

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра моніторингу довкілля та природокористування

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

### ОЦІНКА ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНОГО СТАНУ ҐРУНТУ ЗА АГРОФІЗИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПІДҐРУНТОВОГО КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42  
спеціальності: 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

	<u>Шовкун О. О.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>к. с.-г. н., доц. Гололобова О. О.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>_____</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)

*«До захисту допущено»*

Зав. кафедри	<u>д. геогр. н., проф. Максименко Н. В.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтролер	<u>інж. Мірошник Ю. В.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)
Секретар ЕК	<u>ст. лаб. Савіцька Р. О.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)

Харків – 2020 року

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Інститут: Навчально-науковий інститут екології

Кафедра моніторингу довкілля та природокористування

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) – бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ проф. Максименко Н. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
«10» травня 2019 року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Шовкун Олексій Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за агрофізичними показниками при використанні підґрунтового краплинного зрошення»

керівник роботи Гололобова О. О., к. с.-г. н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «01» квітня 2020 року № 0210-05/489

2. Строк подання студентом роботи «25» травня 2020 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

- аналіз наукових досліджень з обраної теми;
- визначення агрофізичних показників ґрунту;
- бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними агрофізичними показниками;

– створення банку даних агрофізичних показників ґрунту для складання прогнозних моделей розвитку еколого-меліоративного стану ґрунтів, що зрощуються.

#### 4. План роботи:

№ з/п	Назва етапів роботи
1.	Стан вивчення питання (огляд літератури).
2.	Методика дослідження.
3.	Результати дослідження та їх узагальнення.

#### 5. Дата видачі завдання «10» травня 2019 року.

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Шовкун О. О.  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Гололобова О. О.  
(прізвище та ініціали)

**АНОТАЦІЯ**  
**ОЦІНКА ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНОГО СТАНУ ҐРУНТУ ЗА**  
**АГРОФІЗИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ**  
**ПІДҐРУНТОВОГО КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ**

**Шовкун О. О.**

Бакалаврська кваліфікаційна робота «Оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за агрофізичними показниками при використанні підґрунтового краплинного зрошення» висвітлює результати проведення польового дослідження на насадженнях липи, в якому вивчався вплив підґрунтового краплинного зрошення на агрофізичні показники ґрунту – щільність, кількість повітряно-сухих агрегатів, кількість водотривких агрегатів. За діагностичними агрофізичними показниками надана бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту.

Обсяг роботи складає 42 сторінки, 4 рисунки, 9 таблиць, 4 додатка, 21 використане джерело.

Актуальність роботи: Результати дослідження слугували проведенню бальної оцінки еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними агрофізичними показниками, яка показала можливість використання підґрунтового краплинного зрошення на насадженнях липи при подальшому обов'язковому здійсненні еколого-меліоративного моніторингу.

Результати показників рівноважної щільності ґрунту вказують на їхнє оптимальне значення на початку вегетації у 2019 р. для всіх шарів ґрунту (1,16–1,22 г/см<sup>3</sup>). Результати дисперсійного аналізу вказують на відсутність суттєвої різниці за цим показником між варіантом з підґрунтовим краплинним зрошенням та контролем по всіх досліджуваних шарах ґрунту.

Використання підґрунтового краплинного зрошення забезпечило добрий структурний стан за вмістом повітряно-сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25–10 мм. Середнє значення вмісту повітряно-

сухих агрегатів на контролі складає 75,76%, при краплинному підґрунтовому зрошенні – 76,33%.

Підґрунтове краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан ґрунту за вмістом в ньому водотривких агрегатів розміром 0,25–5,00 мм. Середнє значення цього показника для шару ґрунту 0 – 40 см на контролі складає 53,69%, на варіанті зі зрошенням – 58,89.

Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами виявив, що суттєвою є різниця значень для шару ґрунту 10–20 см, зокрема вона складає 10,96% на користь зрошення і є суттєвою.

Бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту дослідної ділянки за діагностичними агрофізичними показниками показала можливість використання підґрунтового краплинного зрошення при подальшому обов'язковому здійсненні еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних ділянок.

**ПІДҐРУНТОВЕ КРАПЛИННЕ ЗРОШЕННЯ, АГРОФІЗИЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ, ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ, ЩІЛЬНІСТЬ БУДОВИ  
ҐРУНТУ, АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ**

**ANNOTATION**  
**ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND RECLAMATION STATE OF SOIL**  
**BY AGROPHYSICAL INDICATORS WHEN USING SOIL DRIP**  
**IRRIGATION**  
**Shovkun O. O.**

Bachelor's qualification work «Assessment of ecological and reclamation state of soil by agrophysical indicators when using soil drip irrigation» sheds light on the results of conducting field experiment on linden plantations, which studied the effect of subsurface drip irrigation on the agrophysical quantities of agrophysical air, units. According to the diagnostic agrophysical indicators, a point estimate of the ecological and reclamation state of the soil is given.

The volume of work is 42 pages, 4 figure, 9 tables, 4 appendices, 21 used sources.

Relevance of the study: The results of the study served to assess the ecological and reclamation status of the soil by diagnostic agrophysical indicators, which showed the possibility of using subsurface drip irrigation on the linden plantations in the subsequent mandatory implementation of ecological reclamation monitoring.

The results of equilibrium soil density indices indicate their optimum value at the beginning of vegetation in 2019 for all soil layers (1.16–1.22 g/cm<sup>3</sup>). The results of the analysis of variance indicate that there is no significant difference in this indicator between the variant with soil drip irrigation and control over all the studied soil layers.

The use of subsurface drip irrigation ensured a good structural condition in the content of air-dry, agronomically valuable, 0.25–10 mm particles. The average content of air-dry aggregates on the control is 75.76%, with drip irrigation – 76.33%.

Subsurface drip irrigation provided a good structural condition of the soil in the content of water-resistant units in the size of 0.25 – 5.00 mm. The average value of this indicator for the soil layer 0–40 cm in the control is 53.69%, in the variant with irrigation – 58.89.

An analysis of variance of wet soil sieving to assess the significance of differences between the variants revealed that a significant difference in values for the soil layer of 10–20 cm is significant, in particular, it is 10.96% in favor of irrigation and is significant.

The point evaluation of the ecological-ameliorative condition of the soil of the experimental area by diagnostic agrophysical indicators showed the possibility of using subsurface drip irrigation in the further obligatory implementation of ecological-ameliorative monitoring of irrigated areas.

