

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота на
правах рукопису

Вазінська Олена Сергіївна

УДК 631.582:633.491

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЯСНО – СІРОГО
ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ 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 _____ Вазінська О.С.

Керівник роботи:

Радько Віктор Григорович
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2020

Зміст

Анотація	3
Вступ	8
Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та обґрунтування	11
1.1. Господарське значення картоплі	11
1.2. Агроекологічна оцінка ґрунту при вирощуванні картоплі	12
Розділ 2. Умови, об'єкти і методика проведення досліджень	18
2.1. Місце та умови проведення досліджень	18
2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень	20
Розділ 3. Основна експериментальна частина	23
3.1. Залежність щільності ґрунту від удобрення картоплі	23
3.2 Вміст вологи у ґрунті залежно від удобрення картоплі	24
3.3 Вплив добрив на наростання надземної маси рослин картоплі	26
3.4. Урожайність картоплі залежно від удобрення	28
3.5. Економічна та енергетична ефективність вирощування картоплі	29
Висновки	34
Рекомендації виробництву	36
Список використаних літературних джерел	37

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота Вазінської О.С. виконана на тему: «Агроекологічна оцінка якості ясно-сірого опідзоленого ґрунту при вирощуванні картоплі». Освітній рівень «Магістр».

Спеціальність 201 – «Агрономія». Поліський національний університет, м. Житомир, 2020 р. Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота викладена на 40 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 5 таблиць та 1 рисунок. Складається зі 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, де розглядалися питання щодо дослідження агроекологічного стану ясно-сірого опідзоленого ґрунту, процесу росту і розвитку рослин картоплі, урожайності бульб, залежно від альтернативного удобрення - соломи, сидератів, гною, та помірних норм мінеральних добрив.

Розділ 1. Присвячений аналізу літературних даних з теми досліджень та обґрунтуванню напряму досліджень. Огляд літературних джерел наводить висвітлені питання щодо агроекологічного стану ґрунту, можливість використовувати солому, сидерати, гній, мінеральні добрива, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин та продуктивність в цілому.

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

Розділ 3 присвячений висвітленню результатів досліджень, щодо застосування ефективності - соломи, сидератів, гною, мінеральних добрив при вирощуванні картоплі на ясно-сірому опідзоленому ґрунті Полісся, та основних показників родючості ґрунту, таких, як щільність, вологозапаси, динаміка росту і розвитку картоплі, продуктивність бульб картоплі, економічна та енергетична ефективності вирощування картоплі.

Висновки та рекомендації виробництву підсумовують результати проведених досліджень.

У зв'язку із дефіцитом органічних та мінеральних добрив у господарствах слід використовувати альтернативне удобрення картоплі, а саме, соломи зернових культур та сидератів, а також гною та помірних норм мінеральних добрив. Це забезпечує високий урожай картоплі та екологічну рівновагу агроєкосистеми.

Встановлено, що на основні показники родючості ясно-сірого лісового ґрунту значно впливали внесені добрива. Щільність ґрунту за внесення соломи та сидератів у фазу сходів зменшувалась у 0-10 см шарі до 1,12 г/см³ та у 10-20 см шарі до 1,28 г/см³, що на 4,4-10,9 % менше у порівнянні з контролем.

Використання гною та помірних норм мінеральних добрив призводило до зменшення щільності до 1,08 г/см³ в 0-10 см шарі і до 1,29 г/см³ у ґрунтовому шарі 10-20 см, що позитивно сприяло росту та розвитку рослин.

На кінець вегетаційного періоду при збиранні врожаю запаси вологи істотно зменшувались в усіх варіантах дослідів і в контрольному варіанті складала у 0-20 см шарі ґрунту - 24,9 мм та у 0-50 см шарі – 79,8 мм.

А на удобрених варіантах запаси вологи знаходились в межах, 22,8-26,3 мм та 77,4-87,3 мм, відповідно, і були достатніми для розвитку рослин картоплі.

На початку в'янення бадилля рослини картоплі нагромаджували найбільшу надземну масу. На контролі (без добрив) маса однієї рослини складала 114,9-129,1 грамів, а при внесенні соломи та сидератів, відповідно, 243,0-270,2 грамів, або більше, ніж у два рази. Найбільша маса рослин була у варіанті з внесенням гною 37,5 т/га та мінеральних добрив – 411,4-432,5 грамів на кущ, що підтверджує ефективність застосування даних добрив.

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 $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$.

При вирощуванні картоплі в енергетичному відношенні, перевагу мала система удобрення, яка поєднувала внесення соломи та сидератів, де K_{ee} складав 2,86. При внесенні гною 25 т/га та помірних норм мінеральних добрив $N_{25}P_{20}K_{35}$ коефіцієнт енергетичної ефективності K_{ee} дорівнював 2,08, а при внесенні гною 37,5 т/га та помірних норм мінеральних добрив K_{ee} складав 2,25. Найвищим K_{ee} отримано тільки при внесенні мінеральних добрив – 2,90.

Забезпечення хорошим економічним ефектом у досліді було у поєднаному внесенні соломи та сидератів – 161,9 %, а при внесенні органічних та мінеральних добрив 107,4-150,7 %.

Ключові слова: добрива, картопля, щільність, волога ґрунту, динаміка росту рослин, урожайність, продуктивність, економічна та енергетична ефективність.

ANNOTATION

Qualification work of Vazinska O.S. performed on the topic: "Agroecological assessment of the quality of light gray podzolic soil in the cultivation of potatoes." Educational level "Master". Specialty 201 - "Agronomy". Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

Qualification work on the rights of the manuscript.

