

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота на
правах рукопису

Костюк Вадим Миколайович

УДК 631.582:633.491

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МІКРОБІОЛОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯСНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО
ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ КАРТОПЛІ

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Костюк В.М.

Керівник роботи:

Клименко Тетяна Вікторівна
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2020

Зміст

Анотація	3
Вступ	7
Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та обґрунтування	10
1.1 Господарське значення картоплі	10
1.2. Роль мікроорганізмів у ґрунтових процесах	11
Розділ 2. Умови, об'єкти і методика проведення досліджень	16
2.1. Місце та умови проведення досліджень	16
2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень	20
Розділ 3. Основна експериментальна частина	22
3.1. Агротехнологічна ефективність застосування добрив на діяльність біологічних організмів у ґрунті та формування врожаю картоплі	22
3.2. Щільність заселення ясно-сірого опідзоленого ґрунту дощовими черв'яками	23
3.3. Ефективність діяльності целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у ясно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від удобрення картоплі	24
3.4. Мікроорганізми роду <i>Azotobakter</i> у ясно-сірому опідзоленому ґрунті	26
3.5. Урожайність бульб картоплі залежно від удобрення	27
3.6. Енергетична та економічна ефективність вирощування картоплі	29
Висновки	33
Рекомендації виробництву	34
Список використаних літературних джерел	35

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота Костюка В.М. виконана на тему: «Мікробіологічна діяльність ясно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від удобрення картоплі». Освітній рівень «Магістр». Спеціальність 201 – «Агрономія».

Поліський національний університет, м. Житомир, 2020 р.

Кваліфікаційна робота на правах рукопису, викладена на 38 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 6 таблиць та 2 рисунки. Складається з вступу, трьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних літературних джерел включає 45 найменувань.

Кваліфікаційна робота виконувалась впродовж 2018-2020 рр. згідно затвердженого завдання на виконання роботи, куди увійшли питання дослідження мікроорганізмів ясно-сірого опідзоленого ґрунту Полісся та урожайності бульб залежно від застосування соломи та сидератів, гною, мінеральних добрив при вирощуванні картоплі в короткоротаційній сівозміні.

Розділ 1. Присвячений аналізу літературних даних з теми досліджень та обґрунтуванню напряму досліджень. На підставі огляду літературних джерел у ньому висвітлені питання біологічної діяльності у ґрунті при застосуванні соломи, гною, мінеральних добрив при вирощуванні картоплі.

У *Розділі 2* наведена програма, методика та умови проведення наукових досліджень.

Розділ 3 Присвячений висвітленню результатів досліджень щодо ефективності застосування соломи, гною, мінеральних добрив при вирощуванні картоплі на ясно-сірому опідзоленому ґрунті Полісся, діяльності мікроорганізмів, продуктивності картоплі, енергетичної та економічної ефективності вирощування картоплі.

Висновки та рекомендації виробництву підсумовують результати проведених досліджень.

На біологічну активність ясно-сірого опідзоленого ґрунту значно впливали добрива. Найбільш інтенсивно мікробіологічні процеси відбувалися при внесенні у ґрунт соломи, сидератів, гною, де розпад лляної тканини досягав 69,3-78,9 %, що у 1,5-1,7 разів більше у порівнянні з контролем (без добрив).

Найнижчий відсоток розпаду тканини спостерігався у варіанті із внесенням лише мінеральних добрив і складав 48,2 %. Тобто, внесення мінеральних добрив гальмувало розпад тканини.

Одним із біодіагностичних показників запасів органічної речовини ґрунту є чисельність дощових черв'яків. Найбільша їх кількість у досліді спостерігалось у варіанті з внесенням гною та помірних норм мінеральних добрив – 114 шт./м², що більше, ніж у контролі (без добрив) у 3,7 разів.

Для оцінки родючості та екологічного стану ґрунту при вирощуванні картоплі, як один із провідних діагностичних критеріїв, слід використовувати показник біологічної активності ґрунту. Внесення гною 37,5 т/га з помірними нормами мінеральних добрив N_{12,5}P₁₀K_{17,5} сприяє значному зростанню біологічної активності ґрунту, формуванню задовільного врожаю та підтриманню екологічної рівноваги агроєкосистеми.

Ключові слова: мікрофлора ґрунту, урожайність картоплі, екологічна, енергетична та економічна ефективність.

ANNOTATION

Qualification work of Kostyuk V. M. performed on the topic: "Microbiological activity of light gray podzolic soil depending on potato fertilizer". Educational level "Master". Specialty 201 - "Agronomy". Polissia National University, Zhytomyr, 2020. Qualification work on the rights of the manuscript.

The qualification work is presented on 38 pages of a computer set, it contains 6 tables and 2 figures. It consists of an introduction, three sections, conclusions, recommendations for production. The list of used literature sources includes 45 titles.

Qualification work was performed during 2018-2020 according to the approved task, which included the study of microorganisms of light gray podzolic soil of Polissya and the yield of tubers depending on the use of straw and green manure, manure, mineral fertilizers in growing potatoes in short rotation crop rotation fields ZHNAEU.

Section 1. Dedicated to the analysis of literature data on the research topic and substantiation of the research direction. Based on a review of literature sources, it covers issues of biological activity in the soil with the use of straw, manure, fertilizers in potato growing.

Section 2 presents the program, methods and conditions of scientific research.

Chapter 3 is devoted to the results of research on the effectiveness of straw, manure, mineral fertilizers in growing potatoes on light gray podzolic soil of Polissya, the activity of microorganisms, potato productivity, energy and economic efficiency of growing potatoes.

Conclusions and recommendations for production summarize the results of research.

The biological activity of light gray podzolic soil was significantly affected by fertilizers. The most intensive microbiological processes took place when straw, green manure, and manure were applied to the soil, where the decay of linen tissue reached 69.3-78.9%, which is 1.5-1.7 times more than in the control (without fertilizers). The lowest percentage of tissue decay was observed in the variant with the application of only mineral fertilizers and was 48.2%. That is, the application of mineral fertilizers inhibited tissue breakdown.

One of the biodiagnostic indicators of soil organic matter is the number of earthworms. The largest number of them in the experiment was observed in the

variant with the application of manure and moderate rates of mineral fertilizers - 114 units / m², which is 3.7 times more than in the control (without fertilizers).

To assess the fertility and ecological condition of the soil when growing potatoes, as one of the leading diagnostic criteria, you should use the indicator of biological activity of the soil. Application of manure 37.5 t / ha with moderate rates of mineral fertilizers N_{12,5}P₁₀K_{17,5} contributes to a significant increase in soil biological activity, the formation of a satisfactory harvest and maintaining the ecological balance of the agroecosystem.

Key words: soil microflora, potato yield, ecological, energy and economic efficiency.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах економічної і екологічної кризи актуальне значення має визначення специфіки формування і функціонування мікробних угруповань ґрунту, як одних із провідних діагностичних критеріїв оцінки його родючості та екологічного стану.

Така оцінка дає можливість виявити негативні наслідки застосування підвищених норм добрив, особливо мінеральних, використання інтенсивних сівозмін.

Біодіагностична оцінка також дає змогу забезпечити підтримку біологічної активності ґрунту на високому рівні, його стійкість і збалансованість агроєкосистеми.

Технологія вирощування картоплі передбачає внесення органічних добрив. Такими добривами є побічна продукція зернових культур – солома та зелені добрива – сидерати. Але, на сьогодні недостатньо вивчені питання мікробіологічної активності ґрунту при застосуванні таких добрив.

Мікроорганізми, як показники біологічної активності ґрунту, не будучи прямими чинниками створення врожаю, характеризують сприятливі або не сприятливі умови для живлення і розвитку рослин та формування врожаю. Параметри цих показників характеризують рівень родючості ґрунту і можуть бути використані для оцінки його агроєкологічного стану.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи було проведення мікробіологічної оцінки ясно-сірого опідзоленого ґрунту Полісся при вирощуванні картоплі залежно від удобрення у короткоротаційній сівозміні.

