



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА
УКРАЇНИ**

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ПО ВИКОНАННЮ ЛАБОРАТОРНО-
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ
РОБОТИ З ЗЕМЛЕРОБСТВА**

СУМИ – 2012



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА
УКРАЇНИ**

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра землеробства, ґрунтознавства та агрохімії

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ПО ВИКОНАННЮ ЛАБОРАТОРНО-
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ
РОБОТИ З ЗЕМЛЕРОБСТВА**

для студентів з напрямку 6.090101 „Агрономія”
очної та заочної форми навчання

СУМИ – 2012

Укладачі: Міщенко Ю.Г., к. с.-г. наук, доцент,
Прасол В.І., к. с.-г. наук, доцент,
Масик І.М., к. с.-г. наук, доцент,

Агрофізичні властивості ґрунту. Методичні вказівки по виконанню лабораторно-практичних занять та самостійної роботи з землеробства для студентів з напрямку 6.090101 „Агрономія” очної та заочної форми навчання . – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2012. – 27 с.

Рецензенти: завідувач кафедри рослинництва СНАУ,
доцент, кандидат с.-г. наук В.І.Троценко

доцент кафедри біотехнології та фіто фармакології
СНАУ, доцент, кандидат с.-г. наук В.І.Дубовик

Друкується згідно рішення методичної ради Сумського національного аграрного університету (протокол №____ від _____ 2012 р.)

ВСТУП

Ґрунт та його фізичні властивості - це одне з центральних понять продукційного процесу. Ґрунт зокрема забезпечує рослини поживними речовинами і водою, він перетворює сонячну радіацію в тепло, зберігає це тепло, будучи теплою «Ковдрою» для насіння рослин, він вбирає опади, зберігає воду, позбавляючись від її надлишків, що забезпечує вільне переміщення повітря в поровому просторі. З точки зору агрофізики ґрунт - це гетерогенна багатофазна дисперсна система з певними верхніми і нижніми межами. Він має властивості акумулювати і виділяти, проводити і трансформувати речовини та енергію.

Розглянемо ґрунт при різному збільшенні (рис.1):

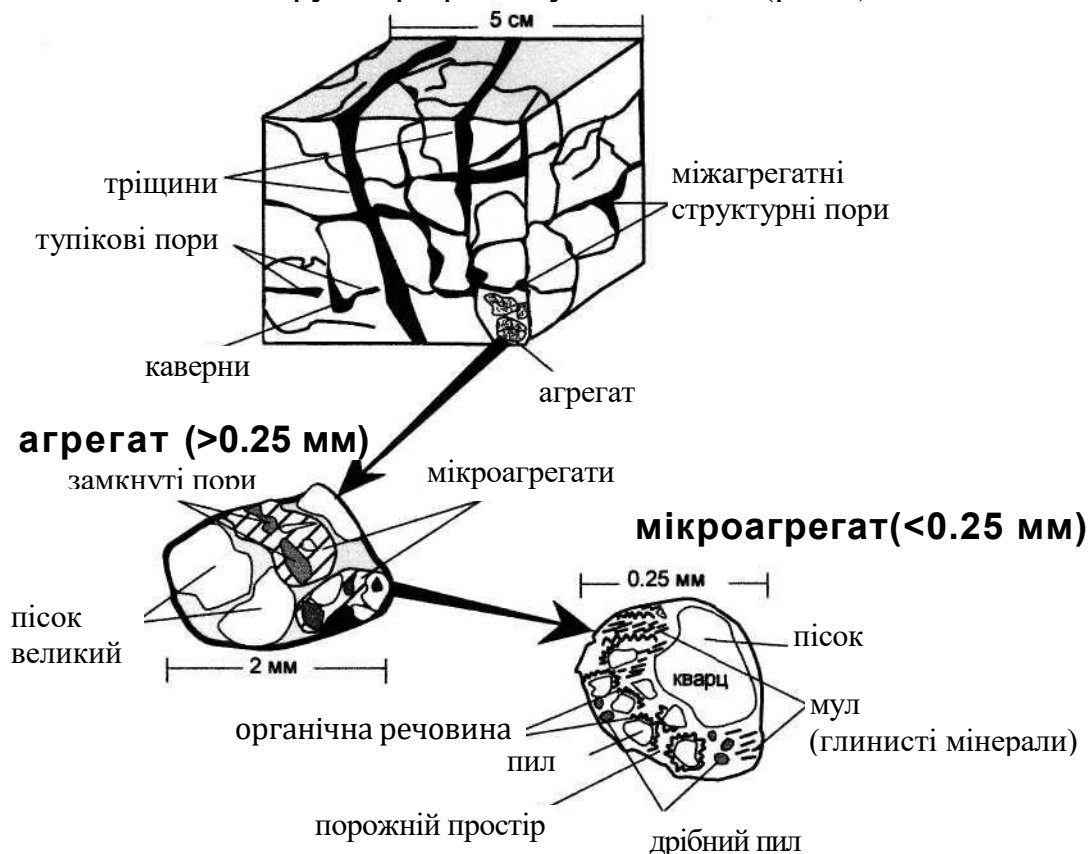


Рис. 1. Ієрархічна організація ґрунту: зразок з ґрунтового горизонту, ґрунтовий агрегат і мікроагрегат, що складається з елементарних ґрунтових частинок

Кубик ґрунту 5х5х5 см складається з окремих агрегатів, пронизаний тріщинами, міжагрегатними порами. Цей кубик розпадається на окремі макроагрегати - розмірами > 0.25 мм, які в свою чергу складаються з мікроагрегатів. А ось в мікроагрегатах представлені окремі ґрунтові частинки. Це частки первинних мінералів, кварцу, органічні залишки, дуже тонкі глинисті мінерали, які представляють собою першоелементи ґрунту, - елементарні ґрунтові частинки.

РОБОТА №1

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ НА РІЗНИХ АГРОФОНАХ.

Вологість ґрунту – це вміст води в ньому в процентах від маси абсолютного сухого ґрунту. Визначається ваговим методом шляхом висушування зразків.

Порядок виконання.

1. По діагоналі поля відбирають буром зразки ґрунту, через кожні 10 см до глибини 1м в трикратному повторенні.
2. Переносять зразки в бюкси, попередньо зважені з точністю до 0,1г.
3. Зважені з сирим ґрунтом бюкси у відкритому вигляді висушують до постійної маси при температурі 105-110 ° протягом 5-6 годин.
4. Зважують бюкси з ґрунтом після висушування (ґрунт висух, якщо два послідовних зважування через 1годину, дають однакові результати).