The qualifying work is presented on page 40 of the computer set, it contains 5 tables and 1 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 addressed issues related to the study of agroecological condition of light gray podzolic soil, the process of growth and development of potato plants, tuber yield, depending on alternative fertilizers - straw, green manure, manure, and moderate rates of mineral fertilizers.

Section 1. Dedicated to the analysis of literature data on the research topic and substantiation of the research direction. A review of literature sources provides coverage of issues related to the agro-ecological condition of the soil, the possibility of using straw, green manure, manure, mineral fertilizers, which have a positive effect on plant growth and development and productivity in general.

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

Section 3 is devoted to the results of research on the application of efficiency - straw, green manure, manure, mineral fertilizers in growing potatoes on light gray podzolic soil of Polissya, and the main indicators of soil fertility, such as density, moisture, dynamics of growth and development of potatoes, productivity potato tubers, economic and energy efficiency of potato growing.

Conclusions and recommendations for production summarize the results of research. Due to the shortage of organic and mineral fertilizers, farms should use alternative potato fertilizers, namely straw, cereals and greens, as well as manure and moderate amounts of mineral fertilizers. This ensures a high potato yield and ecological balance of the agroecosystem.

It was found that the main indicators of fertility of light gray forest soil were significantly affected by the applied fertilizers. Soil density during the application of straw and green manure in the germination phase decreased in the 0-10 cm layer to 1.12 g / cm³ and in the 10-20 cm layer to 1.28 g / cm³, which is 4.4-10.9% less compared to control. The use of manure and moderate rates of mineral fertilizers led to a decrease in density to 1.08 g / cm³ in the 0-10 cm layer and to 1.29 g / cm³ in the 10-20 cm layer of soil, which positively contributed to the growth and development of plants.

At the end of the growing season during harvesting, moisture reserves decreased significantly in all variants of the experiment and in the control variant were in 0-20 cm layer of soil - 24.9 mm and in 0-50 cm layer - 79.8 mm.

And on the fertilized variants the moisture reserves were in the range of 22.8-26.3 mm and 77.4-87.3 mm, respectively, and were sufficient for the development of potato plants.

At the beginning of the wilting of the tops, the potato plants accumulated the largest aboveground mass. In the control (without fertilizers) the weight of one plant was 114.9-129.1 grams, and when making straw and green manure, respectively, 243.0-270.2 grams, or more than twice.

The largest mass of plants was in the variant with the application of manure 37.5 t / ha and mineral fertilizers - 411.4-432.5 grams per bush, which confirms the effectiveness of these fertilizers.

Fertilizers significantly increased the yield of potato tubers. If in the control variant the yield was 23.0 t / ha, then the application of fertilizers increased the yield to 27.4-33.4 t / ha. The highest yield in the experiment was obtained when applying to the soil manure 33.4 t / ha and moderate rates of mineral fertilizers $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$.

In terms of energy, potato cultivation was dominated by a fertilizer system that combined the application of straw and green manure, where K_{ee} was 2.86.

When applying manure 25 t / ha and moderate rates of mineral fertilizers $N_{25}P_{20}K_{35}$, the energy efficiency coefficient of K_{ee} was 2.08, and when applying manure 37.5 t / ha and moderate rates of mineral fertilizers K_{ee} was 2.25. The highest K_{ee} was obtained only with the application of mineral fertilizers - 2.90.

The best economic effect in the experiment was obtained with the combined application of straw and green manure - 161.9%, and with the application of organic and mineral fertilizers 107.4-150.7 %.

Key words: fertilizers, potatoes, density, soil moisture, plant growth dynamics, yield, productivity, economic and energy efficiency.

ВСТУП

Картопля у харчуванні людей багатьох країн світу є цінною продовольчою культурою, тому, що вона має великий енергетичний потенціал.

Важливою сільськогосподарською культурою, що вирощуються у зоні Полісся є картопля. Її вирощують більше як у 140 країнах за різних кліматичних зонах [27].

В Україні ж картоплю вирощують на площі 1,6 млн. га, а врожайність за останні роки не перевищувала 135 ц/га. У Житомирській області у господарствах усіх форм власності картопля вирощується на площі 62 тис. га., а урожайність знаходиться в межах 217 ц/га [34].

На сьогодні 98 % її площ вирощування є у приватному секторі, де вирощують культуру беззмінно, а це в свою чергу призводить до зниження врожайності бульб, деградації ґрунтового покриву та порушення екологічної рівноваги в агроценозах. Тому одним із серед головних завдань агрономії є вірно підібрані сівозміни та удобрення [35].

Найголовнішим завданням в галузі картоплярства на даний час є збільшення врожайності і покращення якості врожаю.

На сьогодні виникла необхідність у вивченні застосування гною, нетоварної продукції – соломи зернових культур, зелених добрив – сидератів, мінеральних добрив при вирощуванні картоплі на ясно-сірому опідзоленому ґрунті Полісся [29].

Актуальність теми дослідження. Головним завданням в галузі картоплярства на сьогодні є збільшення врожайності і покращення якості врожаю бульб картоплі.

В останні роки відбувається різке зменшення виробництва гною в господарствах та зростає висока вартість мінеральних добрив і це не дає можливості застосувати рекомендовані їх норми. Потрібний пошук альтернативних джерел органічної речовини у ґрунті, яка б сприяла отриманню високих врожаїв та покращувала агроекологічний стан ґрунту.

Важливими залишаються дослідження впливу системи удобрення на агроекологічний стан ґрунту за певних ґрунтово-кліматичних умов.

І тому постає питання у розробці і вдосконаленні екологічно безпечних агротехнологій та формування сталих агроєкосистем.