Програмою досліджень передбачалось вивчити наступні завдання:

1. Дати оцінку діяльності мікрофлори ясно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від удобрення картоплі в короткоротаційній сівозміні.
2. Встановити продуктивність бульб картоплі залежно від використання соломи, сидератів, гною, мінеральних добрив.
3. Визначити енергетичну та економічну ефективність застосування добрив при вирощуванні картоплі.

Об'єкт дослідження – зміна мікробіологічної активності ясно-сірого опідзоленого ґрунту в насадженнях картоплі залежно від удобрення.

Предмет дослідження – мікрофлора ґрунту, органічні та мінеральні добрива.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи були використані загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий (відбір ґрунтових зразків); лабораторний (визначення основних агроекологічних показників та мікробіологічної активності ґрунту); вимірювально-ваговий (продуктивність картоплі); порівняльно-розрахунковий і статистичний (енергетична та економічна ефективність застосування добрив, обробка експериментальних даних).

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Kostiuk V. Potato productivity depending on alternative fertilizer on light gray podzolized soil // Kostiuk V., Vazinska O., Pidhorodetskyi V., Sapatiuk Ya., Kharchuk V., Kovalchuk N. // Sciences of Europa (Praha, Czech Republic) Vol 2, No 57, s. 59-63. (2020).

Наукова новизна одержаних результатів:

- доведено, що біологічна та мікробіологічна активність ґрунту значно залежала від застосування удобрення. Найбільш інтенсивно мікробіологічні процеси відбувалися при внесенні у ґрунт соломи, сидератів, гною та мінеральних добрив;
- встановлено, що високий урожай бульб картоплі забезпечує поєднане внесення у ґрунт соломи, сидератів, гною та мінеральних добрив;
- визначення енергетичної та економічної ефективності вирощування картоплі показало, що при внесенні соломи, сидератів та мінеральних добрив коефіцієнт енергетичної ефективності складав 2,08-2,90, а рівень рентабельності дорівнював 150,2-161,9 %;

Практичне значення отриманих результатів. Для отримання високих урожаїв господарствам різних форм власності в зоні Полісся на ясно-сірому опідзоленому ґрунті запропоновано вирощувати картоплю у п'ятипільній

сівозміні з використанням соломи, сидератів, гною та невеликих кількостей мінеральних добрив.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Роботу викладено на 38 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 6 таблиць та 2 рисунки. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних літературних джерел включає 45 найменувань.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ

1.1. Господарське значення картоплі

Картопля є однією з головних продуктів харчування. За кількістю поживних речовин, що можна одержати з одиниці площі, серед сільськогосподарських культур картопля займає одне з перших місць. Поживних речовин з гектара картопля дає більше, ніж зернові культури, і поступається тільки перед цукровими буряками і кукурудзою [28].

Крохмалю в бульбах міститься від 14 до 25%, а в окремих сортів – до 30%, сирого протеїну – в середньому до 2%. Кормова картопля, крім крохмалю, містить багато протеїну. Цінна картопля за вмістом протицинготної аскорбінової кислоти. Організму людині картопля дає: В₁ (аневрин), 15% - РР (ніацин), 5% - В₂ (ростовий вітамін рибофлавін) і 1-2% - у провітаміні А (каротин). Жоден продукт харчування не застосовується так широко в кулінарії, як картопля [35].

Картоплю використовують на корм худобі свіжою, вареною і запареною. З продуктів переробки виготовляють цінні лаки, каучук, духи, сагову і картопляну крупу, смажену і сушену картоплю, крекери, різноманітні ліки та інші вироби.

Картопляна патока є цінною сировиною для кондитерської промисловості, з неї виготовляють цукерки. З 1 т картоплі одержують 9,5 дкл спирту-сирцю. Отже, з 1 га картоплі при врожаї 150-200 ц/га можна одержати 146-190 дкл спирту. За виходом спирту вона перевищує зернові культури в 3-4 раз [10, 13].

Сушіння картоплі різко зменшує втрати при її зберіганні. Сушену картоплю можна зберігати без втрат її харчової цінності протягом багатьох років. Крім того, цей спосіб переробки дає величезну економію при транспортуванні картоплі, особливо на велику відстань (наприклад, у північні райони). Висушена картопля за поживністю наближається до зернових продуктів, а за вмістом крохмалю навіть перевищує їх. За кормовою цінністю висушену картоплю прирівнюють до ячменю [13, 18, 45].

1.2. Роль мікроорганізмів у ґрунтових процесах

Активну участь в усіх ґрунтових процесах беруть мікроорганізми.

У сучасних умовах економічної і екологічної кризи актуальне значення має визначення специфіки формування та функціонування мікробних угруповань ґрунту як одних із провідних діагностичних критеріїв оцінки його екологічного стану і родючості [15, 42, 43, 44].

Головними мікро-біологічними процесами, є розпад рослинних решток та опадів, утворення при цьому органічної речовини та розпад мінералів ґрунтоутворюючої породи [9, 41]. Трансформація органічної речовини біотою зумовлює біологічну вбирну здатність ґрунту та біологічну активність, що підвищує родючість ґрунту, яка нерозривно пов'язана з життєдіяльністю ґрунтових мікроорганізмів [9, 15].

Ґрунт характеризується різноманітністю таксономічних груп мікроорганізмів. Між окремими компонентами ґрунтового мікробного ценозу формується складна система трофічних і енергетичних взаємозв'язків, що визначає функціональну структуру мікробного ценозу [5]. Таксономічна структура мікробних ценозів усіх типів ґрунтів представлена трьома основними групами мікроорганізмів – бактеріями, грибами та актиноміцетами [9].

Грибам та бактеріям належить важлива роль у трансформації органічних речовин у ґрунті та формуванні родючості. До складу ґрунтової органічної речовини входять мікроорганізми. На їх масу припадає 0,10-0,25%, котрі є основною діючою силою в накопиченні поживних і біологічно активних речовин [36, 41].

Для стабільного функціонування агроecosистеми та збільшення її продуктивності потрібно постійно додатково вносити органічні добрива [11]. Збільшення загальної біомаси та чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у мікробному ценозі спостерігається при внесенні гною, заорюванні зеленої маси сидератів або сухих рослинних решток - соломи.

Так, внесення соломи сприяло збільшенню чисельності бактерій, стрептоміцетів та целюлозолітичних мікроорганізмів [9, 18]. Післядія цього агрозаходу спостерігалась протягом 4 років. Під впливом органічних добрив знижується фітотоксичність ґрунту, покращується його структура, накопичуються фізіологічно активні речовини, зростає стійкість рослин до патогенних мікроорганізмів. Саме тому органічні добрива використовують як спосіб покращення біологічних властивостей ґрунтів і їх оздоровлення [3, 4].

Результати досліджень зарубіжних авторів вказують на те, що 1 грам напіврозкладеного гною містить 2,1 млрд амоніфікуючих бактерій, кількість яких у перепрілому гної зменшується до 0,3-1,8 млрд штук [2].

Отже, внаслідок розкладання гною стрімко зменшується чисельність амоніфікуючих бактерій. Кількість мікроорганізмів, які використовують мінеральний азот, збільшується від 6,6 до 20 млн на 1 грам перепрілого гною. Тобто, внаслідок розкладання гною, крім мінералізації, відбуваються процеси іммобілізації, які запобігають втратам засвоєних поживних речовин [12, 15].

У сучасних умовах економічної і екологічної кризи актуальне значення має визначення специфіки формування і функціонування мікробних угруповань ґрунту як одних із провідних діагностичних критеріїв оцінки його екологічного стану і родючості [6, 11, 15].

Оцінка екологічного стану і родючості ґрунту дає можливість виявити негативні наслідки застосування підвищених доз мінеральних і органічних добрив, інтенсивних сівозмін і засобів обробітку для родючості земель і стану довкілля.

Біодіагностична оцінка дає змогу забезпечити підтримку біологічної активності на високому рівні, стійкість і збалансованість агроєкосистеми. Значний вплив на ґрунт призводить до зміни екологічної обстановки. Розбалансуються біологічні процеси, прискорюється мінералізація свіжої органічної речовини і знижується рівень її гуміфікації [5, 30, 44].