**SUBSURFACE DRIP IRRIGATION, AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL, DISPERSION ANALYSIS, DENSITY OF SOIL STRUCTURE, AGGREGATE COMPOSITION OF SOIL**

**АННОТАЦИЯ**  
**ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПО**  
**АГРОФИЗИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**  
**ПОДПОЧВЕННОГО КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

**Шовкун А. А.**

Бакалаврская квалификационная работа «Оценка эколого-мелиоративного состояния почвы по агрофизическими показателями при использовании подпочвенного капельного орошения» демонстрирует результаты проведения полевого опыта на насаждениях липы, в котором изучалось влияние подпочвенного капельного орошения на агрофизические показатели почвы – плотность, количество воздушно-сухих агрегатов, количество водоупорных агрегатов. По диагностическими агрофизическими показателями предоставлена балльная оценка эколого-мелиоративного состояния почвы.

Объем работы составляет 42 страниц, 4 рисунка, 9 таблиц, 4 приложения, 21 использованный источник.

Актуальность работы: Результаты исследования послужили проведению балльной оценки эколого-мелиоративного состояния почвы по диагностическим агрофизическими показателями, которые показали возможность использования подпочвенного капельного орошения на насаждениях липы при дальнейшем обязательном осуществлении эколого-мелиоративного мониторинга.

Результаты показателей равновесной плотности почвы указывают на их оптимальное значение в начале вегетации в 2019 году. Для всех слоев почвы (1,16–1,22 г/см<sup>3</sup>). Результаты дисперсионного анализа указывают на отсутствие существенных различий по этому показателю между вариантом с подпочвенным капельным орошением и контролем по всем исследуемым слоях почвы.

Использование подпочвенного капельного орошения обеспечило хорошее структурное состояние по содержанию воздушно-сухих, ценных в агрономическом отношении, частиц размером 0,25–10 мм. Среднее значение содержания воздушно-сухих агрегатов на контроле составляет 75,76%, при капельном подпочвенном орошении – 76,33%.

Подпочвенное капельное орошение обеспечило хорошее структурное состояние почвы по содержанию в нем водоупорных агрегатов размером 0,25–5,00 мм. Среднее значение этого показателя для слоя почвы 0–40 см на контроле составляет 53,69%, на варианте с орошением – 58,89.

Дисперсионный анализ результатов мокрого просеивания почвы для оценки существенности различий между вариантами обнаружил, что существенной разницы значений для слоя почвы 10–20 см, в частности она составляет 10,96% в пользу орошения и является существенной.

Балльная оценка эколого-мелиоративного состояния почвы исследуемого участка по диагностическим агрофизическим показателям показала возможность использования подпочвенного капельного орошения при дальнейшем обязательном осуществлении эколого-мелиоративного мониторинга орошаемых участков.

**ПОДПОЧВЕННОЕ КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ, ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ, АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	11
РОЗДІЛ 1 ВПЛИВ ПІДҐРУНТОВОГО КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ НА АҐРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ.....	12
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	15
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	21
3.1. Оцінка щільності ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення.....	21
3.2. Агрегатний склад ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення.....	24
3.3. Бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними агрофізичними показниками.....	32
ВИСНОВКИ .....	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	35
ДОДАТКИ .....	38

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Системне управління при експлуатації ґрунтів в умовах урболандшафту в Україні спрямоване на збереження і примноження продуктивних, екологічних і соціальних функцій ґрунтів на необмежено тривалу перспективу [10]. Тому актуальним є проведення оцінки еколого-меліоративного стану ґрунту при використанні сучасних технологій поливу, зокрема підґрунтового краплинного зрошення.

**Мета роботи:** оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за агрофізичними показниками при використанні підґрунтового краплинного зрошення на насадженнях липи.

**Об'єктом дослідження** є ґрунт дослідних ділянок під насадженнями липи, які розташовані у межах науково-експериментальної функціональної зони Дендрологічного парку загальнодержавного значення Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва.

**Предметом дослідження** є агрофізичні ґрунтові показники, що характеризують відсутність або наявність ґрунтово-деградаційних процесів на дослідних ділянках з підґрунтовим крапельним зрошенням, ступінь їх розвитку.

Для реалізації поставленої мети визначені наступні **завдання**:

- аналіз наукових досліджень з обраної теми;
- визначення агрофізичних показників ґрунту;
- бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними агрофізичними показниками;
- створення банку даних агрофізичних показників ґрунту для складання прогностичних моделей розвитку еколого-меліоративного стану ґрунтів, що зрошуються.

**Методи дослідження:** польовий, аналітичний та статистичний методи, аналіз наукової інформації. У роботі використано картографічні дані, наукову і науково-методичну літературу, електронні ресурси, нормативні документи.

## РОЗДІЛ 1

### ВПЛИВ ПІДГРУНТОВОГО КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ НА АГРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ

Як наголошується в доповіді ФАО, до найбільш важливих проблем, які потребують вирішення з урахуванням передбачуваних впливів зміни клімату, відносяться в тому числі, підтримання необхідних екосистемних послуг і врегулювання питань використання земельних і водних ресурсів в різних цілях [21].

Метою конкретного зрошення на місцях повинно бути збереження води шляхом спрямування кількості та частоти використання води відповідно до встановлених просторових та часових потреб води [3].

Системне управління при експлуатації ґрунтів в умовах урболандшафту в Україні спрямоване на збереження і примноження продуктивних, екологічних і соціальних функцій ґрунтів на необмежено тривалу перспективу [10].

Зокрема, системний підхід ставить високі вимоги щодо енергоефективності, екологічної безпеки та економічної обґрунтованості технологій поливу у міському озелененні.

До 2050 року вчені прогнозують зростання середньорічної температури на 1,37 °C при незначному збільшенні (до 10%) кількості опадів, яке не зможе компенсувати рівень потепління. Це означає подальше зростання дефіциту кліматичного водного балансу для всіх регіонів України частини [19].

Зрошення є потужним чинником впливу на агроценози в цілому та їхній основний компонент – ґрунти. Усі складники ґрунту як цілісної системи більшою чи меншою мірою зазнають трансформувальних впливів зрошення, які спричиняють виведення цієї системи з рівноважного стану з досягненням у подальшому стабілізації на якісно й кількісно новому рівні. Ці зміни полягають у такому: трансформація водного, повітряного, термічного й окисно-відновного режимів; інтенсифікація біологічних процесів; підвищення рухомості та реакційної здатності сполук багатьох елементів, що входять до складу рідкої та

твердої фаз ґрунту, у тому числі мікро- й макроелементів живлення рослин і токсикантів-забруднювачів; підвищення динамічності та мінливості низки фізичних параметрів ґрунту (щільність, твердість, липкість, структурність, водопроникність тощо); у деяких випадках – перерозподіл гранулометричних часток різного розміру по ґрунтовому профілю; кількісні та якісні зміни колоїдної частини [8].