Ясно-сірі лісові ґрунти мають високу потенційну родючість і є хорошим підґрунтям для розвитку біологічного, органічного землеробства в зоні Полісся України, які є основою формування сталої агроєкосистеми.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи було вивчення доцільності застосування альтернативного удобрення картоплі на основі використання соломи, сидератів, гною та їх поєднання з використанням помірних норм мінеральних добрив, які б забезпечували отримання високого врожаю та збереження екологічної рівноваги агроєкосистеми.

Програмою досліджень передбачалось вивчити наступні завдання:

1. Вивчити ріст і розвиток рослин картоплі, формування листкової поверхні, забур'яненість насаджень залежно від застосування соломи, сидератів, гною та мінеральних добрив при вирощуванні картоплі.
2. Встановити продуктивність бульб картоплі залежно від удобрення.
3. Визначити енергетичну та економічну ефективності застосування добрив при вирощуванні картоплі.

Об'єкт дослідження – формування врожаю картоплі залежно від удобрення.

Предмет дослідження – картопля, ясно-сірий опідзолений ґрунт, органічні (солома, сидерат, гній) та мінеральні добрива і їх поєднання.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи були використані загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий (відбір ґрунтових зразків); лабораторний (визначення основних агроєкологічних показників ґрунту та динаміки росту і розвитку рослин) вимірювально-ваговий (продуктивність картоплі); порівняльно-розрахунковий і статистичний (енергетична 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:

- нами досліджено, що показники родючості ясно-сірого опідзоленого ґрунту значно залежали від застосування добрив. При внесенні добрив зменшувалася щільність ґрунту і збільшувалися запаси вологи, що позитивно впливало на ріст розвиток картоплі;
- встановлено, що найбільш інтенсивно ріст та розвиток рослин відбувався за рахунок внесення органічних та мінеральних добрив, які забезпечували динамічний розвиток рослин картоплі;
- високий урожай бульб картоплі отримано при поєднаному внесенні у ґрунт органічних та мінеральних добрив.

Практичне значення одержаних результатів. Для отримання високого врожаю картоплі господарствам різних форм власності в зоні Полісся запропоновано використовувати при вирощуванні картоплі альтернативне удобрення - солону, сидерати, гній та невеликі кількості мінеральних добрив.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Роботу викладено на 40 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 5 таблиць та 1 рисунок. 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 в Україні є важливою сільськогосподарською культурою за універсальністю. Вона має різноманітне використання, а саме може бути, як продовольча, кормова та технічна культура [13, 15].

Із картоплі можна приготувати більше 500 кулінарних страв. Її широко використовують у вареному, смаженому, тушкованому, печеному вигляді, а також, заморожують і використовують у переробній промисловості.

Саме завдяки підвищеному вмісту калію, який сприяє виведенню із організму людини води та хлористого натрію, картопля сприяє та покращує обмін речовин. Не обійшла картопля стороною і медицину [18].

Застосування свіжого картопляного соку використовують, як лікувальний засіб при виразці шлунка, гастритах, запорах, гіпертонії, екземі, опіків, головної болі, інгаляції носоглотки, горла та серцево-судинних захворюваннях тощо [27].

На присадибних ділянках України під неї відводять до 90 % площ. В бульбах картоплі в залежності від місця вирощування, сорту та технології її вирощування, міститься 13 -25 % крохмалю, близько 2 % — білка та 0,4 % — жиру. За складом мінеральних речовин, картопля найбільш багата на калій (568 мг на 100 г сирової маси) та фосфор (50 мг на 100 г сирової маси) [29, 33 , 38].

Картопля містить: солі кальцію, магнію, заліза, вітаміни С і групи В. Бульби також містять до 3 мг соланіну, тому їх не використовують у сирому вигляді бо це може призвести до отруєння. Збільшення солоніну відбувається за світла і досягає до 20-40 мг, тому це є небезпечно [39].

Значне підвищення врожайності картоплі можливе тільки завдяки поліпшенню селекційно-насінницької роботи, добору адаптивних до природно-кліматичних умов сортів, удосконалення основних новітніх агротехнологічних аспектів та їх вирощування.

Щоб отримати врожай в межах 300-400 ц необхідно використовувати інтенсивну технологію вирощування картоплі, а саме потрібно врахувати ґрунтово-кліматичні умови господарства, метеорологічні умови року, тип ґрунту, фітосанітарний стан посівів, особливості сорту [41, 44].

Картопля потребує розпушених повітропроникних ґрунтів. Її коренева система на пухкому ґрунті, добре розгалужується, пронизує весь орний шар і проникає в підорний, що призводить до нормального розвитку стolonів та молодих бульб, які в ущільненому ґрунті досить часто бувають дрібні і деформовані [16, 17].

1.2. Агроекологічна оцінка ґрунту при вирощуванні картоплі

Активізація низки деградаційних процесів у агроecosистемах за останні роки викликала незбалансоване антропогенне навантаження на природні ресурси Житомирської області 52,8 % - на сільськогосподарську освоєність та розораність - 40,5 %. І це спричинило низький вміст гумусу в ґрунтах, що спричинене незбалансованістю між надходженням органічної речовини у ґрунт і виносу її з урожаєм, що призводить до погіршення фізичних, фізико-хімічних властивостей ґрунтів, падіння врожайності сільськогосподарських культур [3, 6, 8, 45].

Велика роль у вирощуванні картоплі відводиться сівоzmінам. Сівоzmіни, якими передбачається науково обґрунтоване чергування культур в часі й на території, поєднанні з відповідною системою удобрення й обробітку ґрунту, є найважливішим заходом підвищення врожайності та поліпшення родючості ґрунтів. Ось чому запровадженню сівоzmін у виробництво приділяють велику увагу [9, 28, 31].

Роль сівоzmіни загальновідома. За правильного для зони чергування культур і завдяки високій агротехніці можна одержувати непогані врожаї і за зменшеного використання добрив [18].

