

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
*ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ*

Агротехнічний факультет  
Кафедра загального землеробства

# **МЕТОДОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до виконання практичних робіт здобувачами ОПП "Агрономія"  
другого рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання  
спеціальності Н1-агрономія

Кропивницький 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
*ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ*

Агротехнічний факультет  
Кафедра загального землеробства

# **МЕТОДОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до виконання практичних робіт здобувачами ОПП "Агрономія"  
другого рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання  
спеціальності Н1-агрономія

Затверджено на засіданні кафедри  
загального землеробства  
протокол № 1 від 28 серпня 2025р.

Кропивницький 2025

УДК 167:631

Укладачі: М.І. Мостіпан, к. б. н., професор, завідувач кафедри загального землеробства, М.М. Ковальов, к-т с.-г. наук, доцент кафедри загального землеробства, Центральноукраїнський національний технічний університет

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Методологія і організація досліджень в агрономії» здобувачами ОПП«Агрономія» другого рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання спеціальності Н1-агрономія схвалено на засіданні кафедри загального землеробства

Протокол від. “28”серпня 2025 року № 1

Рецензент:

к. с.-г. н., доцент, доцент кафедри загального землеробства,  
Кулик Г.А.

© ЦНТУ

© Мостіпан М.І. Ковальов М.М.

## ЗМІСТ

	Стр.
ПЕРЕДМОВА	6
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1</b> Основні етапи виконання наукових досліджень	10
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2</b> Визначення щільності посівів польових культур	13
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3</b> Облік біомаси рослин польових культур	18
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4</b> Розрахунок витрат вологи у посівах польових культур за період їх вегетації	20
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5</b> Аналіз снопових зразків пшениці озимої	26
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6</b> Аналіз структури врожаю кукурудзи	30
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7</b> Облік врожаю	33
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8</b> Розрахунок вмісту білкового азоту та білка	39
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9</b> Визначення динаміки росту рослин польових культур	42

## ПЕРЕДМОВА

Стрімкий розвиток агропромислового в Україні в останні десятиріччя відбувається завдяки запровадженню новітніх інноваційних еколого-адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Це виявилось надійною базою для забезпечення продовольчої безпеки нашої держави в умовах війни. Головним завданням всього агропромислового комплексу в подальшому є забезпечення його сталого розвитку. Це можливо досягнути лише за умови впровадження нових, більш прогресивних агротехнологій, які міститимуть новітні наукові розробки як агротехнічного так і селекційного походження. Але розробка нової технології ще не означає досягнення бажаного результату. Важливим питанням при цьому залишається успішне запровадження цих технологій яке у більшості випадків супроводжується спочатку її випробуванням. Останній чинник вимагає від технологів знань та умінь здійснити об'єктивне випробування спираючись на використання нових методів проведення обліків чи спостережень, аналізу отриманих результатів та прийняття відповідних рішень. Великої актуальності набувають питання здатності агротехнологів і особливо тих, що працюють в наукових установах чи різних дистриб'ютерських компаніях до планування, розробки програми досліджень, побудови схем польових дослідів з дотриманням методичних вимог, аналізу отриманих результатів з використанням статистичних методів.

Одним із головних положень, що принципово відрізняє працівників, що займають посади зі ступенем вищої освіти магістр

від бакалавра є їх здатність не лише впроваджувати та розробляти нові еколого-адаптивні технології, а й передбачати їх наслідки та вносити корективи у технології в процесі їх запровадження спираючись на отриману інформацію про процеси, що протікають у посівах польових культур. Тому не менш важливим завданням дисципліни є формування у здобувачів здатності до глибокого аналізу та синтезу висновків чи пропозицій, які отримані в результаті проведення того чи іншого випробування технології в цілому чи окремо взятого агротехнічного прийому.

Відомо, що основною формою розвитку науки є наукове дослідження. В аграрній науці це польові, лабораторні та лабораторно-польові дослідження. Завдяки їм науковці вивчають явища, процеси, вплив факторів природного чи агротехнічного походження, їх взаємодію, що в кінцевому результаті веде до створення нових сортів, окремих агротехнічних прийомів чи агротехнології в цілому.

**Метою** дисципліни є формування у майбутніх магістрів з агрономії здатності ефективно використовувати логіку творчого мислення, набуття практичних навичок планувати, закладати і виконувати польові дослідження в наукових установах та умовах виробництва, проводити обліки та спостереження, вести документації польового дослідження, аналізувати отримані результати, ефективно здійснювати їх впровадження.

**Завдання дисципліни:** розвиток у здобувачів комплексного, системного агрономічного мислення у питаннях виявлення існуючих проблем в рослинництві та пошуку шляхів їх вирішення на основі проведення польових чи інших досліджень. Оволодіння здобувачами

методологією планування та організації досліджень в агрономії, узагальнення та систематизації інформації, пов'язаної з виконанням наукових робіт. Розширення наукових знань, пошук способів управління посівами польових культур в конкретних природно-кліматичних умовах. Проведення пошуку літературних джерел українською та іноземною мовами та аналіз отриманої інформації. Формування практичних навичок розробки наукових програм та їх реалізації шляхом проведення польових досліджень в агрономії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти набуває наступні **компетентності**:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

СК1. Здатність керувати колективом, забезпечувати розвиток персоналу, толерантно сприймати соціальні, етнічні та культурні відмінності.

СК3. Здатність створювати нові технології та застосовувати сучасні технології агрономії, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження, розробляти наукові основи технологій вирощування сільськогосподарських рослин.

СК 6. Здатність презентувати результати професійної та наукової діяльності фахівцям і нефахівцям.

СК 7. Здатність самостійно організовувати і проводити наукові дослідження з використанням загальноприйнятих методів і стандартів ґрунтових і рослинних зразків.

**Soft skills:**

- уміння доносити свої думки та пропозиції щодо виявлення проблеми та визначення шляхів її вирішення, обговорення програми та результатів наукових досліджень ;
- уміння вести професійну дискусію з питань проведення польових досліджень із сільськогосподарськими культурами;
- здатність працювати в аграрному середовищі;
- креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

Відповідно до навчального плану на вивчення навчальної дисципліни відводиться наступна кількість годин.

Таблиця 1.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань Н. Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина	Обов’язкова компонента	
Загальна кількість годин – 120	Спеціальність: <u>Н1 – «Агрономія»</u>	Рік підготовки	
	Освітня програма: <u>«Агрономія»</u>	1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,0 самостійної роботи здобувача – 4,5	Освітній рівень: <u>другий (магістерський)</u>	Семестр	
		1-й	1-й
		Лекції	
		32 год.	6 год.
		Практичні роботи	
		16 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	112 год.
Вид контролю:			
залік	залік		

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

## ОСНОВНІ ЕТАПИ ВИКОНАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Мета:** Набути системних знань та умінь у плануванні науково-дослідної роботи

**Матеріали та обладнання:** підручники, навчальні посібники, наукові статті, тези, зразки кваліфікаційних робіт, автореферати дисертаційних робіт

### **Методологічні основи виконання наукового дослідження**

Вивчення будь якого явища, процесу чи створення нового об'єкту має ряд спільних рис. Воно розпочинається з творчого задуму, визначення наукової актуальності та практичної значимості отриманих результатів, вибору об'єкту, предмету дослідження, чіткого визначення мети, розробки завдань досліджень завдяки чому буде досягнута поставлена мета, добору методик, безпосереднього проведення досліджень, аналізу отриманих результатів, їх оформлення та впровадження у виробництво. Як бачимо наукове дослідження це певний послідовний процес, який умовно можна поділити на декілька етапів.