Використання технології SDI може заощадити до 25% – 50% води щодо поверхневого зрошення [1, 2, 5]. Відповідно до розрахунків USDA-NASS, використання підґрунтового краплинного зрошення в США за 2006-2016 рр. збільшилось на 89% [4].

В дослідженнях Л. Г. Усатої та С. В. Рябкова фізичні властивості за довготривалого використання краплинного зрошення набули сприятливих для рослин і ґрунтів параметрів у зонах зволоження та деградували до критичних станів за їх межами без зрошення [20].

Близько 80% орних земель України (понад 24 млн га) мають такі типи водного режиму ґрунтів, які формують домінування дефіцитного (або періодично дефіцитного) зволоження. Це робить водний режим украй важливим фактором, що найчастіше лімітує родючість ґрунтів і врожаї сільськогосподарських культур. Кардинальним заходом оптимізації і стабілізації аграрного виробництва в періодичних і систематичних посушливих умовах клімату (особливо в зонах Лівобережного Лісостепу і південних провінцій Степу) є зрошення. Головними завданнями у відновленні зрошення має стати мінімізація меліоративного навантаження на ґрунт способом нормованого водокористування і переведення зрошуваного землеробства на адаптивно-ландшафтні екологічно безпечні системи [14].

Підґрунтове крапельне зрошення (ПКЗ) (subsurface drip irrigation – SDI) порівняно з традиційним способом поливу (дощуванням) має такі головні переваги:

– спосіб зрошення при якому глибина укладання крапельної стрічки підбирається індивідуально та залежить від вимог декоративних культур та типу ґрунту;

– ефективне використання водних ресурсів забезпечує найбільш ефективний спосіб доставки води, добрив та засобів захисту рослин безпосередньо до кореневої зони рослин;

– поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту та як наслідок, поліпшення росту й розвитку кореневої системи [11].

Використання підґрунтових систем крапельного зрошення дає більше можливостей для ефективного зрошення, з можливістю автоматизації процесу зрошення. Той факт, що система зрошення повністю знаходиться під поверхнею, відкриває нові можливості для повної механізації процесу виробництва [12].

В умовах міського середовища також дуже важливим є технічні умови експлуатації систем зрошення. При використанні підґрунтового крапельного зрошення зменшується вплив людського чинника, що є значною перевагою над традиційними методами зрошення. Підґрунтове розташування зводить до мінімуму можливість пошкодження крапельних ліній та трубопроводів. Застосування цієї технології надає можливість до зрошення ділянок нестандартної форми та пагористих ділянок. До того ж, економічній обґрунтованості застосування технології підґрунтового крапельного зрошення сприяє те, що система не заважає пересуванню техніки, має тривалий термін експлуатації без необхідності сезонного монтажу і демонтажу [11].

Названі переваги ПКЗ виявляються тільки при дотриманні всіх вимог технологічних процесів вирощування культур, здійсненні еколого-меліоративного моніторингу (ЕММ) та його різновиду – ґрунтово-меліоративного моніторингу (ГММ) на зрошуваних масивах [13].

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження агрофізичних властивостей ґрунту при застосуванні підземного краплинного зрошення проводилось на дослідних ділянках під дворічними насадженнями липи, які розташовані у межах науково-експериментальної функціональної зони Дендрологічного парку загальнодержавного значення Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва (рис. 2.1).

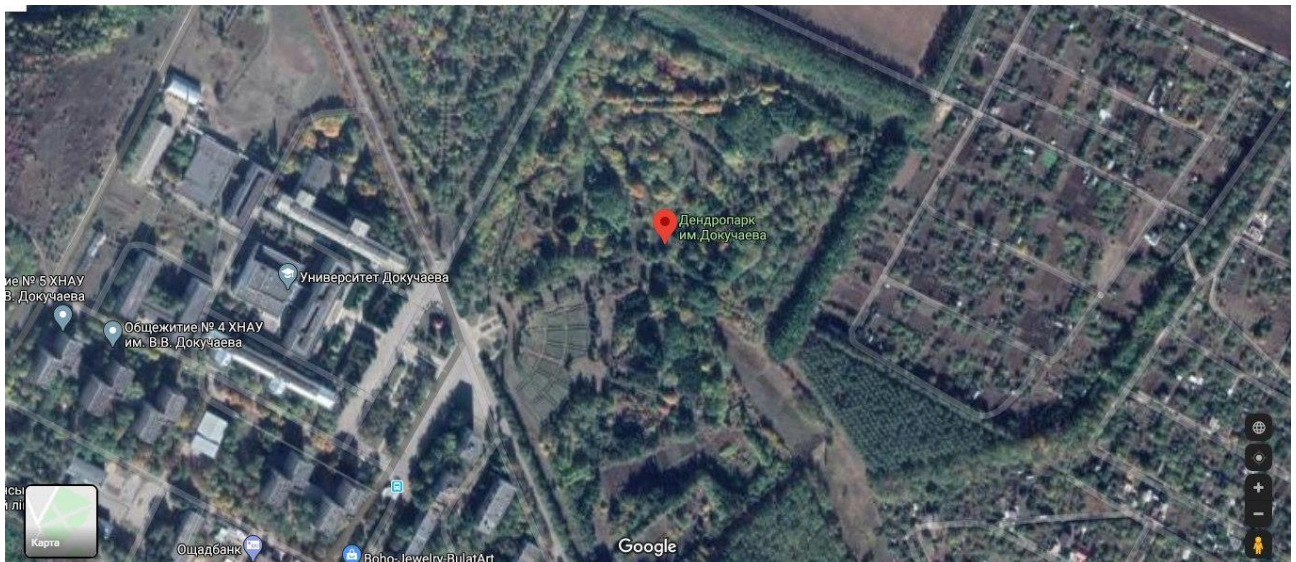


Рис. 2.1 – Місце розташування дослідних ділянок

За ґрунтово-кліматичними умовами – це південна частина Лівобережного Лісостепу. Тип лісорослинних умов – свіжий груд. Ґрунти – типові середньозмиті чорноземи, які підстилаються лесоподібними суглинками на товстому шарі пісків полтавського ярусу. Клімат континентальний з нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря  $+ 6,5^{\circ}\text{C}$  з коливанням від  $+ 38^{\circ}\text{C}$  до  $- 35^{\circ}\text{C}$ . Безморозний період становить 113-200 днів. Середньорічна сума опадів становить 520 мм з коливанням від 330 до 740 мм. Бездощовий період може тривати від 10 до 52 днів. Термін з відносною вологістю повітря

нижче 30% може становити 24 та більше діб. В ці дні можливі суховії та засухи [15, 16].