Картоплю доцільно розміщувати в сівозмінах після озимих культур. Проте їх можна розміщувати після інших попередників, але при цьому необхідно вносити підвищені норми органічних та фосфорно – калійних мінеральних добрив [19].

Для того, щоб вийти на належні рівні продуктивності агроєкосистем, необхідно домогтися позитивного балансу поживних речовин як за рахунок власного промислового виробництва, так і імпорту в необхідній кількості та номенклатурі. Оптимізація балансу органічної речовини має розв'язуватися зміною самої агроєкосистеми, передусім перебудовою структури посівних площ у бік стрімкого збільшення їх під сіяними травами, природними луками і пасовищами, вирівнювання співвідношення між просапними та культурами суцільної сівби. Певне значення у цьому відношенні може мати також використання на добрива побічної продукції, сидератів [1, 11, 13, 37].

Як свідчать дослідження й практика, при беззмінних посівах відбувається однобічний вплив культури на поживний і водний режими ґрунту, створюються умови для розмноження бур'янів, шкідників і хвороб [24, 32, 33].

У беззмінних посівах високі дози добрив і надійні засоби захисту рослин менш ефективні, ніж у сівозмінах. Отже, беззмінне вирощування культур призводить до зниження врожаїв, в той час як у сівозміні при дотриманні певного чергування культур можна створити для рослин оптимальні умови використання родючості ґрунтів та інших природних факторів і одержати вищий урожай [4, 5, 6, 15].

У зв'язку з тим, що деякі рослини схожі між собою за впливом на ґрунт, їх об'єднують у групи. Наприклад, озимі зернові, ярі зернові, просапні, бобові та ін. Чим більша різниця між рослинами цих груп у біології і в дії їх на ґрунт, тим більша ефективність їх чергування. Наприклад, чергування зернових (озимі та ярі) із просапними культурами дає кращі результати порівняно з чергуванням лише озимих і ярих зернових [8, 9, 43].

Картопля - культура, що потребує розпушених повітропроникних ґрунтів. Коренева система у рослин картоплі, які вирощуються на пухкому ґрунті,

добре розгалужується, пронизує весь орний шар і проникає в підорний. Пухкий ґрунт необхідний також і для нормального розвитку стелонів та молодих бульб, які в ущільненому ґрунті бувають дрібні і сильно деформовані [14, 41].

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. Органічні добрива сприяють кращому перебігу біологічних процесів і поліпшують фізико - хімічні властивості ґрунту [4,8, 11, 38].

Органічні добрива при правильному використанні є могутнім резервом підвищення родючості ґрунту, а отже, й урожайності сільськогосподарських культур.

У зв'язку з різким скороченням за останні роки поголів'я худоби відповідно зменшилась і кількість органічних добрив, що вносяться в ґрунт. У той же час у господарствах утворюються надлишки соломи. Її вносять у ґрунт для заміщення дефіцитних органічних добрив. Щоб уникнути додаткових затрат на розкидання соломи по полю, вона вноситься в ґрунт одночасно зі збиранням зернових пристроєм, що забезпечує рівномірний розподіл соломи по ширині захвату жатки, якою скошують зернові. Для забезпечення ферментації соломи та поліпшення азотного живлення рослин на одну її тону необхідно вносити 8-10 кг азотних добрив у діючій речовині [27, 13, 38].

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. Свіжий гній навесні під деякі культури(картоплю, овочі) не вносять через ризик погіршення якості продукції[4, 10, 15, 21, 22].

Через економічну кризу, в якій перебуває нині сільськогосподарське виробництво, довелося значно зменшити дози органічних добрив, а це призвело до відповідного зниження урожайності картоплі. Тому постала необхідність знайти нетрадиційні засоби і технології удобрення цієї культури.

Технологія включає такі операції: подрібнення і внесення в ґрунт соломи попередника як джерела поповнення органічної речовини і як біологічної азотфіксуючої системи, котра пригнічує біохімічні процеси в ґрунті, зокрема нітрифікацію в початковий період; вирощування проміжного сидерату, який за рахунок використання агрокліматичних ресурсів вегетаційного періоду також збагачує ґрунт органічними речовинами і, крім того, зменшує непродуктивні втрати вологи та поживних речовин за рахунок зменшення інфільтрації; внесення мінеральних добрив у помірних кількостях [20, 34, 42, 43].

Солому рекомендується вносити під час збирання врожаю. Її подрібнюють до 8 - 10 см і рівномірно розстилають по поверхні схилу. Мульчування знижує змивання ґрунту, сприяє нагромадження вологи, запобігає витратам поживних речовин. Проте застосування соломи призводить до іммобілізації азоту, в результаті чого культури (за винятком: бобових), які будуть вибідувати наступного року після проведення мульчування, відчуватимуть азотне голодування. Для запобігання цьому необхідно вносити азотні добрива з розрахунку 8 - 12 кг азоту на кожну тонну соломи надаючи перевагу аміачним та амідним формам [10, 15].

Подрібнену масу соломи рівномірно розкидають по полю і перемішують із верхнім шаром ґрунту дисковими знаряддями. При цьому створюється розпушений мульчуючий шар, який поліпшує повітрообмін, запобігає утворенню кірки. На сірих лісових фунтах і чорноземах опідзолених, здатних до підкислення, необхідно вносити вапно для нейтралізації фізіологічно кислих азотних добрив [5, 20, 21].

Зелене добриво – це посіви сидеральних культур, рослинну масу яких частково або повністю загортають в ґрунт переважно на місці її вирощування для збагачення його на органічну речовину, азот, а також для поліпшення агрофізичних властивостей, відповідно водного, повітряного, теплового і

поживного режимів ґрунту. Питання про застосування зеленого добрива тепер набуло гостроти у зв'язку з енергетичною кризою [41].

