

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

06.02. – МР. 1858 – «С» 2021.11.01. 010 ПЗ

Луцюк Анастасія Святославівна

2022 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

Ю. Коломієць

« _____ » _____ 2022 р.

УДК – 632 7:631.544

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
(пояснювальна записка)

на тему: «Управління чисельності фітопаразитичних нематод на
топінамбурі»

Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»
Освітня програма «Карантин рослин»

Виконав (ла)

А. Луцюк

Керівник магістерської роботи,
к.б.н., доцент

Т. Стефановська

Рецензент, к.б.н., доцент

Київ - 2022

Кафедра ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин
Освітнього ступеня **«Магістр»**
Спеціальність **202 «Захист і карантин рослин»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

**Ентомології, інтегрованого захисту
та карантину рослин**

(назва кафедри)

д.с.-т. наук, професор

(науковий ступінь, вчене звання)

Доля.М.М

(підпис)

(ПБ)

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

різвще, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської роботи «Управління чисельності фітопаразитичних нематод на топінамбурі»

керівник магістерської роботи

Стефановська Тетяна Робертівна, кандидат біологічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від 06.02 – МР 1858 – «С» 2021.11.01.010 ПЗ

2. Термін подання студентом магістерської роботи 30 жовтня 2022

3. Вихідні дані до магістерської роботи

Фітопаразитичні нематоди на топінамбурі та існуючі методи для їхнього контролю.

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Грунтово- кліматичні умови місця проведення досліджень

2. Методики виділення ґрунтових нематод.

3. Біологічні особливості галових та стеблових нематод.

4. Використання біогумусу для контролю чисельності фітопаразитичних нематод.

5. Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Графіки, що ілюструють вплив використання біогумусу на біометричні параметри рослин та чисельність популяції фітопаразитичних нематод

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. _____ Дата _____ видачі _____

завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітка
1.	Підготовка огляду літератури	Лютий 2022 року	
2.	Оволодіння методиками виділення фітопаразитичних нематод з ґрунту	Березень 2022	
3.	Оволодіння методиками вивчення біометричних показників рослин	Квітень 2022	
5.	Закладка досліду	Квітень 2022	
6.	Проведення обліків чисельності нематод та біометричних параметрів рослин	Травень-жовтень 2022	
7.	Написання магістерської роботи	Жовтень 2022	

Студент
НУБІП України
(підпис)
Керівник магістерської роботи
Стефановська Т.Р.
(підпис)
(прізвище та ініціали)
(прізвище та ініціали)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Вступ.....	12
Розділ 1. Особливості біології, екології, поширення основних видів нематод в Польщі, які мають потенціальну шкодочинність в Україні.....	15
1.1. Північна галлова нематода (<i>Meloidogyne hapla</i> C.).....	18
1.2. Картопляна днільна нематода (<i>Ditylenchus destructor</i> D.).....	20
1.3. Біологія нематод.....	22
1.4. Розповсюдження.....	24
1.5. Шкодочинність.....	25
Розділ 2. Загальна характеристика топінамбуру.....	26
2.1. Біологічні особливості.....	26
2.1.1. Хімічний склад бульб.....	27
2.1.1.1. Харчова цінність і користь топінамбура.....	27
2.2. Морфологічні особливості.....	28
2.3. Попередники.....	29
2.4. Агротехніка вирощування.....	30
2.4.1 Гібриди та сорти.....	31
2.5. Хвороби топінамбуру.....	31
2.6. Шкідники топінамбуру.....	33
Розділ 3. Місце і методика досліджень.....	35
3.1. Місце проведення дослідження.....	35
3.2. Дослідна ділянка.....	39
3.3. Методики дослідження.....	41
3.3.1. Ізолювання та визначення чисельності нематод.....	41
3.3.2. Кількісна ЦЛР мікроорганізмів.....	42
3.3.3. Визначення біометричних показників.....	42
3.4. Методики екстрагування нематод.....	42
3.4.1. Воронка Бермана/чашка Остербрінка.....	44
3.4.2. Метод фільтрації.....	45
3.4.3. Метод центрифугування.....	47
Розділ 4. Експериментальна частина.....	49

4.1. Вплив внесення вермікомпосту на популяцію чисельності <i>Meloidogone hapla</i> та <i>Ditylenchus destructor</i> , Скерневіце 2022 рік.....	49
4.2. Вплив використання <i>Eisenia foetida</i> на показники росту та розвитку топінамбуру, врожайність та вихід енергії.....	54
Розділ 5. Економічна частина	61
Розділ 6. Охорона праці.....	63
Розділ 7. Охорона навколишнього середовища.....	66
7.1. Вплив пестицидів на охорону навколишнього середовища.....	66
Висновки	69
Список літератури.....	71

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Вступ

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – це універсальна рослина, яка походить з Північної Америки, і має досить багато застосувань, включаючи виробництво енергії, їжі та харчової продукції та фіторекламацію¹. Рослина, згадана вище, дуже цінується за її бульби та поверхневу частину. Стебла та листя топінанмбуру використовуються для годівлі деяких видів тварин. *Helianthus tuberosus* являється альтернативною культурою для споживання людиною і володіє багаточисленними перевагами, хоча в Україні він і не такий популярний.

Його бульби, пагони та квітки містять у собі цінні фітохімічні речовини, які можуть використовуватися для виробництва ліків, косметики та продуктів харчування (1).

Також, топінамбур є подібним до міскантусу *Miscanthus giganteus* G. тим, що він теж підходить для виробництва біопалива. Топінамбур є чудовим джерелом біомаси, завдяки своїй високій врожайності і вмісту лігніну та целюлози. Рослина є привабливим субстратом для отримання енергії, включаючи пряме спалювання, спалювання з вугіллям та виробництво біогазу (2) (3).

Успіх вирощування топінанмбуру залежить від якості ґрунту: мінеральних та біологічних інгредієнтів, контролю патогенів та паразитів, особливо нематод. Експерименти, проведені раніше, з інтродукованими дощовими черв'яками вермікомпосту виду *Eisenia foetida* S., у якості біологічного добрива, довели, що черв'яки сприяють біологічній активності ґрунту в лісовому розсаднику, допомагаючи розвитку корисних мікроорганізмів, стимулюючи ріст і розвиток рослин, а також контролюючи збудників хвороб та шкідників. Завдяки низькій собівартості це екобіотехнологічне добриво значно покращує якість ґрунту. Корисна мікробіота та нематоди-хижаки стимулюються завдяки вермікомпосту, та їх численність у ґрунтового біомі збільшується, а це сприяє збагаченню

¹ Фіторекламація – застосування рослин для відновлення порушеного складу земного покриву до його початкового стану.

грунтової павутини та здатності ґрунту жити рослини і захищати їх від патогенів. На жаль, є мало досліджень, які гарно би описували вплив вермікомпосту на рослинних паразитичних нематод, або на фітонематод, *Ditylenchus destructor* T. та *Meloidogyne hapla* C. при вирощуванні таких культур, як топінамбур.

Фітопатогенні нематоди – дрібні (приблизно 1 мм завдовжки, відрізняються лише роди *Longidorus* та *Xiphinema*, які досягають до 6 мм у довжину) червоподібні тварини, які весь свій життєвий цикл проводять у ґрунті, живлячись корінням і стеблами рослин. Вони проколюють клітину рослини голкоподібною структурою, так званим «стиллетом²», і висмоктують рослинний сік. Фітопаразитичні нематоди живляться корінням і стеблами багатьох видів рослин в Україні, в тому числі топінамбур.

Нематоди живляться різними типами органічних речовин і належать до річних трофічних типів:

- паразити, що живляться мікроорганізмами;
- паразити, які живляться грибами, водоростями та лишайниками;
- нематоди, що живляться вищими рослинами;
- всеїдні нематоди та хижак.

Всі ці типи нематод беруть участь у важливих ґрунтових процесах, таких як розкладання, кругообіг органічної речовини у ґрунті та циркуляція поживних речовин для рослин (4) (5) (6).

Фітопатогенні нематоди у парі з патогенними бактеріями і грибами викликають захворювання зі складною етіологією³. Нематоди родів *Longidorus*, *Xiphinema* та *Trichodorus* є переносниками ґрунтових вірусів, які передаються з корінням рослин (7). У нас час, на жаль, присутній загальний дефіцит досліджень фітопаразитичних нематод (8), а нематоди з родів *Longidorus* та *Xiphinema*, які

² Стиллет – голкоподібне утворення, яке дуже добре помітне навіть у прихованому вигляді, в напівпрозорому тілі шкідника і яким нематода пробиває клітинну стінку рослини.

³ Етіологія – теоретичний розділ медицини, який вивчає причини виникнення хвороб, зокрема інфекційних.

завичай і колонізують топінамбур в Україні та Польщі, до нього часу досі не вивчалися. Бульби топінамбура, як спочатку здається, досить стійкі до нематод (9). Однак, довготривалі монокультури енергетичних культур можуть поставити під загрозу стійкість рослин до патогенів та хвороб. У зв'язку з вищезазначеним, метою дослідження було проаналізувати популяції паразитичних нематод, що колонізують кореневу зону *Helianthus tuberosus* на теренах двох країн: Польщі та України.

Мета дослідження: контроль чисельності популяцій двох видів нематод:

Meloidogyne hapla та *Ditylenchus destructor* від опосередкованого застосування вермікомпосту в ризосфері топінамбура. Вплив застосування вермікомпосту, отриманого з червоного каліфорнійського черв'яка на мікробіологічні та хімічні властивості ґрунту та біометричні показники рослин.

Об'єкт досліджень: ризосфера⁴ *Helianthus tuberosus*, вирощеного в досліді

з використанням лізиметрів, з додаванням вермікомпосту, отриманого за допомогою червоного каліфорнійського черв'яка (*Eisenia foetida*).

Предмет дослідження: найбільш економічно важливі нематоди *Meloidogyne hapla* та *Ditylenchus destructor*, який в Україні знаходиться у списку регульованих некарантинних шкідливих організмів. Також предметом дослідження є вермікомпост, вироблений дощовими черв'яками (*Eisenia foetida*), який може бути корисним, як органічне добриво для *Helianthus tuberosus*.

Ключові слова: мікробіота ризосфери, *Helianthus tuberosus*, *Meloidogyne hapla*, *Ditylenchus destructor*, *Eisenia foetida*, біологічна активність ґрунту, інтенсивність розмноження.

⁴ Ризосфера – тонка зона ґрунту (2-5 см), оточуюча корінь рослини і яка має вплив від секреції кореня і мікроорганізмів навколо нього.

Розділ 1. Особливості біології, екології, поширення основних видів нематод в Польщі, які мають потенціально школочинність в Україні

Серед ґрунтових біонтів особливе місце займають нематоди – безхребетні тварини, які належать до підрозділу первиннорожних, типу круглих черв'яків.

Таблиця 1. Біологічна класифікація нематод

Домен:	Еукаріоти (<i>Eukaryota</i>)
Царство:	Тварини (<i>Animalia</i>)
Підцарство:	Справжні багатоклітинні (<i>Eumetazoa</i>)
Розділ:	Двобічно-симетричні (<i>Bilateria</i>)
Підрозділ:	Первиннороті (<i>Protostomia</i>)
Тип:	Круглі черви (<i>Nematoida</i>)

Загальна кількість відомих видів оцінюється між 25 і 30 тисячами. Це лише мала частина реального числа видів цієї групи одноманітних організмів з

великою внутрішньовидовою варіабельністю ознак

Нематоди (рис. 1) – мешканці

пористих субстратів, де вони пересуваються в плівці води. Вони населяють усі типи ґрунтів і ґрунтових покривів водойм – океанів, морів, озер і річок.



Ґрунтові нематоди за типом

живлення і займаними ними екологічними нішами поділяються на п'ять екологічних груп:

Рис. 1. Нематоди під електронним мікроскопом

https://www.koppert.nl/content/netherlands/News/Informatie/Whitepapers/FAQ_nematodes/FAQ_nematoden.pdf

- прикореневі (паразитанти)
- мешканці гнильного середовища (типіві сапробіонти)
- мешканці гнильного середовища і тканин рослин без ознак гнилі (типіві сапробіонти)

НУБІП УКРАЇНИ

- мешканці тканин, заражених іншими захворюваннями (девісапробіонти)
- мешканці здорових рослин (фітогельмінти).

Особливе господарське значення мають паразити здорових рослин або фітогельмінти.

НУБІП УКРАЇНИ

Окремі таксони підкласів фазмідієвих перейшли до паразитизму на рослинах і тваринах. Є нематоди зі складними циклами розвитку, що включають паразитування на комах, рослинах та грибах (ряд *Tylenchida*: надродина *Sphaerularioidea*).

НУБІП УКРАЇНИ

Серед представників підкласу еноплій також трапляються паразити рослин, серед яких найспеціалізованішим до паразитизму є ряд *Diptherophorida* та родина *Longidoridae* ряду *Dorylaimida* – і дифтерофориди, і лонгідориди, є переносниками вірусів рослин. Спектр ніш у нематод і їхня біологічна пластичність може бути порівняна тільки з широким спектром адаптації комах.

НУБІП УКРАЇНИ

За кількістю видів у межах родів і родин, за широким спектром ніш нематод загалом і підкласи фазмідієвих та еноплій зокрема можна охарактеризувати як групи, що перебувають у стадії біологічного прогресу.

Паразитичних нематод класифікують за:

- зовнішнім виглядом (цистоутворювальні, спіральні, кільчасті)
- будовою стилета (кинджалні, шпилькові)
- місцем їхнього паразитування (брунькові, листові, стеблові, бульбові, кореневі)
- виду рослини-господаря (сунична, хризантемна, конюшина, картопляна, бурякова)
- типом ураження рослин (галоутворювачі (рис. 2) – мелойдоїни, ангвіни, виразки коріння – пратиленхи).

НУБІП УКРАЇНИ

За способами паразитування фітогельмінти поділяються на дві групи: мігруючі та седентарні (сидячі, осілі). У мігруючих самці і самки зберігають



Рис. 2. Галоутворююча нематода *Meloidogyne incognita* Kofoid & White. Здоровий та нею уражений корінь

[https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/444/444-107/444-107%20\(ENTO-295P\).pdf](https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/444/444-107/444-107%20(ENTO-295P).pdf)

типову струнку форму тіла і можуть пересуватися в рослині та ґрунті. Серед них розрізняють екто- та ендопаразитів.

Ектопаразити живляться на поверхні рослин і процесі життєвого циклу пересуваються від одного місця проживання до

іншого. У надземних органах вони сприяють загибелі бруньок,

плями і рани на листках, деформації листя і стебел

Ектопаразитичні нематоди

коренів спричиняють некроз поверхні, утворення неохайних або грубих коренів, вкорочення або потовщення їх, деформацію кінчиків коріння.

Фітогельмінти, які живуть, харчуються і розмножуються всередині різних органів і тканин, носять назву ендопаразитів (внутрішніх паразитів).

Мігруючі ендопаразити ураженому органі спричиняють некрози та плямистість.

Деякі ектопаразитичні нематоди ведуть напівендопаразитичне існування, впроваджуючи передню третину свого тіла в тканину кореня.