Водночас активізуються денітрифікаційні процеси і газоподібні втрати азоту, добрив і ґрунту, послаблюється біологічна азотфіксація, посилюються в ґрунті і навколишньому середовищі токсичні сполуки [10, 11].

Раціональне використання соломи, гною, мінеральних добрив, сидератів у сівозміні зменшує технологічне навантаження на довкілля, забезпечує відтворення та збереження родючості дерново-підзолистих ґрунтів і підвищення якості сільськогосподарської продукції.

Найкраще застосовувати такі елементи технології: комбінована система основного обробітку ґрунту в сівозміні; внесення в сівозміні середніх доз мінеральних та органічних добрив, використання для удобрення побічної сільськогосподарської продукції, застосування сидератів [16, 17].

Органічні добрива сприяють кращому перебігу біологічних процесів і поліпшують фізико - хімічні властивості ґрунту і за правильного їх використання вони є могутнім резервом підвищення родючості ґрунту, а отже, й урожайності сільськогосподарських культур.

Гній називають повним добривом, оскільки до його складу входять усі основні елементи живлення: азот, фосфор, калій, кальцій, магній тощо. Складається гній з підстилки та твердих і рідких виділень тварин [1, 15]. Свіжий гній навесні під деякі культури (картоплю, овочі) не вносять через ризик погіршення якості продукції. За умов комплексного застосування добрив зелене добриво не рівноцінне гною. Як уже зазначалося, зелене добриво швидко розкладається у ґрунті. У результаті розкладу в ґрунт надходить велика кількість рухомих поживних речовин, що порушує закон саморегулювання концентрації ґрунтового розчину і призводить до великих втрат елементів живлення.

Ефективність застосування зеленого добрива залежить від внесення інших видів добрив. Якщо говорити про гній то він в порівнянні із зеленим добривом розкладається триваліший час [17, 21].

На зелене добриво рекомендується використовувати: серед бобових культур – багаторічний та однорічний люпини, пелюшку, середелу, буркун, конюшину, люцерну, горох, вику, чину, боби та інші; з небобових поширені гірчиця, ярий та озимий ріпак, редька польова, гречка, озиме жито [7, 15].

Раціональніше вирощувати сидерати як проміжні з весни до збирання основної культури озимих, ранніх ярих зернових, ранньої картоплі, капусти. Після збирання основної культури сіють сидерати. 200 ц зеленої маси бобових рівноцінні

20 тонам гною. Рослина за рахунок фотосинтезу створює близько 95% сухої речовини. За повного використання сидератів на зелене добриво всі 95% маси, одержаної від фотосинтезу, і 5% з ґрунту вносимо у землю.

Виходячи з багаторічних спостережень, вважається, що сидерати краще загортати у ґрунт пізно восени, коли мікробіологічні процеси у ньому майже припиняються. Якщо загортати сидерати у ґрунт у теплий період осені, вони швидко розкладаються, сполуки мінералізації вимиваються дощами у нижні його шари, малодоступні для рослин. Цей процес особливо інтенсивного відбувається на легких піщаних ґрунтах, де втрачається значна частина органіки і різко знижується ефективність зеленого добрива [31, 39].

Мінеральні добрива у науково - обґрунтованих нормах і співвідношеннях забезпечують хороший врожай картоплі. У той же час необхідно знати, що надлишок азоту може мати негативну дію, зокрема знижували вміст крохмалю і погіршувати смакові якості [16].

Забур'яненість посівів картоплі, а також підвищена щільність ґрунту є основними причинами низьких врожаїв цієї культури. Тому систему догляду за посівами необхідно спрямовувати на повне знищення бур'янів і якісне розпушування ґрунту протягом всього періоду вегетації картоплі [17, 38].

Не менш важливою для функціонування агроєкосистеми є проблема боротьби з шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. Вітчизняними та зарубіжними дослідниками встановлено, що цю культуру уражують понад 40 різних хвороб і шкідників [15, 17].

Останнім часом в Україні велику небезпеку для культури картоплі становлять збудники різного бактеріального походження, що спричиняють захворювання рослин під час вегетації та загнивання бульб при зберіганні.

Відомо, що більшість патогенів поширюються через садивний матеріал, а подальший їх розвиток продовжується під час вегетації та зберігання бульб. Це слід враховувати при розробці заходів боротьби із шкідливими організмами різного паразитарного походження [33, 34].

Для успішної боротьби з хворобами та шкідниками картоплі слід застосовувати комплексну систему захисту при науково обґрунтованому поєднанні агротехнічних, селекційно-насінницьких, хімічних, біологічних, фізико-механічних заходів. Ця система насамперед має бути спрямована на усунення джерел інфекцій хвороб та шкідників, на знищення або обмеження поширення її в найбільш уразливу стадію їх розвитку, коли вони ще не встигли завдати відчутної шкоди. Збирати картоплю слід починати перед відмиранням бадилля з таким розрахунком, щоб закінчити його при температурі 7-10 °С. Спочатку слід збирати картоплю насінну, а потім – продовольчу [15, 34].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Дослідження проводились протягом 2018-2020 рр. на дослідному полі Житомирського національного агроекологічного університету, яке розташоване в с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області.

Територія даного району належить до помірного ґрунтово-кліматичного поясу. Клімат помірно-континентальний, досить вологий, з довгим літом і м'якою короткою зимою.

Клімат є одним із важливих факторів ґрунтоутворення, так як з ним пов'язані тепловий режим верхніх горизонтів ґрунту і швидкість хімічних і біологічних процесів. У загальних рисах територія являє собою відносну плоску рівнину ускладнену незначними підвищеннями із значною кількістю лінійно-змінних понижень і дуже зрідженою ерозійною сіткою.

Житомир належить до вологої, помірно теплової агрокліматичної зони. За багаторічними даними середньорічна температура холодного місяця (січня) – 5 – 6° С, а теплого місяця (липень) + 18°С. Середньорічна сума опадів дорівнює 570 мм, сума опадів за період активної вегетації з температурою 10° С – 363 мм. Вегетаційний період в середньому складає 200 днів. Сума активних температур для Житомирщини складає 2512°С.

Гідротермічний коефіцієнт Г. Т. Селянінова (ГТК), який слугує для оцінки умов зволоження малого вегетаційного періоду, розраховують за співвідношенням кількості опадів (Р) за період зі стійкою середньодобовою температурою понад 10 °С до суми активних температур повітря.

Оцінка забезпеченості вологою проводиться так: ГТК більше 1,6 - надмірна волога; 1,6-1,3 - волого, 1,3-1,0- нестача вологи; 1,0-0,7-посушливо, 0,7-0,4 дуже посушливо, менш ніж 0,4 - сухо. За вегетаційний період ГТК складає 1,5.

Територія відноситься до середньої інтенсивності сонячної радіації та сили вітру. Сумарна сонячна радіація досягає 90-98 ккал/см.

Перехід сезонів року в даній зоні відбувається поступово. Початок зими припадає в середньому до 21 листопада.

Погодні умови у рік проведення досліджень мали певні коливання, але в цілому були сприятливими для вирощування картоплі.

Погодні умови за роки досліджень дещо відрізнялися від середньобагаторічних, особливо за кількістю опадів.