Вологість ґрунту визначають за формулою:

$$W = (M_v / M_{gr}) * 100\%,$$

Де, M_v – маса води в зразку (різниця між масою сирого ґрунту з бюксом і масою абсолютного сухого ґрунту з бюксом.

M_{gr} – маса абсолютного сухого ґрунту (від маси абсолютного сухого ґрунту з бюксом відняти масу бюкса.

Дані записують в табл.1.

С.-г. культура _____ Фаза розвитку _____

Дата визначення _____

1. Визначення вологості ґрунту.

Шар грунту, см	Повто- рення	Номер бюкса	Порожн- ий бюкс	Бюкс з сирим грунто- м	Бюкс з сухим грунто- м	Вміст води	Абсол- ютно сухий грунт	По повторе- ннях	серед- нє
0-10	1								
	2								
	3								
10-20	1								
	2								
	3								
... .. 90- 100	1								
	2								
	3								
0-100									

2.Зведена таблиця по визначенню вологості ґрунту (середнє з трьох повторень,%).

Глибина,см	С.-г. культури, або способи обробітку ґрунту.			
0-10				
10-20				
...				
...				
...				
90-100				
0-20				
0-100				

Висновки: (дати порівняльну оцінку впливу с.-г. культур або способів обробітку ґрунту на його вологість).

Дані табл.2 будуть використані для розрахунків запасів вологи в ґрунті (м³/га, т/га, мм/га).

Розрахунки запасів вологи в ґрунті.

Якщо відома вологість ґрунту (% вологи від маси абсолютного сухого ґрунту) певного шару в метрах (Шм) і об'ємної маси (ОМ) на площі 1га (10000 м²), то склавши таку пропорцію:

$$\frac{10000\text{м}^2 * \text{Шм} * \text{ОМ}}{\text{Хм}^3/\text{га}} = 100\% - \% \text{ вологи}$$

Можна вивести формулу розрахунку запасів води в ґрунті в м³/га (т/га):

$$\text{Хм}^3/\text{га} = 100 * \text{Шм} * \text{ОМ} * \% \text{ вологи}.$$

Якщо товщину шару ґрунту брати не в метрах, а в сантиметрах, тоді формула матиме такий вигляд:

$$\text{Хм}^3/\text{га} = \text{Шсм} * \text{ОМ} * \% \text{ вологи}.$$

Щоб виразити запаси вологи в мм/га, одержані вирази слід розділити на 10 (1мм води на 1га дає10м³/га):

$$\text{Хмм}/\text{га} = 10 * \text{Шм} * \text{ОМ} * \% \text{ вологи}.$$

$$\text{Хмм}/\text{га} = 0,1 * \text{Шсм} * \text{ОМ} * \% \text{ вологи}.$$

Запаси непродуктивної вологи для рослин розраховують, підставивши в формули значення вологості стійкого в'янення рослин (ВВ=1,5 *МГ), а запаси продуктивної вологи визначаються, підставивши різницю між вологістю ґрунту і значенням ВВ.

Запаси продуктивної вологи в ґрунті оцінюють таким чином, мм :

	0 - 20 см	0 – 100 см
добрі	> 40	> 130
задовільні	20-40	90-130
незадовільні	<20	<90

Нижче наводиться приклад контрольного завдання по розрахунках вологості і запасів води в ґрунті :

1. Обчислити вологість ґрунту для шару 0-30, 0-50, 0-100 см :

Шар ґрунту, см	Номер тари	Маса в грамах					% вологи
		Тари	Тари з сухим ґрунтом	Тари з сирым ґрунтом	Сухого ґрунту	води	
0-10	41	22,4	65,0	75,5			
10-20	42	23,4	61,2	70,5			
20-30	43	22,4	62,1	71,3			
30-40	44	23,8	73,0	84,2			
40-50	45	23,0	65,1	74,9			
50-60	46	23,8	65,3	74,9			
60-70	47	23,1	69,0	78,7			
70-80	48	23,4	66,9	75,1			
80-90	49	24,2	72,0	81,9			
90-100	50	21,8	65,0	73,5			

0 – 30 -

0 – 50 -

0 – 100 –

2. Визначити запас непродуктивної і продуктивної води для шару 0-60 см, якщо $OM = 1,23 \text{ г/см}^3$, $MG = 7,13 \%$. Вологість взяти в задачі 1.

3. Розрахувати і оцінити запас продуктивної води для метричного шару ґрунту вологістю 22,7 %, якщо $VB = 11,2 \%$, $OM = 1,24 \text{ г/см}^3$.

4. Дати поняття і методи визначення максимальної гігроскопічності ґрунту і вологості в'янення рослин.

РОБОТА №2

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ГІГРОСКОПІЧНОСТІ ҐРУНТУ.

Максимальна гігроскопічність ґрунту – це найбільша кількість води, яку поглинає ґрунт із повітря насиченого водяною парою. Максимальна гігроскопічність є межею між доступною і не доступною водою ґрунту для рослин, а тому запас води який їй відповідає називають мертвим запасом. Максимальну гігроскопічність часто використовують для розрахунку вологості стійкого в'янення рослин ($VB = 1,5 \cdot MG$), яка є межею між продуктивною і непродуктивною водою ґрунту.

Максимальну гігроскопічність ґрунту та вологість в'янення відносять до ґрунтово-гідрологічних констант, що класифікують ґрунтову воду (рис. 2)