**Перший етап** – обрання тематики дослідження, визначення наукової її новизни, передбачення можливого практичного значення отриманих результатів дослідження, вибір об'єкта та предмета дослідження, визначення мети та завдань досліджень.

Під об'єктом дослідження розуміють сукупність елементів, дослідження яких має практичний інтерес для дослідника та науки в цілому.

Предмет дослідження – сукупність елементів, зв'язків, відношень в конкретній області об'єкта.

Предмет дослідження визначає тему роботи. Об'єкт виступає як своєрідний носій проблеми. Він є тим на що спрямована дослідницька діяльність науковця.

**Другий етап:** накопичення наукової інформації, яка необхідна для розуміння проблеми дослідження, стану вивченості питання, визначення можливих шляхів практичного використання отриманих результатів дослідження, безпосередній вибір напрямку дослідження, який безпосередньо приведе до визначеної мети дослідження.

**Третій етап:** розробляється робоча гіпотеза та теоретичні передумови дослідження.

Наукова гіпотеза є твердження яке включає в себе припущення про проблематику наукового дослідження. Це головна ідея досліджень. Її доказ або спростування є свідченням того, що дослідження актуальні і можуть мати значимість для теорії чи практики. Гіпотезою можна вважати лише припущення, які будуть розкривати явище краще, повніше за уже відому інформацію. Гіпотеза не може суперечити науковим фактам.

**Четвертий етап:** розробляється схема польового чи лабораторного досліду, добираються методи дослідження, відповідні методики проведення обліків та спостережень.

На цьому етапі особливо велике значення набувають питання правильної побудови схеми польового чи лабораторного дослідю. Від того настільки методологічно вірною є схема дослідю у значній мірі буде залежати досягнення поставленої мети, використання статистичних методів аналізу отриманих результатів досліджень, обгрунтованість висновків та пропозицій виробництву.

Вибрані методики для проведення обліків та спостережень повинні відповідати сучасному рівню розвитку науки та забезпечувати об'єктивність та достовірність отриманих результатів дослідження.

**П'ятий етап:** систематизація, обробка та глибокий аналіз отриманих результатів дослідження.

Методологічно правильна систематизація отриманих результатів досліджень дозволяє використати сучасні статистичні методи їх аналізу, дозволяє досліднику значно пришвидшити роботу. Лише всебічний та глибокий аналіз отриманих результатів дослідження дозволить автору дослідження отримати обгрунтовані висновки та зробити пропозиції виробництві, які матимуть велике практичне значення.

**Шостий етап:** апробація отриманих результатів досліджень та впровадження їх у виробництво. Це практична реалізація наукових досліджень, яка підтверджує практичну значимість проведеного дослідження.

**Сьомий етап:** написання тексту наукового дослідження (науковий звіт, стаття, тези, монографія, дисертація), опис використаних джерел та створення додатків.

**Восьмий етап:** підготовка автореферату дисертації або ж оформлення текстової частини статті, тез у відповідності до вимог редакційної колегії.

**Дев'ятий етап:** обговорення результатів наукового дослідження на засіданні кафедри чи наукової лабораторії; попередній розгляд дисертації спеціалізованою вченою радою, за результатами якої дається попередня оцінка теоретичної та практичної значущості дисертації та колективний відгук.

**Десятий етап:** підготовка до захисту та захист наукового дослідження. Послідовність написання наукової роботи може бути різною. Це залежить від теми дослідження та індивідуальних особливостей дослідника. Проте він уже на початку дослідження повинен мати уявлення про всю систему підготовки тексту дисертації, яка включає низку взаємопов'язаних підсистем: формулювання теми, мети та завдань дослідження; накопичення наукової інформації; проведення теоретичних та експериментальних досліджень; формулювання висновків та рекомендацій.

**Завдання:** Проаналізуйте запропоновану наукову роботу.

**Форма звіту:** короткий опис методологічних основ запропонованої наукової роботи для аналізу.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ПОСІВІВ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР**

**Мета:** набути теоретичних знань та практичних умінь по визначення щільності посівів польових культур та методологією

аналізу отриманих результатів

**Матеріали та обладнання:** рулетка, кілочки, ручка, зошит.

### **Методичні основи**

Врожайність всіх без виключення польових культур визначається щільністю рослин у посівах. Звичайно, що щільність посівів є динамічним показником і змінюється під впливом факторів оточуючого середовища та агротехнічних прийомів, що входять до складу технології вирощування тієї чи іншої культури. Загальною закономірністю є те, що щільність рослин у посівах польових культур від фази повних сходів до збирання врожаю поступово зменшується. Зменшення щільності посівів може відбуватися внаслідок негативної дії факторів оточуючого середовища таких як низькі температури оточуючого середовища, посуха, пошкодження рослин шкідниками чи враження їх хворобами. Всі агротехнічні прийоми, що застосовуються по догляду за посівами польових культур і спрямовані на створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин повинні бути безпечними з точки зору збереження щільності посівів.

Проте слід пам'ятати, що в окремих польових культур можуть спостерігатися відхилення від зазначеної закономірності. Найбільш чітко це простежується у посівах озимого ріпаку. За недостатнього рівня вологозабезпечення посівного шару ґрунту на час сівби сходи ріпаку озимого у посівах можуть з'явитися неодноразово. Трапляються випадки, коли у першу хвилю появи сходів їх кількість може бути уже цілком достатньою для формування врожаю. Але

після випадання дощів можуть появитися додаткові сходи, які збільшать щільність посівів. Це звичайно веде до нерівномірності розвитку рослин у посівах та створює певні проблеми по застосуванню агротехнічних заходів по догляду за посівами. Подібна ситуація може спостерігатися і у пізніх ярих культур.

Перший моніторинг щільності посівів польових культур проводиться відразу після настання фази повних сходів. Цей облік дозволяє визначити польову схожість насіння, рівномірність розміщення рослин і по площі і по суті буде визначати подальший догляд за посівами. У разі, якщо щільність посівів у фазу повних сходів є недостатньою і не забезпечить в майбутньому досягти запланованих показників врожайності то посів можна пересіяти цією чи іншою культурою, якщо для цього будуть відповідні умови. Тому чим раніше ми отримуємо об'єктивну інформацію про щільність посіву тим більше часу є у технолога щодо прийняття необхідного рішення.