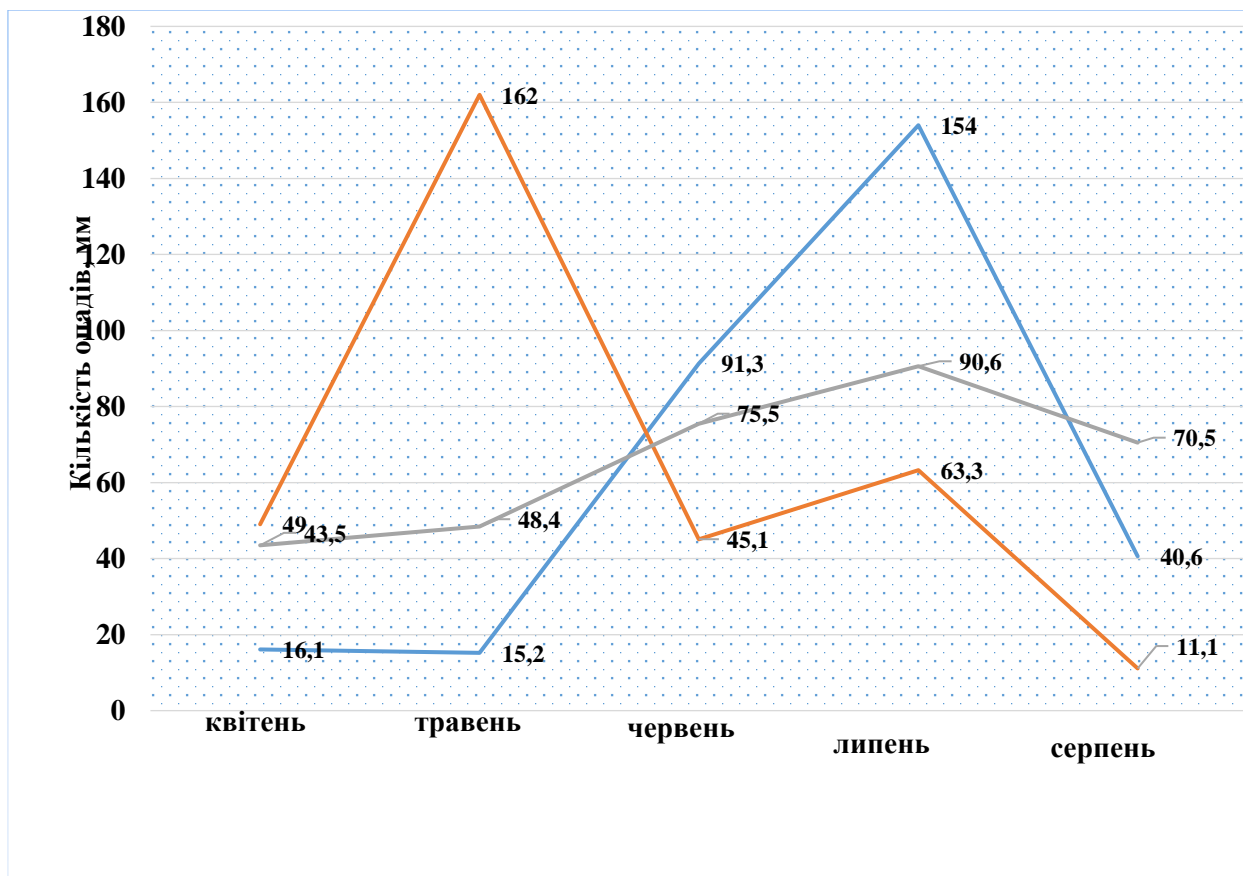


Рис. 2.1. Кількість опадів за вегетаційний період, мм/місяць, середнє за 2018-2020 роки дослідження

Погодні умови другої половини 2018 року щодо забезпеченості вологою були відносно сприятливими, а 2019 та 2020 роки – неоднозначними для сільськогосподарських рослин.

За період спостережень випадання атмосферних опадів та високі температури повітря протягом періоду вегетації у 2019 і 2020 роках були нерівномірні і призводили до пересихання верхнього шару ґрунту, і

це негативно вплинуло на інтенсивність ґрунтових процесів, мікробіологічну діяльність ґрунту та нормальний ріст та розвиток рослин.

Як видно з даних (рис.2.1.) кількість опадів значно змінювалася впродовж вегетаційного періоду років досліджень. Цей показник у весняні місяці 2018 року становив 16,1 та 15,2 мм, що було значно нижче від середньобагаторічного значення, а нестача вологи у цей період негативно вплинула на ріст і розвиток культури, що нами досліджувалася.

У середині та наприкінці вегетації культури (червень, липень) кількість опадів значно перевищувала норму.

У 2019 та 2020 році спостерігалася інша ситуація – на початку вегетації сума опадів, особливо у травні була значно вищою від середньобагаторічного показника, а в середині та особливо наприкінці періоду вегетації культури спостерігалася кількість опадів значно менша від норми, що призвело до значного дефіциту вологи у ґрунті.

Температурні умови вегетації є дуже важливим фактором життя рослин.

Саме температура визначає районування, горизонтальну й вертикальну зональність поширення сільськогосподарських рослин. В агрономії існує співвідношення між температурою та умовами зволоження і це має назву гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що є основою формування видового складу сільськогосподарських рослин та визначає їх продуктивність.

Завдяки температурі повітря та ґрунту відбувається взаємодія із сонячним світлом, які впливають на фотосинтез рослин.

Динаміка температури повітря у 2018–2020 роках, особливо у період вегетації, була близькою до середніх багаторічних показників з тенденцією до підвищення на 1–2 °С.

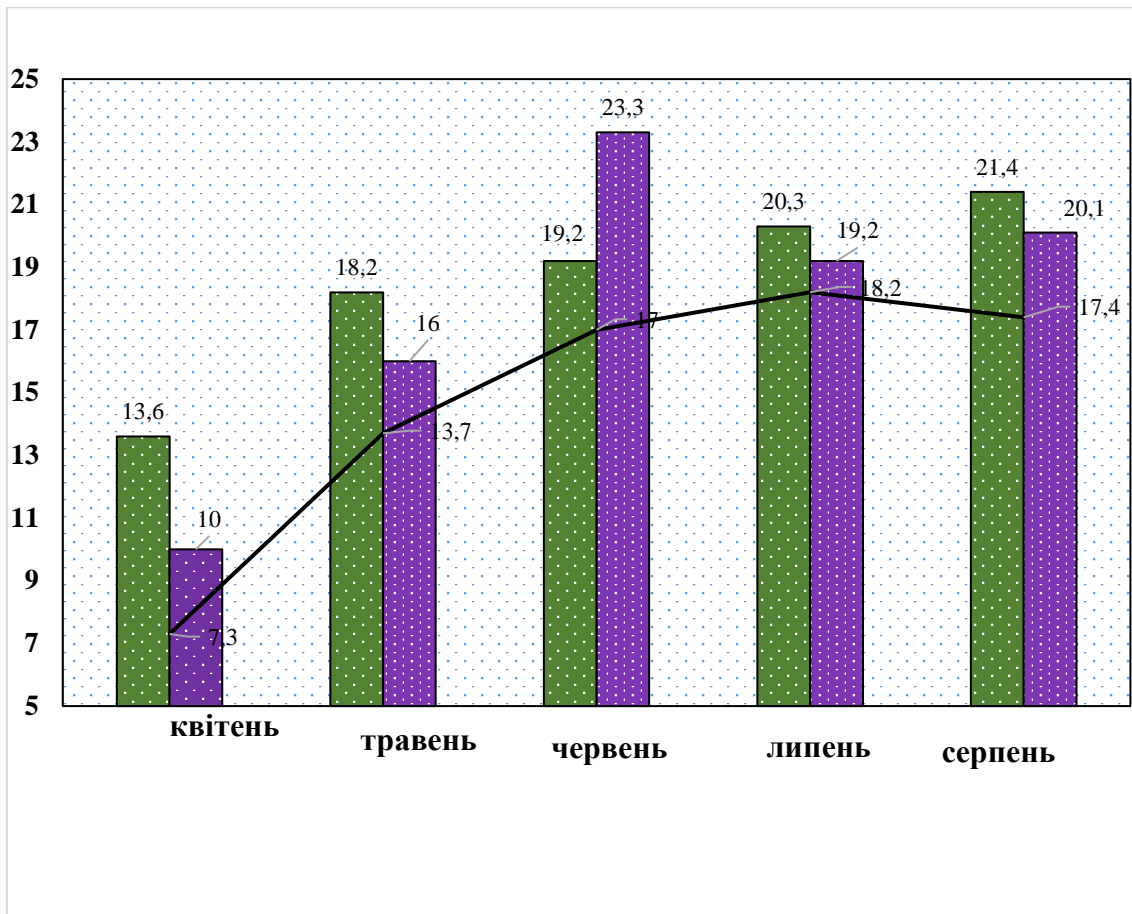


Рис. 2.2. Температура повітря протягом вегетаційного періоду °С за 2018-2020 роки дослідження

Температури вегетаційних періодів 2018-2020 років значно перевищували середньобогаторічні показники, що створює несприятливі умови для вирощування традиційних для зони Полісся культур (рис.2.2).