Дослід був закладений навесні 2018 року під дворічні насадження липи (*Tilia Cordata Mill*) (додаток А).

Польовий дослід проводили відповідно загальноприйнятих методик та супроводжували спостереженнями та визначеннями ґрунтових параметрів [13, 17].

Відбір ґрунтових зразків здійснювався в зоні рядку насаджень липи за шарами ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см у чотирьохкратному повторенні.

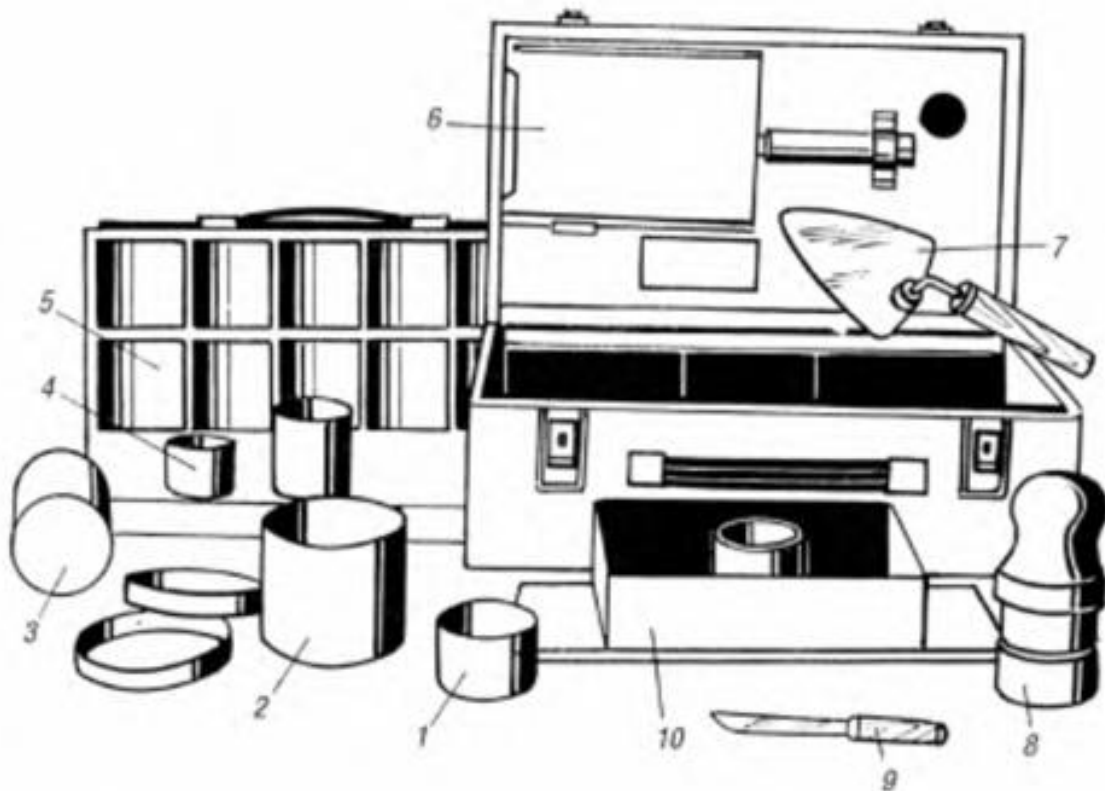
З метою вивчення впливу підґрунтового краплинного зрошення на агрофізичні властивості ґрунту були проведені такі дослідження:

– щільність ґрунту визначалася за методом Качинського в шарах ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см навесні на початку вегетації [6];

– макроагрегатний аналіз – методом сухого просіювання за Савиновим, водотривкість структури ґрунту – методом мокрого просіювання в шарах ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см [9];

– Статистичну обробку результатів для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [7].

При визначення об'ємної маси ґрунту за методом Качинського використовували прилад, основною частиною якого є циліндри-бури об'ємом 100 і 500 см<sup>3</sup> для відбирання зразків ґрунту без порушення його будови. До комплекту входять спрямовувач для вертикального занурення циліндра в ґрунт, ударник, молоток для забивання циліндра, якщо шар ґрунту дуже ущільнений, ніж, лопаточка, совок, буюкси малі й великі (рис. 2.2).



Набір інструментів для визначення щільності ґрунту буровим методом Качинського: 1 і 2 – циліндри-бури; 3 – молоток; 4 і 5 – алюмінієві банки з кришками; 6 – совок; 7 – лопаточка; 8 – шомпол; 9 – ніж; 10 – направитель (Вадюнина, Корчагіна, 1986).

Рис. 2.2 – Набір інструментів для визначення щільності ґрунту [6]

Фракціонування ґрунту у повітряно-сухому стані (сухе просіювання). Із зразка ґрунту, доведеного в лабораторії до повітряно-сухого стану, брали середню пробу 0,5 кг і просіювали на ситах з отворами 10 мм; 7 мм; 5 мм; 3 мм; 2 мм; 1 мм; 0,5 мм та 0,25 мм. Набір сит повинен мати піддонник для збирання фракції < 0,25 мм і кришку для запобігання розпорошеного ґрунту при просіюванні.

Сухим просіюванням ґрунт розділяється на фракції: >10 мм; 10–7 мм; 7–5 мм; 5–3 мм; 3–2 мм; 2–1 мм; 1–0,5 мм; 0,5–0,25 мм; < 0,25 мм.

Кожну фракцію агрегатів збирають окремо, зважують і обчислюють вміст у процентах. Вміст фракції < 0,25 мм визначають за різницею між взятою для аналізу наважкою ґрунту і сумою фракцій > 0,25 мм. За 100% приймається вся взята для аналізу наважка (рис. 2.3).