Для визначення щільності посівів у фазу повних сходів у культур з шириною міжрядь 15 см виділяють чотири майданчики із двох суміжних рядків довжиною 83,3 см. Це складає  $0,25 \text{ м}^2$ , а загальна сума всіх чотирьох майданчиків дорівнює  $1 \text{ м}^2$ .

Якщо площа дослідних ділянок велика, або ж спостерігається хвилястий рельєф або ж строкатість ґрунту за його родючістю то кількість майданчиків потрібно буде збільшити. Облікові майданчики розташовують по діагоналі дослідної ділянки на рівній відстані одна від одної або ж на типових за характером сходів місцях. Для подальшого обліку густоти рослин виділені облікові ділянки потрібно

відмітити невисокими кілочками, щоб вони не ускладнювали проведення технологічних операцій під час догляду за посівами.

На виділених майданчиках кожного варіанту досліду підраховують кількість сходів, розраховують середню їх кількість та повноту сходів.

*Наприклад: припустимо, що вагова норма висіву пшениці озимої становила 217 кг/га, а маса 1000 зерен 40 г. Отже, на 1 м<sup>2</sup> ділянки було висіяно 20 г, або кількісна норма становила 500 зерен. За умови, якщо схожість висіяного насіння становить 99 %, то на 1 м<sup>2</sup> було висіяно 495 схожих насінин. Припустимо також, що середня кількість сходів на 0,25 м<sup>2</sup> становить 103 (412 на 1 м<sup>2</sup>). Тоді повнота сходів, виражена у відсотках від числа висіяного схожого насіння, буде становити:  $(412 \times 100) \div 495 = 83,2 \%$ , а щільність на гектарі – 4,16 млн. шт.*

Виділені облікові майданчики та зафіксовані їх межі кілочками використовуються для обліку щільності посівів впродовж вегетації в подальшому. Їх проводять через визначені проміжки часу, а також після виникнення ситуацій, які можуть негативно впливати на щільність посівів. Такі обліки дозволяють відстежити динаміку щільності посівів впродовж вегетації рослин і у разі потреби прийняття необхідного рішення по догляду за посівами.

Останній облік щільності рослин польових культур проводиться перед збиранням врожаю. Його результати використовують для визначення біологічного врожаю. Таке передбачення майбутнього рівня врожайності має велике організаційне та економічне значення.

Вживаність рослин протягом вегетації розраховують за

формулою:

$$B = (Z \times 100) \div C$$

де  $B$  – виживаність рослин, %;

$Z$  – кількість рослин перед збиранням, шт./м<sup>2</sup>

$C$  – кількість рослин на час повних сходів, шт./м<sup>2</sup>;

100 – перевідний коефіцієнт у відсотки.

На посівах озимих культур та багаторічних трав за вище наведеною методикою щільність рослин визначають щільність посівів перед входженням у зиму та після відновлення весняної вегетації. Такі обліки є надзвичайно важливими з точки зору подальшого догляду за посівами. У ранньовесняний період інформація про щільність посівів озимих культур є надзвичайно важливою. Вона має пряме відношення до визначення строків та норм мінеральних добрив для підживлення посівів. У тих випадках, коли відбувається значне зрідження посівів, можна своєчасно прийняти рішення про подальшу долю таких посівів.

На посівах просапних культур, за маленької площі облікового майданчика (до 150 м<sup>2</sup>), щільність посівів визначають суцільним способом - підраховують число рослин на всій ділянці. За великої площі ділянки для обліку повноти сходів або щільності посівів рослин польових культур у широкорядних посівах виділяють у різних місцях поля 10 типових рядків по 10 м кожний. У рядках підраховують кількість рослин, а також встановлюють середню відстань між ними в рядку. Знаючи ширину міжрядь, визначають

площу живлення однієї рослини та розраховують їх загальну кількість на гектарі.

За квадратно-гніздового способу сівби визначають середнє число рослин у гнізді, у 25-ти або 50-ти гніздах (у чотириразовій повторності). Знаючи число гнізд на гектарі, на основі величини відстані між гніздами розраховують щільність рослин.

**Завдання:** опрацювати методику визначення щільності посівів, визначити щільність посіву запропонованої польової культури, зробити відповідні розрахунки та висновки.

**Форма звіту:** Короткий опис методологічних основ визначення щільності посівів та отриманих результатів проведених обліків.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3**

### **ОБЛІК БІОМАСИ РОСЛИН ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР**

**Мета:** Оволодіти методикою обліку біомаси рослин польових культур та методологією отриманих результатів

**Матеріали та обладнання:** лопата, ніж, термостат, ваги, модельні результати визначення маси рослин впродовж вегетації.

#### **Методичні основи**

Спостереження за динамікою приросту біомаси у польових проводять через рівні проміжки часу або ж на час проходження рослинами тієї чи іншої фази розвитку. На рядкових посівах колосових культур приріст біомаси рослин, як правило, ураховують у повітряно-

сухому стані. Для цього в потрібний час, проходячи по діагоналі ділянки, у 10-ти рівновіддалених типових місцях відбирають по 10 рослин підряд. У 100 викопаних рослин відрізають коріння, а надземну частину в'яжуть у снопи, позначаючи їх етикеткою, на якій відмічають необхідні дані (номер ділянки, варіант, назву сорту і т. ін.) і дату відбору проби. Після цього рослини висушують до повітряно-сухого стану та зважують. Облік біомаси рослин проводиться в трьох повтореннях на кожному варіанті досліджу.

Періодичне взяття проб дозволяє визначити динаміку приросту повітряно-сухої біомаси посіву впродовж вегетаційного періоду у 100 рослин, а маючи дані про щільність посівів рослин польових культур на полі, – провести розрахунок приросту цієї маси на гектарі.

На посівах буряків цукрових облік біомаси рослин проводять тричі: за два місяці, за місяць та безпосередньо перед збиранням. Для цього на лабораторних і захисних смугах ділянки в 10-ти місцях відбирають по три-чотири рослини, очищують від ґрунту та зважують. Приріст рослин визначають за різницею маси рослин із проби останнього та попереднього строків відбору. За необхідності визначають добовий приріст маси однієї рослини, для чого загальний приріст ділять на кількість рослин і тривалість періоду. Для паралельного визначення приросту абсолютно-сухої речовини, після кожного зважування з сирої проби відбирають середній зразок (10 коренеплодів). Відібрані в металеві чашки подрібнені зразки масою близько 100 г зважують та висушують до постійної маси за температури 100–105°C. Після зважування чашки із сухим зразком розраховують масу сирого та сухого зразків. Розділивши масу сухого

зразка на масу сирого та помноживши отриманий результат на 100, визначають відсотковий вміст сухої речовини в рослинній пробі. Цей показник використовують для переводу маси сирої проби в абсолютно суху.