Максимальне перевищення середньобогаторічних температур спостерігалось у червні 2019 року і становило 6,3°С та липні 2020 року. Близьким до цього показника був і квітень 2018 року, у якому температура виявилась також на 6,3 °С вищою від норми. Квітневі температури за всі роки спостережень значно перевищували норму. Максимальною у квітні (13,6) була температура у 2018 році, який відрізнявся підвищеними температурами як порівняно з іншими роками.

2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень

Дослідження проводились на ясно-сірому лісовому супіщаному ґрунті підстеленому флювіогляціальними відкладами. Орний 0-20 см шар характеризується наступними показниками: вміст гумусу -1,23-1,36%, реакція ґрунтового розчину середньокисла (рН 4,7-4,9), сума увібраних основ і ступінь насичення основами ґрунту низькі й складають, відповідно, 1,81-2,08 мг-екв./100 г ґрунту та 46,6-53,1%, вміст рухомих форм азоту та фосфору середній, калію - низький. Агрофізичні та агрохімічні показники визначалися за загальноприйнятими методиками.

Чергування культур у сівозміні наступне:

1) конюшина (насіння), 2) картопля, 3) озиме жито, 4) пелюшко-овес, 5) овес з підсівом конюшини.

Удобрення включало використання побічної продукції попередника – солону (3 т/га), сидеральне добриво - олійну редьку (12 т/га), гній (10 т/га площі сівозміни), мінеральні добрива (азотні – аміачна селітра, фосфорні – суперфосфат простий гранульований, калійні – калійна сіль. Мінеральні добрива вносили розкидним способом).

Варіанти удобрення картоплі:

1. Контроль (без добрив)
2. Сидерати + солома
3. N₅₀P₄₀K₇₀
4. Гній 25 т/га + N₂₅P₂₀K₃₅
5. Гній 50 т/га
6. Гній 37,5 т/га + N_{12,5}P₁₀K_{17,5}.

У досліді використовувались загальноприйняті методики та застосовувалась агротехніка вирощування картоплі загальноприйнята для зони Полісся. Основний обробіток ґрунту безполицевий - тяжкими дисковими боронами БДТ-3 глибиною 14-16 см. Сидеральна культура – редька олійна. Система захисту картоплі від шкочинних організмів передбачала використання пестицидів згідно зональних рекомендацій.

У проведенні експериментів використовували картоплю сорту Беллароза виведеного німецькою селекцією, патентовласник EUROPLANT PFLANZENZUCHT GMBH. Ранньостиглий, столового призначення. Високоврожайний. Бульба овально-кругла, вічки маленькі. Злегка шорстку та червону має шкірку. Світло-жовта м'якоть. Бульби товарні мають масу 117-207 грам. Навіть інколи бульби досягають 850 грам і більше. Вихід товарних бульб 82-99%, лежкість – 93%. Вміст крохмалю 12,6-15,7 %. Смакові якості за 5-ти бальною шкалою -5. Максимальна врожайність 38,5 т/га. Сорт картоплі Беллароза стійкий до таких хвороб, як рак картоплі, золотиста картопляна нематода, бактеріальна гниль, парша, слабо уражується фітофторозом та володіє високою стійкістю до вірусів.

Сорт Картоплі Беллароза можна отримати врожай вже через 2 місяці, навіть можна викопувати і через 45 днів. Із картоплі сорту Беллароза добре виходять страви, де бульби зберігають свою форму, не розсипаються.

Технологічні елементи вирощування картоплі загальноприйняті для зони Полісся.

Лабораторні дослідження ґрунту і рослин виконано у спеціальних лабораторіях кафедри ґрунтознавства та землеробства ЖНАЕУ. Мікрофлора ґрунту визначалася за загальноприйнятими методиками. Целюлозоруйнівну активність ґрунту визначали методом аплікацій у трьохкратній повторності шляхом закладання лляного полотна за методом Штатнова. Чисельність мезофауни (дощових черв'яків) визначали у металевому кільці висотою 10 см, площею 0,025 м² за Штатновим.

Статистична обробка експериментального матеріалу здійснювалась за методикою Доспехова Б.С. з використанням програми MS Excel [7].

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНА ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Агротехнологічна ефективність застосування добрив на діяльність біологічних організмів у ґрунті та формування врожаю картоплі

Антропогенний фактор зумовлений виконанням безпосередніх агротехнічних прийомів вирощування культури, зокрема внесення добрив, боронування, ущільнення ґрунту збиральною технікою, а також забрудненням навколишнього середовища в результаті людської діяльності не пов'язаної із вирощуванням [21].

Для досягнення рівноваги в сільськогосподарських екосистемах, важливо, зрозуміти вплив обробітку ґрунту та добрив на процеси, що відбуваються в ньому і з'ясувати регуляторну роль мікробного угруповання у цих процесах. Біологічну активність ґрунту визначають чинники, що мають важливе місце і це - чисельність основних груп мікроорганізмів, які, будучи каталізаторами обміну речовин, об'єктивно відображають характер біохімічних процесів [20].

До основних груп ґрунтових мікроорганізмів належать: – гриби, бактерії, актиноміцети. І всі вони відіграють певну роль в ґрунтоутворенні та функціонуванні ґрунтової екосистеми. Саме бактерії є найбільш численною групою мешканців ґрунту, що обчислюються від декількох тисяч до десятків мільйонів в одному грамі ґрунту.

Частку елементів живлення картопля споживає до фази цвітіння. І найбільше у даний період використовується саме: азот, фосфор, калій та магній. А от коли утворюються столони – то картопля використовує іншу частину мікроелементів, які вже в собі має – це і є головна особливість. Важливою умовою це - забезпечити картоплю необхідними елементами живлення саме до цвітіння [27, 43].

Агротехнічні прийоми внесення саме азоту потрібно розділяти, бо він повинен надходити в самій доступній кількості і до того ж – постійно, і доцільно розділяти це внесення азоту на декілька прийомів. Азот є дуже важливим елементом для живлення картоплі. Але слід пам'ятати, що надмірна кількість його призведе до накопичення нітратів у бульбах. [5, 9].

3.2. Щільність заселення ясно-сірого опідзоленого ґрунту дощовими черв'яками

У дослідженнях які здійснювалися у 5-ти пільній сівозміні з насиченням картоплею 20% використання різних компонентів добрив по різному впливало на наявність дощових черв'яків у ясно-сірому опідзоленому ґрунті (табл. 3.1).

Поєднане внесення соломи та сидератів збільшувало їх кількість у 2,4 разів у порівнянні з контрольним варіантом, а саме, із 39 шт./м² до 103 шт./м².

Навпаки, внесення тільки мінеральних добрив зменшувало кількість дощових черв'яків у ґрунті. Якщо у контролі їх кількість складала 42 шт./м², то при внесенні добрив - 36 шт./м². Це вказує на те, що мінеральні добрива впливали та пригнічували діяльність та розвиток черв'яків у ґрунті. Внесення у ґрунт тільки гною нормою витрати 50 т/га (10 т/га площі сівозміни) збільшувало діяльність черв'яків і їх кількість збільшувалась у 2,1 разів у порівнянні з контролем (без добрив).