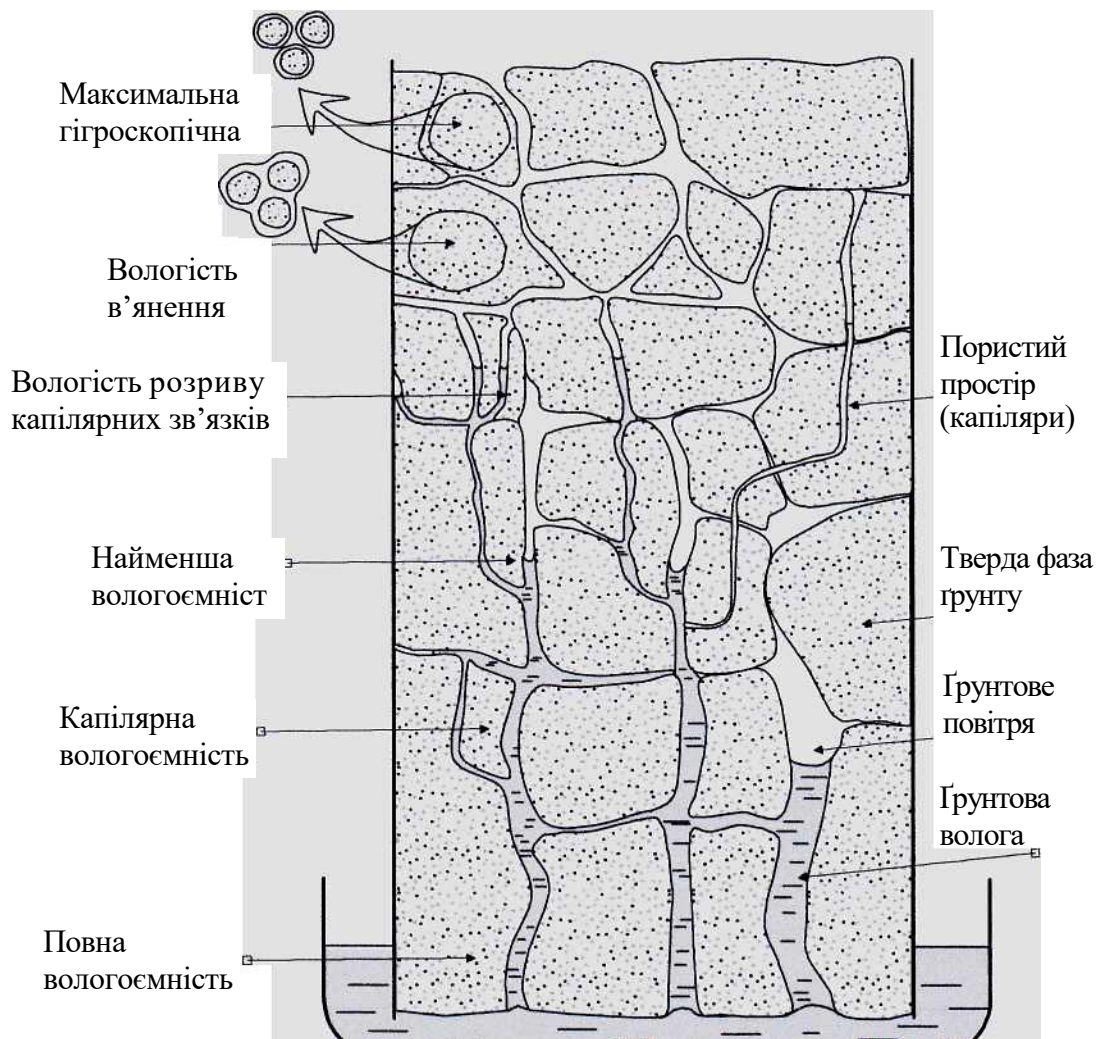


Рис. 2. Схема формування ґрунтово-гідрологічних констант.

Обладнання: бюкси, ваги, сито з діаметром отворів 1мм, ступки з товкачиком, ексикатор.

Порядок виконання роботи.

1. Ґрунт розтерти і просіяти через сито з отворами 1мм.
2. Зважити на аналітичних вагах з точністю до 0,0001 г скляні (алюмінієві) бюкси і добре притертими кришками.
3. Зважити бюкси з повітряно-сухим ґрунтом (5г) з точністю до 0,0001г в двократному повторенні.
4. Помістити відкриті бюкси з ґрунтом в ексикатор над 10%-ним розчином H_2SO_4 або насиченим розчином K_2SO_4 . Під притертою кришкою в ексикаторі створюється відносна вологість повітря близька до 100%. Ексикатор поставити в темному місці для насичення ґрунту на 10-14 днів.
5. Через сім днів провести контрольне зважування двох-трьох бюксів. При цьому кришку ексикатора відкривають обережно.
6. Після досягнення постійної ваги бюкси з ґрунтом, максимально насиченим водяною парою, зважують і у відкритому вигляді висушують при $105-110^0$ до постійної ваги.

7. Зважити бюкси з абсолютно сухим ґрунтом. Максимальну гігроскопічність визначають за формулою:

$$МГ = (Мв/Мгр) * 100,$$

Де МГ- максимальна гігроскопічність, % від маси абсолютного сухого ґрунту.

Мв– маса гігроскопічної води, г

Мгр – маса абсолютного сухого ґрунту, г.

Дані визначення записують в таблицю 3.

3. Визначення максимальної гігроскопічності ґрунту.

Шар ґрунту, см.	Повторення.	Номер бюкса.	Маса.					Максимальна гігроскопічність, %	
			Бюкса.	Бюкса з ґрунтом після насичення.	Бюкса з абсол. сухим ґрунтом.	Гігроскопічної води.	Абсолютно сухого ґрунту.	По повтореннях.	Середня.
0-20	1 2								
20-40	1 2								
40-60	1 2								
60-80	1 2								
80-100	1 2								
0-100									

РОБОТА № 3.

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ В'ЯНЕННЯ РОСЛИН

Вологістю в'янення рослин (ВВ) називають вологість, при якій рослини набувають ознак стійкого в'янення і перенесення їх у сприятливі умови (атмосферу, насичену парами води) не відновлює тургору листків, тобто не припиняє в'янення. Отже, ВВ характеризує нижню межу вмісту в ґрунті продуктивної для рослин вологи, що має велике значення для ґрунтової, агрохімічної та агроеліоративної характеристик ґрунту.

Величина ВВ залежить від гранулометричного складу ґрунту, вмісту гумусу і виду рослин. Чим важчий ґрунт і чим більше в ньому гумусу, тим вища ВВ. У піщаних ґрунтах ВВ не перевищує 1,5%, в суглинкових вона коливається від 3,5 до 12, на глинистих досягає 20, а на торфах перевищує 50% від маси сухого ґрунту (табл. 4).

4. Вологість в'янення ґрунтів різного гранулометричного складу і торфів (за С. А. Вериги, Л. О. Разумовою)

Гранулометричний склад	ВВ, % від маси ґрунту
Пісок	0,5—1,5
Супісок	1,5—4,0
Суглинок легкий	3,5—7,0
середній	5,0—9,0
важкий	8,0—12,0
Глина	12,0—20,0
Торф низовий	40,-50,0

Визначають ВВ за величиною МГ або методом обезводнювання, чи безпосереднім вирощуванням проростків рослин у стаканчиках і доведенням їх до в'янення. Біологічний метод вважають найбільш вірогідним.