**Завдання:** опрацювати методіку визначення біомаси рослин та здійснити аналіз модельних результатів досліджень. Провести розрахунки приросту біомаси на одиниці площі.

**Форма звіту:** Опис методологічних основ визначення біомаси рослин польових культур та результати виконання індивідуального завдання з висновками.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4**

### **РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОЛОГИ У ПОСІВАХ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР ЗА ПЕРІОД ЇХ ВЕГЕТАЦІЇ**

**Мета:** Набути практичних навичок розрахунку витрат вологи у посівах польових культур за період їх вегетації та опанувати методологією їх аналізу

**Матеріали та обладнання:** бюкси, бур, ваги, термостат, 10% сірчана кислота, ексикатор, модельні результати вмісту вологи у ґрунті.

#### **Методичні основи**

Для розрахунку сумарних витрат вологи потрібно знати запаси вологи напередодні сівби культури, перед збиранням, а також надходження вологи у вигляді атмосферних опадів за вегетаційний період. Для визначення запасів вологи перед початком та в кінці

вегетації відбирають зразки ґрунту через кожні 10 см до глибини 100 або 150 см залежно від програми досліджень та культури, яку досліджують. У цих зразках визначають вміст вологи за термостатно-ваговим методом. Сутність його полягає у визначенні втрати вологи під час висушування ґрунту. За цим методом ґрунтовим буром АМ-16 проводять відбір проб через кожні 10 см до глибини 50 або 100 см (інколи до 150 см). Із нижньої третини бурового стаканчика ґрунт перекладають в алюмінієві, заздалегідь зважені та пронумеровані бюкси та закривають пронумерованими кришками. Повторність відбору проб – мінімум трикратна. Після відбору проб бюкси заповнюють на 2/3 середніми зразками ґрунту, доставляють їх у лабораторію та зважують з точністю до 0,1 г.

Після зважування бюкси з відкритими кришками ставлять у термостат та за температури 100–105 °С висушують ґрунт до тих пір, поки маса бюкси при послідовних зважуваннях починає відрізнятися не більш ніж на 0,1 г. Ґрунти з високим вмістом органічної речовини за повторного зважування можуть мати більшу масу, ніж за попереднього, через окислення органічної речовини під час висушування. Зазвичай тривалість висушування супіщаних ґрунтів становить 6–7 год, суглинкових – 7–8 год.

Масове відношення вологи в ґрунті ( $W$ ) у відсотках визначають за формулою:

$$w = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100\%$$

де:

$m_1$ – вага вологого ґрунту разом зі стаканчиком і кришкою, г;

$m_0$  – вага повітряно-сухого ґрунту зі стаканчиком і кришкою, г;

$m$  – вага пустого бюкса з кришкою, г

*Максимальна гігроскопічність ґрунту* – кількість води, що поглинається поверхнею ґрунтових часток з навколишнього простору, насиченого парами води, тобто за відносної вологості 100 %. Рослинами така волога не засвоюється. Під час визначення водних констант її показник застосовують для оцінки вологості стійкого в'янення.

У лабораторії максимальну гігроскопічність ґрунту визначають методом насичення ґрунту парами сірчистого калію або 10 % сірчаної кислоти. Для цього з проби пінцетом видаляють крупні рослинні рештки і висушують зразок на відкритому повітрі до повітряно-сухого стану. Після цього зразок вручну подрібнюють у ступці з гумовим наконечником. Подрібнений ґрунт просівають через сито, після чого методом квартування відбирають дві аналітичні проби масою 10–15 г кожна.

Відібрані аналітичні проби поміщають у пронумеровані, висушені та зважені бюкси, підбираючи діаметр стаканчиків таким чином, щоб шар ґрунту в них не перевищував 4 мм. Відкриті бюкси з ґрунтом поміщають в ексікатор, на дно якого наливають насичений розчин сірчаноокислого калію або 10 %-ний розчин сірчаної кислоти (з розрахунку від 100 до 300 см залежно від розміру ексікатора). Ексікатор герметично закривають кришкою та ставлять у темне місце з відносно постійною температурою. Допускається насичення ґрунту у вакуумних ексікаторах або у вакуумних шафах. Перше зважування на аналітичних терезах проводять через сім днів,

наступні – через три дні до встановлення постійної маси. За потреби в проміжках між зважуваннями додають невеликі порції цих розчинів для підтримання відносної вологості повітря в ексікаторі на рівні 98 – 100 %. Коли маса стаканчиків із ґрунтом стане постійною, їх переміщують у сушильну шафу на 7–8 год за температури 100–105 °С. Далі вміст максимальної гігроскопічної вологи в ґрунті визначають так само, як і при визначенні польової вологості ґрунту. На відміну від максимальної гігроскопічної вологи, яка є стійкою величиною, *гігроскопічна волога* – величина менш постійна. Її вміст у ґрунті зазвичай коливається залежно від насичення повітря водяними парами. Необхідність визначення цього показника виникає через те, що значна кількість ґрунтових аналізів потребує перерахунку на абсолютно сухий ґрунт.

Вміст гігроскопічної вологи визначають із повітряно-сухої наважки тим самим методом, що й польову вологість. Для цього з середньої проби повітряно-сухого ґрунту, попередньо просіяного через сито, у бюкси поміщають три-чотири наважки по 5–8 г, зважують і ставлять у сушильну шафу за температури 105 °С на 6–8 год із доведенням наважок до постійної маси; протягом останніх 2-х год проводять контрольні зважування, причому різниця за масою при повторному зважуванні не повинна перевищувати 0,001 г.

*Вміст доступної вологи* в ґрунті знаходять за різницею між польовою вологістю та вологістю стійкого в'янення рослин.

Для визначення вологості стійкого в'янення у попередньо зважені та пронумеровані бюкси з усіх шарів ґрунту (до потрібної глибини) у трьох повтореннях відбирають наважку ґрунту масою 40–

50 г. Грунт зволожують і висівають у нього чотири-п'ять пророслих насінини ячменю. Бюкси ставлять у темне місце, а після появи сходів рослин переносять в освітлене місце та зволожують зразки до оптимальної вологості.

Через деякий час (дві-три доби), для зменшення випаровування поверхню накривають ватою, переносять бюкси в затінене місце і проводять спостереження за рослинами. Коли рослини почнуть зав'ядати, у ґрунті залишається тільки недоступна для них волога. Тоді їх разом з корінням вибирають з бюксів, а наважки ґрунту в бюксах переносять до сушильної шафи. Порядок визначення вологості стійкого в'янення рослин такий самий, як і загальної вологості.

Відсоток доступної вологи – це різниця між загальною вологістю та вмістом недоступної вологи. Кількість доступної вологи у певному шарі ґрунту визначають за формулою:

$$K_{д.в} = V_{д} \times H \times O$$

Де:  $K_{д.в}$  – кількість доступної вологи в шарі ґрунту, т/га;

$V_{д}$  – вміст доступної вологи, %;

$H$  – висота шару ґрунту, см;

$O$  – об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Для визначення запасів доступної вологи (в мм), потрібно показник кількості доступної вологи в ґрунті помножити на коефіцієнт 0,1, оскільки маса шару води висотою 1 мм на площі 1 га становить 10 т.