Таблиця 3.1

Вплив добрив на щільність заселення дощовими черв'яками ясно-сірого опідзоленого ґрунту, шт./м²

Варіанти удобрення	Роки досліджень			Середнє за роки досліджень	
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	шт./м ²	% до контролю
1. Контроль (без добрив)	46	32	49	42	100
2. Солома + сидерати	102	97	107	103	245,2
3. N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀	39	28	43	36	85,7
4. Гній 25 т/га + N ₂₅ P ₂₀ K ₃₅	52	48	61	53	126,1
5. Гній 50 т/га	95	75	98	89	211,9
6. Гній 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,5}	116	104	124	114	371,4
НІР _{0,95} , т/га	14,0	17,5	12,2		

Найбільша чисельність дощових черв'яків у досліді була у варіанті з поєднаним внесенням гною та помірних норм мінеральних добрив (варіант 6) – 114 шт./м², що більше, ніж у контрольному варіанті у 3,7 разів.

Отже, чисельність дощових черв'яків у ґрунті при вирощуванні картоплі не однакова й залежить від удобрення. Найбільша їх чисельність спостерігалася при внесенні у ґрунт соломи, сидератів та гною і помірних норм мінеральних добрив, що свідчить про активний розвиток екосистеми та доцільність їх застосування.

3.3. Ефективність діяльності целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у ясно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від удобрення картоплі

Важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу в ньому клітковини мікроорганізмами. За даними багатьох дослідників вміст целюлози в більшості тканин рослин складає в межах 60-80%. До целюлозоруйнуючих мікроорганізмів входять представники різних таксономічних груп. Мінералізацію рослинних залишків здійснюють мікроорганізми – бактерії, гриби, а у ґрунтах це, переважно, гриби.

Аплікації лляної тканини закладались у різних варіантах удобрення картоплі.

Отримані результати досліджень свідчать, що мікробіологічна активність ясно-сірого опідзоленого ґрунту значно залежала від удобрення, що проходить внаслідок руйнування лляної тканини (табл. 3.2).

Найнижчий відсоток розпаду тканини спостерігався в контрольному варіанті (без добрив) та у варіанті де вносились лише мінеральні добрива і складав, відповідно, 46,1% та 48,2%.

Внесення органічних добрив сприяло активізації целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у ґрунті. Внесення соломи та сидерату значно підвищувало мікробіологічну діяльність ґрунту.

Розпад тканини досягав 70,7%, що більше на 24,6% у порівнянні з контрольним варіантом (без добрив).

Внесення тільки гною з нормою витрати 50 т/га також активізувало діяльність мікроорганізмів і, у порівнянні з контролем, ступінь розкладання тканини складав 27,2,6%. Отже, внесення гною та соломи і сидератів значно підвищує мікробіологічну діяльність у ґрунті.

Інтенсивність мікробіологічних процесів відбувалася у варіанті, де вносили гній 37,5 т/га та мінеральні добрива $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$. Розпад тканини в цьому випадку досягав 78,9%, що у 1,7 разів більше, ніж у контролі.

Таблиця 3.2

Ефективність діяльності целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у ясно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від удобрення картоплі, % розпаду тканини

Варіанти удобрення	Роки досліджень			Середнє за роки досліджень	
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	% розпаду тканини	% до контролю
1. Контроль (без добрив)	63,8	10,2	59,8	46,1	100
2. Солома + сидерати	85,2	38,7	88,2	70,7	153,3
3. $N_{50}P_{40}K_{70}$	65,4	16,7	62,6	48,2	104,5
4. Гній 25 т/га + $N_{25}P_{20}K_{35}$	84,3	36,3	87,4	69,3	150,3
5. Гній 50 т/га	89,6	40,3	90,1	73,3	159,0
6. Гній 37,5 т/га + $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$	96,2	42,1	98,5	78,9	171,1
НІР _{0,95} , т/га	14,5	7,8	18,2		

Слід зазначити, що на процес розкладу целюлози суттєво впливали гідротермічні умови року. У 2019 р. відмічено меншу активність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у порівнянні з іншими роками. Це пов'язано з менш сприятливими погодними умовами року для діяльності мікроорганізмів.

Отже, внесення органічних добрив (соломи, сидератів, гною) сприяло значній активізації целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у ґрунті.

3.4. Мікроорганізми роду *Azotobakter* у ясно-сірому опідзоленому ґрунті

Дослідження німецьких вчених Г. Гельрігеля і Г. Вільфарта наприкінці 1980-х рр. довели, що утворення бульбочок на корінні бобових культур індукується бактеріями, які здатні забезпечувати рослину азотом.

Голландський мікробіолог та ботанік М. Беєрінк у 1888 році отримав чисту культуру бульбочкових бактерій. А пізніше у 19 ст. дослідження за напрямом сільськогосподарської мікробіології розпочав С. Виноградський. Саме він відкрив явище хемосинтезу, і вперше сформулював системний підхід до вивчення участі мікроорганізмів у колообігу речовин у природі та розробив нові принципи вивчення ґрунту та мікроорганізмів за використання поживних середовищ [5, 21].

Великий вплив у сівозміні на загальний баланс азоту у ґрунті здійснюють – бобові культури. Одна частина азоту, а саме зв'язного бульбочковими бактеріями бобових, надходить через корм до гною, а друга його частина залишається з корінням і поживними залишками у ґрунті. І от при розпаді цих залишків після обробітку ґрунту у ньому накопичуються засвоювані форми азоту. Після цього потреба у азотних добривах знижується і при цьому створюються хороші умови для дії фосфорно-калійних добрив.

Azotobakter відноситься до групи вільних азотфіксуючих мікроорганізмів і представлений видом *Azotobakter chroococcum* [21].

За даними досліджень встановлено, що контрольний варіант мав відсоток чисельності мікроорганізмів в межах 90 % . Це вказує на те, що культура – конюшина, яка була попередником і має симбіотичні бульбочкові бактерії, і гальмувала розвиток *Azotobakter chroococcum*.

Все ж таки відбувалась конкуренція між симбіотичними та вільноживучими ґрунтовими мікроорганізмами (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Обростання грудочок ясно-сірого опідзоленого ґрунту *Azotobacter chroococcum* залежно від удобрення, %

Варіанти удобрення	Обростання грудочок ґрунту <i>Azotobacter chroococcum</i>	
	%	% до контролю
1. Контроль (без добрив)	90	100,0
2. Солома + сидерати	57	64,0
3. N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀	55	61,7
4. Гній 25 т/га + N ₂₅ P ₂₀ K ₃₅	54	60,6
5. Гній 50 т/га	58	65,1
6. Гній 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,5}	61	68,5

Низка дослідників вважає, що за збагачення ґрунту гноєм в ньому починають активізуватися мобілізаційні процеси за діяльності азотфіксуючих вільноживучих та симбіотичних організмів.

Отже, активізація мікроорганізмів у ґрунті здійснюється внаслідок внесення гною, соломи та сидератів.

3.5. Урожайність бульб картоплі залежно від удобрення

Добрива є одним із важливих факторів, що дозволяє підвищити продуктивність картоплі.

За роки досліджень на контролі урожайність бульб складала 23,0 т/га (табл. 3.4). Внесення соломи у поєднанні із сидератами значно підвищувало врожайність до 27,4 т/га, або на 4,4 т/га у порівнянні з контрольним варіантом.

Внесення помірних мінеральних добрив N₅₀ P₄₀ K₇₀ забезпечило врожайність бульб картоплі на рівні 29,0 т/га.

Таблиця 3.4

Вплив добрив на урожайність бульб картоплі на ясно-сірому опідзоленому ґрунті, т/га

Варіанти удобрення	Роки досліджень			Середнє за 2018- 2020 рр.	
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	т/га	% до контролю
1. Контроль (без добрив)	22,1	21,5	25,5	23,0	100
2. Солома + сидерати	26,2	24,5	31,3	27,4	120,2
3. N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀	32,0	24,8	30,2	29,0	127,1
4. Гній 25 т/га + N ₂₅ P ₂₀ K ₃₅	34,0	31,7	30,1	31,9	139,3
5. Гній 50 т/га	30,4	26,6	25,9	27,6	121,5
6. Гній 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,5}	34,9	32,9	32,5	33,4	147,8
НІР _{0,95} , т/га	4,0	7,6	2,3		

Також при сумісному внесенні в ґрунт гною 25 т/га і помірних норм мінеральних добрив сприяло гарному врожаю бульб картоплі – 31,9 т/га, що у порівнянні з контрольним варіантом вище на 8,9 т/га.