Визначення вологості в'янення методом проростків

На дно алюмінієвого стакан висотою 6—7 см, діаметром 4 см насипають грубозернистий пісок шаром 1 см. У стакан вставляють скляну трубку довжиною 8—9 см і заповнюють майже до верху стакан повітряно сухим ґрунтом, просіяним крізь сито з отворами діаметром 1 мм (на це витрачається 40—60 г ґрунту). В стакан висівають 4—5 зерен пророслого ячменю. Ґрунт зволожують крізь трубку до появи капілярної води на поверхні ґрунту.

Стакан до появи сходів витримують у термостаті з температурою 20—25°C, або в шафі при кімнатній температурі. Коли у проростків з'являється перший листок, у кожному стакані залишають по 3 однаково розвинених рослини. Стакани ставлять у світле приміщення, але не на прямому сонячному світлі і тримають при кімнатній температурі. Воду, яка випаровується, поповнюють за масою, щодня доливаючи її через трубку.

Коли другий листок стане більшим ніж перший, рослини поливають останній раз і заливають поверхню ґрунту розплавленою, але охолодженою сумішшю парафіну і технічного вазеліну (за масою 4:1), а трубку закривають ватним тампоном. Для газообміну в застиглій суміші роблять декілька проколів шпилькою.

У момент початку в'янення стакани переносять у камеру (ексикатор з водою на дні), в якій повітря насичене водяною парою. Якщо тургор у рослин за ніч відновлюється, то їх знову виставляють у світле приміщення, доки вони не досягнуть стійкого в'янення. Вважають, що ґрунт досяг ВВ, коли тургор у рослинах не відновлюється після 12-годинного перебування їх в атмосфері, насиченій водяною парою. Тоді рослини з грудкою ґрунту виймають зі стакану, відкидають парафінову кірку і шар ґрунту товщиною 1—1,5 см. Зразок кладуть у фарфорову чашку, нижній шар ґрунту і піску відкидають, виймають рослини і насіння. Очищений ґрунт висипають у той же стакан і визначають вологість, яка і відповідатиме вологості в'янення рослин.

РОБОТА № 4.

ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОЇ ВОЛОГОЄМНОСТІ

Найменша вологоємність (НВ) — це найбільша кількість капілярно-підвищеної води, яку може утримувати ґрунт після зволоження і вільного стікання гравітаційної води. Терміну НВ відповідають такі терміни: польова вологоємність (ПВ), загальна вологоємність (ЗВ), гранично польова вологоємність (ГПВ). Останній термін особливо широко використовується в агрономічній практиці при меліорації.

НВ залежить головним чином від гранулометричного і хімічного складу ґрунту, його структурності, щільності та пористості. Ґрунти глинистого гранулометричного складу мають більшу величину НВ (350—400 мм/га у метровому шарі), а піщані та супіщані ґрунти меншу (200—250 мм). Ґрунти з добре розвинутою грудочкувато-зернистою структурою мають середні показники НВ — 250—300 мм/га для метрового шару, у безструктурних ґрунтах величина НВ більша. В табл. 5 наведено величини НВ ґрунтів залежно від гранулометричного складу.

НВ вимірюється у відсотках від маси сухого ґрунту, від об'єму ґрунту, від пористості, в міліметрах і кубічних метрах на 1 га.

НВ є важливою характеристикою водних властивостей ґрунту. В природі вона спостерігається після рясних опадів, чи в період сніготанення. При НВ ґрунт містить максимальну кількість води, доступної рослинам. Різниця між НВ і ВВ характеризує діапазон активної води (ДАВ) або максимально можливі запаси доступної води (ММЗДВ). Отже, можна записати таке рівняння:

$$\text{ДАВ} = \text{НВ} - \text{ВВ},$$

де НВ — найменша вологоємність; ВВ — вологість в'янення.

Показники НВ використовують при встановленні зрошувальних норм на зрошуваних землях, а також промивних норм для засолених ґрунтів.

5. Найменша вологоємність верхнього метрового шару ґрунтів різного гранулометричного складу (за Л. П. Розовим)

Гранулометричний склад	Найменша вологоємність, % від пористості		від об'єму ґрунту
	не солонцюваті ґрунти	солонцюваті ґрунти	
Пісок	25—30	—	30—35
Пісок глинистий	30—40	50—60	35—40
Супісок	40—50	60—65	40—45
Суглинок: легкий	50—60	65—75	40—45
середній	60—70	75—85	45—50
важкий	70—80	85—90	45—50
Глина	80—90	90—95	50—60

Оцінку НВ здійснюють за шкалою Н. А. Качинського (табл. 6).

6. Оцінка найменшої вологості

Важкі за гранулометричним складом ґрунти		Легкі за гранулометричним складом ґрунти
НВ, % від маси сухого ґрунту	Оцінка	
20—50	Найкраща	Культурний піщаний ґрунт в орному шарі має вологості 20—25%
30—40	Добра	Для польових культур придатні піски з вологості не менше 10%
25—30	Задовільна	Для лісових культур придатні піски з вологості не менше 3—5%
<25	Незадовільна	

РОБОТА № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ МАСИ ҐРУНТУ.

Об'ємна маса, або щільність ґрунту – це маса абсолютно сухого ґрунту непорушеного складу в одиниці об'єму. Виражається в г/см³, кг/дм³, т/м². Величина об'ємної маси використовується для характеристики ступеню ущільненості ґрунту, розрахунків його пористості і запасів вологи в ґрунті. Об'ємна маса визначається методом ріжучого кільця. Оптимальна щільність ґрунту для сільськогосподарських культур – 1,0 – 1,3 г/см³.

Обладнання : лопати, прибор для визначення об'ємної маси, ящик з б'юксами, ніж, лінійка, плівка розміром 50 х 50 см.

Порядок виконання роботи.

1. В ґрунтовому розмірі глибиною 1,3 м зачистити стінку і розділити її на шари через кожні 20 см до глибини 1м.
2. З допомогою направленої втулки, стержня і молотка забивають кільце в ґрунті і відбирають проби в чотирикратній повторності.
3. Ножом зрізають ґрунт поза кільцем і ґрунт з кільця переносять в б'юкс, попередньо зважений з точністю до 0,01 г.
4. Б'юкси з сирим ґрунтом висушують в сушильній шафі при температурі 105 – 110° протягом 8 год.
5. Об'ємну масу визначають по формулі:

$$D = P / V; \text{ г/см}^3$$

Де, D - об'ємна маса, г/см³, кг/дм³, т/м³.

P – маса абсолютно сухого ґрунту (різниця між масою б'юкса з сухим ґрунтом і масою б'юкса);

V – об'єм кільця; см³, дм³, м³.