З урахуванням об'ємної маси розраховують запаси вологи в міліметрах та тоннах. Віднімаючи від запасів вологи на час сівби

запас вологи на період збирання, знаходять зменшення запасів вологи за період вегетації. Додавши до цієї різниці кількість опадів за проміжок між двома визначеннями, визначають сумарні витрати вологи посівами, в міліметрах. Щоб перевести цей показник у тонни, його треба помножити на 10.

Коефіцієнт використання вологи посівами сільськогосподарських культур за вегетацію розраховують за рівнянням:

$$K = C \div U$$

Де:

K – коефіцієнт водоспоживання;

C – сумарні витрати вологи за вегетацію, т/га;

U – урожайність основної та побічної продукції, т/га абсолютно сухої речовини.

Робочі записи доцільно подавати у вигляді таблиці 2

Таблиця 2

Розрахунки сумарних витрат вологи та коефіцієнт водовитрачання посівами

Шар ґрунту, см	Об'ємна маса ґрунту, г/см	Вологість ґрунту, %		Запаси вологи, мм		Зменшення запасів вологи за вегетацію, мм	Кількість опадів за вегетацію, мм	Сумарні витрати вологи за вегетацію		Урожайність, т/га сухої речовини	Коефіцієнт водоспоживання
		на час сівби	на час збирання	на час сівби	на час збирання			мм	т/га		
0–10											
10–20											
20–30											
30–40											
40–50											
50–60											
60–70											

70-80											
80-90											
90-100											
0-100	x	x	x								

**Завдання:** освоїти методику та методологію розрахунків витрат вологи у посівах польових культур за період їх вегетації. Зробити розрахунки витрат вологи у посівах запропонованої культури за період вегетації та можливу врожайність біомаси.

**Форма звіту.** Короткий опис методики визначення витрат вологи у посівах запропонованої польової культури, результати розрахунків та їх аналіз.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**

### **АНАЛІЗ СНОПОВИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

**Мета:** оволодіти методикою визначення елементів структури врожаю пшениці озимої та методологією їх аналізу

**Матеріали та обладнання:** сніп, ножиці, лінійка, ваги

#### **Методичні основи**

Врожайність всіх без виключення польових культур є відображенням індивідуальною продуктивності рослин та їх чисельності на одиниці площі. Звичайно між цими показниками та врожайністю посіву не завжди існує пряmolінійна залежність. Добре відомо, що як зріджені посіви так і надмірно загущені, не дозволяють отримати максимальну врожайність, яку може сформувати той чи інший сорт за певних умов. Індивідуальна продуктивність рослин також не є тим показником, який пряmolінійно корелює з рівнем

врожайності. Наприклад, у соняшнику в останні десятиріччя чітко простежується тенденція щодо зменшення ваги насіння з одного кошику і водночас відмічається збільшення щільності рослин у посіві. Тобто спираючись на це можна вважати, що саме співвідношення між щільністю рослин у посіві та їх індивідуальною продуктивністю існує тісна взаємозалежність, яка може мати різні вираження.

У злакових культур, таких як пшениця, ячмінь, жито, тритикале та інших польових культур, рослини яких здатні до процесу кущинні (овес), а також культур рослини яких гілкуються, індивідуальні продуктивність визначається рядом елементів, які можуть перебувати не лише між собою у тісному взаємозв'язку, а й зі щільністю рослин на одиниці площі.

У пшениці озимої основними елементами структури врожаю є:

- щільність рослин на одиниці площі;
- загальна та продуктивна кущистість;
- щільність продуктивного стеблостою;
- довжина колосу;
- кількість колосків в колосі;
- кількість зерен в колоску та колосі;
- маса зерен з одного колосу;
- маса 1000 зерен.

Для обліку елементів структури врожаю на дослідних ділянках всіх варіантів досліду перед збирання відбирають снопові зразки. Перед цим виділяють на кожній ділянці виділяють 4 майданчики із

двох суміжних рядків довжиною 83,3 см. Кожен майданчик має площу 0,25 м<sup>2</sup>, а в цілому це становить 1<sup>2</sup>. Рослини виривають із корінням зв'язують у спін, обгортають пергаментним папером і транспортують до місця проведення аналізу.

У більшості випадків аналіз снопових зразків пшениці озимої та інших зернових культур рядкового способу сівби полягає у визначенні кількості рослин на одиниці площі (на 1 м<sup>2</sup>), загальної і продуктивної кущистості, висоти рослин, довжини колоса, кількості продуктивних і непродуктивних колосків у колосі, числа та маси зерен у колосі, маси 1000 зерен. Показник висоти рослин не відносять до елементів структури врожаю, але він має опосередкований вплив на формування врожаю. Стійкість рослин до вилягання має безпосереднє відношення до формування врожаю. Конкурентоспроможність рослин по відношенню до бур'янів також пов'язана із висотою рослин.

Аналізуючи ці дані, визначають, які саме з цих елементів забезпечили формування отриманого рівня продуктивності посівів, за рахунок чого він був сформований – чи більшої кількості рослин на одиниці площі, чи більшої озерненості колоса, чи більшої маси 1000 насінин тощо. На підставі даних структурного аналізу оцінюють агротехніку та вносять певні корективи в неї для підвищення рівня реалізації ресурсного потенціалу продуктивності. Наприклад, змінюють систему удобрення рослин, застосовують інший спосіб сівби, обирають інший попередник, змінюють норму висіву тощо.

У кожному відібраному снопі підраховують кількість рослин, кількість продуктивних та непродуктивних стебел. На підставі

розрахунків знаходять коефіцієнт продуктивного та загального кущіння. Корені рослин відрізають і сніп зважують.

Далі зі снопа підряд відбирають 25 рослин та визначають їхню висоту. Для цього рослини вимірюють від вузла кущіння до верхівок останнього колоска на головному стеблі без урахування остей.

Потім беруть підряд 25 колосів, визначають їхню довжину, число колосків і масу зерна в кожному. Виводять середні значення за цими показниками (середню масу зерна з колоса визначають діленням загальної маси зерна на їхню кількість).

Довжину колоса вимірюють від основи першого нерозвинутого членика колоса до місця прикріплення верхнього колоска.

Кількість колосків у колосі визначають підрахунком усіх колосків, у тому числі й нерозвинутих у нижній та верхній частинах колосу.

Далі пробний сніп обмолочують, а зерно з нього зважують (разом із зерном 25 суцвіть). Вихід зерна визначають у відсотках від загальної маси рослин. Масу 1000 рослин розраховують за загальноприйнятою методикою.

Під час аналізу снопових зразків звертають увагу на ураженість рослин (стебел) хворобами та пошкодження шкідниками. На підставі даних, отриманих під час аналізу пробних снопів, виводять середні показники за варіантами дослідів.