Внесення тільки гною 50 т/га (варіант 5) суттєво підвищувало урожайність картоплі – до 27,6 т/га, або на 4,7 т/га у порівнянні з контролем.

Найвищий урожай у досліді – 33,4 т/га, в середньому за роки досліджень, отримано при поєднаному внесенні в ґрунт гною та помірних норм мінеральних добрив (варіант 6). Тобто, ясно-сірий опідзолений ґрунт Полісся потребує значної кількості органічної речовини, яка забезпечує високі врожаї бульб картоплі.

Отже, використання соломи озимого жита в поєднанні з зеленою масою олійної редьки, а також, гною та помірних норм мінеральних добрив є ефективним заходом у підвищенні урожайності картоплі при вирощуванні на ясно-сірому опідзоленому ґрунті зони Полісся.

3.6. Енергетична та економічна ефективність вирощування картоплі

Низька врожайність картоплі та відсутність ґрунтовних наукових знань, розкривають взаємозалежність біологічних можливостей картоплі та її вирощування в різних кліматичних умовах. Хороших результатів, можна досягти шляхом удосконалення технологічних прийомів вирощування з використанням сучасних новітніх аспектів, які є економічно та енергетично вигідними.

Картопля вважається невибагливою культурою, проте за умов її вирощування є однією з найбільш ресурсоємних культур і це вимагає порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами більших капіталовкладень.

Щоб вирощування картоплі було максимально прибутковим необхідне постійне вдосконалення технології її виробництва з урахуванням ґрунтових і кліматичних умов, сортових особливостей тощо.

У наших дослідженнях економічну ефективність вирощування картоплі визначали на основі загальних витрат пов'язаних із використанням добрив (табл. 3.5).

У досліді варіант з найбільшими витратами – 39,89 тис. грн. /га, був з використанням гною та помірних норм мінеральних добрив.

Варіант, де добрива не вносились, а це контроль, витрати на вирощування склали 29,31 тис. грн/га. Застосування соломи та сидератів потребувало значно менших витрат у порівнянні з внесенням гною та і склали, відповідно, 31,53 тис. грн/га та 38,42 тис. грн/га. Тобто, внесення добрив, особливо органічних, потребувало додаткових витрат.

Рівень рентабельності продукції на варіантах, де вносились солома та сидерати складав 161,9 %, а при внесенні добрив знаходився в межах 107,4-150,7 %, а без добрив - 150,2 %.

Найкращий економічний ефект у досліді отримано при поєднаному внесенні гною 37,5 т/га та мінеральних добрив - 50311 грн./га умовно чистого прибутку.

Таблиця 3.5

Показники економічної ефективності вирощування картоплі
залежно від удобрення

Показники	Контроль	Солома + сидерати	Гній 25 т/га + N ₂₅ P ₂₀ K ₃₅	Гній 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,5}
Затрати на вирощування, грн./га	29,31	31,53	38,42	39,89
Вартість урожаю, грн./га	33,66	36,59	42,52	45,90
Умовно чистий прибуток, грн./га	4,35	5,06	4,10	6,01
Вартість прибавки врожаю на 1 грн. витрат, грн.	1,50	1,62	1,07	1,51
Рівень рентабельності, %	150,2	161,9	107,4	150,7

Отже, з вище наведених розрахункових даних, доцільно застосовувати солому, сидерати та гній у поєднанні з помірними нормами мінеральних добрив, що забезпечує високу урожайність картоплі та рентабельність при вирощуванні її на ясно-сірому опідзоленому ґрунті.

Енергетичний аналіз структури витрат на вирощування сільськогосподарських культур і енергетичного оцінювання технологій є важливою складовою їх комплексного оцінювання та планування заходів щодо мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Енергія є універсальною природничо-науковою категорією, а енергетичний підхід дозволяє пов'язати в єдине ціле прояви хімічного, біологічного та

соціального життя, екологічні й економічні поняття. Розробка заходів, які забезпечили б раціональне використання непоновлюваної енергії та підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва, повинна проводитись із застосуванням енергетичного аналізу технологій, який є більш коректним і екологічним, ніж методика зведених грошових витрат.

Ефективність виробництва картоплі може призвести до надходження в агроєкосистему кількості енергії понад допустимий рівень, а це є порушення основних властивостей агроєкосистеми, зниження родючості ґрунту, забруднення водних джерел, повітря і тому енергетичний аналіз та оцінювання технологій вирощування культури й окремих технологічних заходів, з метою зниження енергоємності продукції є важливим як в економічному, так і в екологічному відношенні (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Показники енергетичної ефективності вирощування картоплі
залежно від удобрення

Варіанти удобрення	Показники		
	Енерговміст урожаю картоплі, МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{e.e.}$)
Контроль (без добрив)	85597	32459	2,63
Солома + сидерати	92913	33460	2,86
$N_{50}P_{40}K_{70}$	110105	37925	2,90
Гній 25 т/га + $N_{25}P_{20}K_{35}$	107911	51950	2,08
Гній 37,5 т/га + $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$	116690	51792	2,25

Аналізуючи витрати антропогенної енергії у досліді можна сказати, що у контрольному варіанті вони становили 32459 МДж/га, а із внесенням добрив

значно підвищувались і складали 33460 МДж/га на варіанті з внесенням соломи та сидератів і найбільше на варіанті, де застосовувалось поєднане внесення гною та мінеральних добрив – 51950 МДж/га. Найкраща ефективність на удобрених варіантах була отримана при внесенні соломи та сидератів, де $K_{ce} = 2,86$, та поєднаному внесенні гною 37,5 т/га і мінеральних добрив – $K_{ce} = 2,25$. Деяку меншу енергетичну ефективність отримано при поєднаному внесенні гною 25 т/га і мінеральних добрив - $K_{ce} = 2,08$.

Застосування тільки мінеральних добрив забезпечувало, за рахунок приросту енерговмісту урожаю, досить високу енергетичну ефективність - $K_{ce} = 2,90$, що вказує на доцільність застосування мінеральних добрив на ясно-сірому опідзоленому ґрунті, але однобічне внесення тільки мінеральних добрив призводить, як відомо, до деградації ґрунту.

Тобто, при вирощуванні картоплі за енергетичного відношення, перевагу мали гній та помірні норми мінеральних добрив.

ВИСНОВКИ

1. Одним із біодіагностичних показників запасів органічної речовини ґрунту є чисельність дощових черв'яків. Найбільша їх кількість у досліді спостерігалось у варіанті з внесенням гною та помірних норм мінеральних добрив – 114 шт./м², що більше, ніж у контролі (без добрив) у 3,7 разів.

2. На біологічну активність ясно-сірого опідзоленого ґрунту значно впливали добрива. Найбільш інтенсивно мікробіологічні процеси відбувалися при внесенні у ґрунт соломи, сидератів, гною, де розпад лляної тканини досягав 69,3-78,9%, що у 1,5-1,7 разів більше у порівнянні з контролем (без добрив). Найнижчий відсоток розпаду тканини спостерігався у варіанті із внесенням лише мінеральних добрив і складав 48,2%. Тобто, внесення мінеральних добрив гальмувало розпад тканини.

3. Залежно від удобрення чисельність вільноживучого азотфіксуючого мікроорганізму *Azotobakter chroococcum* у ґрунті була, практично, на однаковому рівні в усіх варіантах досліді і складала 54-61%, за винятком контрольного (без добрив) – 90 %. Тобто, кількість нагромадженого азоту у ґрунті симбіотичними бульбочковими бактеріями була меншою в удобрених варіантах, але досить суттєвою.

4. Добрива значно підвищували урожайність бульб картоплі. Якщо в контрольному варіанті урожайність складала 23,0 т/га то внесення добрив підвищувало урожайність до 27,4-33,4 т/га. Найбільшою урожайністю в досліді отримана при внесенні в ґрунт гною 33,4 т/га та помірних норм мінеральних добрив N_{12,5}P₁₀K_{17,5}.