У седентарних фітогельмінтів виробилися абсолютно особливі трофічні

взаємини з рослиною-господарем. Вони полягають у тому, що фітогельмінти, стимулюючи утворення гігантських клітин у

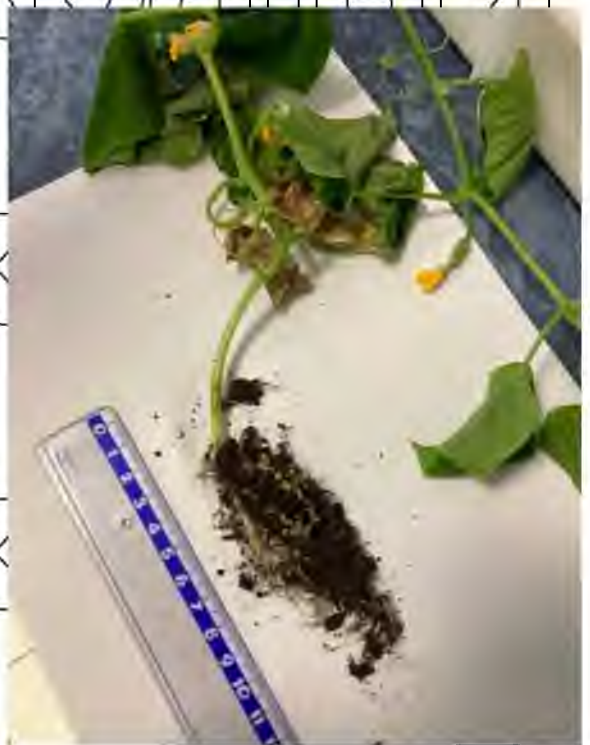


Рис. 3. Ураження кореня огірка Галоутворюючою нематодою *Meloidogyne incognita*

тканинах рослин, самі харчуються їхнім вмістом. Самки набувають більш-менш роздутої форми, внаслідок цього втрачається їхня здатність до активної зміни місця, і вони стають седентарними.

Седентарні фітогельмінти поділяються на галоутворюючих (рис. 3), цистоутворюючих і напівендопаразитичних.

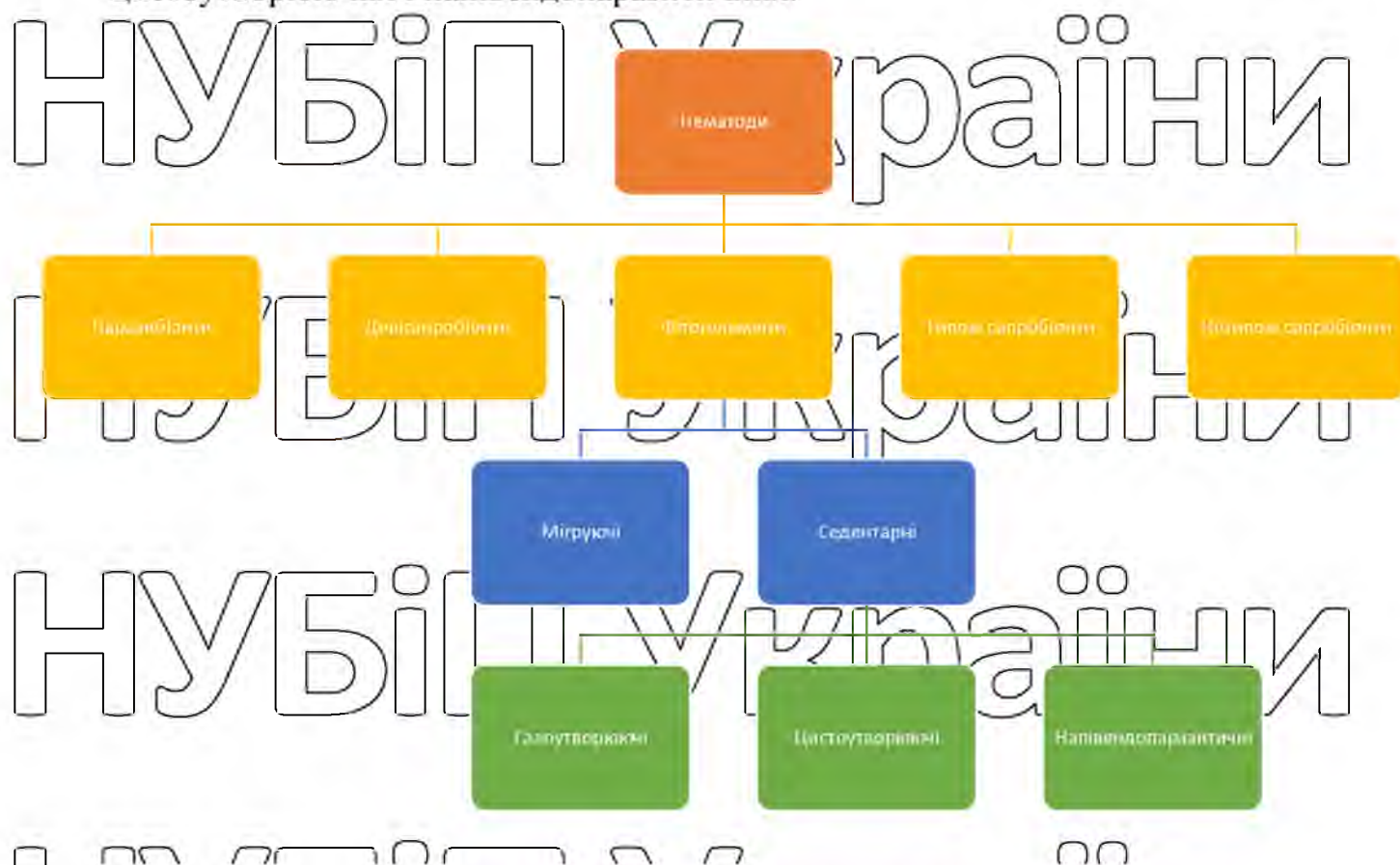


Рис. 4. Класифікація паразитичних нематод

Морфологія і патогенність фітогельмінтів, вражаючих сільськогосподарські культури, симптоми захворювання, які вони спричиняють, є різними, як і їхні біологічні та екологічні характеристики, способи поширення та взаємовідносини з іншими збудниками хвороб.

1.1. Північна галлова нематода (*Meloidogyne hapla* C.)

Meloidogyne hapla – рослинний патоген, який утворює крихітні галли на близько 550 видах сільськогосподарських культур та бур'янів. Після народження

личинки проникають у тканину кореня. Самки здатні відкласти до 1000 яєць за один раз у велику яєчну масу. Переживаючи суворі зими, вони можуть виживати у холодному кліматі (звідси і на назва – північна) (10).

Таблиця 2. Біологічна класифікація північної галлової нематоди

Королівство:	Тварини (<i>Animalia</i>)
Тип:	Нематоди (<i>Nematoda</i>)
Клас:	Сецерентії (<i>Secernentea</i>)
Порядок:	Тиленхіди (<i>Tylenchida</i>)
Родина:	Гетеродери (<i>Heteroderidae</i>)
Рід:	Галлові нематоди (<i>Meloidogyne</i>)
Вид:	Північна галлова нематода (<i>Meloidogyne hapla</i>)

Meloidogyne hapla (рис. 4) має широкий спектр рослин-господарів. Вона є поліфагом. Живиться, загалом, багатьма сільськогосподарськими та садовими рослинами (овочі, фрукти, декоративні рослини), але практично не живиться травами та зерновими культурами.

Симптоми ураження можна побачити на коренях, листі та загальному зростанні зараженої рослини. На коренях може спостерігатися затримка росту,

в'янення та утворення аномальних наростів, які називаються галлами. Галли, зазвичай, невеликі та сферичні і розташовані біля дрібних

корінців. Вони утворюються, коли нематода проникає в корінь і вивільняє хімічні речовини для збільшення клітин кореня, якими вона живиться. Корінь стає дефектним і тому не може належним чином транспортувати воду та поживні



Рис. 4. *Meloidogyne hapla*
<https://sweetarmor.org/what-is-a-root-knot-nematode-rkn/>

речовини (11). Кінцевим результатом є низькорослі, зів'ялі та поживклі рослини (характерні для дефіциту поживних речовин) та зниження врожаю. Тяжкість симптомів залежить від щільності популяції нематод, а також виду та сорту рослини-господаря. Зі збільшенням чисельності нематод на ділянці збільшується кількість і розмір корневих галлів (12).

Кожна культура реагує на *Meloidogyne hapla* по-різному.

1.2 Картопляна гнильна нематода (*Ditylenchus destructor* T.)

Ditylenchus destructor (рис. 5) – це рослинна патогенна нематода, широко відома як нематода картопляної гнилі. Це ендopазитична мігруюча нематода, яка може розмножуватися з неймовірною швидкістю і завдавати значної шкоди сільському господарству.

Таблиця 3. Біологічна класифікація картопляної гнильної нематоди

Королівство:	Тварини (<i>Animalia</i>)
Тип:	Нематоди (<i>Nematoda</i>)
Клас:	Сецернентії (<i>Secernentes</i>)
Порядок:	Тиленхіди (<i>Tylenchida</i>)
Родина:	Ангуїніди (<i>Anguinidae</i>)
Рід:	Дітиленхуси (<i>Ditylenchus</i>)
Вид:	Картопляна гнильна нематода (<i>Ditylenchus destructor</i>)

Ці нематоди мікроскопічні з довжиною тіла приблизно 1,4 міліметра. Їх життєвий цикл проходить всередині бульби картоплі, де вони живляться крохмальними зернами. Це призводить до того, що уражені тканини стають бурими і

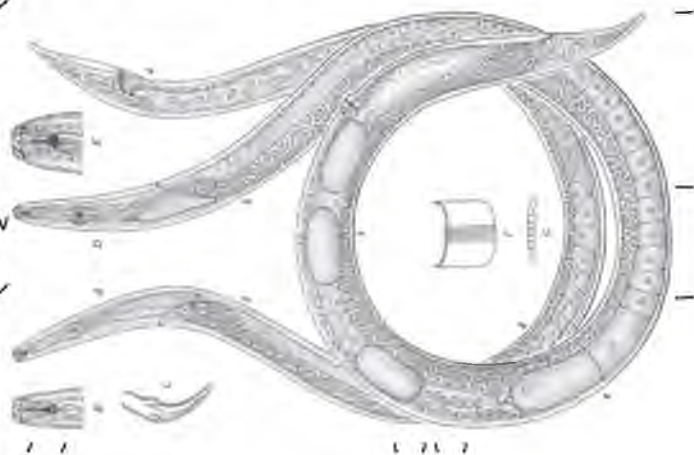


Рис. 5. *Ditylenchus destructor*

<https://www.researchgate.net/publication/338294483/figure/fig1/AS:842515997544448@15778>

порошкоподібними а поверхня бульби покривається темними плямами з сухою розтріскуваною шкіркою. Нематоди живуть всередині живої тканини, де вони швидко накопичуються, оскільки самки здатні відкласти до 250 яєць кожна. Вони зимують у бульбах, які зберігаються протягом усієї зими, і можуть заражати посадковий матеріал. Після зараження нематоди переміщуються по всій рослинній клітині, виробляючи фермент пектиназу, який викликає дегенерацію клітин і є основним збудником гнилі (рис. 6) (13). Грунт відіграє лише другорядну роль у поширенні цієї нематоди

Життєвий цикл *Ditylenchus destructor* триває приблизно 6 днів (14).

Оскільки *Ditylenchus destructor* є ектопаразитом, то більша частина його життєвого циклу відбувається всередині тканин рослини-хазяїна. Існує чотири періоди линьки та ювенільних

стадій розвитку *Ditylenchus destructor*, причому перша ювенільна стадія відбувається всередині яйця (15). Самки відкладають яйця всередину бульби зі своїх яєчників, і в цей

момент ембріони починають проходити процес розщеплення, що є початком першої ювенільної стадії.



Рис. 6. Пошкодженні бульби картоплі через ураження *Ditylenchus destructor*

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epp.12433>

Через дві з половиною години через стінку яйця можна побачити молоду нематоду, а через 48 годин завершується перша личинкова стадія і відбувається вилуплення. Вилуплення знаменує собою линяння в другу ювенільну стадію, і розвиток продовжується до наступної линьки. На третій ювенільній стадії починають розвиватися і стають видимими статеві структури. Цей розвиток додаткових структур спричиняє значний ріст і подовження нематоди (особливо у самок, які мають більший розвиток). Саме на четвертій стадії повністю розвиваються статеві структури: розвиток піхви у самок і розвиток яєчок у

самців (16). У цей момент нематоди проходять остаточну линьку і вступають у останню, дорослу стадію свого життєвого циклу. Після живлення на хазяїні протягом деякого часу самки відкладають яйця всередину бульби, яйця запліднюються самцем, і цикл повторюється (16).

1.3. Біологія нематод

Нематоди тварини роздільностатеві, з чітким статевим диморфізмом, який характеризується не тільки у різниці будови статевих залоз, але й наявністю вторинних статевих ознак. Дуже виразний статевий диморфізм у седентарних нематод. Самці цистоутворюючих та галлових нематод мають грушовидну форму і сидять нерухомо на

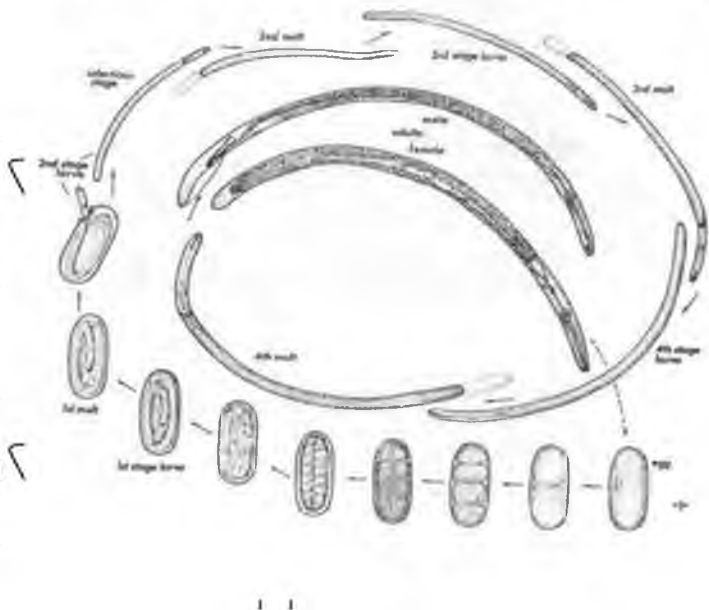


Рис. 7. Типовий життєвий цикл фітопаразитичної нематоди

коріннях рослин. Самці відрізняються від самок тим, що зберігають типове для нематод ниткоподібне тіло і здатні до самостійного пересування. Гермафродизм зустрічається зрідка і носить вторинний характер.

Для нематод відоме тільки статеве розмноження (рис. 7). Співвідношення статей у паразитичних нематод різниться і часто пов'язане з екологічними факторами. Збільшення самців у популяції залежить від таких факторів, як харчова недостатність, знижений фотосинтез у рослини, вік і фізіологічний стан рослини-господаря, температура і т. д. Фактори зовнішнього середовища можуть викликати реверсію статі у личинок (у галлових та цитрусових нематод) (17).

Розмноження нематод відбувається яйцями. Частіше за все має місце запліднення яєць, але можливий і партеногенез, який можливий у галлових і

чистоутворюючих нематод. Плодючість фітопаразитичних нематод висока, але ніколи не досягає тих розмірів, які характерні для нематод-паразитів тварин.

Одна генерація стеблевих нематод при оптимальних умовах розвивається 24-25 днів. Приблизно такі ж строки потрібні для завершення онтогенезу у галлових нематод. За інших рівних умов великий вплив на швидкість розвитку має температура. Наприклад, цикл розвитку галлової нематоли при температурі 28° проходить за 25 днів, тоді коли при температурі нижнього порогу (15°) розвиток затягується до 100 днів. Число поколінь у фітонематод визначається головним способом кліматичними умовами, рідше внутрішнім ритмом фізіологічних процесів (18) (19).

Яйця нематод мають зазвичай подовжено-овальну або почкovidну форму. Вони відносно крупні і часто по діаметру не уступають діаметру тіла самки. Яйця вкриті складною багат шаровою оболонкою і містять небагато жовтку у цитоплазмі (20).

Дроблення у них повне, рівномірне, детерміноване і ґіде по білатеральному типу. Дроблення може початися у статевих шляхах самки або після відкладання яйця у навколишню середу.

Сформована личинка за своєю організацією відповідає спільному плану будови дорослих особин, але відрізняється від них, в першу чергу, недорозвиненою статеву системою. Наявність міцного зовнішнього скелету у вигляді кутикули визначає спосіб росту – за допомогою лінійок.