Дані записують в таблицю 7.

7. Визначення об'ємної маси ґрунту.

Шар ґрунту, см.	Повторність	Об'єм кільця, см ³	№ бюкса	Маса, г			Об'ємна маса, г/см ³	
				Порожнього бюкса	Бюкса з абсол. сухого ґрунту	Абсолютного сухого ґрунту	По повтореннях	середня
0-20	1							
	2							
	3							
	4							
20-40	1							
	2							
	3							
	4							
...								
...								
...								
80-100	1							
	2							
	3							
	4							

РОБОТА № 6 **ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ МАСИ ҐРУНТУ.**

Питома маса (маса твердих частинок ґрунту в одиниці об'єму) визначається пікнометричним методом.

Обладнання: пікнометр, ваги, воронки, конічні колби з дистильованою водою, фільтрувальний папір. Якщо ґрунт не абсолютно сухий, то необхідно мати бюкси для визначення вологості ґрунту і сушильну шафу.

Порядок виконання роботи.

1. Для визначення використовують ґрунт просіяний через сито з отворами 1мм.
2. Зважити сухі пікнометри з точністю до 0,01 г.
3. 10-15 г просіяного ґрунту переносять в кожний пікнометр і зважують. По різниці показань знайти масу ґрунту. Якщо ґрунт не абсолютно сухий, відбирають проби на вологість (у двократній повторності по кожному горизонту). Масу абсолютного сухого ґрунту розраховують по формулі:

$$P_{ac} = (P_c * 100) / (100 + W);$$

Де, P_{ac} – маса повітряно-сухого ґрунту.

W – вологість ґрунту, %.

4. Для визначення об'єму твердих частинок в наважці пікнометри з ґрунтом наповнюють до половини водою і кип'ятять (не бурхливо) 30 хв. Для видалення повітря з ґрунту.

5. Після охолодження пікнометрів, наповнити їх дистильованою охолодженою кип'яченою водою до міток, видалити бульбашки і органічні рештки з допомогою фільтрувального джгутика. Знову долити пікнометри до мітки і зважити.

6. Воду з ґрунтом вилити, промити пікнометри, налити чистою водою до міток і зважити (зовні пікнометри перед зважуванням повинні бути сухими).

Питома маса визначається по формулі:

$$D = P / V, \text{ г/см}^3$$

Де, D – питома маса, г/см³.

P – маса абсолютно сухого ґрунту, г.

V – об'єм твердих часточок ґрунту, см³.

Результати записують в таблицю 8.

8. Визначення питомої маси ґрунту

№ п/п	Шар ґрунту, см.	Но мер пікно метра.	Маса, г					Вологість ґрунту, %.	Маса абсолют но- сухого ґрунту, г. P	Об'єм твердих часточок , см ³ V	Питома маса, г/см ³ D
			Пустого пікнометра	Пікнометра з ґрунтом.	Пікнометра з водою і з ґрунтом.	Пікнометра з водою.	Повітряно-сухого ґрунту.				
	0-20										
	20-40										
	40-60										
	60-80										
	80-100										
	0-100										

Приклад розрахунку питомої маси ґрунту:

1. Маса пікнометра пустого - 29,24 г.
2. Маса пікнометра з ґрунтом - 38,92 г.
3. Маса повітряно-сухого ґрунту - 9,68 г.
4. Вологість сухого ґрунту - 3%.
5. Маса абсолютно-сухого ґрунту $P = (9,68 \cdot 100) / (100 - 3) = 9.4$ г.
6. Маса пікнометра з водою і ґрунтом 134,61 г.
7. Маса пікнометра з водою 128,8 г.
8. Об'єм твердих часток ґрунту : $V = 128,8 + 9,4 - 134,61 = 3,67 \text{ см}^3$.
9. Питома маса ґрунту: $D = P/V = 9,4/3,67 = 2,56 \text{ г/см}^3$.

РОБОТА № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ ҐРУНТУ ТВЕРДОМІРОМ Ю. Ю. РЕВЯКІНА

Основною робочою частиною твердоміра служить плунжер, нагвинчений на нижній кінець штока, який за допомогою рукоятки крізь вимірювану пружину втискується у досліджуваний ґрунт. При цьому вимірювальна пружина стискується пропорційно величині опору ґрунту зминання.

Характер заглиблення плунжера різко змінюється, коли він досягає підґрунтя, підорної підшви, дна борозни, або зустрічає каміння, корені дерев'янистих рослин, щільні брили чи пустоти в горизонтах ґрунту.

Твердомір має самописець для записів вимірювання величин зв'язаності ґрунту. Можлива довжина ортогональної діаграми 30 см відповідає робочому ходу штока у глибину. Величина максимальної ординати діаграми — 50 мм. Діаграма з міліметрового паперу закладається на стойку твердоміра за допомогою притискувальної рамки. Олівець переміщується відносно діаграми вздовж руху плунжера в ґрунті і одночасно впоперек її відповідно стискуванню вимірювальної пружини. При цьому абсциса діаграми безпосередньо відповідає сантиметрам глибини ґрунтових горизонтів, а ордината — величині стискання пружини в мм.

Для отримання величини опору ґрунту P кг на плунжер у кожному горизонті його занурення (1, 5, 10, 15, 20, 25 і 30 см) потрібно виміряти в мм відповідну даному горизонту ординату діаграми (h) і помножити її величину на калібр вимірювальної пружини (n) кг/мм. Тоді загальний опір ґрунту на плунжер буде дорівнювати $P = h * n$, а твердість ґрунту відповідно:

$$T = h * n / S = P / S$$

де P — загальний опір ґрунту на плунжер, кг; S — площа плунжера, см^2 .

Залежно від ступеня зв'язності досліджуваного ґрунту застосовують змінні плунжери. Для вимірювання твердості свіжооброблених ґрунтів використовують плунжер діаметром 3 см^2 , культурних необроблених — 2 , а щільних і задернілих — 1 см^2 . Повторність вимірювання п'ятикратна. Одночасно відбирають зразки на вологість ґрунту. Результати вимірювання твердості ґрунту супроводжують даними щодо вмісту вологи і записують у вигляді таблиці 9, а також оформляють графічно.

9 Визначення твердості ґрунту

Глибина, см	Довжина ординати, мм, повторність						P абсциса калібрувального графіка, кг	S площа плунжера, см^2	T , кг/см^2	Вологість ґрунту, %
	1	2	3	4	5	серед-не				
1										
5										
10										
15										
20										
25										
30										

Оцінку твердості ґрунту проводять за шкалою Н. А. Качинського (табл. 10).