5. Тобто, при вирощуванні картоплі за енергетичного відношення, перевагу мали гній та помірні норми мінеральних добрив, де K_{сe} складав 2,86. При внесенні гною 25 т/га та помірних норм мінеральних добрив N₂₅P₂₀K₃₅ коефіцієнт енергетичної ефективності K_{сe} дорівнював 2,08, а при внесенні гною 37,5 т/га та помірних норм мінеральних добрив K_{сe} складав 2,25. Найвищим K_{сe} отримано тільки при внесенні мінеральних добрив – 2,90.

6. Найкращий економічний ефект у досліді отримано при поєднаному внесенні соломи та сидератів – 161,9 %, а при внесенні органічних та мінеральних добрив 107,4-150,7 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Оцінка родючості та екологічного стану ґрунту при вирощуванні картоплі є один із провідних діагностичних критеріїв, який базується на біологічній активності ґрунту і який значно залежить від внесення добрив, особливо органічних. Для отримання високого урожаю бульб картоплі необхідно вносити гній 37,5 т/га з помірними нормами мінеральних добрив $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$, що крім того, сприяє підтриманню екологічної рівноваги агроєкосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологія : навч. посіб. / О. Ф. Смаглий та ін. Київ : Вища шк., 2006. 670 с.
2. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / За наук. редакцією В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
3. Вересєнко С. І., Шевчук М. Й. Ґрунтознавство : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2015. 300 с.
4. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. Київ : Вища шк., 1995. 310 с.
5. Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти / М.В. Гаценко // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2014. – Вип. 19. – С. 11–20.
6. Волкогон В.В. Біологічна меліорація ґрунтів. Традиційне і нове / Волкогон В.В. // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2011. – Вип. 13. – С. 7–20.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : учебник. Москва : Колос, 1985. 351 с.
8. Енегретична оцінка агроєкосистем / О. Ф. Смаглий та ін. Житомир : Волинь, 2004. 132 с.
9. Чучвага І.Г. Процеси біологічної трансформації азоту за дії біотичних та абіотичних факторів / І.Г. Чучвага, В.В. Волкогон // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. – 2014. – № 3(60). – С. 175–180.
10. Картопля – другий хліб / упоряд. П. С. Теслюк. Київ : Довіра, 1995. С. 146–149.
11. Крикунов В. Г. Ґрунти і їх родючість : підручник. Київ : Вища шк., 1993. 176 с.
12. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / За ред. В.В. Волкогона. – Київ, 2015. – 248 с.
13. Кучко А. А. Стан та основні напрямки збільшення виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство*. 1994. Вип. 25. С. 3–8.
14. Phosphate Nutrition and Yield of Winter Wheat Under the Influence of Fertilizers and Polimiksobakteryn / V.V. Volkohon, L.M. Tokmakova, P.V. Kovpak, A.O. Trepach, O.P. Lepeha // *Agricultural Science and Practice*. – 2015. – № 2. – P. 3–8.

15. Клименко Т.В., Радько В.Г., Трємбїцька О.І., Журавель С.В. Вирощування картоплї в короткоротаційних сївозмінах: монографїя. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. 138с.
16. Лебедь Є. М., Андрусенко І. І., Пабат І. А. Сївозміни при інтенсивному землеробстві. Київ : Урожай, 1992. 224 с.
17. Лісовий М. П. Інтегровані методи захисту рослин і можливості альтернативного (біологічного) землеробства в Україні. *Вісн. аграр. науки*. 1997. № 9. С. 37–40.
18. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2002. 800 с.
19. Лысенко Ю. Н., Смирнов А. А. Биологизация севооборотов с картофелем. *Земледелие*. 1998. № 1. С. 19–20.
20. Lisovyi M. M., Targonia V. S., Fedorchuk S. V., Klymenko T. V., Trembitska O. I., Zhuravel S. V., Bakalova A. V. Technology of bioproduction (based on biotechnologies): textbook. Zhytomyr: ZhNAEU, 2018. 244 p.
21. Zhuravel, S. V., Kravchuk, M. M., Kropyvnytskyi, R. B., Klymenko, T. V., Trembitska, O. I., Radko, V. H., Nihorodova, S. A., Diachenko, M. O., Zhuravel, S. S., Polishchuk, V. O. (2020). Orhanichni dobryva [Organic fertilizers]. Zhytomyr : Poliskyi natsionalnyi universytet [in Ukrainian].
22. Макаров И. П. Эффективность приёмов минимализации обработки почв. *Актуальные проблемы земледелия*. Москва : Колос, 1984. С. 86–89.
23. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 204 с.
24. Bengtsson, T., Holefors, A., Witzell, J. & et al. (2014). Activation of defence responses to *Phytophthora infestans* in potato by BABA. *Plant Pathol*, 63(1), 193–202.
25. Hrytsyk N. M. Winter rye for growing in mono-cropping on intensive technology / N. M. Hrytsyk // *Chemistry. Agronomy. Service*. - 2011. - № 11. - P. 34 - 37
26. Методичний посібник для оформлення дипломних робіт студентами вищих аграрних закладів освіти III–IV рівнів акредитації з підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів з напрямку «Агрономія» 6.130.100 / В. П. Гудзь та ін. Житомир : ЖНАЕУ, 2010. 74 с.

27. Бондарчук А. А. Стан та пріоритетні напрямки розвитку галузі картоплярства в Україні / А. А. Бондарчук // Картоплярство. – 2008. – № 37. – С. 7–12.
28. Научные основы экологического земледелия / В. М. Круть и др. Киев : Урожай, 1995. 175 с.
29. Картопля: енциклопедичний довідник / за ред. А. А. Бондарчука. – Біла церква, 2009. – Т. 4. – 222 с.
30. Основи землеробства : підручник / О. Ф. Смаглій та ін. Житомир : ДАЕУ, 2008. 513 с.
31. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. Київ : Дія, 2005. 288 с.
32. Положенець В. М. Захист картоплі від мокрої бактеріальної гнилі / В. М. Положенець, І. Ф. Вернигора, О. А. Тимощук // Карантин і захист рослин. – 2012. – № 10. – С. 14–16.
33. Гунчак В. М. Ефективно проти збудника раку картоплі / В. М. Гунчак // Карантин і захист рослин. – 2013. – № 11. – С. 8–10.
34. Положенець В. М. Технологія вирощування картоплі на Житомирщині. Житомир, 2004. 71 с.
35. Положення про кваліфікаційні роботи у Житомирському національному агроекологічному університеті. URL: <http://znau.edu.ua/m-universitet/m-publichna-informatsiya>
36. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Київ : Форт, 2002. 384 с.
37. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур : навч. посіб. / О. А. Дереча та ін. Житомир : Полісся, 2005. 187 с.
38. Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур : навч. посіб. / О. Ф. Смаглій та ін. Житомир : ДАЕУ, 2007. 543 с.
39. Технології виробництва продукції рослинництва. Ч. 2. Основи землеробства : метод. посіб. з лаб.-практ. занять / О. Ф. Смаглій та ін. Житомир : Євенок О.О., 2014. 144 с.
40. Мікробіологія: Підручник / Кононов О.В. Люта В.А., - К., 2011. - 456 с.

41. Чернілевський М. С. Продуктивність картоплі при застосуванні зелених добрив. *Картоплярство*. 1988. Вип. 19. С. 39–40.
42. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия /Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, 1972. – 343 с.
43. Мікроорганізми та альтернативне землеробство / В. П. Патики, І. А. Тихонович, І. Д. Філіп'єв та ін. / за ред. В. П. Патики. – К. : Урожай, 1993. – 176 с.
44. Надикто В. Ще раз про TILL та NO-TILL / В. Надикто, Ю. Рогач, В. Ковбаса // Пропозиція. – 2009. – № 5. – С. 97–98.
45. Information support of the competitive organic agriculture' development in Ukraine under the conditions of European integration. Geo-management in organic agriculture : monograph / eds. P. Skrypchuk, J. Zat'ko. Podhajska, Slovensko : Europsky institute d'alsieho vzdelavania, 2019. P. 264–272.