Помічено, що у нематод з завершенням розвитку ріст сповільнюється, але не закінчується. Сталі розміри залишаються тільки у



Рис. 8. Нематоди, харчуючись, проколюють стилетами клітинну оболонку рослини

<https://bpp.oregonstate.edu/main/plant-parasitic-nematodes-grasses>

твердих органів (у стилета, спікул, списів) (рис. 8) (21).

1.4. Розповсюдження

Meloidogyne hapla – космополітичний вид, який входить до числа

найпоширеніших нематод світу. Зустрічається в помірних зонах і на великих

висотах в ліжтropicному поясі (рис. 9).

В Україні цей вид є розповсюдженим і не зустрічається у карантинних списках.

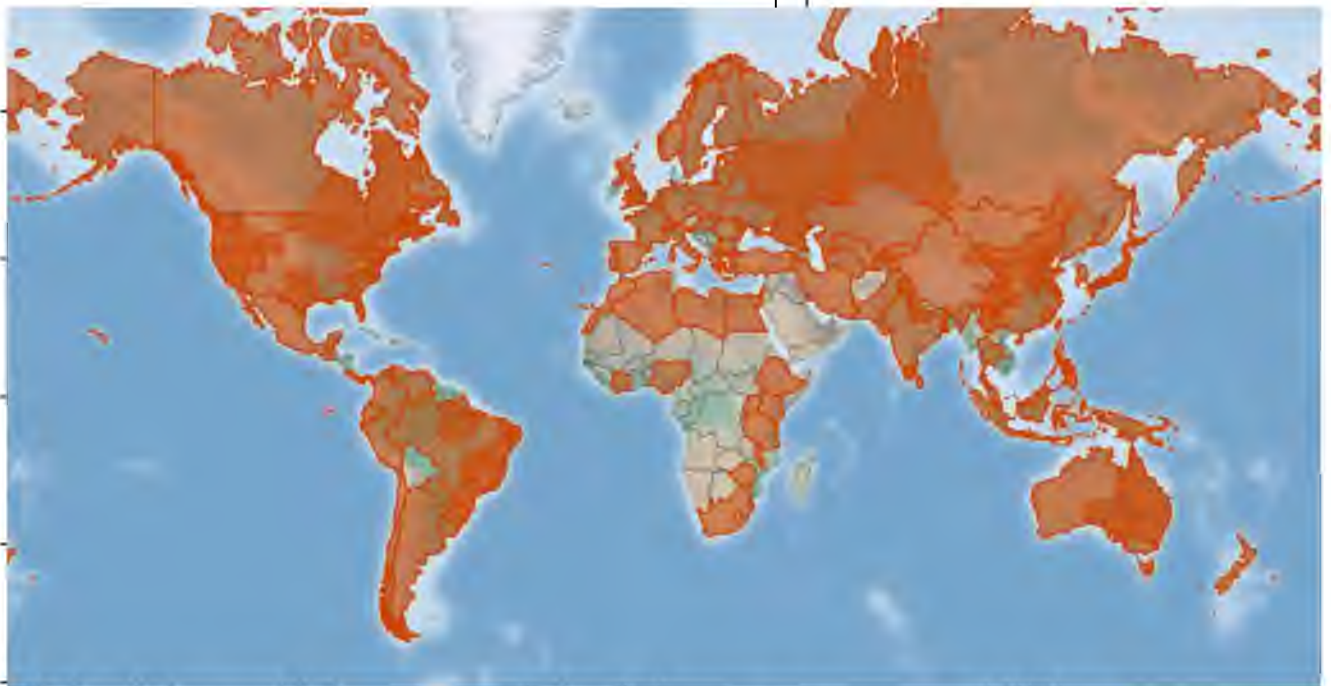


Рис. 9. Розповсюдження *Meloidogyne hapla*

<https://www.cabi.org/isc/datasheet/35244#toDistributionMaps>

На відміну від інших нематод, *Ditylenchus destructor* не має стадії спокою, тому навколишнє середовище має великий вплив на цей організм. Найбільш

сприятливими умовами для для *Ditylenchus destructor* є середно-західна та південна частини Північної Америки, а також центральні частини Європи та Азії (рис. 10) (22). На цих землях сільськогосподарські методи також значно і мірся

впливають на розповсюдження збудника. *Ditylenchus destructor* в Україні знаходиться у списку Регульованих некарантинних шкідливих організмів (В).



Рис. 10. Розповсюдження *Ditylenchus destructor*
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/19280#toDistributionMaps>

1.5. Шкодочинність

Враховуючи велику шкодочинність нематод, та те, що вони призводять до зменшення врожаю, нами були проведені дослідження з уточнення біологічних особливостей нематод та заходи регуляції їх чисельності.

Нематоди можуть викликати нематодози – паразитарні хвороби (гельмінтози) людини, тварин і рослин.

Нематодози у рослин спричиняє низка шкідливих рослинних нематод. Зустрічаються в багатьох диких у культурних рослин. Найчастіше ззовні ознаки нематодних уражень рослин проявляються сповільненням появи сходів, росту і розвитку саджанців, слабким цвітінням, частковою (іноді значною) загибеллю рослин у молодому віці, зниженням або загибеллю врожаю. У процес харчування нематоди порушують цілісність кореневої системи, тим самим сприяючи проникненню всередину рослини патогенних грибів, бактерій та вірусів (23).

Фітопатологічні нематоди спричиняють значні втрати врожаю, щорічно забираючи до 10% посівів у всьому світі (24).

Розділ 2. Загальна характеристика топінамбуру

Топінамбур (25) (*Helianthus tuberosus*)

це трюкована бульбоносна рослина, яка походить із західного узбережжя Північної Америки. У дикому вигляді рослину можна зустріти у Сполучених Штатах Америки, а саме у Флориді, Техасі та у інших штатах з теплим кліматом.

Топінамбур (рис. 11) – це не тільки їстівна рослина, якою можна замінити картоплю, а й кормова та технічна культура. *Helianthus tuberosus* L. належить до ряду

Соняшників (*Helianthus*) та до родини Айстрових (*Asteraceae*)



Рис. 11. Топінамбур на експериментальній ділянці

Таблиця 4. Біологічна класифікація топінамбуру (*Helianthus tuberosus*)

Домен:	Еукаріоти (<i>Eukaryota</i>)
Царство:	Зелені рослини (<i>Viridiplantae</i>)
Відділ:	Вищі рослини (<i>Streptophyta</i>)
Надклас:	Покритонасінні (<i>Magnoliophyta</i>)
Клас:	Евдикоти
Підклас:	Айстериди
Порядок:	Айстроцвіті (<i>Asterales</i>)
Родина:	Айстрові (<i>Asteraceae</i>)
Рід:	Соняшник (<i>Helianthus</i>)
Вид:	Соняшник бульбоистий або топінамбур (<i>Helianthus tuberosus</i>)

2.1. Біологічні особливості

Топінамбур – багаторічна бульбоносна трав'яниста рослина, кормова та овочева культура. Надземна частина топінамбуру нагадує соняшник, тільки

листя та квіти у нього менші. На корінні утворюються бульби різної форми, по смаку подібні до ріпи. (26)

У бульб непогана врожайність – від 250 до 550 ц/га. Вони можуть бути добрим прикормом для сільськогосподарських тварин, бо містять у собі від 21 до 27 кормових одиниць та 1,2 кг перетравного протеїну.

2.1.1. Хімічний склад бульб

Бульби земляної груші містять у собі 17% інуліну, а ще фруктозу, мальтозу, сахарозу та крохмаль. Коренеплоди є багаті на кремнезем, залізо, магній, мідь, калій та на вітамін В1. Містять у собі потрібні людському організму триптофан, амінокислоти та треонін. Інші частини рослини також містять у собі кумарин та ненасичені жирні кислоти (рис. 12).

2.1.1. Харчова цінність і користь топінамбура

Калорійність: 62 ккал на 100 грам.

100 грам бульб топінамбура містять у собі:

- білок – 2 г.
- вуглеводи – 17,44 г.
- жири – 0,01 г.
- клітковина – 1,6 г.
- вода – 80,2 г.

Вітаміни: вітамін С, тіамін, рибофлавін, нікотинова кислота, вітамін В6, фолієва кислота, вітамін А, вітамін Е, вітамін К.

Мінерали: кальцій, залізо, магній, фосфор, калій, натрій.



Рис. 12. Тушений топінамбур

<https://smak.ua/recept/vtorie-blyuda/71435-tusyoryj-topinambur-pod>

Топінамбур рекомендується для людей з діабетом. Рослина виводить токсини з людського організму, отже, рекомендується для людей з захворюваннями, які пов'язані з надмірним вживанням алкоголю.



Клітковина, яка є у складі рослини, створює відчуття наповнення шлунку та кишківника, сприяючи при цьому схудненню.

Завдяки високому вмісту калію, топінамбур допомагає знизити артеріальний тиск, а вітаміни магнію та вітамін В знижують рівень стресу та добре впливають на концентрацію уваги, регулюють нервову систему. Сік топінambuра використовується у народній медицині для лікування опіків на шкірі, поразок псоріазу та виразок.

Рис. 13. Розрізаний топінамбур
<https://yesfrukt.com/blog/vse-o-topinambure>

Булби топінambuра допомагають знизити температуру тіла при лихоманці та позбутися болю, бо у складі рослини є саліцилова кислота, яка діє так само, як аспірин (рис. 13).

Булби топінambuра допомагають знизити температуру тіла при лихоманці та позбутися болю, бо у складі

рослини є саліцилова кислота, яка діє так само, як аспірин (рис. 13).

2.2. Морфологічні особливості

Коренева система міцна, глибока. На підземних пагонах утворює їстівні бульби (білі, жовті, фіолетові, червоні) за смаком схожі на ріпу (рис. 14).

Стебло пряmostяче, міцне, висотою від 40 см до 4 м. Нагорі



Рис. 14. Морфологія топінambuра
<https://cikavinka.kr.ua/448-topinambur-posadka-i-doglad.html>



Рис. 15. Квіти топінамбура

гілкується, опушене короткими волосками. Листя пильчато-зубчасті черешкові, опушені: нижні – яйцеподібні або серцеподібно-яйцевидні, супротивні, верхні подовжено-яйцеподібні або ланцетні чергові.

Квітки зібрані у кошики, діаметром 2-10 см. Середні трубчасті квітки жовті, двостатеві, крайові безплідні квітки золотаво-жовті, їх від 10 до 15 штук. Цвітіння в Україні та у Польщі починається у серпні-жовтні (рис. 15).

2.3. Попередники

Найкращим місцем для топінамбуру у кормовій сівозміні є поле з-під багаторічних бобово-злакових трав. Попередниками топінамбуру не повинні бути культури, які легко піддаються захворюванню на склеротинію, як, наприклад, соняшник, цикорій, турнепс і тютюн, оскільки це захворювання легко передається топінамбуру.

Після топінамбуру, як після просапної культури, що сприяє очищенню поля від бур'янів, може з успіхом висіватися будь-яка зернова або зернобобова культура. Однак, у тих випадках, коли немає достатньої впевненості в тому, що поле повністю очищене від топінамбуру, краще поміщати після нього першою культурою кормові рослини для одержання зеленої маси, як, наприклад, вико-вівсяна суміш. Найвiсть можливих залишків топінамбуру не вплине на шкоду, причинену наступній культурі.

2.4. Агротехніка вирощування

Агротехніка топінамбура проста і подібна до агротехніки картоплі. Він невимогливий до умов проростання, зимостійкий (рис. 16).

Топінамбур і його гібриди – рослини короткого дня, світлолюбні, добре переносять тимчасову посуху і вважаються дуже витривалими культурами.

Ґрунти для топінамбуру підходять будь-які, крім

солончакуватих, сильнокислих та перезволожених. Але найкращі –

легкі суглинні та суглинні ґрунти з глибоким окультуреним орним шаром та гарним зволоженням.

Рослина добре відгукується на поліпшення якості ґрунту завдяки перегною та мінеральним добривам.

Розмножується переважно бульбами. Насіння у холодному кліматі не вириває.

Посадка проводиться раною весною на глибину 6-12 см

(восени 10-12 см), рядами через 60-

70 см і на 40-50 см в рядах. Садять зазвичай на спеціально виділені ділянки.

Там, де зазвичай буває надлишок вологи, бульби краще садити в заздалегідь приготовлені гребні, а у посушливій смузі – у борозну.

До і після появи сходів розпушують міжряддя, 2-3 рази мотижать, а у зоні достатнього зволоження підгортають. На ділянці багаторічного обробітку зайві рослини видаляють і шляхом пересадки відновлюють правильні ряди. Потім обробляють міжряддя, підгодовують.



Рис. 16. Квітучий двохметровий топінамбур на дослідній ділянці у Скерневицях



Рис. 17. Різні сорти топінамбуру

<https://www.cultivariable.com/jerusalem-artichoke-true-seed-production/>

Топінамбуру з соняшником створили нову рослину – топінсоняшник. Вперше таке схрещування було проведено у СРСР. Бульби цього гібриду великі, овальні, з гладкою поверхнею. Урожай бульб досягає 400 центнерів з гектара та більше, зеленої маси – 600 ц/га. (25) (28)

2.5. Хвороби топінамбуру

Топінамбур досить стійкий до хвороб, але є невеликий список збудників, які можуть нашкодити рослині, що призведе до втрати врожаю або, навіть, до загибелі рослини. (28) До них відносять:

- білу гниль або склеротініоз (*Sclerotinia sclerotinium* Lib.);
- альтернаріоз (*Alternaria helianthi* Hansf.);
- борошниста роса (*Erysiphe cichoracearum* DC.).

²⁵ з 1899 року один пуд дорівнює 16,3804964 кг.



Рис. 18. Ураження топінамбуру білою гниллю
<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/WhiteMold.aspx>

утворюються чорні нарости. Хвора рослина, настигши за вес, засихає. Найчастіше топінамбур уражується цією хворобою через ґрунт, через різку зміну температури, при підвищеній вологості повітря.

Альтернаріоз (*Alternaria*

helianthi) (рис. 19) — ця хвороба дуже популярна і поширюється не тільки на топінамбур, але й на інші

рослини. При альтернаріозі ушкоджуються вся верхня частина рослини. При ураженні спочатку на листі з'являються невеликі плями темного світлого коричневого кольору, жовті по краях.

Альтернаріоз можна відкувати, але він здатний масштабно нашкодити рослині, тому лікування потрібно почати негайно.



Рис. 19. Ураження топінамбуру альтернаріозом
<https://aggehorticulture.tamu.edu/vegetable/problem-solvers/tomato-problem-solver/stems/alternaria-canker/>

Борошниста роса (*Erysiphe*
cichoracearum) (рис. 20) – найчастіше

топінамбур хворіє на борошnistу росу у
середині періоду вегетації. Першими
ознаками є утворення пухкого нальоту
білого кольору на листі, який у процесі
ураження набуває рожевого або бурого
забарвлення. В результаті, пошкоджене
листя сильно сохне і легко ламається.



Сприятливими умовами для розвитку
борошnistої роси є висока температура
повітря та перепади вологості, а також
надмірна кількість азоту у ґрунті.

2.6. Шкідники топінамбуру
У порівнянні з хворобами, шкідників
у топінамбуру значно більше. Йому

можуть нашкодити кроти, миші, небезпечна для нього капустянка, слимаки, які
знаходяться в плодах рослини та харчуються ними. Також завдають шкоди
зем'яному яблуку метелики совки, личинки травневих хрущів, личинки
дротяників. (28)

Слимаки. Завдають шкоди бульбам, так як харчуються ними.

Вовчок звичайний (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) (рис. 21) – личинки вовчка
харчуються соком бульб топінамбуру, що може призвести до загибелі або
карликовості рослини.