10. Шкала твердості ґрунту, за Н. А. Качинським

Твердість ґрунту		Стан ґрунту
кг/см ²	кПа	
<10	<1,0	Пухкий
10—20	1,0—2,0	Середньопухкий (пухкуватий)
20—30	2,0—3,0	Ущільнений
30—50	3,0—5,0	Щільний
50—100	5,0—10,0	Дуже щільний
>100	>10,0	Злитий

РОБОТА № 8

ВИЗНАЧЕННЯ БУДОВИ ОРНОГО ШАРУ ҐРУНТУ

Під будовою орного шару ґрунту розуміють співвідношення об'ємних твердих часточок ґрунту і різних видів пор.

Сукупність усіх пор ґрунту називають загальною пористістю. В залежності від розміру і характеру руху води і повітря пори ділять на крупні некапілярні (пори аерації), капілярні і ультрапори.

В некапілярних порах вода рухається під дією сил тяжіння. Ці пори, як правило, зайняті рухомим повітрям і обумовлюють постійну аерацію ґрунту. Сумарний об'єм некапілярних пор називають пористістю аерації (некапілярною пористістю).

В капілярних порах вільна вода (капілярна волога) рухається під дією меніскових сил і її рух можливий в будь-якому напрямку. Капілярна волога є основною формою води, доступною для рослин. Сумарний об'єм капілярних пор називають капілярною пористістю.

В агрономічному відношенні найбільшу цінність мають капілярна пористість і пористість аерації.

Розрахунки величин, які характеризують будову орного шару ґрунту.

1. Об'єм твердих часточок в процентах від загального об'єму ґрунту (Т) визначають за формулою :

$$T = d/D * 100 \%$$

де d – об'ємна маса ґрунту, г/см³;

D – питома маса ґрунту, г/см³.

2. Загальна пористість (%) $V = (1 - d/D) * 100 \%$

3. Пористість гідратації ($V_{гид}$ в % від об'єму ґрунту) визначається за величиною вологості стійкого в'янення рослин (ВВ) :

$$V = BB * d, \%$$

Вологість в'янення визначається по максимальній гігроскопічності :

$$BB = 1,5 * MГ$$

4. Сумарний об'єм капілярних пор ($V_{кап}$) і пор гідратації ($V_{гид}$) визначають по капілярній вологоємності (КВ), вираженій в процентах від об'єму ґрунту :

$$V_{\text{кап}} + V_{\text{гід}} = KB * d,$$

де KB – капілярна вологоємність, %;

d – об'ємна маса, г/см³.

Капілярна вологоємність ґрунту відповідає польовій (або найменшій) вологоємності, яка визначається методом заливу площадки.

5. Пористість аерації ($V_{\text{аер}}$) розраховується по різниці між загальною пористістю і капілярною вологоємністю :

$$V_{\text{аер}} = V_{\text{заг}} - (KB * d),$$

де : $V_{\text{аер}}$ – пористість аерації, %;

$V_{\text{заг}}$ – загальна пористість, %;

$V_{\text{кап}}$ – капілярна пористість, %;

$V_{\text{гід}}$ – пористість гідратації, %.

Приклад розрахунку :

Об'ємна маса $d = 1,2$ г/см³, питома маса $D = 2,5$ г/см³, капілярна вологоємність $KB = 32\%$. Максимальна гігроскопічність – $МГ = 9,6\%$.

1. Загальна пористість ґрунту : $V_{\text{заг}} = (1 - 1,2/2,5) * 100 = 52 \%$.

2. Об'єм твердих частинок ґрунту : $T = d/D * 100 = 1,2/2,5 * 100 = 48\%$.

3. Пористість гідратації : $V_{\text{гід}} = (МГ * 1,5) * d = 9,6 * 1,5 * 1,2 = 17,3\%$.

4. Сумарний об'єм капілярних пор і пор гідратації :

$$V_{\text{кап}} + V_{\text{гід}} = KB * d = 32 * 1,2 = 38,4\%$$

5. Капілярна пористість : $V_{\text{кап}} = (V_{\text{кап}} + V_{\text{гід}}) - V_{\text{гід}} = 38,4 - 17,3 = 21,1\%$.

6. Пористість аерації : $V_{\text{аер}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{кап}} - V_{\text{гід}} = 52 - 21,1 - 17,3 = 13,5\%$.

Схема будови орного шару ґрунту виглядає у формі прямокутника, площа якого 100 %.

Оцінка пористості по М.А.Кочинському :

Пористість, %

Оцінка

55 – 65

Культурний орний шар

70

Ґрунт вспушений

50 – 55

Задовільна для орного шару

50

Незадовільна для орного шару

25 – 40

Характерна для щільних шарів
або горизонтів

Пористість піщаних ґрунтів 45-50 %. Пори, які зайняті повітрям, повинні складати 20-25 % загальної пористості.

По загальній пористості можливо визначити повну вологоємність ґрунту. В нашому прикладі повна вологоємність (ПВ) дорівнює :

1. $ПВ = V_{\text{заг}} = 52 \%$, де $V_{\text{заг}}$ – загальна пористість.

2. $ПВ = V_{\text{заг}}/d$ (% до абс. сухого ґрунту), де d – об'ємна маса ґрунту, г/м² і має показник 1,2 г/см³.

$$ПВ = 52/1,2 = 43,3 \%$$

Будова орного шару в нашому прикладі ідеальна – 48 % об'єму займають тверді частини ґрунту, а 52 % об'єму займають пори.

РОБОТА № 9

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ҐРУНТУ І ВОДОТРИВКОСТІ ҐРУНТОВИХ АГРЕГАТІВ.

Під структурою ґрунту розуміють сукупність агрегатів різної величини, форми, міцності, властивих даному ґрунту. Властивість ґрунту розпадатися на окремі часточки або агрегати називають структурністю ґрунту. Структурність є одним з показників родючості та окультуреності ґрунту. Структурному ґрунту властиві добра водо- та повітропроникність, при обробітку він краще розпушується. Безструктурний ґрунт швидко запливає і ущільнюється, на поверхні утворюється кірка. Такий ґрунт гірше піддається обробітку, погано кришиться, утворює грудки.

З агрономічного боку цінною вважають грудочкувато-зернисту структуру, агрегати якої мають розміри від 10 до 0,25 мм і тривалий час не руйнуються у воді. Агрегати розміром більше 0,25 мм називають макроагрегатами, менше 0,25 мм – мікроагрегатами (відповідно макро- і мікроструктура). Агрегати розміром більше 10 мм відносять до бриластої структури.