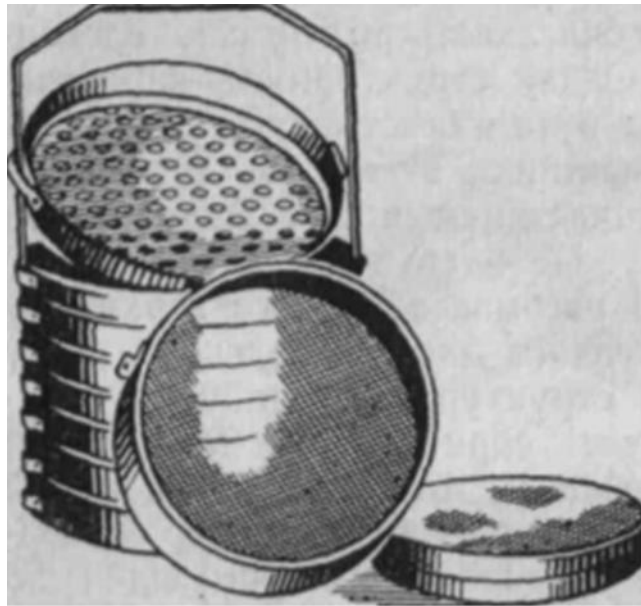


Рис. 2.3 – Набір сит для фракціонування ґрунту у повітряно-сухому стані (сухе просіювання) [9]

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, пропорційне 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.

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.

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 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 та 0,25 мм. Скріплюють сита металевими пластинами або дротяними дужками. Шар води у посудині повинен бути на 5–6 см вище борту верхнього сита.

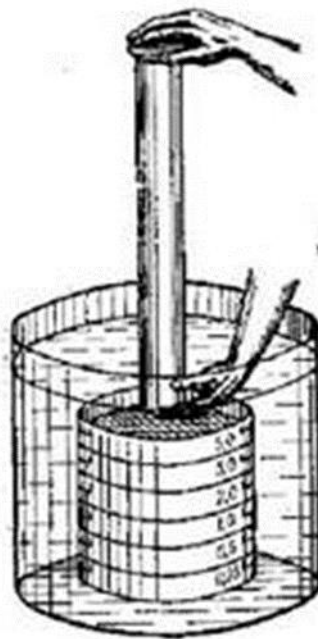


Рис. 2.4 – Набір сит для визначення водостійкості агрегатів  
(мокре просіювання) [9]

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 стакана зливають, воду, яка залишилась, випарюють на піщаній бані або на електричній плитці. Вміст фракцій обчислюють на повітряно-суху або абсолютно суху наважку.

Оскільки для визначення водостійкості беруть середню пробу 50 г (половину процентного вмісту фракцій, одержаних під час сухого просіювання), то при розрахунку маси 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 %).

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 3.1. Оцінка щільності ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення

Для оцінки агрофізичних властивостей ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення обов'язковим є визначення маси одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту з непорушеною будовою, або об'ємної маси ґрунту, або щільності ґрунту.

Величина щільності ґрунту залежить від механічного складу, структури і будови ґрунту, від наявності органічної речовини та характеру рослинності. Вона динамічна в часі і просторі. Особливо мінлива щільність ґрунту у верхніх шарах ґрунту.

У землеробстві розрізняють оптимальну та рівноважну щільність ґрунту. При першій створюються найсприятливіші умови для розвитку рослин. Рівноважна характерна для даного виду ґрунту в природних умовах залежно від фази розвитку рослин.

Оптимальною щільністю для розвитку рослин вважають 1–1,3 г/см<sup>3</sup>, гірше розвиваються вони за щільності 1,5–1,8 г/см<sup>3</sup>, а вище цих показників створюються взагалі несприятливі умови для їхньої вегетації.

Щільність ґрунту – це одна з важливіших характеристик, яка визначає водний, повітряний, тепловий режими. При оптимальному ущільненні знижується коефіцієнт водоспоживання, збільшується вміст водотривких агрегатів, активізуються біологічні процеси в ґрунті, покращується живлення рослин. Підвищення щільності викликає зменшення найбільш крупних пор, зниження некапілярної скважності, порозності аерації, що порушує водно-повітряний режим, ускладнює процес нітрифікації і створює сприятливі умови для процесу денітрифікації. Це обмежує можливості використання рослинами азоту з ґрунту. Ріст і розвиток в умовах низької некапілярної скважності такі ж, як і в умовах анаеробіозу, а його водний режим не відрізняється від такого ж в

безструктурних ґрунтах. Внаслідок підвищення щільності складання ґрунту знижується винос рослинами поживних речовин.

Визначення щільності ґрунту проводилося згідно рекомендаціям [13] перед початком поливного періоду, результати представлені у таблиці 3.1.

Результати показників рівноважної щільності ґрунту вказують на їхнє оптимальне значення після поливного сезону 2018 року на початку вегетації у 2019 році для всіх шарів ґрунту. Для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами був застосований дисперсійний аналіз результатів визначення щільності ґрунту (таблиця 3.2).

Таблиця 3.1

Щільність ґрунту по варіантах досліді з насадженнями липи, г/см<sup>3</sup>, 2019 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Повторення				Середнє значення
		1	2	3	4	
Контроль	0–10	1,28	1,16	1,27	1,18	1,22
	10–20	1,36	1,26	1,34	1,36	1,33
	20–30	1,28	1,25	1,18	1,20	1,23
	30–40	1,18	1,16	1,24	1,31	1,22
Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	1,16	1,23	1,20	1,29	1,22
	10–20	1,17	1,23	1,26	1,12	1,20
	20–30	1,25	1,27	1,17	1,25	1,23
	30–40	1,21	1,17	1,21	1,07	1,16
НСР	0–10	–				
	10–20	–				
	20–30	–				
	30–40	–				

Результати вказують на відсутність суттєвої різниці між варіантом з підґрунтовим краплинним зрошенням та контролем по всіх досліджуваних шарах ґрунту.

Тобто застосування підгрунтового крапельного зрошення зберігає оптимальне значення щільності ґрунту. Відсутність ущільнення ґрунту, пухка поверхня його поверхневого шару, відсутність коркоутворення сприяє росту й розвитку як кореневої системи, так і надземної частини рослин.

Таблиця 3.2

Дисперсійний аналіз результатів визначення щільності ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами

Шар ґрунту, см	Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
0–10	Загальна	0,019712	7,00			
	Повторень	0,002496	3,00			
	Варіантів	0,000013	1,00	0,00001	0,0022	10,13
	Похибка	0,017203	3,00	0,00573		
10–20	Загальна	0,055275	7,00			
	Повторень	0,004438	3,00			
	Варіантів	0,035940	1,00	0,03594	7,24	10,13
	Похибка	0,014898	3,00	0,00497		
20–30	Загальна	0,012722	7,00			
	Повторень	0,010753	3,00			
	Варіантів	0,000020	1,00	0,00002	0,03	10,13
	Похибка	0,001949	3,00	0,00065		
30–40	Загальна	0,034757	7,00			
	Повторень	0,004129	3,00			
	Варіантів	0,007298	1,00	0,00730	0,94	10,13
	Похибка	0,023331	3,00	0,00778		

### 3.2. Агрегатний склад ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення

Під структурою ґрунту розуміють сукупність окремоостей, або агрегатів, різних за розмірами, формою, міцністю та зв'язністю та водотривкістю. Структурне відокремлення – агрегат складається з первинних частинок (механічних елементів), або мікроагрегатів, з'єднаних між собою внаслідок коагуляції колоїдів, склеювання, злипання.