Робочі записи доцільно вести за формою, наведеною в таблиці 3.

## Структура врожаю пшениці озимої (за методикою М. А. Бобро)

Варіант досліджу	Дата відбору проби	На 1 м <sup>2</sup> приходить			Кущи-стість		Колос			Маса, г/м <sup>2</sup>		Маса 1000 насінин, г	Біологічна врожайність, т/га		
		рослин, шт	стебел		загальна	продуктивна	довжина, см	Кількість колосків, шт.	Кількість зерен, шт	маса зерна, г	рослин		зерна	зерна	соломи
			усього	продуктивних											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

**Завдання:** Оволодіти методикою визначення структури врожаю пшениці озимої та методологією їх аналізу. Провести структурний аналіз снопового зразку.

**Форма звіту.** Опис методики визначення структури врожаю пшениці озимої, результати визначення елементів структури врожаю, їх аналіз.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

### АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ

**Мета:** набути практичних навичок визначення елементів структури врожаю кукурудзи та оволодіти методологією їх аналізу

**Обладнання:** качани кукурудзи, ножиці, лінійка, ваги

#### Методичні основи

Кукурудза серед зернових культур володіє найбільш високими потенційними можливостями щодо формування урожайності. Сучасні

гібриди кукурудзи за сприятливих умов вирощування у виробництві можуть формувати врожайність понад 15 т/га. Селекціонери постійно працюють над питанням підвищення врожайності кукурудзи розглядаючи самі різноманітні шляхи його досягнення.

Оскільки продукційний процес кукурудзи дещо відрзняється від інших зернових злакових культур то селекціонери намагаються знайти найбільш оптимальні співвідношення між елементами структури врожаю у гібридів створених для різних ґрунтово-кліматичних зон.

Основними елементами структури врожаю кукурудзи можна вважати:

- щільність рослин на одиниці площі;
- кількість качанів на одній рослині;
- кількість продуктивних качанів на одній рослині;
- кількість продуктивних качанів на 100 рослин;
- кількість зерен в качані;
- маса зерен з одного качана;
- маса зерен з однієї рослини;
- кількість рядів зерен в качані;
- кількість зерен в одному ряді;
- довжина качана;
- діаметр качана;
- маса 1000 зерен.

Для визначення структури врожаю кукурудзи відбирають проби рослин із 10-ти гнізд не менш ніж у чотирьох повтореннях. Рослини

зрізають та підраховують: число рослин без качанів, з одним качаном, з двома та більше качанами та визначають середнє число качанів з однієї рослини. Кожну пробу рослин зважують, потім відокремлюють качани і зважують їх окремо. Далі визначають висоту рослин (до верхівки волоті), число зелених і сухих листків. Отримані дані доцільно записувати за формою, наведеною в таблиці 4.

Таблиця 4

Структура врожаю кукурудзи  
Сорт \_\_\_\_\_ Рік \_\_\_\_\_ Варіант дослідження \_\_\_\_\_

Дата відбору проби	Густота рослин, шт./га	Висота рослин, см	Припадає на одну рослину, шт.			Середня маса, г		Частка качанів у загальній масі рослин, %	Біологічна врожайність, т/га		Рослин, %			
			качанів	зелених листків	сухих листків	рослини	качана		зеленої маси качанів	без качанів	з одним качаном	з двома качанами	з трьома качанами та більше	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Коли відокремлені від рослин качани висохнуть до повітряно-сухого стану, проводять їх аналіз за ознаками, наведеними в табл. 5. Для аналізу беруть не менше п'яти качанів, а за умови значної їх невіривності – 7–10. Кожний качан аналізують окремо.

## Аналіз качанів кукурудзи

Сорт \_\_\_\_\_ Рік \_\_\_\_\_ Варіант дослідю \_\_\_\_\_

Номер качана	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Маса качана, г	Маса стрижня, г	Маса зерна з качана, г	Частка зерна від загальної маси качана, %	Кількість рядків, шт.	Кількість зерен у ряду, шт.	Число зерен у качані, шт.	Маса 1000 насінин, г	Опис зерна (забарвлення, форма тощо)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**Завдання:** Освоїти методику визначення структури врожаю кукурудзи, провести визначення біометричних показників качанів кукурудзи, здійснити аналіз отриманих результатів.

**Форма звіту.** Короткий опис методики визначення елементів структури врожаю кукурудзи, їх аналіз та висновки.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

### ОБЛІК ВРОЖАЮ

**Мета:** набуття здобувачами теоретичних знань та практичних навичок обліку врожаю у польових дослідях.

**Матеріали та обладнання:** торбинки, ваги, інформаційні матеріали про показники врожайності польових культур у дослідях.

## Методичні основи

Врожайність є одним із головних показників за яким оцінюють сорти, агротехнічні прийоми, технології вирощування польових культур. Звичайно, що важливим при цьому також є якість отриманої продукції.

Облік врожаю це кінцевий етап проведення дослідів у польових умовах. Але в окремих дослідах після збирання врожаю можуть проводитися ще певні обліки, які необхідні для більш глибокого вивчення досліджуваного фактору чи явища.

Збирання врожаю на дослідних ділянках вимагають від дослідника підвищеної уваги та обережності. Допущені помилки при збиранні врожаю та його обліку можуть привести до отримання неправдивих результатів, що знецінить всю попередньо проведenu роботу та час витрачений на неї.

За декілька днів до збирання врожаю всі варіанти досліду ретельно оглядають і у разі необхідності роблять так звані виключки. Це частина облікової площі ділянки, яку виключають з обліку внаслідок того, що вона має ушкодження рослин чинниками, які не мають відношення до досліджуваних факторів. Наприклад, витоптування рослин тваринами. За певних умов може бути вибракувана ціла облікова ділянка. Вибракування цілих ділянок проводять за наступних умов:

- Нерівномірне пошкодження рослин природними стихійними явищами, за умови, що вони не є наслідком дії досліджуваних факторів;
- Випадкові потрапи посівів тваринами, птахами, гризунами,

тощо;

- Пошкодження ділянок внаслідок помилок під час закладання та проведення дослідів.

Повне вибракування дослідної ділянки проводять лише в тому випадку, якщо площа виключок в ній перевищує 50% її облікової площі. Отже, площа виключок не може перевищувати 50% від облікової площі ділянки. До того ж повне вибракування ділянок є вкрай небажаним, тому що це веде до неточності порівняння варіантів досліду та певне знецінення досліду в цілому. За певних умов показники врожайності на вибракованих ділянках можуть бути відновленими статистичними методами.

В жодному разі як виключки, так і повне вибракування ділянок не можна робити після збирання врожаю, спираючись на низькі показники отриманої врожайності.