Велика роль в утворенні агрономічно цінної структури належить провідним факторам – гумусу, глині, насиченості ґрунту кальцієм.

Для визначення структурного стану застосовують ситовий метод.

Порядок виконання роботи.

Інструментарій : набір сит для сухого просіювання ґрунту, прилад Бакшеєва для агрегатного аналізу ґрунту, фарфорові чашки або термостійкі стакани.

Відібраний зразок ґрунту з шару 0-10, 10-20 або 20-30 см масою 2-2,5 кг висушити до повітряно-сухого стану, відібрати середню пробу 500 г.

1. Сухе просіювання. Пробу ґрунту 500 г просіюють крізь набір сит з отворами діаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. На нижнє сито надівають піддон, а верхнє закривають кришкою. Пробу переносять на верхнє сито і обережними нахилами ведуть просіювання. Після просіювання ґрунтові фракції з кожного сита зважують і вираховують вміст кожної в процентах до взятої наважки. Масу і процентний вміст фракції менше 0,25 мм вираховують за різницею між масою наважки і масою всіх фракцій діаметром більше 0,25 мм. Одержані дані записують в таблиці 11 і 12.

2. Макроагрегатний аналіз ґрунту методом качання сит по Бакшеєву. Підготувати середню пробу, відважуючи з кожної фракції після сухого просіювання 0,25 % вмісту фракції. Загальна наважка для мокрого просіювання повинна становити 25г.

11. Визначення структурного стану ґрунту.

Розмір агрегатів, мм.	Просіювання повітряно-сухого ґрунту.					Маса ґрунту для мокрого просіювання, г.	Просіювання у воді.				
	Номер чашки	Маса, г.			Вміст агрегатів, %		Номер чашки.	Маса, г.			Вміст агрегатів, %
		чашки.	чашки з агрегатами	агрегатів				чашки.	чашки з агрегатами	агрегатів	
>10											
10-7											
7-5											
5-3											
3-1											
1-0,5											
0,5-0,25											
< 0,25											
Всього											

12. Зведена таблиця по визначенню структурного стану ґрунту в шарі 0-20 см

С.-г. культура, спосіб обробітку ґрунту.	Розмір фракцій, мм.																	
	>10		10-7		7-5		5-3		3-2		2-1		1-0,5		0,5-0,25		<0,25	
	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре	сухе	мокре

Фракція менше 0,25 мм в наважку не беруть, щоб не засмічувати дрібні сита, але в суму 25г вона повинна входити. Одночасно готують дві середні наважки для повторних визначень.

Циліндри з ситами вийняти з гнізд приладу і поставити на підставку. Знявши кришку, налити воду до середини ободу верхнього сита. Щоб під нижніми ситами не було повітря, їх необхідно піднімати і опускати, повертаючи по годинниковій стрілці. Зразки ґрунту помістити в центр верхнього сита (під ручку), циліндри закрити кришками і в зовнішній отвір горловини долити доверху воду. Після цього загвинтити пробки, циліндри витерти, вставити в гнізда і включити прилад.

Через 12 хвилин прилад виключити, виймають циліндри і ставлять на підставку. Воду з циліндрів зливають, виймають і розбирають сита. Ґрунтові часточки, що залишилися на ситах зливають у заздалегідь зважені фарфорові чашки. Після відстоювання води її треба злити, осадок в чашках висушити до повітряно-сухого стану і зважують. Вираховують масу агрегатів (різниця між масою чашок з агрегатами і масою пустих чашок). Процент вміст кожної фракції одержують, перемноживши масу агрегатів фракції на 4.

3. Визначення водостійкості ґрунтових агрегатів в стоячій воді. Метод заснований на обліку кількості ґрунтових агрегатів, що розпилися в стоячій воді за певні інтервали часу. Запропоновано П. І. Андріанова, та значно перероблений професором І. А. Качинським.

Хід роботи. Зразок ґрунту в повітряно-сухому стані просівають на ситах для поділу на фракції по розмірам (як було описано вище). Для визначення водостійкості беруть агрегати одного, зазвичай середнього, розміру (3-5 мм).

В кристалізатор поміщають сито ($D = 20$ см) з отворами діаметром 2 або 3 мм. Сито закривають фільтрувальним папером, що попередньо розграфлений на клітини (1 см^2). По лінії клітин голкою роблять отвори. Щоб уникнути підняття паперу під час змочування водою, його фіксують притискним кільцем з листа нержавіючого металу товщиною 1,5-2 мм. Діаметр кільця дорівнює внутрішньому діаметру сита, ширина обода 5-6 мм. До центру кільця сходяться чотири радіальні планочки, що ділять площу кільця на чотири сектори.

Для визначення водостійкості беруть 50 або 100 агрегатів, які розкладають рядами, по одному в квадратик (рис. 13).

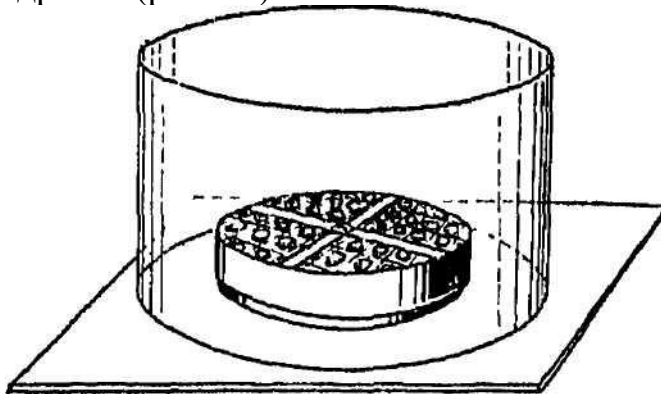


Рис. 13. Пристосування для визначення водостійкості структури ґрунту в стоячій воді.

В кристалізатор наливають воду спочатку в невеликій кількості, щоб лише змочити папір. Агрегати насичують капілярно протягом 3 хв. Потім обережно доливають воду, щоб її рівень був приблизно на 0,5 см вище агрегатів.

Використовують воду кімнатної температури. Для зручності підрахунків агрегатів, що розпалися, в робочому зошиті роблять таку ж сітку, як і на фільтрувальному папері, і в клітинах відзначають час розпаду агрегату відповідного номера. Можна також на кристалізатор накласти скло з нанесеною сіткою і восковим олівцем відзначати агрегати, що розпалися. За кожну хвилину підраховують число агрегатів, що розпалися повністю.