Рис. 20. Ураження топінамбуру
борошnistою россою

<https://www.dreamstime.com/photographic-images/erysiphe->

НУБІП У КРАЇНИ

НУЄ



НИ

НУБІ

Рис. 21. Вовчок звичайний (*Gryllotalpa gryllotalpa*)
https://en.wikipedia.org/wiki/Mole_cricket

України

Травневий хрущ (*Melolontha melolontha* L.) (рис. 22) – ця комаха

відкладає яйця у ґрунт, звідки вилуплюються личинки і потрапляють на бульби
тонінамбуру. Личинки травневого хруща прогризають в них дірки і харчуються
соком.

НУБІП

України

НУЄ



НИ

НУЄ



НИ

НУБІП

Рис. 22. Самець травневого хруща (*Melolontha melolontha*)

Авторство Didier Descouens. Власна праця, CC BY-SA 4.0

України

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15>

НУБІП

України

Розділ 3. Місце і методика досліджень

3.1. Місце проведення дослідження

Дослід був закладений і проведений у Республіці Польща на території Національного Інституту Садівництва, місто Скерневиці (пол. Skernewice) (рис. 23).



Інститут є головною дослідницькою станцією в Польщі у сфері садівництва. Заснований був у 1964 році, як Національний Інститут Помології та Квіткарства ім. Щепана Пеньонжека та Інститут Рослинності ім.

Рис. 23. Географія міста Скерневиці на мапі Польщі

Емілія Хробоценка. У 2011 році ці дві інстанції об'єдналися, утворивши вже сучасний Національний Науково-дослідний Інститут Садівництва (рис. 24-25).

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3858610>



Рис. 24. Емблема Інституту Садівництва

<http://www.inhort.pl/>

Традиції садівництва в Скерневицях сягають міжвоєнного періоду. Однак останні 70 років – час оформлення діяльності скерневицьких інститутів, були періодом, коли наука садівництва особливо динамічно почала розвиватися тут, що призвело до того, що місто стало іменуватися Столицею садівництва.

Кваліфіковані науковці надають консультаційні послуги у галузях плодівництва, овочівництва та декоративного рослинництва, а також у сфері



Рис. 25. Головна будівля Національного Інституту Садівництва, Скерневіці
лабораторії нематології у Інституті.
Лабораторія нематології

підпорядковується закладу ентомології (рис. 26-28). Заклад ентомології, в свою чергу, має широкий обсяг проведених досліджень:

- Моніторинг комах, кліщів та нематод в органічних та традиційних посівах плодовоовочених культур.
- Розробка та удосконалення методів сигналізації появи шкідників плодовоовочених і декоративних культур та боротьби з ними.

біотехнології, генетики та селекції садових рослин, а також агротехники, фітопатології, розсадництва та охорони генетичних ресурсів плодово-овочевих і декоративних рослин.

Крім того, наукові колективи інституту цікавляться зрощеними рослин, вирощуванням істівних грибів, переробкою та зберіганням фруктів і овочів, безпекою харчових продуктів, агроінженерією, ентомологією та нематологією

Дослідження було проведено безпосередньо на дослідній ділянці та у



Рис. 26. Лабораторія нематології. Національний Інститут Садівництва, Скерневіці

- Виявлення нематод та комах.
- Аналіз ґрунту, субстрату та рослин на наявність нематод.
- Виявлення стійких порід кліщів та комах до окремих груп зооцидів, методом біохімічного аналізу.
- Оцінка біологічної ефективності акарицидів, інсектоакарицидів, молоскоцидів, нематоцидів, гальпіцидів, родентицидів, біостимуляторів, рослинних екстрактів, регуляторів росту



Рис. 27. Лабораторія нематології
Національний Інститут Садівництва
Скореєвиці

рослин, репелентів, біопрепаратів, ад'ювантів з живих організмів у зниженні чисельності шкідників ґрунтових і тепличних культур.

- Розробка та оновлення методик, посібників з інтегрованого захисту та виробництва садівничих культур та програм захисту овочевих, декоративних і плодових культур.
- Консультації щодо захисту садівничих культур від шкідників.

Рис. 28. Лабораторія нематології
Національний Інститут Садівництва
Скореєвиці

Ці дослідження є основою для реєстрації нових засобів захисту



Рис. 29. Палац Примасовських, у якому знаходиться дирекція Інституту

рослин в Польщі та інших європейських країнах. Україна та НУБП партнери Інституту. У даний час проводиться достатньо спільних досліджень між українськими дослідно-науковими установами та інститутом (рис. 29-30).

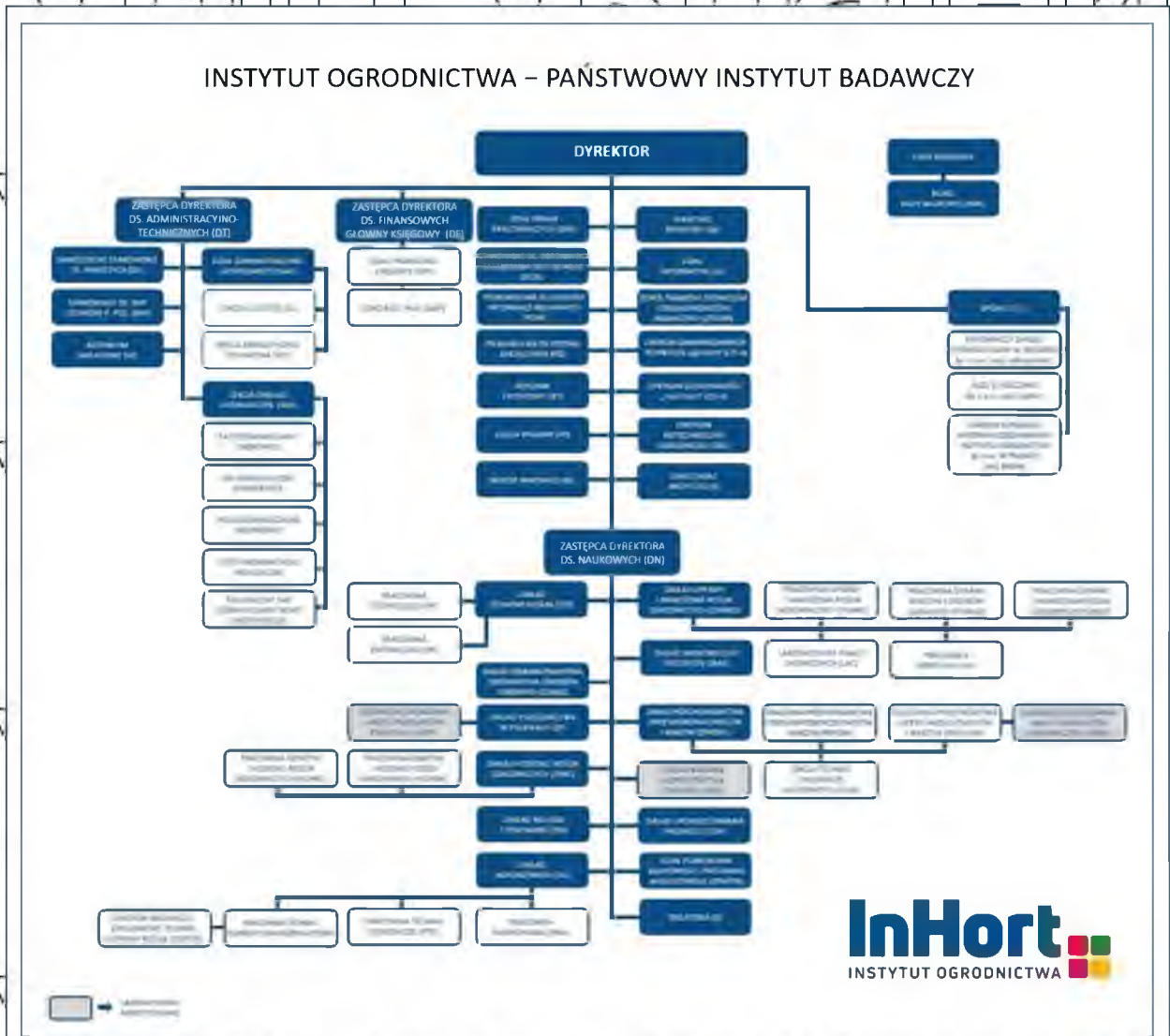


Рис. 30. Організація підрозділів в Інституті

3.2. Дослідна ділянка



Рис. 31. Дослідна ділянка, Скерневиці.

Зліва топінамбур, на якому було проведено дослідження, а з правої сторони – полунниця дощових черв'яків (*Eisenia foetida*), у якому знаходилось близько 180-200 личинок робаків: Ef. A, Ef. B, Ef. C, Ef. D (рис. 34).



Рис. 32. Дослідна ділянка, Скерневиці. Вигляд із супутника

<https://www.google.com/maps/place/96>

Дослід був закладений на території Національного Інституту Садівництва (51.962564, 20.137340) у лізиметрах⁶, діаметром 150 см та глибиною 60 см, які були заповнені піщано-глинистим ґрунтом, засіяних протягом останніх 3 років різними культурами (рис. 31-33).

Загальна кількість лізиметрів, які були використані для експерименту – 8.

Чотири лізиметри використовували у якості контролю. Kont. A, Kont. B, Kont. C, Kont. D. А у вносили один літр вермікомпосту, виготовленого з побутових відходів, які утилізувалися червоним гібридом каліфорнійських



Рис. 33. Дослідна ділянка, Скерневиці. З правої сторони топінамбур

⁶ Лізиметр – стаціонарний інженерно-технічний прилад, який використовують для вимірювання кількості фактичної евапотранспірації, яку виділяють рослинами.



Рис 34. Схема дослду

3.3. Методики дослідження

Десять бульб топінамбура були висаджені в кожне з кіл 10 березня 2022 року. Бульби регулярно видалялися до кінця експерименту – 15 жовтня 2022 року. У кожному з ділянок: чотири повторення з контрольним ґрунтом, чотири кола з засипаним біогумусом інвазійними личинками нематод, які були прищеплені близько до коренів бульб топінамбура у березні:

1. *Ditylenchus destructor* (80 екземплярів на 1 літр ґрунту)
2. *Meloidohyne hapla* (120 екземплярів на 1 літр ґрунту)

Остаточна чисельність обох видів нематод була розрахована 15 жовтня 2022 року, шляхом ізолювання нематод з ґрунту, коренів та стебла за методом Бермана.

Обліки нематод проводили двічі: на початку вегетації 10.03.2022 та у кінці 15.10.2022.

Вихідна чисельність нематод в ґрунті на початку вегетації позначена як P_i . Остаточна чисельність нематод в ґрунті на кінці вегетації позначена як P_f . Популяція нематод, що були виділені з ґрунту, який зберігався у холодильнику при температурі 5-10°, протягом 2 місяців з 15.10-15.12, позначено як P_{f1} .

Коефіцієнт розмноження нематод ($R_f = P_f/P_i$) розраховували шляхом ділення кінцевої та початкової популяцій (інокульованих).

3.3.1. Ізолювання та визначення чисельності нематод

У дослідженні на топінамбурі щільність заселення популяцій нематод була аналізована методом, описаним в статті Skwiercz та Zapłowska 2018 року. Виділені нематоди були віднесені до 5 трофічних груп, згідно з Yeates et al. (5). З кожного зразка ґрунту було відібрано підвибірку об'ємом 100 см³ і змішано. Нематоди екстрагувалися з ґрунту методом центрифугування та були законсервовані у 6% формаліні.

Далі були зроблені препарати, було проведено лічення та ідентифікація видів нематод. Визначення було морфометричне. Достовірність визначення двох

видів були підтвердженні методом ПЛР

НУБІП України

3.3.2. Кількісна ПЛР-мікроорганізмів

Зразки ґрунту (100 гр. з горщика) для виділення генетичного матеріалу

було пропущено через сито з отворами 2 мм і розтерто в ступці. 100 мг підготовлених зразків було відібрано для виділення ДНК, яке проводили за допомогою набору «Soil DNA Purification Kit» («Epic», Польща).

3.3.3. Визначення біометричних показників

Біометричні показники рослин були виміряні 25 жовтня 2022 року. Для підрахунку висоти стебла випадковим чином були відібрані по 10 рослин з кожного кола та обробітку, діаметр пагонів вимірювали на рівні 10 см від верху ґрунту, окремо по обробіткам.

Підрахунок був проведений таким чином: маса будь-яких 20 випадково



відібраних рослин з кожної обробки. Для аналізу енергетичної цінності всі надземні частини рослин були зрізані, зважені та спалені для отримання значень енергетичної цінності в кожній комбінації.

3.4. Методики екстрагування нематод

Діагностика нематод вимагає ефективного екстрагування рослинних паразитів нематод із зразка рослини або ґрунту. Але, на жаль, ні одна із існуючих

Рис. 35 Самець хвижолі нематоди, екстрагований за допомогою методу фільтрації

методик ізолювання ідеально не підходить для всіх видів нематод за будь-яких умов

Нематод відрізняються за розміром, поверхневою структурою і рухливістю (рис. 34), зразки рослин і ґрунту за складом, компактністю та вмістом органічних речовин теж не підходять для всіх видів методик. Крім того, вибір методу також залежить від мети екстракції, від часу та наявності обладнання, необхідної ефективності та уподобань людини, яка виконує екстрагування нематод (29).

Ідеальний метод екстракції дозволив би витягувати всі стадії всіх видів нематод за 100% ефективністю, незалежно від температури і типу ґрунту, і при низьких втратах (робоча сила, обладнання, вода) (30). На жаль, жоден з існуючих методів не відповідає цьому ідеалу, тому нематологічні лабораторії повинні обирати найбільш підходящий метод для кожної конкретної ситуації (31).

Існує кілька методик ізольовання нематод. За винятком прямого огляду, їх опосередковано з використанням одного з наступних принципів:

- питома щільність нематод (використовується флотація або центрифугування, елюювання, седиментація);
- розмір і форма нематод (використовується метод просіювання);
- рухливість нематод (метод воронки Бермана, містифікатор, інкубація)

Таблиця 4. Методи ізольовання рослинних паразитичних нематод зі зразків рослин чи ґрунту, які наразі включені до Діагностичних протоколів СОКЗР

Зразки рослин

Рухливі нематоди

Воронка Бермана/чашка Остербрінка,
інкубація частин рослин

Рухливі та нерухомі нематоди

Прямий огляд, мацерація та фільтрація,
мацерація і відцентрова флотація,
ферментативне розщеплення

Зразки ґрунту

Рухливі нематоди

Воронка Бермана/чашка Остербрінка,
флотація та просіювання, метод Флегга в
модифікації Кобба, елеватор Остербрінка

Рухливі та нерухомі

Відцентрова флотація

Продовження таблиці 4

Цисти з ґрунту

Висушений ґрунт

Метод Баунаке, метод паперових смужок, банка Фанвіка, центрифуга

Шуйлінга

Висушений або вологий ґрунт

Елюатор Зейнхорста, відцентрова флотация, промивна машина

Найпопулярніші і найчастіше використовувані нематодогамі-методи: Воронка Бермана/чашка Остербрінка, метод фільтрації та центрифугування.

3.4.1. Воронка Бермана/чашка Остербрінка

Цей метод ізолювання рухливих нематод був запропонований Берманом у 1917 р., з використанням воронки. В його початковій версії зразок загортали в тканинну серветку і майже повністю інкубували у воді, що призводило до дуже низького відновлення нематод. Модифіковані версії використовують дротяний кошик та фільтр для поширення зразка на більшій площі. Крім того, зразок занурюється у воду лише наполовину. Остербрінк у 1954 р. замінив воронку на тарілку (рис. 36).



Рис. 36. Апарат Остербрінка

Порядок виконання дій при вилученні

нематод з ґрунтового або рослинного матеріалу, використовуючи апарат Остербрінка

1. Треба помістити 250 мл ґрунту на ватний молочний фільтр, розміщений всередині опори (сита). Максимальна товщина шару ґрунту 2-3 мм.
2. Підставку зі зразком треба помістити у воронку.
3. Воду потрібно додавати збоку до тих пір, поки дно сита не торкнеться води.