Перед збиранням врожаю на облікових ділянках проводять його збір на захисних смугах, виключках та так званих засіяних дорогах, які були необхідні для проведення технологічних операцій у дослідах. Врожай на дослідних ділянках збирають одночасно та якісно без втрат. Всі варіанти досліду бажано зібрати в один день. Одним і тим же способом. Якщо ж неможливо всі дослідні ділянки всіх повторень зібрати в один день то цю роботу можна проводити кілька днів. Але за жодних умов не можна розтягувати збирання дослідних ділянок одного повторення на кілька днів. На всіх дослідних ділянках застосовують один спосіб збирання. Різні способи

збирання дослідних ділянок допускаються лише в польових дослідах в яких вони виступають об'єктом дослідження.

В польових дослідженнях переважно застосовують лише суцільний метод обліку врожаю. Весь врожай з облікової площі збирають і зважують на терезах. Останні повинні відповідати вимогам Державного стандарту.

В окремих випадках, як виключення може бути застосований метод пробних ділянок або ж навіть облік врожаю за окремо взятими рослинами. Такі методи обліку врожаю є не досить достовірними, оскільки врожай збирають не з усієї облікової площі ділянки. Виділені облікові пробні ділянки чи рослини не завжди об'єктивно відображають рівень врожайності на всій обліковій площі ділянки.

Для збирання врожаю багатьох польових культур існують малогабаритні самохідні комбайни. При їх використанні важливо витримати оптимальний режим роботи агрегату при збиранні всіх дослідних ділянок польового дослідження. Після повного обмолоту облікової площі ділянки комбайн зупиняють, але молотильний апарат продовжує працювати ще впродовж наступних 3 – 4 хвилин. Це необхідно для того, що відбулося повне обмолочування всієї зернової маси, її сепарація і що, частина врожаю з однієї ділянки не попала в наступну ділянку. Зібраний врожай поміщають у завчасно підготовлені мішечки чи торбинки з відповідними етикетками. На етикетці обов'язково вказують номер ділянки та повторення. Додатково за потреби може бути вказано назву сорту чи іншу інформацію, яка необхідна для полегшення роботи із зібраним врожаєм в подальшому. Якщо врожай з усіх дослідних ділянок не

можливо зібрати впродовж одного робочого дня то збирання проводять по повтореннях. Тобто спочатку збирають врожай з першого повторення, потім з другого і так далі. Але з дослідних ділянок одного повторення врожай має бути зібраним за один день.

Бункерний врожай з кожної ділянки зважують і обов'язково перераховують на стандартну вологість (14% для зернових культур) та 100% чистоту. Для визначення вологості відбирають зразки зерна у бюкси і в той же день вони повинні бути зваженими. Чистоту визначають на відібраних зразках вагою 1 – 2 кг.

Перерахунок врожайності на стандартну вологість та 100 % чистоту проводять за наступною формулою:

$$У = А (100 – В) / (100 – 14),$$

Де:

У – урожайність чистого зерна за стандартної вологості, т/га;

А – урожайність чистого зерна за польової вологості, т/га;

В – вологість зерна, %

14 % - це стандартна вологість для зернових колосових культур.

Вологість зерна визначають термостатно-ваговим методом.

Усі розрахунки чистоти, вологості зерна, врожайності за польової вологості та врожайності за стандартної вологості та 100% чистоти записують у польовий журнал. Доцільно скористатися наступною таблицею б.

## Урожайність зерна

Варіант _____	Дата збирання _____				
Показник	Повторення				середнє
	1	2	3	4	
Бункерна маса зерна з ділянки, кг					
Площа ділянки, м <sup>2</sup>					
Перевідний коефіцієнт на площу 1 га					
Бункерна врожайність, кг/га					
Бункерна врожайність, т/га					
Чистота зерна, %					
Урожайність чистого зерна за польової вологості, т/га					
Вологість зерна на час збирання, %					
Урожайність чистого зерна за стандартної вологості, т/га					

Для визначення врожайності побічної продукції перед збиранням врожаю з кожного варіанту дослідів відбирають снопові зразки з площі 1 м<sup>2</sup>. Сніпи зважують, потім їх обмолочують і зважують зерно. Різниця між загальною масою сніпу та зерна буде

свідчити про масу соломи. За цими показниками можна розрахувати співвідношення між зерном та соломою.

**Завдання:** Опрацювати методику обліку врожаю зернових культур, зробити розрахунки врожайності на стандартну вологість та 100% чистоту.

**Форма звіту.** Опис методики обліку врожайності, розрахунки показників врожайності на 100 % чистоту та стандартну вологість, їх аналіз висновки.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8**

### **РОЗРАХУНОК ВМІСТУ БІЛКОВОГО АЗОТУ ТА БІЛКА**

**Мета:** набути практичних навичок визначення вмісту білка та оволодіти методологією аналізу показників вмісту білка у зерні

**Метеріали та обладнання:** колба К'ельдаля хімічний стакан, 6% розчин мідного купоросу, 1,25% розчин їдконого натрію, беззольний фільтр, цинк, фенолфталеїн, парафін, метилоранж, дисциляторна колба, колба-холодильник, реактив Неслера, 1 М розчину сірчаної кислоти

#### **Методичні основи**

Білки є основною речовиною живої матерії на Землі. Їх кількість у тілах тварин сягає 40 – 50 % від сухої маси. У рослин їх вміст значно менший і становить у вегетативних органах у межах 5 – 15% від сухої маси, зернівках злакових польових культур – 9 – 20 %, насінні бобових культур – 25 – 44 %.

Вміст азоту у білкових молекулах складає у середньому 16%. Його кількість є відносно сталою, що дозволяє визначати вміст білку за кількістю азоту. Для цього процентний вміст загального азоту множать на коефіцієнт перерахунку. Для більшості культур він складає 6,25. Водночас для пшениці цей коефіцієнт становить 5,7, а у рису – 5,95.

Білки виконують ряд надзвичайно важливих життєвих функцій у рослин. Головними серед яких є наступні: будівельна – входять до складу біологічних мембран; каталітична – виконують роль каталізаторів у біохімічних реакціях, що протікають у клітинах рослин чи їх органелах; запасна – накопичуються як запасні речовини; спадкова – приймають участь у реалізації генетичної програми рослин.

Запасні білки це надзвичайно важливий та цінний продукт харчування людини. Добова потреба людського організму у білках складає близько 120 г. Замінити їх іншими речовинами не можливо.

Найбільш поширений і точний метод визначення вмісту білкового азоту – метод К'ельдаля. Послідовність аналізу згідно з цим методом така. У хімічний стакан об'ємом 150–200 мл кладуть 1–2 г дрібно розмеленої наважки, додають 50 мл дистильованої води та нагрівають до кипіння. Після цього розчину дають охолонути. Коли його температура знизиться до 35–40°C, у нього доливають 25 мл 6 %-го розчину мідного купоросу, перемішують та додають ще 25 мл 1,25 %-го розчину їдкого натрію. Через деякий час у стакані з'являється осад у вигляді білка та міді. Розчин відстоюють 30–40 хв, після чого осад фільтрують через беззольний фільтр. Для цього

розчин обережно зливають на фільтр, а осад відмивають гарячою водою, поки промивні води перестануть утворювати з хлористим барієм осад.

