

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономічний
Кафедра рослинництва

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Омельчук Дмитро Олександрович

УДК 581.5:633.853.492.421:(476.423)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
“АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДОБРИВ ЗА ВПЛИВОМ
НА ҐРУНТ”

201 – агрономія

Подається на здобуття наукового ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ Д. О. Омельчук

Керівник роботи
доктор с.-г. наук, професор
Дідора Віктор Григорович

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Омельчук Д. О. Агроекологічна оцінка добрив за впливом на ґрунт. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

У кваліфікаційній роботі представлено результати дослідження з вивчення впливу різних норм мінеральних добрив на агроекологічний стан ґрунту та врожайність і якість ріпаку ярого в умовах Полісся України.

Дослідженнями встановлений високий підкислюючий ефект мінеральних добрив з 5,5 одиниць рН на контролі до 4,3 на фоні їх внесення.

Вміст основних макроелементів збільшується разом з внесенням мінеральних добрив: доступний азот збільшувався у фазу цвітіння на 6,3-12,5 мг/кг ґрунту на удобрених фонах в порівнянні з контролем; рухомий фосфор – на 48-85 мг/кг ґрунту; обмінний калій – на 38-68 мг/кг ґрунту.

У ґрунті на фоні внесених доз мінеральних добрив не спостерігалось загальних тенденцій до підвищення вмісту важких металів у рухомій формі.

В середньому за роки дослідження мінеральні добрива підвищили врожайність насіння ярого ріпаку на 26-30 %. Найвищого рівня продуктивності можна досягти при внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{120} P_{90}K_{90}$ + вапно – на 3,1 ц/га більше порівняно з неудобреним фоном.

В продукції ріпаку, яка може бути використана на продовольчі цілі (олія) вміст міді зменшився в 7-9 разів, свинцю - в 12-30, цинку - 7-15 разів порівняно з вмістом останніх в насінні. Істотної різниці за вмістом важких металів в олії ярого ріпаку залежно від фону удобрення не спостерігалось. Кадмій, як найбільш шкідливий елемент в олії не виявлений.

Ключові слова: ґрунт, мінеральні добрива, вапно, ріпак ярий, макроелементи, важкі метали.

SUMMARY

Omelchuk D. O. Agroecological assessment of fertilizers by impact on the soil. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in 201 – agronomy. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The qualifying work presents the results of a study to study the impact of different rates of mineral fertilizers on the agro-ecological condition of the soil and the yield and quality of spring rape in the Polissya region of Ukraine.

Studies have shown a high acidifying effect of mineral fertilizers from 5,5 pH units in the control to 4,3 on the background of their application.

The content of basic macronutrients increases with the application of mineral fertilizers: available nitrogen increased in the flowering phase by 6,3-12,5 mg/kg of soil on fertilized backgrounds compared to the control; mobile phosphorus – 48-85 mg/kg of soil; exchangeable potassium – 38-68 mg/kg of soil.

In the soil, against the background of applied doses of mineral fertilizers, there were no general tendencies to increase the content of heavy metals in mobile form.

On average, over the years, mineral fertilizers have increased the yield of spring rapeseed by 26-30 %. The highest level of productivity can be achieved with the application of mineral fertilizers at a dose of $N_{120}P_{90}K_{90}$ + lime – 3,1 kg/ha more compared to unfertilized background.

In rapeseed products, which can be used for food purposes (oil), the content of copper decreased by 7-9 times, lead – by 12-30, zinc – 7-15 times compared to the content of the latter in the seeds. No significant difference in the content of heavy metals in spring rapeseed oil depending on the fertilizer background was observed. Cadmium as the most harmful element in the oil is not detected.

Key words: soil, mineral fertilizers, lime, spring rape, macronutrients, heavy metals.

ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ	5
	ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	9
РОЗДІЛ 2	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
	2.1. Місце, умови, схема та методика проведення досліджень	13
	2.3. Погодно-кліматичні умови	15
РОЗДІЛ 3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГРУНТУВАННЯ	18
	3.1. Рівень кислотності дерново-підзолистого супіщаного грунту залежно від доз мінеральних добрив	18
	3.2. Забезпеченість ґрунту елементами живлення залежно від доз мінеральних добрив	19
	3.3. Вміст рухомих форм важких металів у дерново- середньо-підзолистому ґрунті при застосуванні	21
	3.4. Врожайність насіння ярого ріпаку залежно від застосування мінеральних добрив	23
	3.5. Вплив внесення мінеральних добрив на вміст важких металів в продукції ріпаку ярого	24
	ВИСНОВКИ	28
	ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	29
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	34

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

pH – водневий показник

N – легкогідролізований азот

P₂O₅ – рухомий фосфор

K₂O – обмінний калій

ГДК – гранично допустима концентрація

мг/кг – міліграм на кілограм.