Загальний термін спостережень 10 хв. При останньому відліку, тобто в десятю хвилину спостереження, підраховують кількість агрегатів, що повністю розпалися і розпалися наполовину.

За число агрегатів, що повністю розпалися в останню хвилину спостереження, беруть суму тих, що повністю розпалися і половину кількості агрегатів порушених процесом розпаду. Так як розпад агрегатів у воді відбувається в різний час і це характеризує ступінь їх водостійкості, то в розрахунок вводиться поправочний коефіцієнт, який означає водостійкість агрегатів у відсотках для кожної хвилини відліку; поправочний коефіцієнт для кожної хвилини дорівнює:

Для 1-й хвилини	— 5
» 2-й	» — 15
» 3-й	» — 25
» 4-й	» — 35
» 5-й	» — 45
» 6-й	» — 55
» 7-й	» — 65
» 8-й	» — 75
» 9-й	» — 85
» 10-й	» — 95
» 11-й	» — 100

Коефіцієнт водостійкості агрегатів, що не розпалися за 10 хв, дорівнює 100%.

Водостійкість структури оцінюють за показником водостійкості (K), вираженого у відсотках. 100% відповідають найкращій водостійкості. Водостійкість менш стійких агрегатів знаходиться в інтервалі від 5 до 100%.

Показник водостійкості розраховують за формулою:

$$K = \frac{(a \cdot k_1) + (b \cdot k_2) + \dots + (n \cdot k_n) \cdot 100}{A},$$

де а, b, n - кількість агрегатів, що розпалися в хвилину; R1, R2, ..., Rn - поправочний коефіцієнт; А - загальна кількість агрегатів, взятих для аналізу.

Висновок (дати оцінку структурного стану ґрунту і водотривкості структури в залежності від способу обробки ґрунту).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які агрегати відносять до мікроструктурних ?
2. Які агрегати відносять до макроструктурних ?
3. Що розуміють під водотривкою структурою?
4. Оптимальне співвідношення твердої фази ґрунту до пористості у відсотках.
5. Оптимальна щільність ґрунту для зернових культур
6. Оптимальна щільність ґрунту для зернобобових культур.
7. Оптимальна щільність ґрунту для кукурудзи
8. Оптимальна щільність ґрунту для цукрових буряків
9. Оптимальна щільність ґрунту для картоплі
10. Що розуміють під теплообміном ґрунту ?
11. Що визначає гідротермічний коефіцієнт (ГТК) ?
12. Розуміння вологи продуктивної.
13. Поняття недоступної форми води в ґрунті.
14. Поняття капілярної вологи та її доступність для рослин.
15. Поняття гравітаційної вологи і доступність рослинам.
16. Розуміння повної вологості ґрунту (ПВ).
17. Яка є рівноважна щільність на структурних ґрунтах?
18. Що відносять до агрофізичних показників родючості ґрунту?
19. Що розуміють під питомою масою ґрунту ?
20. Що розуміють під об'ємною масою ґрунту ?
21. Що розуміють під пористістю ґрунту ?
22. Що розуміють під будовою ґрунту ?
23. Яка оптимальна загальна пористість ґрунту ?
24. Яка задовільна загальна пористість ґрунту ?
25. Яка незадовільна загальна пористість ґрунту ?
26. Яких розмірів ґрунтові агрегати є агрономічно цінними ?
27. Що розуміють під коефіцієнтом водоспоживання ?
28. В якому діапазоні водно-фізичних констант знаходиться легкодоступна волога для рослин
29. В якому діапазоні водно-фізичних констант знаходиться середньодоступна волога для рослин
30. В якому діапазоні водно-фізичних констант знаходиться важкодоступна волога для рослин
31. В якому діапазоні водно-фізичних констант знаходиться дуже важкодоступна волога для рослин
32. Які форми вільної вологи розрізняють в ґрунті ?
33. Як переміщується вільна гравітаційна волога ?
34. Чим регулюється капілярна рухомість ґрунтової вологи ?
35. Що розуміють під повітроємністю ?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гудзь В.П. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві / В.П. Гудзь, І.Д. Прима, В.Г. Рожко. – Б.Церква, 2002. — 320 с.
2. Гудзь В.П. Тлумачний словник з загального землеробства. / В.П.Гудзь. — К.: Аграрна наука, 2004. — 220 с.
3. Екологічні проблеми землеробства: Підручник / За ред. В.П. Гудзя. - Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. - 708 с.
4. Землеробство / В.П. Гордієнко, О.М. Геркіял, В.П. Опришко. – К.: “Вища школа” 1991, 270 с.
5. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. Підручник. / За ред. В.П.Гудзя. — К.: Центр учбової літератури, 2007. - 408 с
6. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В.П.Гудзя. — К.: Центр учбової літератури, 2010 - 464с.
7. Шеин Е.В. Курс фізики почв. : Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2005. - 432 с.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/ п	Назва модулів, розділів, тем	Кількість тем	Розподіл часу за видами навчальної діяльності				Всього годин
			лекції	лабораторно- практичні заняття	семінарські заняття	самостійна робота	
			дф/зф	дф/зф	дф/зф	дф/зф	дф/зф
1.1	Тема 1. Особливості розвитку та закони землеробства	1	2/2	2/0		2/10	6/12
1.2	Тема 2. Екологічні фактори життя та їх регулювання в землеробстві.	1	2/0	2/0		2/10	7/10

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	3
Робота №1 Визначення вологості ґрунту на різних агрофонах.	4
Робота №2 Визначення максимальної гігроскопічності ґрунту.	6
Робота № 3. Визначення вологості в'янення рослин	8
Робота № 4. Визначення найменшої вологоємності	10
Робота № 5. Визначення об'ємної маси ґрунту.	11
Робота № 6 Визначення питомої маси ґрунту.	12
Робота № 7 Визначення твердості ґрунту твердоміром ю. Ю. Ревякіна	14
Робота № 8 Визначення будови орного шару ґрунту	15
Робота № 9 Визначення структури ґрунту і водотривкості ґрунтових агрегатів.	17
Контрольні питання	21
Список рекомендованої літератури	22
Тематичний план	23

Міщенко Ю.Г.
Прасол В.І.
Масик І.М.

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ ЛАБОРАТОРНО- ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ЗЕМЛЕРОБСТВА

для студентів з напрямку 6.090101 „Агрономія”
очної та заочної форми навчання

Суми, РВВ Сумський національний аграрний університет, вул Кірова 160

Підписано до друку . .2012 р. Формат Ф5. Умов. друк. арк. 1,7
Тираж 100 екз.