Після цього відмитий осад разом із фільтром висушують за температури 50–60 °С, переносять у колбу К'єльдаля, доливають 20 мл концентрованої сірчаної кислоти і 0,5 мл мідного купоросу як каталізатора та додають грудочку парафіну для зменшення піноутворення. У колбу-приймач наливають 40–60 мл 0,1 М розчину сірчаної кислоти, додають 3–4 краплі метилоранжу і занурюють у кислоту колби-приймача кінець трубки-холодильника. Фільтр з осадом спалюють до повного знебарвлення вмісту колби К'єльдаля.

Вміст колби переносять у дистиляторну колбу, туди ж додають 2 г цинку, 1–2 краплі фенолфталеїну, потрохи доливають 70–80 мл 30–40 %-го розчину лугу та швидко сполучають з холодильником. Як тільки реакція на іони амонію, яку перевіряють за допомогою реактиву Неслера та лакмусового паперу, перестає проявлятися, дистиляцію закінчують. Розчин титрують 0,1 М розчином лугу, після чого визначають вміст білкового азоту за формулою:

$$N = (a \times T_1 - v \cdot T) \cdot 0,0014 \cdot 100 / m$$

де N – вміст білкового азоту, %; a – кількість 0,1 М розчину сірчаної кислоти, взятого для зв'язування аміаку, мл;  $T_1$  – поправка до титру кислоти; v – кількість 0,1 М розчину лугу, витраченого на титрування залишку кислоти, мл; T – поправка до титру лугу; 0,0014 – кількість азоту, яка зв'язується 1 мл 0,1 М розчину сірчаної кислоти, г; 100 – коефіцієнт для переведення у відсотки; m – наважка рослинного зразка, г.

Для переведення в сирий протеїн визначену кількість білкового азоту множать на перевідний коефіцієнт, який для пшениці, жита, ячменю, вівса та гороху становить 5,70; кукурудзи та гречки – 6,00; соняшнику, рицини та люпину – 5,50 та для решти культур – 6,25.

**Завдання:** Освоїти методику та визначити вміст білкового азоту у запропонованому зразку, провести розрахунок вмісту білку, зробити аналіз отриманих показників та висновки.

**Форма звіту.** Короткий опис методики визначення білкового азоту, результати визначення вмісту білку, їх аналіз та висновки.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІКИ РОСТУ РОСЛИН ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР**

**Мета:** Опанувати методику визначення динаміки росту рослин польових культур та методологію її аналізу

**Матеріали та обладнання:** мірна лінійка

#### **Методичні основи**

Ріст це незворотнє збільшення лінійних розмірів, поверхні, маси рослин, новоутворення структур цитоплазми. Ріст відноситься до інтегральних процесів, які є результатом тісної взаємодії органів між собою та рослини в цілому з оточуючим середовищем.

Розвиток рослин це певна послідовність закономірних, генетично визначених якісних змін у рослин, що відбувається впродовж їхнього життя.

Ріст та розвиток рослин це два взаємопов'язаних життєвих явищ рослин. Їх не можливо відокремити один від одного. Розвиток рослин зумовлюється його ростом і в свою чергу ріст також залежить від розвитку рослин. Переконливим свідченням є інтенсивний ріст стебел злакових рослин після завершення фази куцїння.

Зазвичай для характеристики росту рослин польових культур використовують показники їх висоти отримані у різні фази їх росту та розвитку. Висоту рослин (см) визначають в основні фази їх росту та розвитку за допомогою мірної лінійки. Вимірюють висоту 50 типових рослин – по 10 рослин у кожній з п'яти проб, відібраних на одній ділянці. У перші фази росту – до початку трубкування – висоту рослин вимірюють від поверхні ґрунту до кінця листової пластинки верхнього листка; від повного трубкування до початку колосіння(викидання волоті) висоту вимірюють двічі – від її основи до верхньої пластинки листка; при масовій появі суцвіть – до їх верхівки (без урахування довжини остюків у остистих хлібів); перед збиранням – вимірюють висоту рослин із суцвіттям і без нього.

**Завдання:** Освоїти методику визначення динаміки росту рослин, набути практичних методологічних навичок аналізу динаміки росту рослин.

**Форма звіту.** Опис методики визначення динаміки росту рослин, результати визначення висоти рослин, розрахунки динаміки росту рослин, їх аналіз висновки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 1 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та інш. Харків: Майдан. 2016. 314 с.

2. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та інш. Харків: Майдан. 2016. 314 с.

3. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навч. посібник / О. В. Овчарук, В. І. Овчарук, В. Я. Хоміна, М. І. Мостіпан. Харків-Кам'янець – Подільський. 2019. 364 с.

4. Основи методології та організації наукових досліджень: Навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів / за ред. А. Є. Конверського. – К.: Центр учбової літератури, 2010. 352 с.

5. Сусліков Л. М., Студенюк І. П. Створення об'єктів інтелектуальної власності: навч. Посібник. Ужгород. 2020. 407 с.

6. Методика наукових досліджень в агрономії [текст]: навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут та ін. 2013. 264 с.

7. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко та ін.; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

8. Лісовал А. П. Методи агрономічних досліджень. К.: НАУ, 2002. 247 с.

9. Тимошенко І. І., Майшук З. М., Косилович Г. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів: ЛДАУ, 2004. 111 с.

10. Мостіпан М. І. Рослинництво: лабораторний практикум. Кіровоград: Лисенко В. Ф. 2015. 318 с.

11. Куртин Н. П., Петак Г. М. Основи наукових досліджень у агрономії. Ужгород, 2001. 73 с.

12. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.

13. Горбатенко І. Ю. Основи наукових досліджень. 2001. 92 с.

14. Мащенко Ю. В. Науково-методичне забезпечення інноваційного розвитку агровиробництва в Степу України: колективна монографія : за ред. І. М. Семеняки, О. М. Гайденка, В. А. Іщенка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 280 с.

15. Галян О. В. Методологія та організація наукових досліджень: навч.-метод. видання. / О. В. Галян. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. 26 с.

16. Навчальний посібник з дисципліни «Методика наукових досліджень в агрономії» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. – Вінниця : ВЦ ВНАУ. 2020. 198 с.

17. Мойсейченко, В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 334 с.

18. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / Е. Р. Ермантраут, А. С. Малиновський, В. Г. Дідора та ін. 2010. 124 с.

# **МЕТОДОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ**

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання практичних робіт здобувачами ОПП "Агрономія" другого рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання спеціальності Н1-агрономія**

Укладачі: М.І. Мостіпан, к. б. н., професор, завідувач кафедри загального землеробства, М.М. Ковальов, к-т с.-г. наук, доцент кафедри загального землеробства, Центральноукраїнський національний технічний університет