ВСТУП

Актуальність теми досліджень. Олійні культури займають провідне місце у сільськогосподарському виробництві. Практика показує, що максимальне задоволення зростаючих потреб у рослинницькій олії, концентрованих високобілкових кормів в Україні за рахунок вирощування тільки соняшника, як основної олійної культури, найближчим часом практично неможливо. Виникає потреба впровадження у сільськогосподарське виробництво нові олійні культури, які апробовані світовою і вітчизняною практикою, серед яких провідне місце повинен посісти ріпак [20, 33].

В комплексі агротехнічних прийомів, на підвищення врожайності і якості продукції сільськогосподарських культур, важливим є застосування добрив, в тому числі і мінеральних. Для умов Полісся це питання є особливо актуальним, що зумовлено низькою родючістю ґрунтів. Проте, поряд з великим позитивним впливом їх на врожайність вони можуть мати і негативну дію.

Значну небезпеку викликає наявність в мінеральних добривах шкідливих домішок. Встановлено, що при систематичному застосуванні мінеральних добрив спостерігається тенденція до збільшення в ґрунті валового вмісту міді, олова, цинку, кадмію. Значна частина цих елементів позитивно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Збільшення ж концентрації токсичних елементів понад гранично допустимі рівні може негативно впливати на екологічний стан довкілля і якість сільськогосподарської продукції.

Мета досліджень. Дослідити й вивчити агроекологічний стан дерново-середньо-підзолистого супіщаного ґрунту в результаті впливу різних норм мінеральних добрив на врожай та якість ріпаку ярого.

Для досягнення поставленої мети вивчались наступні завдання:

- рівень кислотності дерново-підзолистого супіщаного ґрунту залежно від доз мінеральних добрив;

- забезпеченість ґрунту елементами живлення;
- вміст рухомих форм важких металів у дерново-середньо-підзолистому ґрунті;
- врожайність насіння ярого ріпаку;
- вміст важких металів в продукції ріпаку ярого.

Предмет досліджень. Вплив різних норм мінеральних добрив та вапна на агроекологічний стан ґрунту, продуктивність та якість ріпаку ярого.

Об'єкт досліджень. Дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт, мінеральні добрива та вапно, ріпак ярий.

Методи дослідження. *Польовий* – при дослідженнях фізико-хімічного та агроекологічного стану ґрунту, *кількісно-ваговий* - визначення урожайності, *лабораторний* – агрохімічні показники ґрунту, вміст важких металів у ґрунті та продукції ріпаку ярого, *статистичний* – для обробки даних із використанням методів дисперсії та кореляції.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Ананченко А. А., Омельчук Д. О., Матвійчук Н. Г. Врожайність ріпаку ярого залежно від удобрення в умовах Полісся України. *Інновації в сільському господарстві*: зб. тез доп. наук.-практ. конф., 18 листопада 2021 р. Житомир. С. 7-9.
2. Матвійчук Б. В., Омельчук Д. О., Ананченко А. А. Біогенна міграція біохімічно активних елементів мінеральних добрив та рівні їх надходження в агроecosystemу. *V Международная научно-практическая конференция «Topical issues of modern science, society and education»*: 28-30 ноября 2021 года Харьков, Украина. С. 27-29.
3. Омельчук Д. О., Ананченко А. А. Енергетична оцінка способів обробітку ґрунту і застосування мінеральних добрив при вирощуванні ріпаку ярого в умовах полісся України. *Проблеми аграріїв та перспективи сільськогосподарського виробництва*: зб. тез доповідей наук.-практ. конф., 03 грудня. 2021 р. Житомир. С.24 -26.

Практичне значення одержаних результатів. Практично доведено можливість одержання високого врожаю насіння ярого ріпаку на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся при застосуванні помірних норм мінеральних добрив. Доповнено наукові положення про залежність формування продуктивності ріпаку ярого від агроекологічних умов та агротехнічних заходів. При впровадженні даних практичних рекомендацій можливо одержати 30 т/га зеленої маси та 1,5 т/га високоякісного насіння ріпаку ярого.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 33 сторінках комп'ютерного набору, включає 7 таблиць, 3 рисунки. Робота має анотацію, вступ, три розділи, висновки та пропозиції виробництву. Список літературних джерел охоплює 36 найменувань, у тому числі 2 іноземних авторів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Ріпак є надзвичайно цінною кормовою культурою. При його переробці з кожних 100 кг насіння можна отримати до 41 кг олії та 57 кг макухи. З одного гектара ріпаку олійного вихід 1,0 - 1,3 т олії, 1,6-1,8 т шроту, який містить біля 40 % добре збалансованого по амінокислотному складу білку [10, 16, 17].