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 [27, 41].

Гній порівняно із зеленим добривом розкладається триваліший час. Отже, при його використанні меншою мірою порушується закон саморегуляції. Ефективність застосування зеленого добрива залежить від внесення інших видів добрив .

На зелене добриво рекомендується використовувати: серед бобових культур – багаторічний та однорічний люпини, пелюшку, середелу, буркун, конюшину, люцерну, горох, вику, чину, боби та інші; з не бобових поширені гірчиця, ярий та озимий ріпак, редька польова, гречка, озиме жито [5, 18, 40].

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 тоннам 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 [19, 37].

Ґрунт під сидератами не так перегрівається, не пересихає, у ньому активно діють мікроорганізми, дощові черв'яки, які також працюють на збагачення його орного шару органічними речовинами. Поверхню ґрунту захищає рослинний покрив і хоч на короткий період створюються умови, наближені до природних для відновлення родючості, землі. Бобові збагачують фунт азотом, який беруть із повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхньому корінні. Накопиченого азоту вистачає як сидеральній культурі, так і наступній після неї [43].

У поєднанні з сидератами поверхневий обробіток забезпечує найефективніше збереження та підвищення родючості. Слід пам'ятати , що у

літній період умови для проростання насіння гірші. Через це, висіваючи у ґрунт посівний матеріал сидеральних культур за сухого ґрунту, норми висіву збільшують на 20 - 25 % порівняно з оптимальними умовами і загортають його на 1 - 2 сантиметри глибше. У початковий період росту повторних посівів їх доцільно підживити азотними добривами [8, 15, 30].

Виходячи з багаторічних спостережень, вважається, що сидерати краще загортати у ґрунт пізно восени, коли мікробіологічні процеси у ньому майже припиняються. Якщо загортати сидерати 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 [25].

За універсальністю використання в народному господарстві з картоплею не може зрівнятися жодна інша сільськогосподарська культура.

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 Поліського національного університету, яке розташоване в с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області.

Територія району належить до помірною ґрунтово-кліматичного поясу. Клімат тут 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.

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.

За роки досліджень 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.

Динаміка температури повітря у 2018–2019 роках, особливо у період вегетації, була близькою до середніх багаторічних показників з тенденцією до підвищення на 1–2 °С.

Температури вегетаційних періодів 2018-2020 років значно перевищували середньобагаторічні показники, що створює несприятливі умови для вирощування традиційних для зони Полісся культур.

Максимальне перевищення середньобагаторічних температур спостерігалось у червні 2019 року і становило 6,3°C та липні 2020 року. Близьким до цього показника був і квітень 2018 року, у якому температура виявилась також на 6,3 °C 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 агрохімічними показниками: вміст гумусу -1,23-1,36%, реакція ґрунтового розчину середньою кислотою (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 - важкими 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.

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом, зразки відбирали на всіх варіантах дослідів пошарово через кожні 10 см до глибини 0,5 м.

Загальні запаси вологи в ґрунті розраховували за формулою:

$$W = 10 \times h \times g \times W_{gp}, \text{ мм}, \quad (1)$$

де, g – щільність ґрунту, г/см³ ;

h – розрахунковий шар ґрунту, м;

W_{gp} – вологість ґрунту, %.

Щільність ґрунту визначали буровим методом за Качинським при об'ємі циліндра 109,23 см².

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

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНА ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Залежність щільності ґрунту від удобрення картоплі

Встановлено, що на показники родючості ґрунту та продуктивність картоплі значно впливають обробіток ґрунту і застосування добрив.

Дослідженнями доведено, що оптимальною для вирощування картоплі є щільність ґрунту в межах 1,1-1,3 г/см³. Нами проведені дослідження показали, що щільність ґрунту у період сходів картоплі у контрольному варіанті складала 1,26 г/см³ у ґрунтовому шарі 0-10 см та 1,37 г/см³ у шарі ґрунту 10-20 см (табл.3.1).

Таблиця 3.1

Залежність щільності ясно-сірого лісового ґрунту від удобрення картоплі, г/см³

Періоди спостережень	Варіанти удобрення							
	Контроль (без добрив)		Солома + сидерати		N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀		Гній 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,5}	
	шар ґрунту, см							
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
У фазу сходів	1,26	1,37	1,12	1,29	1,20	1,30	1,08	1,27
При збиранні врожаю	1,34	1,38	1,28	1,29	1,35	1,41	1,29	1,34

На показники щільності ґрунту значно впливало внесення добрив, що позитивно впливало на ріст і розвиток рослин. Щільність ґрунту за внесення соломи та сидератів у фазу сходів зменшувалась у 0-10 см шарі до 1,12 г/см³ та у 10-20 см шарі до 1,28 г/см³, що на 4,4-10,9 % менше у порівнянні з контролем.

Використання гною та помірних норм мінеральних добрив призводило до зменшення щільності 1,08 г/см³ в 0-10 см шарі і до 1,29 г/см³ у 10-20 см у ґрунтовому шарі, що позитивно сприяло росту та розвитку рослин.

Слід зазначити, що за внесення мінеральних добрив щільність ґрунту була більшою, у порівнянні з внесенням органічних добрив на 0,12 г/см³ у 0-10 см

шарі і на $0,06 \text{ г/см}^3$ у шарі 10-20 см, відповідно, на 5,1-14,2 % у порівнянні з контролем, але знаходилась в оптимальних межах для вирощування картоплі.

Загалом щільність ґрунту у шарі 10-20 см у період сходів змінювалась у незначних межах порівнюючи зі щільністю у шарі ґрунту 0-10 см за всіх варіантів удобрення.