Агрегати, які утворюються з первинних механічних елементів, належать до першого порядку. Силами залишкових валентностей, а також шляхом склеювання та злипання можуть утворюватись агрегати другого, третього та інших порядків.

У міру збільшення розміру агрегату зв'язок між окремими складовими послаблюється, отже, зменшуються зв'язність і міцність.

Здатність ґрунту під впливом механічних дій розпадатися на структурні окремості, або агрегати, називають його структурністю [18].

За вмістом агрономічноцінної структури у ґрунті С. І. Долгов та інші розробили шкалу, згідно з якою ґрунти, які містять більше 80% повітряно-сухих і більше 70% водотривких агрегатів мають відмінний структурний стан, 80-60% сухих і 70-55% водотривких – добрий, 60-40% сухих і 55-40% водотривких – задовільний [6].

Розподіл ґрунту по фракціям на контрольному та на варіанті з підземним крапельним зрошенням при сухому просіюванні представлений у таблиці 3.3 і таблиці 3.4.

Таблиця 3.3

Розподіл ґрунту по фракціям при сухому просіюванні (контрольний варіант),  
2019 р.

Шар ґрунту, см	Розмір фракцій	Вага фракцій, г	Вага фракцій, %	Вага фракцій, г	Вага фракцій, %	Середнє
		Контроль				
		Повторення 1		Повторення 2		
0-10	>10	67,22	13,44	53,02	10,60	12,02
	10-7	32,33	6,47	53,26	10,65	8,56
	7-5	38,47	7,69	65,73	13,15	10,42
	5-3	78,65	15,73	109,75	21,95	18,84
	3-2	58,24	11,65	63,12	12,62	12,14
	2-1	119,64	23,93	95,3	19,06	21,49
	1-0,5	26,94	5,39	22,22	4,44	4,92
	0,5-0,25	39,22	7,84	21,63	4,33	6,09
	<0,25	39,29	7,86	15,97	3,19	5,53
10-20	>10	55,08	11,02	139,66	27,93	19,47
	10-7	46,35	9,27	68,69	13,74	11,50
	7-5	52,74	10,55	67,66	13,53	12,04
	5-3	100,22	20,04	94,45	18,89	19,47
	3-2	67,09	13,42	42,72	8,54	10,98
	2-1	111,00	22,20	55,44	11,09	16,64
	1-0,5	24,93	4,99	12,98	2,60	3,79
	0,5-0,25	28,61	5,72	12,65	2,53	4,13
	<0,25	13,98	2,80	5,75	1,15	1,97
20-30	>10	100,79	20,16	223,75	44,75	32,45
	10-7	85,40	17,08	53,09	10,62	13,85
	7-5	82,83	16,57	46,61	9,32	12,94
	5-3	47,82	9,56	61,07	12,21	10,89

## Продовження таблиці 3.3

20-30	3-2	66,37	13,27	31,36	6,27	9,77
	2-1	49,48	9,90	54,78	10,96	10,43
	1-0,5	49,02	9,80	13,07	2,61	6,21
	0,5-0,25	13,89	2,78	12,1	2,42	2,60
	<0,25	4,38	0,88	4,17	0,83	0,86
30-40	>10	117,30	23,46	71,01	14,20	18,83
	10-7	66,59	13,32	59,87	11,97	12,65
	7-5	57,33	11,47	60,26	12,05	11,76
	5-3	88,37	17,67	96,57	19,31	18,49
	3-2	48,33	9,67	58	11,60	10,63
	2-1	76,47	15,29	60,06	12,01	13,65
	1-0,5	17,96	3,59	22,06	4,41	4,00
	0,5-0,25	18,87	3,77	23,04	4,61	4,19
	<0,25	8,78	1,76	49,13	9,83	5,79

Таблиця 3.4

Розподіл ґрунту по фракціям при сухому просіюванні, 2019 р.

Шар ґрунту, см	Розмір фракцій	Вага фракцій, г,	Вага фракцій, %	Вага фракцій, г	Вага фракцій, %	Середнє
		Підґрунтове краплинне зрошення				
		Повторення 1		Повторення 2		
0-10	>10	107,70	21,54	104,74	20,95	21,24
	10-7	64,24	12,85	53,53	10,71	11,78
	7-5	78,93	15,79	68,21	13,64	14,71
	5-3	120,89	24,18	123,08	24,62	24,40
	3-2	45,41	9,08	60,35	12,07	10,58
	2-1	67,91	13,58	62,52	12,50	13,04
	1-0,5	5,35	1,07	9,28	1,86	1,46

Продовження таблиці 3.4

0-10	0,5–0,25	4,91	0,98	9,5	1,90	1,44
	<0,25	4,66	0,93	8,79	1,76	1,35
10-20	>10	93,07	18,61	110,6	22,12	20,37
	10–7	47,65	9,53	66,57	13,31	11,42
	7–5	57,91	11,58	71,45	14,29	12,94
	5–3	106,04	21,21	112,3	22,46	21,83
	3–2	69,41	13,88	61,89	12,38	13,13
	2–1	89,27	17,85	59,11	11,82	14,84
	1–0,5	14,49	2,90	7,32	1,46	2,18
	0,5–0,25	15,52	3,10	6,32	1,26	2,18
20-30	<0,25	6,64	1,33	4,44	0,89	1,11
	>10	125,47	25,09	125,41	25,08	25,09
	10–7	52,14	10,43	65,11	13,02	11,73
	7–5	57,36	11,47	68,66	13,73	12,60
	5–3	96,72	19,34	103,86	20,77	20,06
	3–2	57,09	11,42	56,9	11,38	11,40
	2–1	76,81	15,36	59,24	11,85	13,61
	1–0,5	11,66	2,33	9,1	1,82	2,08
	0,5–0,25	15,50	3,10	6,9	1,38	2,24
30-40	<0,25	7,25	1,45	4,82	0,96	1,21
	>10	74,38	14,88	148,74	29,75	22,31
	10–7	48,54	9,71	60,47	12,09	10,90
	7–5	53,67	10,73	63,77	12,75	11,74
	5–3	106,80	21,36	96,2	19,24	20,30
	3–2	68,41	13,68	52,1	10,42	12,05
	2–1	93,20	18,64	55,22	11,04	14,84
	1–0,5	17,14	3,43	9,04	1,81	2,62
	0,5–0,25	23,74	4,75	8,51	1,70	3,23
<0,25	14,12	2,82	5,95	1,19	2,01	

Структурний стан за вмістом повітряно-сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25-10 мм наданий у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вміст повітряно-сухих агрегатів при сухому просіюванні по варіантах дослідів, 2019 р.