Ярий ріпак - вимоглива до родючості ґрунтів культура. Найбільш придатні для нього ґрунти структурні з нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину, з глибоким орним і водопроникним підорним шаром [13, 18].

Бахмат М. І. [5] стверджує, що , як для озимого так і ярого ріпаку найбільш придатними вважаються ґрунти із вмістом гумусу не менше 0,9-1,1%, рН у межах 5,8 - 6,5 та забезпеченістю фосфором не менше 6-7,5 мг на 100 г ґрунту. До таких відносяться чорноземи, темно-сірі і сірі опідзолені ґрунти. На думку автора в зоні Полісся на дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах перевагу слід віддавати ярому ріпакові.

Висока вимогливість ріпаку до родючості ґрунту пояснюється в першу чергу його потребою в елементах живлення [9]. За даними досліджень В. Ф. Сайко [28] середній урожай ріпаку виносить з ґрунту в 1,5 рази більше азоту і калію, в два рази більше фосфорної кислоти і в 4 рази більше кальцію порівняно з зерновими.

Родючість з точки зору агроґрунтознавства - це здатність ґрунту забезпечувати необхідні для рослин умови поживного , водно-повітряного та інших режимів. Питання про оптимальний розподіл факторів родючості в орному шарі має принципове значення при науковому обґрунтуванні систем

удобрення ґрунту [26].

Фізико- хімічний стан є важливим показником родючості ґрунту, тому що істотно впливає на розвиток рослин та гуртової мікрофлори, швидкість і напрямок хімічних і біологічних процесів, мінералізацію органічних речовин, розклад ґрунтових мінералів [7, 12].

Необхідність регулювання кислотно-лужних властивостей ґрунтів Полісся зумовлена їх генезисом і антропогенними факторами. Кальцій не входить в кристалічну решітку глинистих мінералів, тому втрачається з ґрунту в значній кількості, що пов'язано з його вимиванням з профілю ґрунту атмосферними опадами, виносом урожаєм і особливо внаслідок застосування фізіологічно кислих добрив [3].

Застосування мінеральних добрив на кислих ґрунтах посилює природні процеси вилуговування обмінних основ, сприяє руйнуванню ґрунтового поглинаючого комплексу і виносу основ за межі кореневмісного шару. За даними [14] втрати кальцію і магнію з шару 0 - 40 см дерново- підзолистого супіщаного ґрунту складають відповідно 66,6 і 19,1 кг/га щорічно на неудобреному фоні та 155,7 і 24,1 кг/га - при сумісному внесенні мінеральних, органічних добрив та вапнування.

Переважає більшість авторів досліджень стверджують, що ріпак краще удається на ґрунтах з рН сольового розчину 6,6 - 7,2, але росте і розвивається і при рН більше 7,2 і дещо менше 5,6 [21]. На дуже кислих ґрунтах без вапнування ріпак практично не дає задовільних урожаїв.

Значну небезпеку викликає наявність в мінеральних добривах шкідливих домішок. Встановлено, що при систематичному застосуванні мінеральних добрив спостерігається тенденція до збільшення в ґрунті валового вмісту міді від 8,9 до 15,3 мг/кг, олова - від 16 до 19,3, цинку - від 23,5 до 38,2, кадмію - від 0,51 до 0,79 і стронцію від 172 до 192 мг/кг. Значна частина цих елементів позитивно впливає на ріст і розвиток

сільськогосподарських культур. Збільшення ж концентрації токсичних елементів понад гранично допустимі рівні може негативно впливати на екологічний стан довкілля і якість сільськогосподарської продукції [11, 31].

Проте досягнення гранично допустимих рівнів за рахунок тих доз мінеральних добрив, що вносяться на даний час, може наступити через кілька століть. Так, за даними О. О. Созінова [29] концентрація досягне ГДР через одну тисячу років, міді - 1,8, цинку - 1,2, нікелю - 1,5 тис. років.

Автор вважає, що реальна загроза екологічного забруднення ґрунтів мінеральними добривами виключена. Ці проблеми можуть існувати локально в результаті порушення системи землеробства і науково обґрунтованого застосування мінеральних добрив [30].