4. Нематоди, виходячи з ґрунту, проходять через ватно-марлевий фільтр, і опускаються на дно воронки або посуду, відповідно.

5. Через 24-72 години нематод треба зібрати, відкривши пружину або гвинтового затискача на штоку лійки або шляхом збору нематод з посуду в скляну склянку.

6. Нематоди повинні осісти в склянці і пізніше потрібно виділити надосадову рідину або пропустити суспензію в склянці через сито 20 або 25 мкм, щоб зменшити об'єм води.

7. І після цього, нематод вже можна ідентифікувати, лічити та розглядати на предметному склі при 25-409 збільшенні за допомогою перевернутого або інверсійного мікроскопа.

Переваги:

- Метод є простим і недорогим.
- Використовується невелика кількість води.
- Кінцева суспензія чиста.
- Добре ізолювання рухливих нематод з невеликих проб.

Недоліки:

- Підходить тільки для невеликих зразків до 250 мл.
- Відсутність аерації у ґрунті знижує рухливість нематод.

3.4.2. Метод фільтрації

Ця техніка екстракції рухливих нематод з ґрунту була вигадана Коббом у 1918 році. Принцип цього методу полягає у тому, що ґрунт промивають у воді, здилюють і збирають нематод на ситах (рис. 37) (32).

Порядок виконання дій, при використанні методу фільтрації:

1. У відро, об'ємом 10 л., всипати до 200 мл ґрунту і додати приблизно 5 л. води.

2. Інтенсивно перемішувати ґрунтову суспензію протягом 10 с.

3. Дату ґрунту відстоятися протягом 45 с.

4. Надосадову рідину процідити через банку з 3 сит з отвором 50 лм.

5. Змити осад, що зібрався на ситах, у чистий скляний стаканчик.

6. Обережно вилити суспензію зі склянки на ватний молочний фільтр, підкріплений пластиковим ситом.

При необхідності, воду додають, поки дно фільтра не буде вкритим

7. Через 24 години нематод можна

зібрати, ідентифікувати та полічити на предметному склі при збільшенні за допомогою препарувального або інверсійного мікроскопа.



Рис. 37. Модифікований метод фільтрації, проведений у лабораторії нематології у Скерневіце.

Переваги:

- Просто та швидко.
- Висока ефективність ізольовання рухливих нематод.
- Витягуються всі роди нематод.
- Не потребує складного і дорогого обладнання.

Недоліки:

- Максимум можна використати 200 мл ґрунту.
- Не підходить для глинистих типів ґрунтів, оскільки легкі частинки залишаються в суспензії, що призводить до брудної кінцевої проби. Таку пробу неможливо полічити або провести ідентифікацію видів.

3.4.3. Метод центрифугування

Цей метод широко використовується в інших галузях

біології, та був адаптований для виділення нематод у 1955 році. Єдиний метод, який дозволяє виділити рухомих та нерухомих нематод з ґрунтового покриву (33).

Полягає у тому, що зразки нематод поміщають у суспензії з питомою вагою, більшою за їх власну, що становить близько 1.08, тому вони будуть плавати, а важчі частинки (ґрунт, рослинні рештки),

будуть тонути. Центрифугування використовується для прискорення



Рис. 39. Центрифуга за центрифужними пробірками всередині



Рис. 38. Центрифуга, яка використовується для екстракції нематод у лабораторії у Скерневіце

розділення плаваючої та тонучої фракції. Воно також використовується для очищення екстрактів, отриманих шляхом просіювання або елюювання. Розмір оброблюваної проби може бути обмежений розміром центрифуги (рис. 38-39).

Процедура виконання центрифугування:

1. Треба наповнити центрифужну пробірку об'ємом 1000 мл до 250 мл ґрунту.
2. Додати близько 400 мл води та столову ложку каоліну. Каолін утворить видимий

білий шарк, який відокремить осад і нематод від суспензії (у складі суспензії вода і легкий

органічний матеріал).

3. Ретельне перемішування суспензії за допомогою мішалки або вибромішалки до утворення однорідної маси.

4. Центрифугування пробірок протягом 4 хвилин при 1800 g.

5. Далі треба обережно злити надосадову рідину.

6. Повторна суспендія осаду у 400 мл розчину $MgSO_4$.

7. Знову центрифугування пробірки при 1800 g, протягом 4 хвилин.

8. Обережне виливання надосадової рідини з нематодами на сито з отворами 20 або 25 лм.

9. негайне промивання сита водою, задля видалення розчину $MgSO_4$.

10. Перенесення нематод з сита у склянку.

8. Розглядання та ідентифікація нематод на предметному склі при 25-409 збільшенні за допомогою препарувального або інверсійного мікроскопа.

Переваги:

Екстракуються м'яві та нерухомі нематоли.

Відносно чиста суспензія у висновку.

Невелика кількість води для проведення ізолювання.

Відносно швидкий метод, так як розглядання нематод можливе вже через 15 хвилин від початку екстрагування.

Недолки:

Екстракційна рідина може пошкодити нематод або змінити їх форму, що ускладнить ідентифікацію. Вона також може вплинути на життєздатність

(а це є важливо, коли нематоли потрібні для зараження досліджень або культур).

Дороге обладнання.

Розділ 4. Експериментальна частина

4.1. Вплив внесення вермікомпосту на популяцію чисельності *Meloidogyne hapla* та *Ditylenchus destructor*, Скерневіце 2022 рік

Eisenia foetida, також відома як червоний каліфорнійський черв'як або компостний черв'як (рис. 40) – вид дощових черв'яків, з родини Люмбрициди (*Lumbricidae*), який живе у середовищах з великою кількістю органічного матеріалу.

Таблиця 5. Біологічна класифікація каліфорнійського черв'яка

Королівство:	Тварини (<i>Animalia</i>)
Тип:	Кільчасті черви (<i>Annelida</i>)
Надклас:	Пояскові черви (<i>Chelata</i>)
Підклас:	Малощетинкові черви (<i>Oligochaeta</i>)
Підряд:	Дощові черви (<i>Lumbricina</i>)
Ряд:	Гаплотаксиди (<i>Haplotaxida</i>)
Родина:	Люмбрициди (<i>Lumbricidae</i>)
Рід:	Еісенія (<i>Eisenia</i>)
Вид:	Каліфорнійський черв'як (<i>Eisenia foetida</i>)

Довжина тіла цього черв'яка становить 10-12 см. Маса тіла дорослих особин, живучих у дикій природі, в середньому становить 0,3-0,4 г. У лабораторних умовах вона може досягати до 1,6 г. Швидкість їх росту та досягнутий розмір залежать від температури навколишнього середовища (34).



Рис. 40. Каліфорнійський черв'як (*Eisenia foetida*)
<https://www.earthwormwatch.org/sites/default/files/Eisenia%20foetida.jpg>

Каліфорнійський черв'як використовується для виробництва біогумусу, в рибальстві (як наживка), а також при утилізації відходів. Розмножується дуже швидко, відносно інших дощових черв'яків. Живе близько 15 років (35), навіть у великих скупченнях (більшість інших видів дощових черв'яків живе близько 4 років). Відносно морозостійкий вид.

Біогумус, який виробляють ці робаки, має високу удобрювальну цінність (36). Рослини поглинають його дуже швидко. Крім того немає небезпеки надмірного запліднення, оскільки мінерали та поживні речовини накопичуються в мікроорганізмах і вивільняються в міру їх поступової загибелі. Цей вид черв'яка може вирощуватися як в компості, так і безпосередньо в ґрунті.

Дощовий черв'як *Eisenia foetida* (рис. 41) відіграє важливу роль в екології ґрунту, оскільки він може щодня поглинати до власної ваги рослинних решток, які розкладаються, і, в процесі травлення, перетравлювати їх на мінеральні речовини, які потім стають доступними для рослин у вигляді поживних речовин (37).

Розведення дощових черв'яків – вермікультура дає змогу переробити різні види органічних відходів у якісне екологічно чисте добриво – біогумус. Крім цього, завдяки плодючості робаків, можна нарощувати їхню біомасу для використання їх, як нормованих добавок до раціону сільськогосподарських тварин і птиці. Для розведення черв'яків готують компост із різних органічних відходів: гною, курячого посліду, сопи, тирси, опалого листя, бур'янів, гілок дерев і кущів, відходів переробної промисловості, овочесховищ, тощо. Після того, як у компості умови середовища приволяють до оптимальних, здійснюється заселення черв'яків.



Рис. 41. Каліфорнійський черв'як (*Eisenia foetida*)

Таблиця 6. Вплив внесення вермікомпосту на популяцію *Meloidogyne hapla* та *Ditylenchus destructor*, Скерневіце 2022 рік

	Pf					Rf	Pf1					Rf1	
Реплікація	1	2	3	4	X	SD+	1	2	3	4	x	SD+	
Контроль	A	110	120	105	130	116	1,45	120	110	130	125	121	1,51
	B	140	110	160	125	134	1,30	140	165	170	150	156	1,30
<i>E. foetida</i>	A	64	56	72	42	58	0,72	45	30	60	25	40	0,33
	B	90	80	65	72	77	0,96	25	45	30	42	35	0,29

(A) *Ditylenchus destructor*: P_i = 80 інвазійних личинок на 100 мл ґрунту

(B) *Meloidogyne hapla*: P_i = 120 інвазійних личинок на 100 мл ґрунту, які були інкубовані 15 березня 2022 року

Pf = final population density або кінцева густина заселення на 15 вересня 2022 року

Pf1 = final population density або кінцева густина заселення на 15 жовтня 2022 року після зберігання у холодильнику при температурі 5-10 °C

Rf = multiplication factor in relations або коефіцієнт розмноження нематод ($Rf = Pf/Pi$)

Коефіцієнт розмноження по відношенню до P_i *Ditylenchus destructor* = 80 інвазійних личинок та P_i *Meloidogyne hapla* = 120 інвазійних личинок. Характеризує збільшення (R = більше 1), або зменшення (R = менше 1) (Rf на 15 вересня, Rf1 на жовтень 2022 року).

Результати дослідження свідчать, що внесення вермікомпосту з *Eisenia foetida* добре вплинуло на кінцеву густику нематод у ґрунті. Показники показують, що щільність *Meloidogyne hapla* знизилась у два рази після внесення вермікомпосту, а кількість *Ditylenchus destructor* – на одну третю.

Meloidogyne hapla. у порівнянні з коефіцієнтом розмноження нематод, який на початку експерименту дорівнював 1,45, а після внесення вермікомпосту з *Eisenia foetida* щільність нематод зменшилась на 50% - коефіцієнт розмноження дорівнює 0,72:

$$1) \begin{matrix} 1,45 = 100\% \\ 0,72 = x\% \end{matrix} \quad 2) \frac{0,72 \cdot 100\%}{1,45} = 49,6\% \approx 50\% \quad 3) 100\% - 50\% = 50\%$$

А після місячного тримання ґрунту у холодильнику він зменшився на 77%, у порівнянні з показниками березня – коефіцієнт дорівнює 0,33. Це гарний результат:

$$1) \begin{matrix} 1,45 = 100\% \\ 0,33 = x\% \end{matrix} \quad 2) \frac{0,33 \cdot 100\%}{1,45} = 22,7\% \approx 23\% \quad 3) 100\% - 23\% = 77\%$$

Ditylenchus destructor: на початку експерименту коефіцієнт розмноження дорівнював 1,30. Після внесення вермікомпосту щільність нематод зменшилася на 45% – коефіцієнт розмноження дорівнює 0,72:

$$1) \begin{matrix} 1,30 = 100\% \\ 0,72 = x\% \end{matrix} \quad 2) \frac{0,72 \cdot 100\%}{1,30} = 55,3\% \approx 55\% \quad 3) 100\% - 55\% = 45\%$$

Після зберігання ґрунту у холодильнику, він став дорівнювати 0,29, а це теж 88%. Такий же показник розмноження, як і у *Meloidogyne hapla*:

$$1) \begin{matrix} 1,30 = 100\% \\ 0,29 = x\% \end{matrix} \quad 2) \frac{0,29 \cdot 100\%}{1,30} = 22,3\% \approx 22\% \quad 3) 100\% - 22\% = 88\%$$

На контролі без внесення вермікомпосту та після зберігання ґрунту у холодильнику, спостерігалось збільшення показників розмноження *Meloidogyne hapla*, показник збільшився на 4% після зберігання у холодильнику. Дана закономірність свідчить про те, що цей вид буде добре розмножуватися, розповсюджуватися і шкодити під час зміни пори року та в процесі зими.

$$1) \begin{matrix} 1,45 = 100\% \\ 1,51 = x\% \end{matrix} \quad 2) \frac{1,51 \cdot 100\%}{1,45} = 104,1\% \approx 104\% \quad 3) 104\% - 100\% = 4\%$$

У випадку *Ditylenchus destructor* спостерігається інша тенденція: показник розмноження який був на початку розмноження 1,30, так і у кінці дослідження від дорівнює 1,30. Це свідчить про те, що нематода не реагує на зміну температури, отже в процесі змін пор року або зими розвиток нематоди буде продовжуватися з однаковою інтенсивністю.

1) $1,30 = 100\%$
 $1,30 = x\%$

2) $\frac{1,30 \cdot 100\%}{1,30} = 100\%$

3) $100\% - 100\% = 0$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

4.2. Вплив використання *Eisenia foetida* на показники росту та розвитку топінамбуру, врожайність та вихід енергії

Вплив використання *Eisenia foetida* на біометричні показники топінамбуру,

які представлені на рисунках 42-43:

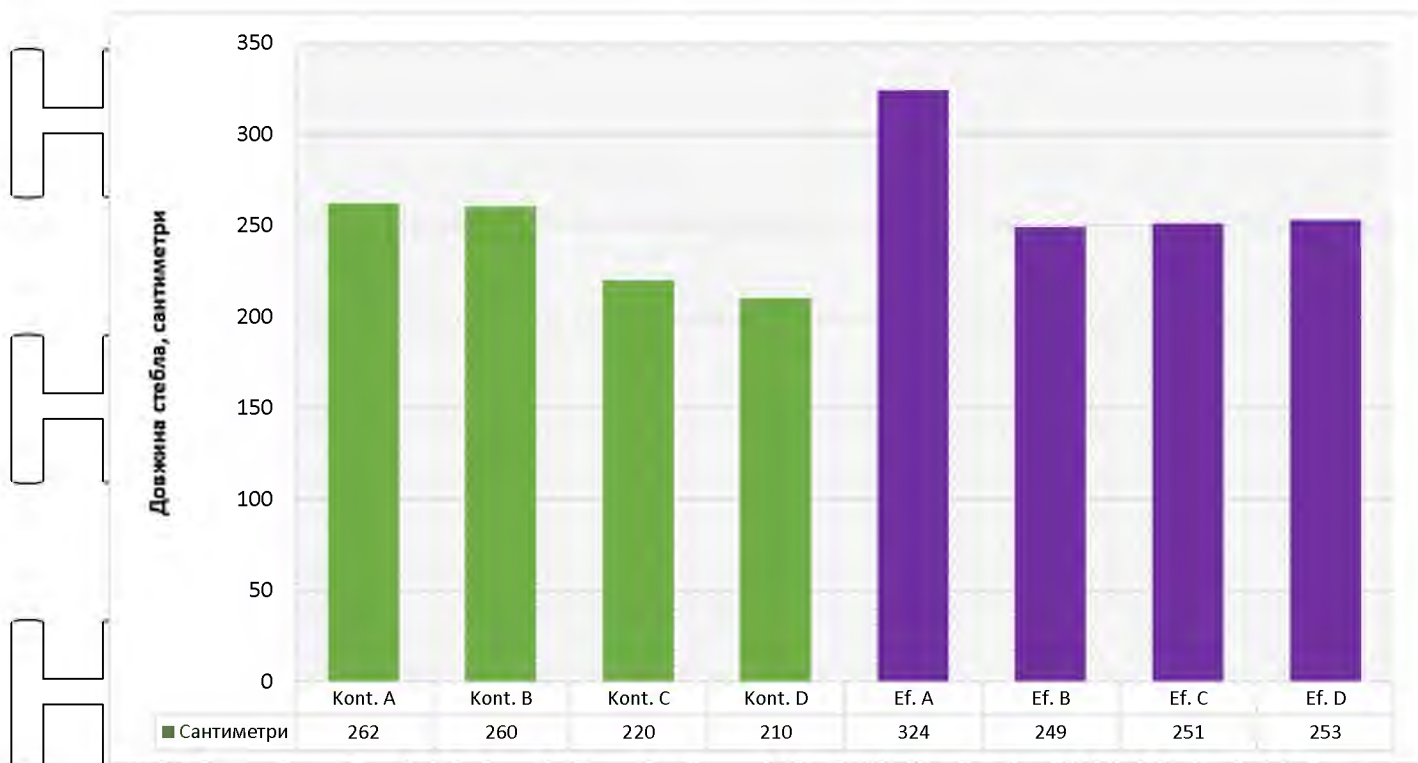


Рис. 42. Вплив використання *Eisenia foetida* на довжину стебел

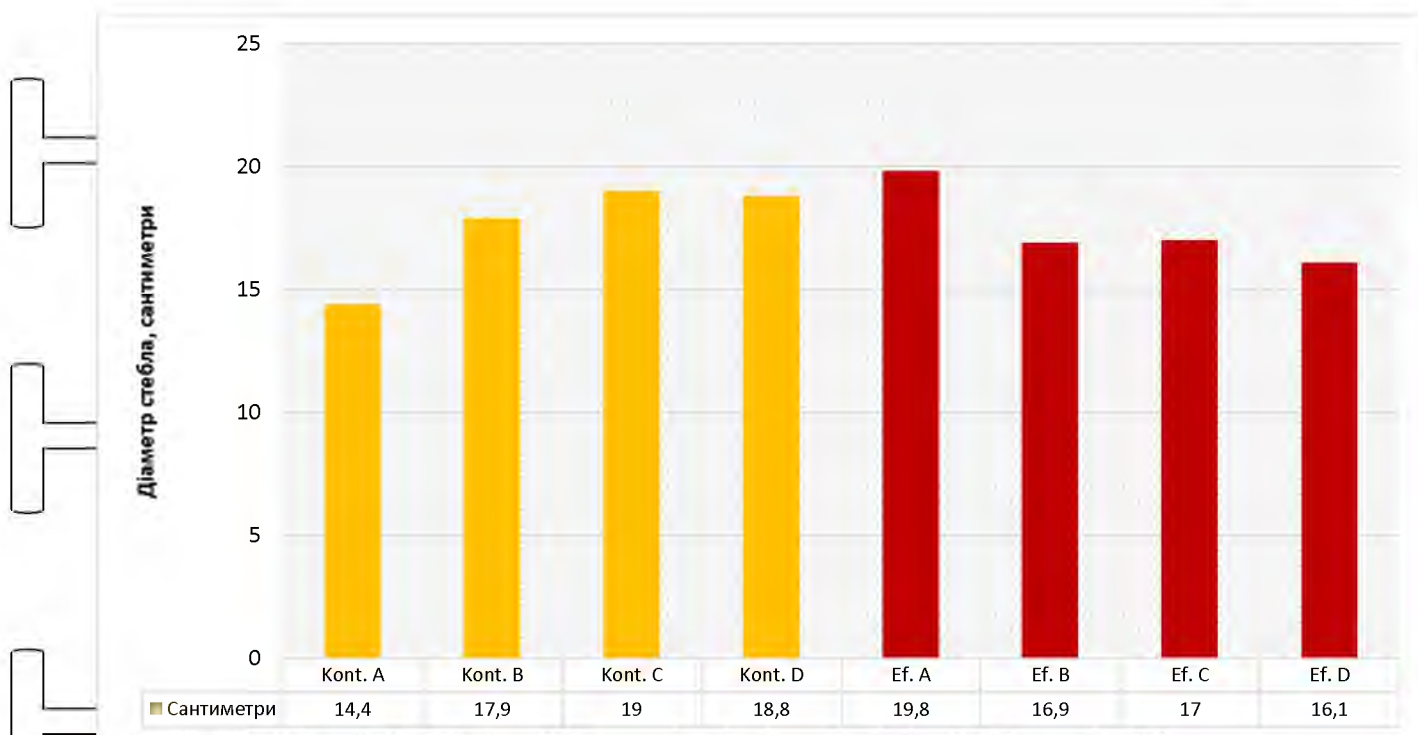


Рис. 43. Вплив використання *Eisenia foetida* на діаметр стебла

Вплив використання *Eisenia foetida* на кількість пагонів та бульб на одній експериментальній ділянці (лізіметрі), представлені на рисунках 44-45:

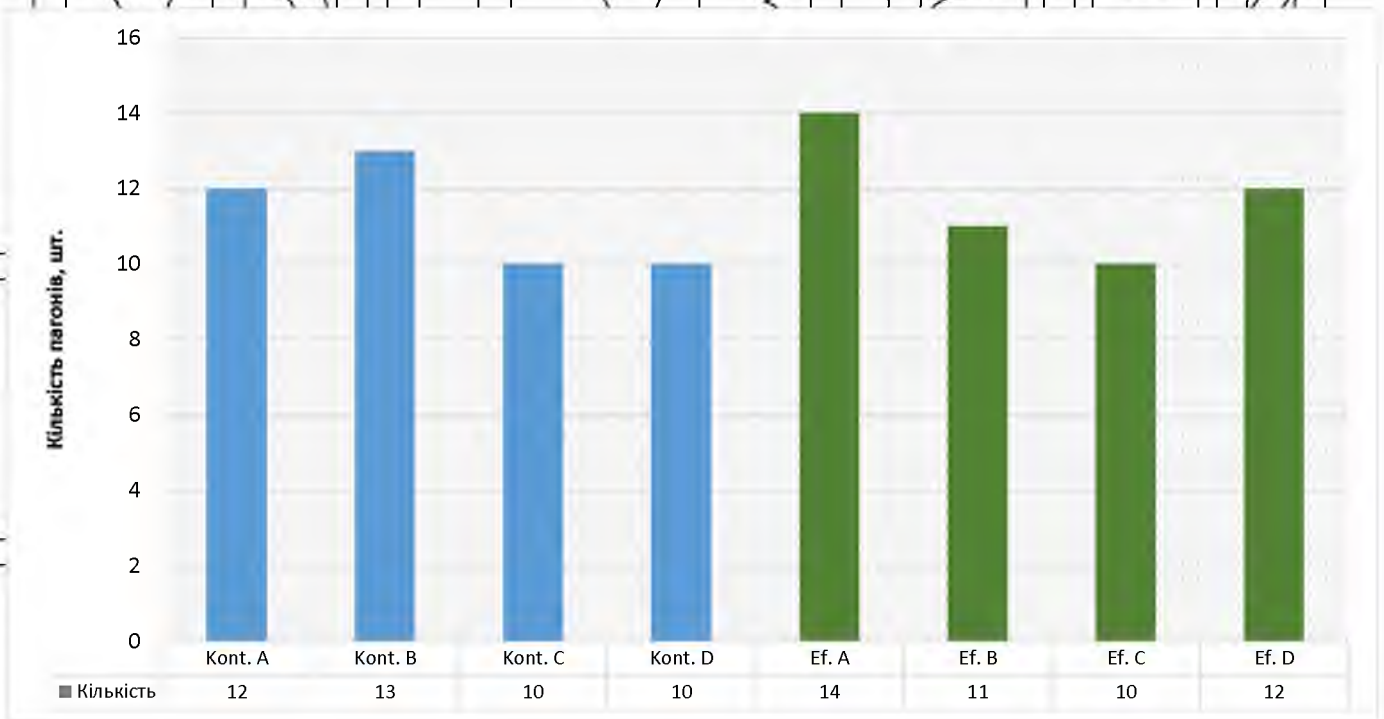


Рис. 44. Вплив використання *Eisenia foetida* на кількість пагонів на одній експериментальній ділянці

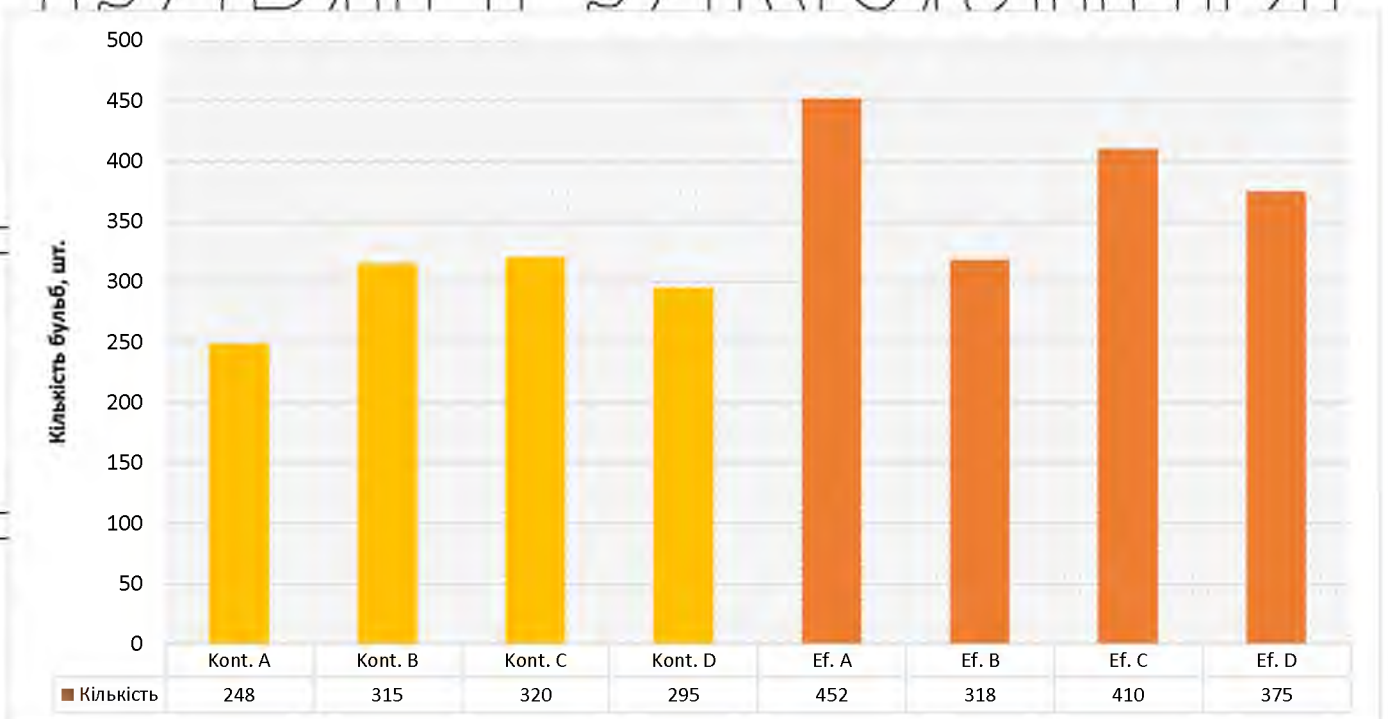


Рис. 45. Вплив використання *Eisenia foetida* на кількість бульб на одній експериментальній ділянці

Вплив використання *Eisenia foetida* на врожайність біомаси та бульб, представлений на рисунках 46-47.