Отже, добрива внесені у ґрунт сприяли зменшенню його щільності, що забезпечувало оптимальний ріст і розвиток рослин та формування врожаю.

3.2. Вміст вологи у ґрунті залежно від удобрення картоплі

У ґрунті постійно міститься вода, кількість якої значно змінюється і це залежить від багатьох факторів, а саме: надходження води у ґрунт з атмосферними опадами, ґрунтовими водами, поливанням, транспірацією, стоком та фізичним випаровуванням. Всі ці процеси залежать від кліматичних умов, сезонної пори року, географічної широти місцевості, розвитку рослин та виробничої діяльності людини. Однак вміст вологи залежить також і від гранулометричного та хімічного складу ґрунту, структури, структурності, щільності, пористості, вмісту органічної речовини, вологоємності, водопроникності та водопідйомної здатності.

Агроекологічний стан ґрунту та продуктивність агроценозу значно залежать від обробки ґрунту і внесення добрив. Тому, щоб отримати високий врожай та ефективно використовувати добрива у ґрунті, потрібна достатня кількість продуктивної вологи для росту і розвитку картоплі (табл. 3.2).

Від наявності вологи у ґрунті залежить: час проведення та якість обробки ґрунту, ефективність добрив, строки сівби, та продуктивність. Тому вивчення режиму вологості та розробка оптимальних заходів регулювання стосовно різних ґрунтів є невід'ємною частиною агрономічних досліджень

За вегетації рослин, запаси вологи в орному шарі ґрунту повинні складати в межах 15 мм. Дані наших досліджень, показують, що запаси вологи в ясно-сірому опідзоленому ґрунті були достатніми для рослин у роки досліджень.

Таблиця 3.2

Запаси вологи у ясно-сірому лісовому ґрунті залежно від удобрення, мм

Періоди спостережень	Варіанти удобрення							
	Контроль (без добрив)		Сидерати солома +		N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀		Гній 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,5}	
	шар ґрунту, см							
	0-20	0-50	0-20	0-50	0-20	0-50	0-20	0-50
У фазу бутонізації рослин	34,4	106,1	39,0	111,4	36,9	114,9	41,6	128,7
При збиранні врожаю	24,9	79,8	22,8	77,4	22,1	82,5	26,3	87,3

Найбільшою потребою вологи для рослин є період бутонізації. У дану фазу розвитку вологість в 0-20 см ґрунтовому шарі становили у контрольному варіанті 34,4 мм, а у шарі 0-50 см - 106,1 мм, що було достатнім для росту і розвитку рослин.

Внесення соломи та сидератів сприяло нагромадженню більшої кількості вологи у ґрунті, а саме, до 39,0 мм у 0-20 см шарі ґрунту та до 111,4 мм у 0-50 см шарі.

А за внесення тільки мінеральних добрив збільшувалась кількість вологи, відповідно, до 36,9 мм та 114,9 мм, що лише на 4,1-8,4 % більше у порівнянні з контролем.

За сумісного внесення гною та мінеральних добрив найбільша кількість вологи спостерігалась у 0-20 см шарі ґрунту - 41,6 мм та 128,7 мм у 0-50 см шарі ґрунту в період бутонізації рослин.

На кінець вегетаційного періоду при збиранні врожаю запаси вологи істотно зменшувались в усіх варіантах дослідів і в контрольному варіанті складали у 0-20 см шарі ґрунту - 24,9 мм та у 0-50 см шарі – 79,8 мм. А на удобрених варіантах запаси вологи знаходились в межах, 22,8-26,3 мм та 77,4-87,3 мм, відповідно, і були достатніми для розвитку рослин картоплі.

Внесення добрив, особливо органічних, сприяло поліпшенню агроекологічного стану ґрунту, власне, зменшенню його щільності та

збільшенню запасів вологи, що покращувало ріст і розвиток рослин та формування врожаю картоплі.

3.3. Вплив добрив на наростання надземної маси рослин картоплі

Надземна маса картоплі є важливим значенням у формуванні врожаю. Вона є хорошим панциром, із якої рослини картоплі в період росту та розвитку впродовж всієї вегетації мобілізують вуглеводи, азотисті та інші речовини для створення продуктивної частини врожаю, а саме, формуванні - бульб.

Від інтенсивності формування надземної маси (у тому числі і маси листків у її складі) та тривалості її функціонування залежить продуктивність картоплі.

На сьогодні, щодо підвищення врожайності картоплі відбувається стрімкий пошук новітніх технологій. Саме впровадження у виробництво інтенсивних технологій вирощування картоплі потребує застосування високих норм мінеральних добрив і пестицидів, значних енергетичних і матеріальних витрат, що негативно впливає на чистоту довкілля.

Саме маса рослин картоплі відіграє важливу роль у формуванні бульб, яка значно залежить від удобрення.

Картопля є вимогливою до вмісту у ґрунті органічної речовини. Тому важливою умовою у сівозміні є присутність багаторічних трав, проміжних культур, таких, як гірчиця та редька, обов'язково зернові попередники із залишками соломи після збирання врожаю, яку треба подрібнити та заорювати так, щоб вона до початку посадки повністю розклалася.

Картопля має потребу у поживних речовинах і цей процес проявляється ще до формування врожаю. У період цвітіння рослини споживають - 75 % азоту, близько 66 % фосфору та калію і 50 % магнію.

На початку в'янення бадилля рослини картоплі нагромаджували найбільшу надземну масу. На контролі (без добрив) маса однієї рослини

складала 114,9-129,1 грамів, а при внесенні соломи та сидератів, відповідно, 243,0-270,2 грамів, або більше, ніж у два рази (рис. 3.1).