Варіант	Шар, см	Кількість повітряно-сухих агрегатів (0,25-10 мм), %	Коефіцієнт структурності
Контроль	0-10	82,45	4,7
	10-20	78,56	3,7
	20-30	66,69	2,0
	30-40	75,35	3,1
	0-40	75,76	3,4
Підґрунтове краплинне зрошення	0-10	77,41	3,4
	10-20	78,53	3,7
	20-30	73,71	2,8
	30-40	75,68	3,1
	0-40	76,33	3,3

В нашому досліді використання підґрунтового краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан за вмістом повітряно-сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25-10 мм. Середнє значення вмісту повітряно-сухих агрегатів на контролі складає 75,76%, при краплинному підґрунтовому зрошенні – 76,33%. Значення коефіцієнтів структурності також майже збігаються – 3,4 на контролі, – 3,3 на досліджуваному варіанті.

Результати визначення ваги фракцій ґрунту при мокрому просіюванні представлені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Вага фракцій ґрунту при мокрому просіюванні по варіантах досліду, г абс. сух.  
ґрунту, 2019 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Розмір фракцій, мм	Повторення			
			1	2	3	4
Контроль	0–10	5–3	0,83	0,89	0,85	0,85
		3–2	0,66	0,76	1,32	0,87
		2–1	3,32	3,36	3,44	2,5
		1–0,5	4,82	5,95	5,62	4,91
		0,5–0,25	14,72	16,09	15,69	15,12
	10–20	5–3	0,78	0,66	1,2	1,1
		3–2	0,82	0,89	1,14	1,17
		2–1	2,8	2,47	4,24	3,16
		1–0,5	5,86	5,8	7,84	5,01
		0,5–0,25	16,37	14,82	13,86	11,67
	20–30	5–3	0,37	1,14	1,12	1,13
		3–2	0,96	1,22	1,15	1,14
		2–1	3,88	3,09	3,9	3,66
		1–0,5	5,82	4,42	3,69	5,8
		0,5–0,25	15,39	15,04	13,6	18,02
	30–40	5–3	0,71	0,77	1,11	0,83
		3–2	1,37	1,51	1,48	1,37
		2–1	5,22	4,96	3,92	4,24
		1–0,5	7,48	6,65	5,92	6,35
		0,5–0,25	17,83	15,39	16,01	17,63
Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	5–3	14,31	12,43	9,76	9,69
		3–2	4,73	3,76	4,03	2,85
		2–1	4,93	4,61	5,28	3,18

Продовження таблиці 3.6

Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	1–0,5	2,85	3,26	4,19	2,84
		0,5–0,25	5,2	4,06	4,82	3,66
	10–20	5–3	5,55	4,39	5,64	5,85
		3–2	2,76	3,03	2,78	3,19
		2–1	5,29	5,89	6,44	6,16
		1–0,5	8,39	7,12	7,36	7,7
		0,5–0,25	8,07	10,23	8,52	9,22
		5–3	2,47	2,17	2,85	4,35
	20–30	3–2	2,55	2,12	2,29	2,22
		2–1	4,98	4,77	4,64	5,02
		1–0,5	7,3	7,29	7,38	6,98
		0,5–0,25	9,52	12,9	12,22	9,98
		5–3	1,62	3,13	2,31	3,01
	30–40	3–2	3,41	1,68	1,96	2,57
		2–1	4,89	4,73	4,3	5,09
		1–0,5	7,77	5,98	5,8	6,58
		0,5–0,25	12,41	12,42	19,57	13,87

Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами представлений у таблиці 3.7.

Дані про кількість водотривких агрегатів (5–0,25 мм) представлені у таблиці 3.8.

Результати мокрого просіювання вказують на те, що підґрунтове краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан ґрунту за вмістом в ньому водотривких агрегатів розміром 0,25–5,00 мм. Середнє значення цього показника для шару ґрунту 0–40 см на контролі складає 53,69 %, на варіанті зі зрошенням – 58,89 %.

Таблиця 3.7

Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами.

Шар ґрунту, см	Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
0–10	Загальна	255,78	7			
	Повторень	124,90	3			
	Варіантів	30,97	1	30,97	0,93	10,13
	Похибка	99,91	3	33,30		
10–20	Загальна	255,78	7			
	Повторень	124,90	3			
	Варіантів	30,97	1	240,24	10,56	10,13
	Похибка	99,91	3	22,76		
20–30	Загальна	255,78	7			
	Повторень	124,90	3			
	Варіантів	30,97	1	44,75	2,03	10,13
	Похибка	99,91	3	22,07		
30–40	Загальна	255,78	7			
	Повторень	124,90	3			
	Варіантів	30,97	1	2,76	3,00	10,13
	Похибка	99,91	3	0,92		

Структуру ґрунту є найважливішим показником родючості ґрунту. Цей показник детермінує такі властивості ґрунту, як пористість, водо- і повітропроникність, вологоекмість, повітряний і тепловий режими, опір ґрунту під час обробітку, а також розвиток мікробного ценозу та біохімічних процесів. Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами виявив, що суттєвою є різниця значень

для шару ґрунту 10–20 см, зокрема вона складає 10,96% на користь зрошення і є суттєвою.

Таблиця 3.8

Кількість водотривких агрегатів (0,25–5,00 мм) по варіантах досліду з насадженнями липи, %, 2019 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Повторення				Середнє значення
		1	2	3	4	
Контроль	0–10	48,70	54,10	53,84	48,50	51,29
	10–20	53,26	49,28	56,56	44,22	50,83
	20–30	52,84	49,82	46,92	59,5	52,27
	30–40	65,22	58,56	56,88	60,84	60,38
	0–40					53,69
Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	64,04	56,24	56,16	44,44	55,22
	10–20	60,12	61,32	61,48	64,24	61,79
	20–30	53,64	58,5	58,76	57,1	57,00
	30–40	60,20	55,88	67,88	62,24	61,55
	0–40					58,89
НСР	0–10	-				
	10–20	10,72				
	20–30	-				
	30–40	-				

3.3. Бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними агрофізичними показниками

Бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту дослідної ділянки при застосуванні підґрунтового краплинного зрошення, зокрема за діагностичними агрофізичними показниками проводилась за рекомендаціями

щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» [13]. Результати представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Бальна оцінка діагностичних агрофізичних показників ґрунту на досліді з підґрунтовим краплинним зрошенням, травень 2019 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Щільність ґрунту, бали	Кількість повітряно-сухих агрегатів (0,25-10 мм), бали	Кількість водотривких агрегатів (0,25–5,00 мм), бали
Контроль	0–10	0	0	0
	10–20	0	0	0
	20–30	0	0	0
	30–40	0	0	0
Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	0	0	0
	10–20	0	0	0
	20–30	0	0	0
	30–40	0	0	0

Сума балів для діагностичних агрофізичних показників дорівнює нулю, що дозволяє використовувати підґрунтове краплинне зрошення при подальшому обов'язковому здійсненні еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних ділянок.

