы в цилиндре, г	Масса воды после капиллярного насыщения, г	Масса цилиндра с почвой после полного насыщения, г	Масса воды после полного насыщения, г (5-2)-3	Капиллярная влагоемкость % Wк в 4/3*100	Полная влагоемкость, % Wп в 6/3*100	Относительная влажность,% $\frac{Wал}{Wп в} * 100$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 – 10								
10-20								
0-20								

Цилиндр-бур с почвой при снятой верхней крышке ставят в ванну с водой, уровень которой полностью покрывает почвенный образец на 3-5 см. После насыщения, которое длится около 1 часа, цилиндр-бур с почвой вынимают из ванны. Дают стечь гравитационной воде, закрывают крышкой и взвешивают.

На этом все взвешивание заканчивают, оборудование моют, чистят, сушат и приступают к расчетам. Записи и расчеты при определении влагоемкости удобно вести по предложенной таблице 6.

Материалы и оборудование: ванна с водой, весы ВЛТК-2000, цилиндр-бур, часы.

Расчетный метод.

Количество объема воды при полном насыщении равно объему всех пор или общей пористости (V, %) почвы. В данном случае полная влагоемкость в % к объему почвы будет выражаться уравнением: $W_{п\,в} = V$.

Зная значение плотности (d, г/см^3) почвы, мы можем рассчитать полную влагоемкость в % к массе почвы: $W_{п\,в} = V/d$.

Расчеты:

Вывод:

Подпись преподавателя:

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды влажности.
2. Единицы измерения влажности.
3. Виды абсолютной влажности.
4. Методы определения влажности почвы.Что называют оптимальным увлажнением?
5. Что называется плотностью сложения почвы?
6. Единицы измерения плотности сложения почвы.
7. Назовите разновидности плотности сложения почвы.
8. Дайте оценку плотности сложения для суглинистых и глинистых почв.
9. Назовите оптимальную плотность для основных сельскохозяйственных культур.
10. Что называют продуктивной влагой?
11. Что называют влажностью завядания?
12. Что называют продуктивной влажностью?
13. Что называют максимальной гигроскопичной влагой?
14. Единицы измерения продуктивной влаги.
15. Что называется строением пахотного слоя почвы?
16. Что называется общей пористостью почвы?
17. Какое отношение объема некапиллярных к объему капиллярных пор считается наиболее благоприятным?
18. Как подразделяется общая пористость?
19. Как оценивается пористость для суглинистых и глинистых почв
20. Что называется структурой почвы?
21. Что называется структурностью?
22. Что называется глыбистой структурой?
23. Что называется макроструктурой?
24. Что называется микроструктурой?

25. Что называется водопрочными агрегатами?
26. Что называется псевдоструктурой?
27. Что называется коэффициентом структурности?
28. Что называется количественной характеристикой структуры?
29. Что называется качественной характеристикой структуры?
30. Что называется общей влагоемкостью?
31. Что называется капиллярная влагоемкость?
32. Что называется полной влагоемкостью?
33. Единцы измерения влагоемкости?
34. За какое время происходит полное насыщение почвы в цилиндре?

Содержание

	стр.
Лабораторная работа №1. Определение влажности почвы весовым методом	**3**
Лабораторная работа №2. Определение плотности пахотного слоя почвы методом Н.А. Качинского	**6**
Лабораторная работа №3. Расчет содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы	**8**
Лабораторная работа №4. Определение строения пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах (метод Н.А. Качинского)	**11**
Лабораторная работа №5. Определение агрегатного состава почвы пахотного слоя (метод Н.И. Саввинова)	**14**
Лабораторная работа №6. Определение влагоемкости пахотного слоя почвы в образцах ненарушенного сложения (метод Н.А. Качинского)	**18**
Контрольные вопросы	**20**