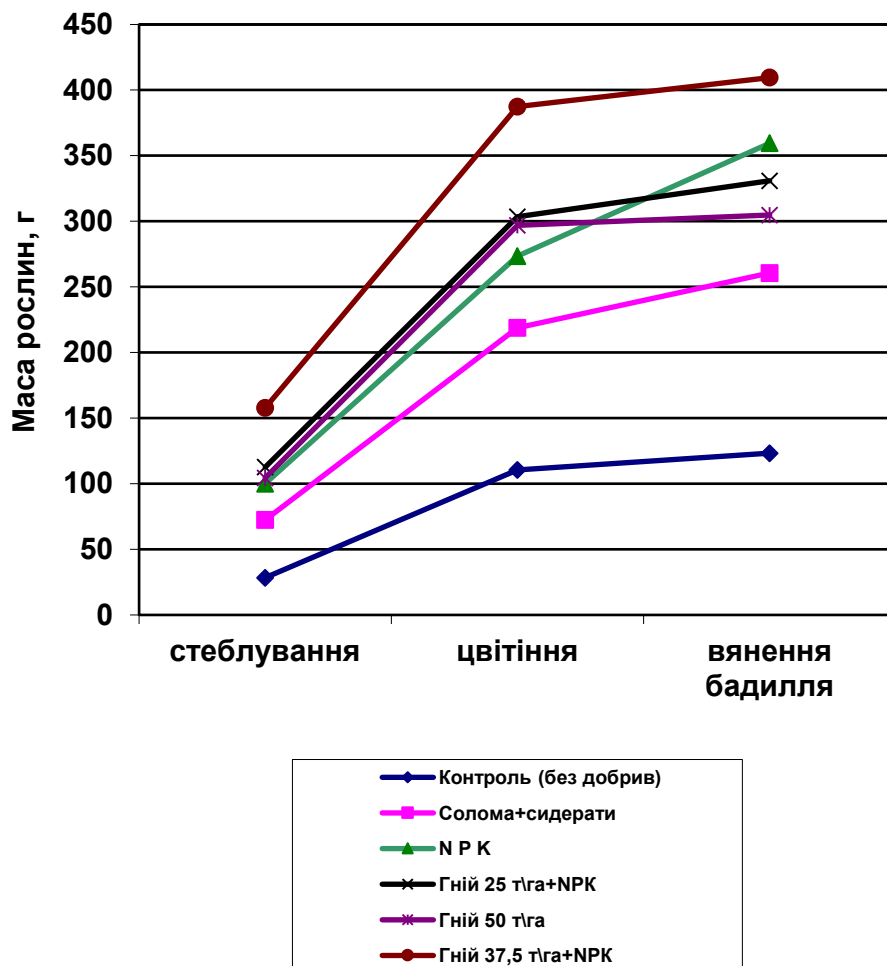


Рис. 3.1. Вплив добрив на наростання надземної маси рослин картоплі, г/кущ

Найбільша маса рослин була у варіанті з внесенням гною 37,5 т/га та мінеральних добрив – 411,4-432,5 грамів на кущ, що підтверджує ефективність застосування даних добрив.

Отже, на збільшення маси рослини та формування високого врожаю бульб картоплі значно впливало внесення органічних та мінеральних добрив.

3.4. Урожайність бульб картоплі залежно від удобрення

Добрива є одним із важливих факторів, що дозволяє підвищити продуктивність картоплі. Підвищенню урожайності бульб картоплі у досліді забезпечували використання соломи, сидератів, гною та помірних норм мінеральних добрив.

За роки досліджень урожайність бульб у контрольному варіанті складала 23,0 т/га (табл. 3.3).

За використання соломи у поєднанні із сидеральною масою (варіант 2) забезпечило врожайність до 27,4 т/га, або на 4,4 т/га у порівнянні з контрольним варіантом. Саме така прибавка врожаю є суттєвою на рівні найменшої істотної різниці, і це вказує на використання саме такого удобрення. Саме це є одним із важливих та ефективних шляхів вирішення заміни гною та високих цін на мінеральні добрива.

Таблиця 3.3

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		

Щодо внесення лише мінеральних добрив $N_{50}P_{40}K_{70}$ (варіант 3) вони забезпечили врожайність картоплі на рівні 29,0 т/га.

Використання у досліді соломи, сидератів, гною та мінеральних добрив забезпечило врожайність картоплі.

За сумісного внесення в ґрунт гною 25 т/га і NPK (варіант 4) сприяло високому урожаю бульб картоплі у досліді – 31,9 т/га, що порівнюючи з контрольним варіантом (варіант 1) вище на 8,9 т/га.

Внесення тільки гною 50 т/га (варіант 5) суттєво підвищувало врожайність 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 періоди досліджень, був при сумісному внесенні в ґрунт гною та NPK (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.

3.5. Економічна та енергетична ефективність вирощування картоплі

Низька врожайність картоплі та відсутність ґрунтовних наукових знань, розкривають взаємозалежність біологічних можливостей картоплі та її вирощування в умовах кліматичних зон. За використання новітніх інноваційних технологій, можна досягти великих результатів в економічному та енергетичному відношенні

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. 3.4).

Таблиця 3.4

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

Великі затрати при вирощуванні картоплі були з використанням гною та мінеральних добрив – 39,89 тис. грн./га.

У контрольному варіанті де добрива не вносились, 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.

Описуючи наведені дані та враховуючи сьогоденню економічну ситуацію з вартістю пального та добрив, найкраще використовувати солому, сидерати та гній у поєднанні з NPK, що забезпечить високий урожай та рентабельність при вирощуванні картоплі 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.

З великими енерговитратами відбувається вирощування урожаю картоплі, яке зумовлене низькою енергетичною ефективністю її виробництва і може призвести до надходження в агроєкосистему кількості енергії понад допустимий рівень. Наслідками 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. 3.5).