## ВИСНОВКИ

1. Результати показників рівноважної щільності ґрунту вказують на їхнє оптимальне значення на початку вегетації у 2019 р. для всіх шарів ґрунту (1,16–1,22 г/см<sup>3</sup>). Результати дисперсійного аналізу вказують на відсутність суттєвої різниці за цим показником між варіантом з підґрунтовим краплинним зрошенням та контролем по всіх досліджуваних шарах ґрунту.

2. Використання підґрунтового краплинного зрошення забезпечило добрий структурний стан за вмістом повітряно-сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25–10 мм. Середнє значення вмісту повітряно-сухих агрегатів на контролі складає 75,76%, при краплинному підґрунтовому зрошенні – 76,33%.

3. Значення коефіцієнтів структурності майже збігаються – 3,4 на контролі, – 3,3 на досліджуваному варіанті.

4. Підґрунтове краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан ґрунту за вмістом в ньому водотривких агрегатів розміром 0,25–5,00 мм. Середнє значення цього показника для шару ґрунту 0–40 см на контролі складає 53,69%, на варіанті зі зрошенням – 58,89.

5. Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами виявив, що суттєвою є різниця значень для шару ґрунту 10–20 см, зокрема вона складає 10,96% на користь зрошення і є суттєвою. Бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту дослідної ділянки за діагностичними агрофізичними показниками показала можливість використовувати підґрунтового краплинного зрошення при подальшому обов'язковому здійсненні еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних ділянок.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Camp C. R. Subsurface drip irrigation : a review. Transactions of the ASAE. Vol. 41(5). 1998. P. 1353.
2. Camp C. R., Lamm F. R., Evans R. G., Phene C. J. Subsurface drip irrigation: Past, present and future. In proceedings of *the 4th Decennial National Irrigation Symposium*. Phoenix, 2000. P. 14-16.
3. Evans, R. G., King, B. A. Site-specific sprinkler irrigation in a water limited future. 5th National Decennial Irrigation Conference Proceedings. 5-8 December 2010. Phoenix : American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2010. P. 1.
4. Lamm, F. R. Cotton, tomato, corn, and onion production with subsurface drip irrigation : a review. Transactions of the ASABE. 2016. P. 263-278.
5. Sinobas, L. R., Rodríguez, M. G. A review of subsurface drip irrigation and its management. *Water Quality, Soil and Managing Irrigation of Crops*. 2012. P. 171-194.
6. Долгов С. И., Бахтин П. У., Растворова О. Г. Физика почв. Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. С. 91–96.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Ромащенко М. І., Шевченко А. М., Савчук Д. П. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України. Київ : Аграр. Наука, 2013. 160 с.
9. Кротінов О. П. , Масимчук І. П., Манько Ю. П., Руденко І. С. Лабораторно-практичні заняття по землеробству. Київ : УСГА, 1993. 280 с.
10. Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей) / за наук. ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. Харків : Стильна типографія, 2018. 116 с.

11. Підґрунтове крапельне зрошення : веб-сайт. URL: <http://www.unifer.de/ua/tehnologii-zroshenya/pidruntove-krapelne-zroshennya> (дата звернення: 29.04.2020).
12. Підґрунтове крапельне зрошення : веб сайт. URL: <http://www.netafim.com.ua/subsurface-drip-irrigation-sdi-> (дата звернення: 29.04.2020).
13. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення / Балюк С. А. та ін. Харків : ННЦІГА імені О. Н. Соколовського, 2012. 20 с.
14. Ромащенко М. І., Савчук Д. П., Шевченко А. М., Шатковський А. П., Рябков С. В. Актуальні питання розвитку зрошення у контексті змін клімату : зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ : ЕКМО, 2008. Спецвипуск. С. 21–26.
15. Сайт Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва : веб-сайт. URL: <https://kнау.kharkov.ua/dendropark.html> (дата звернення: 29.04.2020).
16. Система протидеградаційних заходів у зрошуваному садівництві України. Рекомендації. Харків : Міськдрук, 2013. 80 с.
17. Спосіб відбору ґрунтових зразків в насадженнях багаторічних культур за умов краплинного зрошення. Рекомендації. Харків : Міськдрук, 2013. 24 с.
18. Тихоненко Д. Г. , Дегтярьов В. В. Практикум з ґрунтознавства. Вінниця : Нова Книга, 2008. 105 с.
19. В Україні все більше регіонів, де без зрошення агробізнес неможливий. Українська Зернова Асоціація : веб сайт. URL: <http://uga.ua/meanings/v-ukrayini-vse-bilshe-regioniv-de-bez-zroshennya-agrobiznes-nemozhlivij/> (дата звернення: 29.04.2020).
20. Усатова Л. Г., Рябков С. В. Просторова неоднорідність властивостей ґрунтів у насадженнях плодкових культур за краплинного зрошення. Меліорація, рекультивація, охорона ґрунтів, гумусовий стан, біологія ґрунтів, органічне землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків : Стиль-Іздат, 2018. С 60-63.

21.Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой. Рим, Москва: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций и Издательство «Весь Мир», 2012. С. 15.

# ДОДАТКИ



Закладка польового дослідю, 2018 р.



Глибина розташування краплинної стрічки

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут екології



# Сертифікат

№ 050

*про апробацію результатів наукових досліджень на*

**Annual student scientific conference «Ecology is a priority»**

*виданий*

*Shovkun O.*



Директор



Ганна ТІТЕНКО

Харків, 30.03. 2020 р.



Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально - науковий інститут екології



# Сертифікат

Про апробацію результатів наукових досліджень на  
VII Міжнародній конференції молодих вчених  
«Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування»

Шовкун О. О.

В. о. директора  
Навчально – наукового  
інституту екології



28 – 29.11.2019 м. Харків, Україна