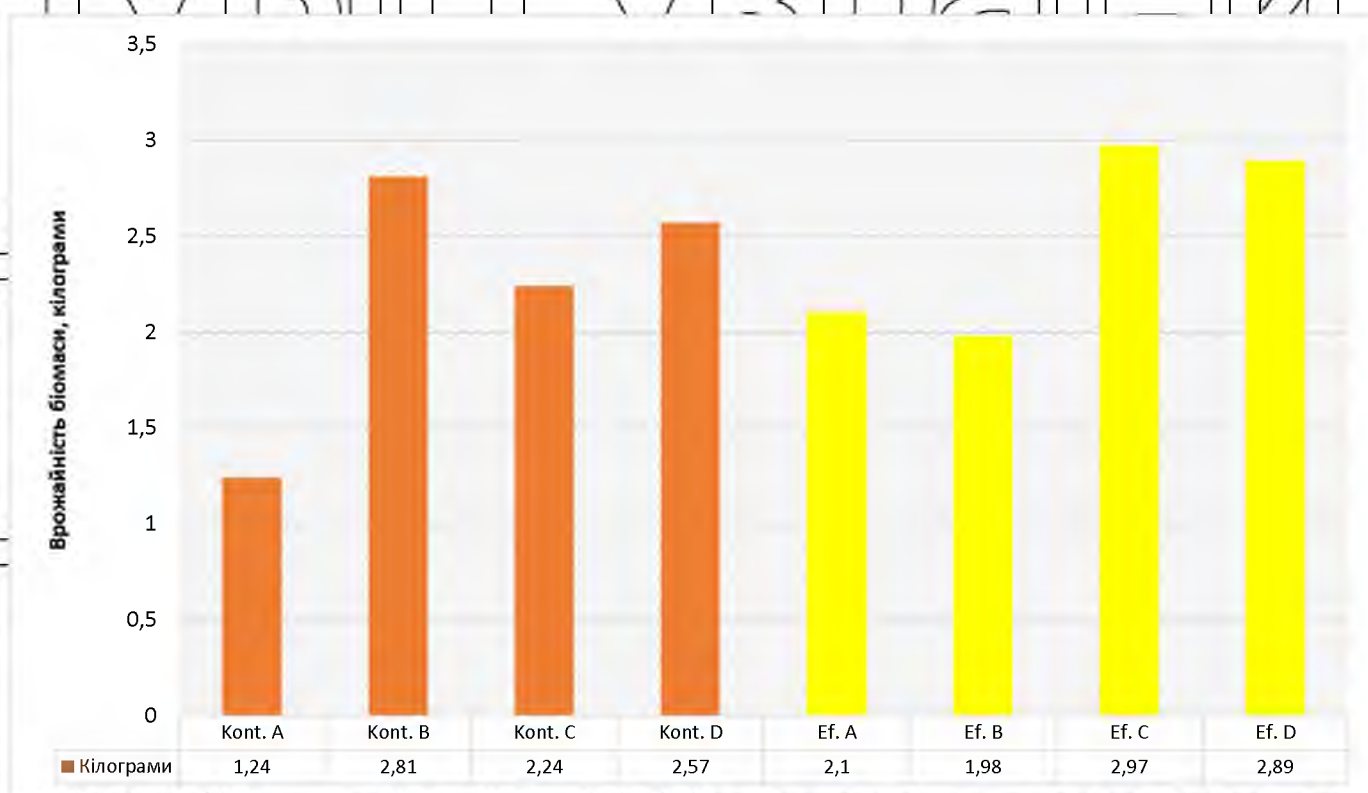


Рис. 46. Вплив використання *Eisenia foetida* на врожайність біомаси

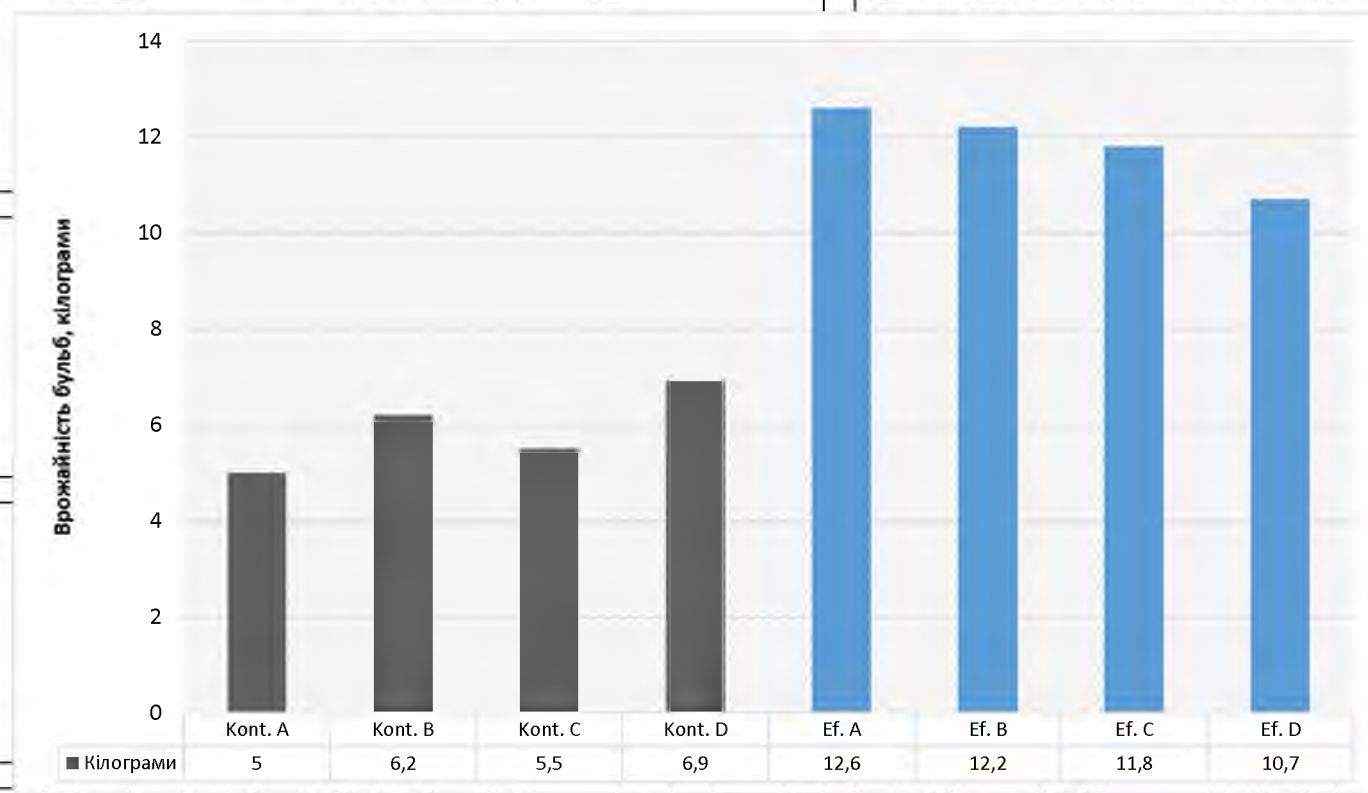


Рис. 47. Вплив використання *Eisenia foetida* на врожайність бульб

Вплив використання *Eisenia foetida* на енергетичну цінність біомаси після спалювання, показаний на рисунку 48:

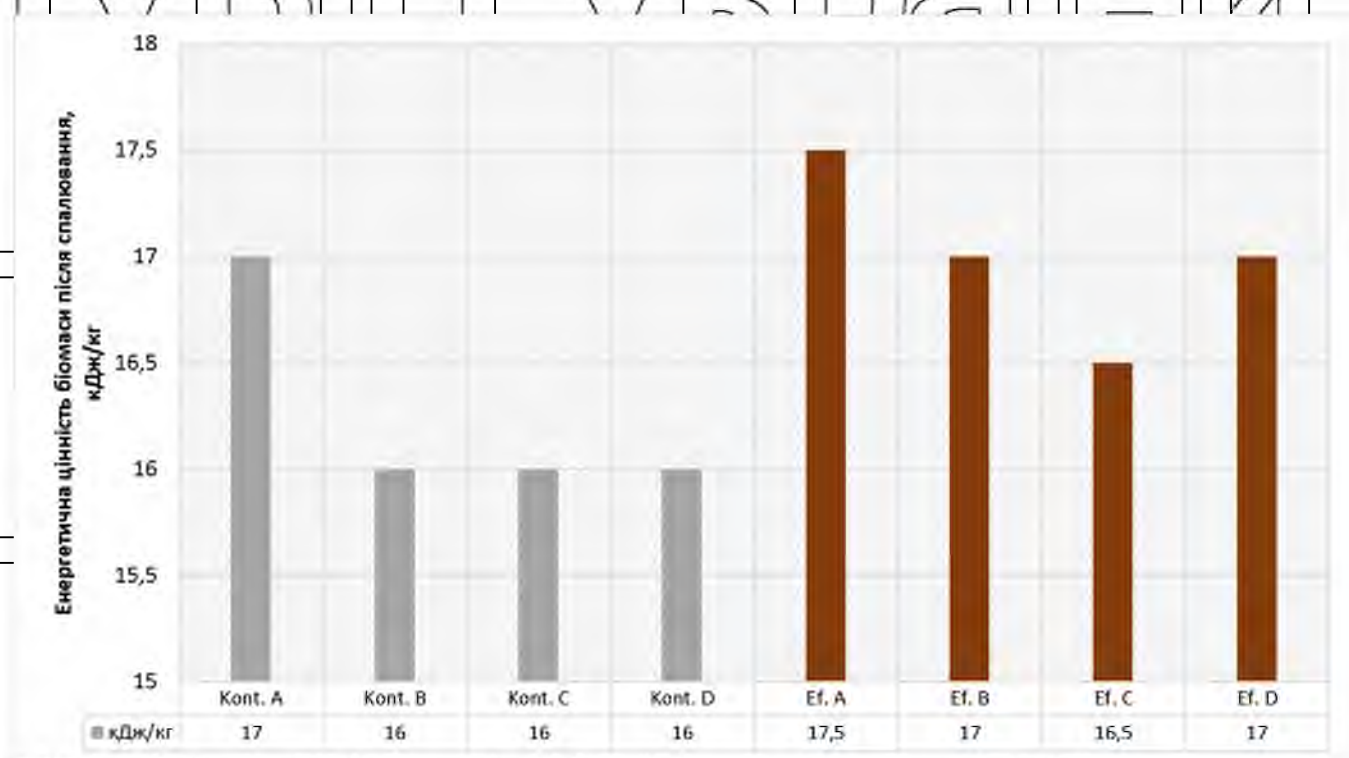


Рис. 48. Вплив використання *Eisenia foetida* на енергетичну цінність після спалювання

Як свідчать отримані результати, та як показано на графіках вище, внесення вермікопосту з *Eisenia foetida* мало незначний вплив на врожайність та на енергетичну цінність топінамбуру.

Внесення вермікопосту впливало на ріст рослин, у порівнянні з контролем. Встановлено, що ріст рослин після внесення збільшився на 13%, але не рівномірно – так показано на рисунку 42. Найкращий результат спостерігається у варіанті А – 324 см у довжину, а ось інші дослідні варіанти В, С і D мали, відносно, однакові результати – приблизно по 250 см рослина. Але все одно, вони були вищі, ніж кінцева довжина у контролі:

$$1) \frac{(Kont.A + Kont.B + Kont.C + Kont.D)}{4} = \frac{262 + 260 + 220 + 210}{4} = 238 \text{ см}$$

$$2) \frac{(Ef.A + Ef.B + Ef.C + Ef.D)}{4} = \frac{324 + 249 + 251 + 253}{4} = 269 \text{ см}$$

$$3) \begin{matrix} 238 \text{ см} = 100\% \\ 269 \text{ см} = x\% \end{matrix} \quad 4) \frac{269 \cdot 100\%}{238} = 113\% \quad 5) 113\% - 100\% = 13\%$$

Ріст після внесення вермікомпосту збільшився від 4% до 36%.

Рисунок 43 показує, що *Eisenia foetida* не дала ніякого впливу на діаметр стебла топінамбуру. Якщо порівняти контроль і дослідні варіанти з вермікомпостом, то можна зрозуміти, що діаметр навіть зменшився на 0,4%:

$$1) \frac{(Kont.A + Kont.B + Kont.C + Kont.D)}{4} = \frac{14,4 + 17,9 + 19 + 18,8}{4} = 17,52 \text{ см}$$

$$2) \frac{(Ef.A + Ef.B + Ef.C + Ef.D)}{4} = \frac{19,8 + 16,9 + 17 + 16,1}{4} = 17,45 \text{ см}$$

$$3) \begin{matrix} 17,52 \text{ см} = 100\% \\ 17,45 \text{ см} = x\% \end{matrix} \quad 4) \frac{17,52 \cdot 100\%}{17,45} = 99,6\% \quad 5) 100\% - 99,6\% = 0,4\%$$

На рисунку 44 представлений вплив внесення вермікомпосту на схожість. Якщо уважно роздивитися рисунок, то можна зробити висновок, що з усього контролю зійшло 45 рослин, а з дослідних варіантів з вермікомпостом – 47 рослин. Це на 4,4 % більше. Показник не великий, але він є вищим, ніж показник контролю.

$$1) Kont. A + Kont. B + Kont. C + Kont. D = 12 + 13 + 10 + 10 = 45 \text{ шт.}$$

$$2) Ef. A + Ef. B + Ef. C + Ef. D = 14 + 11 + 10 + 12 = 47 \text{ шт.}$$

$$3) \begin{matrix} 45 \text{ шт.} = 100\% \\ 47 \text{ шт.} = x\% \end{matrix} \quad 4) \frac{47 \cdot 100\%}{45} = 104,4\% \quad 5) 104,4\% - 100\% = 4,4\%$$

Рисунок 45 доводить, що внесення вермікомпосту вплинуло на кількість бульб на одній експериментальній ділянці. Після проведених розрахунків, можна зробити висновок, що кількість бульб у порівнянні з контролем збільшилась аж на 31%:

1) Kont. A + Kont. B + Kont. C + Kont. D = 248 + 315 + 320 + 295 = 1178 шт.

2) Ef. A + Ef. B + Ef. C + Ef. D = 451 + 318 + 410 + 375 = 1554 шт.

3) 1178 шт. = 100%
1554 шт. = x%

4) $\frac{1554 \cdot 100\%}{1178} = 131,9\%$

5) 131,9% - 100% = 31,9%

На рисунку 46 показаний вплив внесення вермікомпосту на урожайність біомаси. Врожайність на контрольних ділянках складала 8,86, а у дослідних варіантах 9,94. Це на 12% більше, ніж у контролі.

1) Kont. A + Kont. B + Kont. C + Kont. D = 1,24 + 2,81 + 2,24 + 2,57 = 8,86 кг.

2) Ef. A + Ef. B + Ef. C + Ef. D = 2,1 + 1,98 + 2,97 + 2,89 = 9,94 кг.

3) 8,86 кг = 100%
9,94 кг = x%

4) $\frac{9,94 \cdot 100\%}{8,86} = 112,1\%$

5) 112,1% - 100% = 12,1%

Рисунок 47 свідчить про те, що *Eisenia foetida* мала добрий вплив на врожайність, збільшивши його удвічі, на 101,2%, у порівнянні з контролем!

1) Kont. A + Kont. B + Kont. C + Kont. D = 5,0 + 6,1 + 5,5 + 6,9 = 23,5 кг.

2) Ef. A + Ef. B + Ef. C + Ef. D = 12,6 + 12,2 + 11,8 + 10,7 = 47,3 кг.

3) 23,5 кг = 100%
47,3 кг = x%

4) $\frac{47,3 \cdot 100\%}{23,5} = 201,2\%$

5) 201,2% - 100% = 101,2%

На рисунку 48 представлений вплив каліфорнійського дощового черв'яка на енергетичну цінність культури після спалювання. Як видно з рисунку 48, що внесення вермікомпосту з *Eisenia foetida* збільшило енергетичну цінність культури на 4,6%:

1) Kont. A + Kont. B + Kont. C + Kont. D = 17 + 16 + 16 + 16 = 65 кДж/кг

НУБІП України

$$2) \text{Ef. A} + \text{Ef. B} + \text{Ef. C} + \text{Ef. D} = 17,5 + 17 + 16,5 + 17 = 68 \text{ кДж/кг}$$

$$3) \begin{array}{l} 65 \text{ кДж/кг} = 100\% \\ 68 \text{ кДж/кг} = x\% \end{array}$$

$$4) \frac{68 * 100\%}{65} = 104,6\%$$

$$5) 104,6\% - 100\% = 4,6\%$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 5. Економічна частина

Удесю та ціллю дослідження у економічному плані було знайти дешевший та якісніший біологічний препарат від нематодозів. Та перевірити вплив дощових черв'яків на ріст та розвиток культури, щоб довести їх перевагу над добривами. Але виконання будь-якого досліду вимагає витрат.

Оцінка економічної ефективності використання вермікомпосту з *Eisenia foetida* на вплив росту топінамбуру та для захисту культури від нематодозів ґрунтується на порівнянні кількості та якості врожаю, одержаного з захищених дослідних насаджень та контролю. Основними показниками економічної ефективності застосування вермікомпосту з каліфорнійським дощовим черв'яком *Eisenia foetida* були умовно чистий прибуток і окупність витрат на захист культури. Умовно чистий прибуток виражається різницею між вартістю прибавки врожаю і додатковими витратами на дослідження і захист культури.

Окупність витрат – відношення умовно чистого прибутку до додаткових витрат на захист рослини і збирання додаткового врожаю.

Для визначення економічної ефективності застосування вермікомпосту на топінамбурі врахували такі показники:

- 1) загальна урожайність біомаси по варіантах та на контролі, кг;
- 2) прибавка врожаю на дослідних ділянках у порівнянні з контролем, кг;

Статті витрат на проведення дослідження включають в себе витрати на:

- матеріали: саджанці, *Eisenia foetida*, матеріали технічні;
- паливно-мастильні матеріали;
- оплата праці.

Таблиця 7. Економічна ефективність внесення вермікопосту з *Eisenia*

Показники	Варіанти	
	Контроль	<i>Eisenia foetida</i>
Урожайність біомаси	8,86 кг	9,94 кг
Урожайність бульб	23,5 кг	47,3 кг
Вартість врожаю за реалізаційними цінами	4809,5 грн	9412,7 грн
Загальні витрати на вирощування культури, грн	4766 грн	12388 грн
Затрати праці	116 люд. год.	120 люд. год.
Прибуток	-43,5 грн	-2975,3 грн

Реалізаційна ціна: 199 грн/кг.

Із даних таблиці 7 видно, що контроль не вимагав таких великих витрат, як дослідний варіант з вермікопостом, і майже окупився. А ось варіант з *Eisenia foetida* зазнав значних фінансових витрат за рахунок купівлі вермікопосту, який для усього дослідження обійшовся у 7622 грн.

Проте, слід відмітити, що вермікопост може окупитися упродовж наступних років, так як черв'яки живуть і розмножуються у ґрунті. Також існує можливість продажу *Eisenia foetida* у майбутньому, що також дає прибуток для господарства.

Розділ 6. Охорона праці

Держава мусить піклуватися о охороні праці та поліпшенні умов, записано у законодавчих актах по охороні праці. У системі нормативних документів важливу ланку посідають інструкції по охороні праці, які складаються спеціально для працівників по видах робіт або по окремих професіях.

Система стандартів безпеки праці – один із найважливіших нормативних документів по охороні праці. Вона містить у собі список стандартів, у яких описані вимоги, правила і норми, спрямовані на збереження працездатності та здоров'я працівника в процесі роботи. Трудові колективи займаються схваленням та обговоренням комплексних планів по поліпшенню умов, санітарно-оздоровчих заходів та охорони праці.

Головний обов'язок адміністрації підприємства – забезпечення безпечних і здорових умов для праці. Працедавець несе матеріальну відповідальність за ушкодження, які можуть виникнути у процесі виробництва та роботи у робітників і службовців підприємства.

У загальну систему управління підприємством входить своєю складовою частиною керівництво охороною праці. Управління галуззю охорони праці – реалізація, прийняття та підготовка рішень про здійснення лікарсько-профілактичних, технічних, організаційних, санітарно-гігієнічних та інших заходів для безпеки, збереження працездатності та здоров'я працівника в процесі роботи.

