

## Лабораторна робота № 10

### Тема: Оцінка структури ґрунтів за вмістом водотривких агрегатів

**Мета роботи:** Ознайомитися з методом аналізу структури ґрунту за кількістю водотривких агрегатів, визначити агрономічне значення водостійкості структури ґрунту.

**Обладнання:** Зразки ґрунту, бланк оформлення зразка ґрунту, вологі серветки для рук, пакет для сміття, набір сит, чашки діаметром 15-20 см (6 шт.), ваги технічні, фарфорова ступка з штовхачиком, лінійка

У природних умовах ґрунтових частки знаходяться не у роз'єднаному стані, і зібрані у агрегати. Важливо чітко розрізняти **агрегатний аналіз**, у результаті якого виявляють відсотковий вміст агрегатів різного розміри, та не плутати його з гранулометричним аналізом, що проводиться з повним руйнуванням агрегатів для визначення відсоткового вмісту ґрунтових часток («фізичної глини» та «фізичного піску»).

Метою агрегатного аналізу є визначення відносного вмісту в ґрунті не часток, а агрегатів. Тому при проведенні агрегатного аналізу ґрунт не можна розтирати і навіть сильно струшувати для уникнення порушення ґрунтових агрегатів. Розділ агрегатів проводиться за допомогою стандартного набору сит з отворами різного розміру.

### **Фракціонування ґрунту у воді, або визначення водостійкості агрегатів (мокре просіювання)**

Для визначення водостійкості складають середню пробу 50 г з усіх фракцій агрегатів, одержаних під час сухого просіювання, пропорційно їх процентному вмісту: кожену фракцію беруть у кількості, яка дорівнює у грамах половині її процентного вмісту в даному ґрунті. Наприклад: якщо у ґрунті вміст фракції 5–3 мм складає 22%, то для середньої проби беруть 11 г; при 15% вмісті фракції 3–2 мм – 7,5 г і т. д. В середню пробу не включають фракцію <0,25 мм, бо наважка буде менше 50 г, але при розрахунку вміст водостійких фракцій у процентах обчислюють на масу 50 г (рис. 1).

Середню пробу обережно висипають у літровий циліндр, на 2/3 його об'єму наповнений водою. Циліндри використовуються такі ж, як і для гранулометричного аналізу (висота близько 45 см, діаметр 7 см). Зручно працювати з циліндром без носика і з притертим верхнім краєм.

Висипану в циліндр з водою ґрунтову пробу залишають у спокої на 10 хв., щоб з ґрунту вийшло все повітря, яке знаходиться в агрегатах і між ними. Для прискорення витиснення повітря циліндр закривають склом або пробкою, через 1–2 хв. після занурення в нього ґрунту, обережно нахилиють до горизонтального положення і знову ставлять для відстоювання. Цю операцію повторюють двічі.

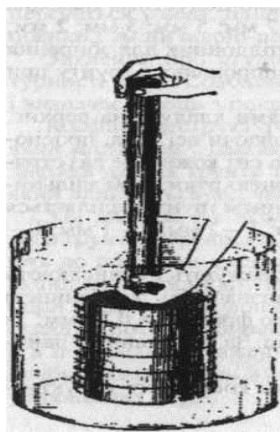


Рис. 1. Пристрій для фракціонування ґрунту на ситах у воді

Через 10 хв. циліндр доливають водою до самого верху, закривають склом або пробкою, перевертають догори дном і тримають в такому положенні декілька секунд, поки основна маса агрегатів не переміститься вниз. Потім циліндр перевертають, щоб агрегати знову досягали дна. Таких маніпуляцій з циліндром слід зробити десять. Потім циліндр перевертають над набором сит, які знаходяться в широкій циліндричній посудині з водою (рис. 1) і занурюють його у воду. Для мокрого просіювання використовують сита діаметром 20 см і висотою борту 3 см. Набір складають із сит з діаметром отворів 5 мм; 3 мм; 2 мм; 1 мм; 0,5 мм; 0,25 мм. Скріплюють сита металевими пластинами або дротяними дужками. Шар води у посудині повинен бути на 5–6 см вище борту верхнього сита.

Не торкаючись дна верхнього сита, швидко відкривають циліндр і повільними рухами циліндра розподіляють ґрунт по поверхні сита. Через 50–60 с, коли всі відокремлення крупніше 0,25 мм опустяться на дно верхнього сита, циліндр закривають під водою, не торкаючись дна сита, і виймають з води.

Частина фракції  $<0,25$  мм, яка залишається в циліндрі, не зберігається, тому вона обчислюється в подальшому по різниці.