Таблиця 3.5

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

Аналіз витрат антропогенної енергії у досліді показав, що контрольному варіанті вони становили 32459 МДж/га, а із внесенням добрив значно підвищувались і склали 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. В енергетичному відношенні найкращу ефективність на удобрених варіантах отримано при внесенні соломи та сидератів, де $K_{e.e.} = 2,86$, та поєднаному внесенні гною 37,5 т/га і мінеральних добрив – $K_{e.e.} = 2,25$. Дещо меншу енергетичну ефективність отримано при поєднаному внесенні гною 25 т/га і мінеральних добрив - $K_{e.e.} = 2,08$.

Застосування тільки мінеральних добрив забезпечувало, за рахунок приросту енерговмісту урожаю, досить високу енергетичну ефективність - $K_{ee} = 2,90$, 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, перевагу за енергетичного відношення мала система удобрення, яка поєднувала внесення гною та помірних норм мінеральних добрив.

ВИСНОВКИ

1. У зв'язку із дефіцитом органічних та мінеральних добрив у господарствах слід використовувати альтернативне удобрення картоплі, а саме, соломи зернових культур та сидератів, а також гною та помірних норм мінеральних добрив. Це забезпечує високий урожай картоплі та екологічну рівновагу агроecosистеми.

2. Встановлено, що на основні показники родючості ясно-сірого лісового ґрунту значно впливали внесені добрива. Щільність ґрунту за внесення соломи та сидератів у фазу сходів зменшувалась у 0-10 см шарі до $1,12 \text{ г/см}^3$ та у 10-20 см шарі до $1,28 \text{ г/см}^3$, що на 4,4-10,9 % менше у порівнянні з контролем. Використання гною та помірних норм мінеральних добрив призводило до зменшення щільності до $1,08 \text{ г/см}^3$ в 0-10 см ґрунтовому шарі і до $1,29 \text{ г/см}^3$ у 10-20 см ґрунтовому шарі і це позитивно сприяло росту та розвитку рослин.

За внесення мінеральних добрив щільність ґрунту була більшою, у порівнянні з внесенням органічних добрив на $0,12 \text{ г/см}^3$ у 0-10 см шарі і на $0,06 \text{ г/см}^3$ у шарі 10-20 см, відповідно, на 5,1-14,2 % у порівнянні з контролем.

Протягом вегетації ґрунт ущільнювався, але його щільність знаходилась в оптимальних межах для вирощування картоплі.

3. Найбільшою потребою вологи для рослин є період бутонізації, де волога в 0-20 см шарі ґрунту складала у контрольному варіанті 34,4 мм, а у шарі 0-50 см - 106,1 мм, що було достатнім для росту і розвитку рослин.

Внесення соломи та сидератів сприяло нагромадженню більшої кількості вологи у ґрунті, а саме, до 39,0 мм у 0-20 см шарі ґрунту та до 111,4 мм у 0-50 см шарі. А за внесення тільки мінеральних добрив збільшувалась кількість вологи, відповідно, до 36,9 мм та 114,9 мм, що лише на 4,1-8,4 % більше у порівнянні з контролем.

За сумісного внесення гною та мінеральних добрив найбільша кількість вологи спостерігалась у 0-20 см шарі ґрунту - 41,6 мм та 128,7 мм у 0-50 см шарі ґрунту в період бутонізації рослин.

На кінець вегетаційного періоду при збиранні врожаю запаси вологи істотно зменшувались в усіх варіантах дослідів і в контрольному варіанті складала у 0-20 см шарі ґрунту - 24,9 мм та у 0-50 см шарі – 79,8 мм. А на удобрених варіантах запаси вологи знаходились в межах, 22,8-26,3 мм та 77,4-87,3 мм, відповідно, і були достатніми для розвитку рослин картоплі.

4. На початку в'янення бадилля рослини картоплі нагромаджували найбільшу надземну масу. На контролі (без добрив) маса однієї рослини складала 114,9-129,1 грамів, а при внесенні соломи та сидератів, відповідно, 243,0-270,2 грамів, або більше, ніж у два рази. Найбільша маса рослин була у варіанті з внесенням гною 37,5 т/га та мінеральних добрив – 411,4-432,5 грамів на кущ, що підтверджує ефективність застосування даних добрив.

5. 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 $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$.

6. За енергетичного відношення при вирощуванні картоплі перевагу мала система удобрення, яка поєднувала внесення соломи та сидератів, де K_{ee} складав 2,86. При внесенні гною 25 т/га та помірних норм мінеральних добрив $N_{25}P_{20}K_{35}$ коефіцієнт енергетичної ефективності K_{ee} дорівнював 2,08, а при внесенні гною 37,5 т/га та помірних норм мінеральних добрив K_{ee} складав 2,25. Найвищим K_{ee} отримано тільки при внесенні мінеральних добрив – 2,90.

7. Хороший економічний ефект отримано за поєданого внесення соломи та сидератів – 161,9 %, а при внесенні органічних та мінеральних добрив 107,4-150,7 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Агрофізичні показники ґрунту є важливим показником його родючості для отримання високих врожаїв та підтримання екологічної рівноваги агроєкосистеми. Рекомендується з метою отримання високого врожаю картоплі на ясно-сірому лісовому ґрунті застосовувати органічні добрива у вигляді гною 37,5 т/га та помірних норм мінеральних добрив $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологія : навч. посіб. / О. Ф. Смаглій 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. Вересеєнко 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. Смаглій 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., Трембіцька О.І., Журавель С.В. Вирощування картоплі в короткоротаційних сівозмінах: монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. 138с.
16. Лебедь Є. М., Андрусенко І. І., Пабат І. А. Сівозміни 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.