Системі управління охороною праці належить: забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту; нормалізувати санітарно-гігієнічні умови праці; навчати працюючих безпеці праці і пропагандувати питання охорони праці; забезпечувати оптимальні режими праці і відпочинку працівників.

Адміністрація підприємства по охороні праці має головне завдання – забезпечувати безпечні та здорові умови роботи на робочому місці та впроваджувати сучасні засоби безпеки, які зможуть попередити виробничий

травматизм.

Керівники підприємств мають щорічно призначати відповідальних за стан охорони праці і організацію у кожному господарчому підрозділі; затверджувати в правильному порядку інструкції з охорони праці; регулярно перевіряти стан пожежної безпеки та охорони праці на підприємстві. Назначені головні спеціалісти господарства мають відповідати за стан охорони праці в тих галузях, які були їм підпорядковані.

Планомірний контроль за станом умов праці на робочих місцях, їх періодична паспортизація та атестація, створення безпечних умов для роботи – обов'язок керівництва охорони праці на підприємстві. Причини та джерела утворення небезпечних у шкідливих факторів, робочі місця і ділянки, непридатні для роботи – це все встановлюють при паспортизації. Паспортизовані результати записують у санітарно-технічний паспорт для сільськогосподарського підприємства.

Найважливіший профілактичний захід по попередженню професійних захворювань у процесі роботи на виробництві та небезпечних випадків – це навчання по охороні праці. Організація навчання та загальне керування процесом з охорони праці лягає на керівництво підприємства, а у підрозділах - на керівництво підрозділів. Якщо вимоги інструкцій будуть проігноровані та невиконані, то це повинно розцінюватися, як порушення трудової дисципліни.

Для підготовки комплексного плану по поліпшенню умов охорони праці використовують номенклатуру заходів з охорони праці. Система планування заходів з охорони праці складається з оперативного, комплексного і поточного планування. План з комплексами складається на 5 років. При розробці плану використовують показники паспортизованих умов праці. Заходи, які необхідно виконати протягом року, охоплює річний план заходів.

Лише при фінансуванні можливе здійснення планів поліпшення лікувально-профілактичних заходів та поліпшення умов охорони праці. До постійної або тимчасової втрати працездатності можуть призвести виробничі травми. А професійні або загальні захворювання можуть викликати

несприятливі умови праці. Викликані під дією шкідливих факторів на виробництві, професійні захворювання, можуть призвести до постійної або тимчасової втрати працездатності.

Для виявлення причин виробничих травм та для визначення динаміки їх зростання чи зниження, потрібен аналіз виробничого травматизму.

Найпоширенішими методами аналізу є:

- Економічний - застосовується під час визначення справжніх збитків від виробничого травматизму.
- Монографічний – проводять шляхом ретельного аналізу та розслідування кожного нещасного випадку, скоєного на виробництві.
- Топографічний – застосовується для визначення кількості нещасних випадків на виробництві на конкретних робочих місцях та у певний проміжок часу.
- Статистичний – застосовують для визначення кількісних показників, які виявляють загальний показник травматизму на виробництві.

У інституті садівництва охорони праці приводиться ретельна увага. Перед прийомом на роботу проводиться інструктаж для працівника. Якщо сталась виробнича травма у працівника, то працедавець обов'язково заплатить відшкодування.

Розділ 7. Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища – сукупність заходів, спрямованих на усунення або запобігання шкоді фізичному середовищу або природним ресурсам, а також заходів, спрямованих на зменшення ризику такої шкоди або на заохочення ефективного використання природних ресурсів, включаючи заходи з енергозбереження та використання відновлювальних джерел енергії (38).

Шляхи захисту навколишнього середовища:

- раціональне формування навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів, відповідно до принципу сталого розвитку;
- протидія забрудненню навколишнього середовища;
- збереження та відновлення природних елементів до належного стану;
- рециклінг⁷

Охорона навколишнього середовища включає в себе охорону атмосферного повітря (охорону атмосфери), охорону вод, охорону ґрунтів та охорону природних ресурсів (відновлювальних і невідновлювальних), використовує знання і досягнення соціології⁸, інженерної екології та інших галузей природничих наук (39).

7.1. Вплив пестицидів на охорону навколишнього середовища

Головне завдання охорони навколишнього середовища – збереження балансу у навколишньому середовищі та у природі. Використання пестицидів впливає на цей баланс і завжди порушує його. Фауна ґрунту негативно реагує на внесення будь-яких хімічних та біологічно активних речовин. У застосуванні будь-яких пестицидів (гербіцидів, інсектицидів, нематоцидів, фунгіцидів, тощо) важливим

⁷ Рециклінг – переробка відходів для повторного використання.

⁸ Соціологія – прикладна екологія.

аспектом є дотримання ГДК⁹ препаратів у продукції, воді, ґрунті та у робочій зоні застосування будь-якого препарату. Це допомагає запобігти можливому негативному впливу на здоров'я людей, працюючих на обробленій території, споживаючих продукцію із зони застосування препаратів, а також викреслює перенесення препарату у місця з меншою концентрацією біологічно активних речовин (40).

Пестициди та гербіциди відносяться до біологічно активних речовин. Деякі з них мають вплив не тільки на рослину, мікроорганізму та фауну, проти яких вони і діють, а й впливають на інші живі організми. Деякі види пестицидів мають інсектицидні та фунгіцидні властивості, впливають на живі організми річок, океанів, морів, озер та водосховищ; порушують біологічний склад ґрунту, вбиваючи корисних бактерій та нематод; мають значний вплив на здоров'я людини та, звісно, тварин. Вплив препаратів та біологічно активних речовин може бути досить різноманітним, його негативні прояви не до кінця вивчені, але вони великі.

Використання хімічних речовин для захисту рослин щорічно набирає великих обертів, і у наслідок, можна спостерігати величезну негативну дію на навколишнє середовище: залишки хімічних речовин нагромаджуються у великій кількості у кормах для тварин та у продуктах харчування, забруднюються ґрунти, річки, водні басейни, атмосфера. У той же час, можна спостерігати реакцію природи на порушення балансу – створюються нові форми живих організмів, які мають резистентність до діючих речовин препаратів захисту рослин.

Останнім часом, збільшилась кількість у біоценозах шкідливих видів рослин, хвороб та шкідників, маючих резистентність до пестицидів. Це почало призводити до збільшення норми внесення пестицидів та до забруднення навколишнього середовища.

Саме охорона навколишнього середовища і була ціллю нашого дослідження.

На меті стояло знайти екологічно-чисте добриво для топінамбуру та інших

⁹ ГДК – гранично допустима кількість.

НУБІП України
подібних на нього культур та біологічний препарат від нематодозів. У дослідженні не було використано хімію або щось, що би забруднило навколишнє середовище. Усі допоміжні матеріали у подальшому були перероблені або залишилися на повторне використання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Висновки

Проаналізувавши проведені нами дослідження, можна зробити наступні висновки:

- Нематода *Meloidogyne hapla* – шкідник із широким спектром хазяїв, поліфаг, утворюючий галли на коренях культури-хазяїна, у яких міститься по 1000 яєць в кожній галлі. Життєвий цикл займає, залежно від умов навколишнього середовища, близько трьох-чотирьох тижнів, тому популяція може рости дуже швидко.

- Нематода *Ditylenchus destructor* – мігруючий шкідник ендопаразит¹⁰, який обмежується коренеплодами. Її життєвий цикл відбувається всередині бульби, де вона живиться крохмальними зернами. Своїм способом харчування нематода призводить до ураження тканин бульби. Вони буріють, покриваються плямами та шкірка коренеплоду стає сухою та розтріскується. Життєвий цикл триває приблизно 6 днів, залежно від умов навколишнього середовища. Нематода також здатна мігрувати з бульб до надземної частини рослини через клітини.

- Вермікопост з *Eisenia foetida* мав незначний вплив на біометричні показники рослини та значний на врожайність та на енергетичну цінність топнамбуру. Як показали результати підрахунків, ріст рослини збільшився на 13%, але діаметр рослини у розрізі не змінився, тобто вермікопост не вплинув на товщину культури. Схожість топнамбуру збільшилась усього на 4,4% - незначний показник. Інша ситуація із врожайністю культури: кількість бульб збільшилась на 31%, у порівнянні з контролем, а врожайність біомаси на 12%. *Eisenia foetida* показала найкращий результат у врожайності бульб – показник збільшився на 101,2%. Енергетична цінність культури виросла на 4,6% після внесення вермікопосту.

- *Eisenia foetida* добре вплинула на щільність нематод у ґрунті. Результати показали, що черв'як знизив показник щільності нематод на 1,3. А після

¹⁰ Ендопаразит – паразит, який живе всередині тканини рослини хазяїна.

зберіганні у холодильнику він став ще вищим. Можна зробити висновок, що внесення вермікомпосту знизило щільність популяції нематод на 50% у випадку з *Meloidogyne hapla* та на 45% – *Ditylenchus destructor*

- Топінамбур – енергетична культура. Показники спалювання: 65 к/Дж – контроль та 68 к/Дж – після внесення вермікомпосту. Можна зробити висновок, що *Eisenia foetida* не тільки покращила біометричні показники рослини на врожайність, але й підвищила енергетичну цінність рослини після спалювання на 4,6%.

- Вермікомпост з *Eisenia foetida* – це добрий замітник хімічних засобів захисту рослин від нематодозів та чудове біологічно чисте добриво. Так як, вермікомпост складається з *Eisenia foetida* та продуктів переробки органічних решток – він є корисним для навколишнього середовища за рахунок повторного використання органічних решток, що в разі зменшує шкідливі викиди CO₂ та допомагає берегти навколишнє середовище, яке і так зараз знаходиться у недоброму стані.

Список літератури

1. Zapalowska A, Skwiercz A. Populations of parasite nematodes colonizing Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2018 p.
2. Gunnarson S, Malmberg A, Mathisen B, Theander O, Thyselius L, Wunsche U. Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) для виробництва біогазу. *Біомаса*. 1985.
3. Топінамбур - потенціал та можливості використання в енергетиці. В. Іздебський. 2009. Комісія з питань моторизації та енергетики в сільському господарстві.
4. Ettema CH, Bongers T. Characterization of nematode colonization and succession in disturbed soil using the maturity index. *Biology and Fertility of Soils*, 1993. cc. 79-85. T. 16.
5. Yeates GW, Bongers T, de Goede RGM, Freckman DW, Georgieva SS. Харчові звички у сімействах і родах нематод / родин і родів нематод - конспект для ґрунтового еколога. 1993 : J Nematol.
6. Г.В., Єйтс. Вплив рослин на структуру нематодного угруповання. місце видання невідоме : *Annu Rev Phytopathol*, 1999.
7. Lamberti F, Taylor CE, Seinhorst JW. *Nematode vectors of plant viruses*. London, New York : Plenum Press, 1995.
8. Khan Z, Son SH, Moon HS, Kim SG, Shin HD, Kim YH. The foliar nematode, *Aphelenchoides fragariae*, on Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus*) and weigela (*Weigela subsessilis*). *Nematropica*, 2007. cc. 335-337.
9. Stanley J, Stephen F. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: Helianthus tuberosus* L. Boca Raton : Taylor & Francis, 2007.
10. **Root-knot nematodes (Meloidogyne species) : systematics, biology and control.** Lamberti F, Taylor C. London, New York : Academic Press, 1979.
11. Bornowski, Nolan. *Root-Knot Nematode Wisconsin Horticulture*. 2015 p.
12. Norton, Don C. *Ecology of plant-parasitic nematodes*. New York : Wiley, 1978.
13. Ferris, Howard. *Ditylenchus Destructor*. UC-Davis. 04 12 2013 p.
14. *Population Dynamics of Ditylenchus destructor on Peanut.* Basson S, De Waele DG, Meyer AJ. 23, 1991 p., *Journal of Nematology*.
15. CAB. *Invasive Species Compendium*. 2013 p.
16. Anderson, R. V. та Darling, H. M. *Embryology and reproduction of Ditylenchus destructor Thorne, with emphasis on gonad development*. Washington : Proceedings of the Helminthological Society of Washington, 1964.
17. авторів, Колектив. *Фітопаразитичні нематоди*. місце видання невідоме : Litres, 2022.
18. Lamberti F, Taylor C. *Cyst nematodes*. New York : Plenum Press, 1986.
19. Stirling, Graham R. *Biological control of plant parasitic nematodes : progress,*

problems and prospects. Wallingford : C.A.B International, 1991.

20. **W, Grant**. *Taxonomic significance of larval stages : the contribution of larvae to nematode classification*. Sydney, 1971.

21. **R, Wallace H**. *Nematode ecology and plant disease*. London : Edward Arnold, 1973.

22. **Wisconsin Pest Survey Fact Sheet**. Wisconsin Department of Agriculture, Trade, and Consumer Protection. 13-10 2013 p.

23. **Goodey J, Franklin M, Hooper D**. *The nematode parasites of plants catalogued under their hosts*. London : Farnham Royal, 1965.

24. **Smiley RW, Dababat AA, Iqbal S, Jones MG, Maafi ZT, Peng D, Subbotin SA, Waeyenberge L**. Cereal Cyst Nematodes: A Complex and Destructive Group of Heterodera Species. *Plant Disease. American Phytopathological Society*. 2017 p., cc. 1692–1720.

25. **М., Агабабян III**. *Кормові рослини сінокосів пасовищ СРСР*. Сільгоспиз, 1956, 3 т. / за ред. І. В. Ларіна.

26. **Прохоров, гол. ред. А. М.** *Велика радянська енциклопедія*. Радянська енциклопедія, 1969-1978. Т. 30 т.

27. *Енциклопедичний словник Брокгауза та Єфрона, 1890-1907.*

28. **Мелведєв П. Ф., Сметанникова А. П.** *Кормові рослини європейської частини СРСР, місце видання невідоме : Колос, 1981.*

29. **M, Oostenbrink**. *Estimating nematode populations by some selected methods*. In *Nematology (ed. Sasser JN & Jenkins WR)*. Chapel Hill : The University of North Carolina Press, 1960. cc. 85–102.

30. **R, McSorley**. *Extraction of nematodes and sampling methods*. In *Principles and Practice of Nematode Control in Crops (ed. Brown RH & Kerry BR)*. Sydney : Academic Press, 1987. cc. 13-41.

31. **J, Van Bezooijen**. *Methods and techniques for Nematology*, 2006 p.

32. **M, Sauer**. *A scanning electron microscope study of plant and soil nematodes*. Maxwell Ranger, 1985.

33. **J, Southey**. *Laboratory methods for work with plant and soil nematodes*. London : HMSO, 1986.

34. **al, Monroy et.** *Seasonal population dynamics of Eisenia fetida (Savigny, 1826) (Oligochaeta, Lumbricidae) in the field*, місце видання невідоме : C. R. Biologies, 2006. cc. 912-915.

35. **Borkowska-Gorączko, Elżbieta**. *Hodowla dżdżownic kalifornijskich. Czy warto mieć dżdżownicę?* 2013 p.

36. *Culture of Eisenia fetida (Annelida, Lumbricidae) on puffed rice sorap in outdoors and laboratory conditions*. al., Schuldt et. 15, 2005 p., *Ecologia Austral*, cc. 217-227.

37. *Frances. dismore 421. Going on a worm hunt. Eisenia fetida, a stripy worm.* 01/07

2016 р. <https://www.earthwormwatch.org/blogs/going-worm-hunt-eisenia-fetida-stripy-worm>.

38. Commission Regulation (EU) No. 651/2014 of June 17, 2014 declaring certain types of aid compatible with the internal market in application of Articles 107 and 108 of the Treaty.

39. [ekologia.pl](https://www.ekologia.pl) <https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/ochrona-srodowiska>.

40. **В.П., Гудзь.** Землеробство і ґрунтознавство: Підручник. Центр учбової літератури, 2019.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України