Ґрунт, який перенесено на сита, просіюють; сита повільно піднімають на 5–6 см (не оголюючи грудки ґрунту на верхньому ситі) і швидко опускають вниз на 3–4 см, чекають 2–3 с. поки грудочки ґрунту, які піднялися по інерції під час опускання, не впадуть на дно сита. Так повторюють 10 разів, потім знімають сита з отворами діаметром більше 1 мм, не виймаючи всього набору з води, а останні струшують ще п'ять разів і виймають з води.

Агрегати, які залишилися на ситах, змивають струмінню води з промивалки (або зі шлангу, з'єданого з водопровідним краном) спочатку у велику фарфорову чашку, з неї після видалення води декантацією – у чашку середнього розміру (діаметром 15 см), і, нарешті, у зважену малу фарфорову чашку або в алюмінієвий сушильний стаканчик. Після відстоювання воду з чашки або стаканчика зливають, воду, яка залишилась, випарюють на піщаній бані або на електричній плитці.

Вміст фракцій обчислюють на повітряно-суху або абсолютно суху наважку. В першому випадку чашки або стаканчики з фракціями після підсушування на бані або плитці залишають відкритими на повітрі і періодично зважують до одержання постійної маси. Якщо розрахунок ведуть на абсолютно сухий ґрунт, то фракції в стаканчиках з кришками висушують в сушильній шафі протягом шести годин і потім ще дві години для контролю. Необхідно знати вологість ґрунту, взятого для аналізу. Для цього одночасно із взяттям наважки для просіювання беруть середні проби цього ґрунту для визначення вологості.

Для збирання та підсушування водостійких фракцій рекомендується використовувати фільтри діаметром 12,5 см. В такому разі фракції з сит переносять у фарфорові чашки, а потім на фільтри, у лійки. Кожний фільтр повинен бути зважений з позначенням (простим олівцем) з позначенням номера ґрунтового розрізу, горизонту та глибини взяття зразку, розміру фракції, маси фільтру. Підсушені на лійках фільтри з агрегатами одного ґрунтового зразка «нанижують» на одну нитку і розвішують для висушування на повітрі до постійної маси. Спочатку їх можна зважувати всі разом, а після досягнення постійної маси – кожен окремо. Розрахунок в даному випадку ведеться на повітряно-суху наважку.

Оскільки для визначення водостійкості беруть середню пробу 50 г (половину процентного вмісту фракцій, одержаних під час сухого просіювання), то при розрахунку масу кожної фракції в грамах множать на дві і одержують процентний вміст відповідних водостійких агрегатів у ґрунті. Фракцію менше 0,25 мм обчислюють за різницею (100% мінус сума всіх фракцій розміром >0,25 мм, у %).

Наявність у ґрунті механічних елементів розміром більше 0,25 мм (крупний пісок, гравій і т. д.) спотворює результати агрегатного аналізу. У такому випадку чинять так: після зважування фракцію переносять у фарфорову чашку, заливають водою і розтирають гумовим товкачиком; зруйнувавши агрегати, відмивають дрібнозем, а механічні елементи, які залишилися в чашці або в сушильному стаканчику, висушують до повітряно-сухого або абсолютно сухого стану і зважують. Віднімаючи від маси фракції масу механічних елементів розміром більше 0,25 мм, одержують масу агрегатів. Потім від наважки, взятої для аналізу (50 г), віднімають суму механічних елементів, які залишилися на ситах з отворами більше 0,25 мм.

Вміст фракції у процентах обчислюють за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 100}{P} \quad (1)$$

Де X — вміст агрегатів відповідного розміру, %;

a — маса агрегатів (без механічних елементів), г;

P — наважка (без механічних елементів), взятої для аналізу, г).

Для кожного зразка, який досліджується, визначення слід проводити з потрійним, а в деяких випадках і з більшим контролем. Дані, одержані під час фракціонування ґрунту у повітряно-сухому стані і у воді, оформляють у вигляді таблиці 1 або графіка.

Таблиця 1

**Приклад результатів структурно-агрегатного аналізу ґрунтів**

№ розрізу	Ґрунт	Горизонт глибина, см	Вміст фракцій відповідного розміру (мм), %								
			> 10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25
1	Чорнозем звичайний легко-суглинковий	Нр <sub>18-26</sub>	61,0	6,9	6,3	$\frac{6,9}{0,5}$	$\frac{5,0}{1,4}$	$\frac{4,0}{6,3}$	$\frac{3,5}{18,3}$	$\frac{3,5}{22,4}$	$\frac{4,2}{51,1}$

\* - чисельник – дані сухого просіювання, знаменник – дані мокрого просіювання)

При побудові графіка по осі абсцис відкладають розмір фракцій, починаючи з більш крупної, по осі ординат — вміст фракцій у процентах.

Співробітниками Агрофізичного інституту запропонована формула для розрахунку критерію водостійкості А (%):

$$A = \frac{C_{bc}}{c} \cdot 100 \quad (2)$$

Де С — вміст структурних фракцій розміром від 1 до 0,25 мм, одержаних під час сухого просіювання, %;

$C_{bc}$  — вміст водостійких агрегатів розміром від 1 до 0,25 мм, %.

Згідно з цим критерієм оцінюють водостійкість за таблицею 2:

Таблиця 2

**Оцінка водостійкості структурних агрегатів за методом М.І. Савінова  
(ТАБЛИЦЮ ЗАНЕСТИ ДО ЗОШИТУ)**

Сума водостійких агрегатів > 0,25 мм, %	Оцінка водостійкості
<10	Відсутня
10–20	Незадовільна
20–30	Недостатньо задовільна
30–40	Задовільна
40–60	Добра
60–75	Відмінна
Більше 75–80	Надмірно висока

**Використання результатів агрегатного аналізу ґрунтів  
(ЗАНЕСТИ ДО ЗОШИТУ)**

Результати структурно-агрегатного аналізу широко використовуються в науці і сільськогосподарській практиці. Дані вмісту сухих структурних агрегатів різних ґрунтів (брил, грудок, пилу) свідчать про якість того чи іншого механічного обробітку ґрунту та його фізичної стиглості. Вміст водостійких агрегатів у великій мірі пояснює наявність у ґрунті органічної речовини, а також ефективність норм застосовуваних органічних добрив та хімічних меліорантів. В цілому структурний стан ґрунтів свідчить про рівень їх окультурення за агрофізичними показниками (табл.3).

Таблиця 3

**Діагностичні критерії рівнів окультуреності чорноземів за агрофізичними показниками в орному шарі (за В.В.Медведєвим, 1988)**

Рівень окультуреності	Структурно-агрегатний склад, %		Рівноважна щільність, г/см <sup>3</sup>	Водопроникність (середня за 6 год спостережень), мм/год
	Повітряно- сухі агрегати від 10 до 0,25 мм	Водотривкі агрегати понад 0,25 мм		
Високий	70–90	45–55	1,1–1,2	60–90
Середній	60–70	35–45	1,2–1,3	30–60
Низький	< 60	< 35	> 1,3	< 30

Структурно-агрегатний стан ґрунтів є основною складовою моніторингу ґрунтів і регулярно досліджується 1 раз на 5 років . В умовах меліорованих ґрунтів (зрошуваних чи осушуваних) цей показник визначається частіше.

При характеристиці оптимальних параметрів родючості орного шару різних ґрунтів (Полупан М.І. та інші, 2004) також використовується показник вмісту повітряно-сухих агрегатів розміром 0,25–10 мм і водостійких агрегатів більших, ніж 0,25 мм. Як критерії для комплексного агрономічно орієнтованого районування (Медведєв В.В., та інші, 2012) використовуються показники вмісту у % структурної фракції більше 10 мм, а також агрономічно-цінної 0,25–10 мм та фракції пилу менше 0,25 мм.

### **Завдання 1. Визначити водостійкість агрегатів зразка ґрунту експрес-методом Нікольського**

#### **Методика роботи (ЗАНЕСТИ ДО ЗОШИТУ)**

1. З кожної фракції ґрунту, просіяної через стандартний набір сит (див. л.р. «Визначення структури ґрунту») відбирають 10 агрегатів (для зручності підрахунку у відсотках) і переносять у фарфорову чашку великого діаметра.

2. Агрегати розподіляють по дну чашки на однаковій відстані один від одного.

3. В чашку наливають водопровідної води так, щоб вона покрила агрегати шаром біля 2 см, після чого чашку залишають у спокої на 20 хв.

4. Після проходження 20 хв. Кожен агрегат пересувають обережно скляною паличкою. При цьому підраховують кількість агрегатів, що збереглися та порушилися. Результати заносять у табл.

<b>Фракція агрегатів, мм</b>	<b>Вміст водотривких агрегатів, % (шт. з проаналізованих)</b>
<b>&gt;10</b>	
<b>10-7</b>	
<b>7-5</b>	
<b>5-3</b>	
<b>1-0,5</b>	
<b>0,5-0,25</b>	

5. Оцінити структурний стан ґрунту згідно з табл. 2. та зробити відповідні висновки.