За даними досліджень П. П. Надточія [24] середній вміст валових форм важких металів в ґрунтах Коростенського району перевищує регіональний фон по свинцю в 1,9-2,1 рази, кадмію - 2-6 разів, нікелю - в 2,6-4,7 раз.

Проте, ці показники не перевищують гранично допустимих концентрацій в ґрунті, які за даними О. М. Лапа [19] слідує: нікелю - 35, кадмію - 5, свинцю - 38, цинку - 87, кобальту - 50, міді - 53 мг/кг.

На думку ряду дослідників [22, 25] наявність важких металів в ґрунті негативно позначається на розвитку сільськогосподарських культур лише тоді, коли концентрація їх перевищує гранично допустимі рівні.

Серед факторів, що впливають на надходження важких металів найбільш дієвий реакція середовища в ґрунті. Тому, вапнування кислих ґрунтів є ефективним заходом зниження токсичності цих металів. Коефіцієнт рухомості важких металів при вапнуванні зменшується: кобальту в 2,5-4, міді - в 2-3, ртуті - в 5-6, свинцю - в 3-5 раз. Значна роль в нейтралізації токсичних властивостей важких металів належить гумусу ґрунту. Він зв'язує іони кадмію, нікелю в малодоступні для рослин форми [8].

Внесення мінеральних добрив також впливає на токсичність важких

металів. Так, застосування азотних добрив знімає негативну дію свинцю, міді, миш'яку. Внесення в ґрунт сполук магнію знижує токсичну дію на рослини надлишку фтору і нікелю. Додавання в ґрунт сірки хімічно зв'язує ртуть [1].

На вміст шкідливих елементів в рослинах впливає більше 30 факторів, в тому числі дози і співвідношення мінеральних добрив, а також строки збирання кормових культур та інші фактори [2, 32].

Висновки до розділу 1

1. Ріпак є надзвичайно цінною кормовою культурою. В комплексі агротехнічних прийомів, на підвищення врожайності і якості продукції сільськогосподарських культур, важливим є застосування добрив, в тому числі і мінеральних. Для умов Полісся це питання є особливо актуальним, що зумовлено низькою родючістю ґрунтів. Проте, поряд з великим позитивним впливом їх на врожайність вони можуть мати і негативну дію.

2. Значну небезпеку викликає наявність в мінеральних добривах шкідливих домішок. Встановлено, що при систематичному застосуванні мінеральних добрив спостерігається тенденція до збільшення в ґрунті валового вмісту міді, олова, цинку, кадмію. Значна частина цих елементів позитивно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Збільшення ж концентрації токсичних елементів понад гранично допустимі рівні може негативно впливати на екологічний стан довкілля і якість сільськогосподарської продукції.

3. Тому виконання роботи направлене на вивчення агроекологічного стану дерново-середньо-підзолистого супіщаного ґрунту в результаті впливу різних норм мінеральних добрив на врожай та якість ріпаку ярого.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце, умови, схема та методика проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводились у 2020 -2021 роках на дослідному полі Інституту сільського господарства Полісся УААН. За робочою гіпотезою передбачалось дослідити агроекологічний вплив добрив на ґрунт та врожайність і якість ріпаку ярого.

З метою вивчення ефективності доз та співвідношень мінеральних добрив були проведені польові дослідження в яких вивчали наступні варіанти удобрення ріпаку ярого:

Схема дослідження:

- 1 .Без добрив
- 2.N₆₀P₆₀K₆₀
- 3.N₁₂₀P₉₀K₉₀
- 4.N₁₂₀P₉₀K₉₀ + вапно

Попередник ріпаку ярого –пшениця озима. Основний обробіток ґрунту проводили оранка (плуг ПЛН-3-35). Передпосівний обробіток ґрунту включає культивування культиватором КПС -4 на глибину 6-8 см та ущільнення ґрунту перед сівбою комбінованим агрегатом РВК -3,6.

Мінеральні добрива вносили за схемою дослідження в вигляді аміачної селітри (N- 34 %), гранульованого суперфосфату (P₂O₅-19,5%), каліймагnezія (K₂O -28 %) та вапна з розрахунку 3 т/га.

Сіяли ріпак ярий “Арїон” сівалкою СО – 4,2 з розрахунку 2,0 млн. схожих насінин на 1 га з глибиною заробки 2-3 см та шириною міжрядь 45 см.

Проти бур'янів вносили гербіцид Бутізан – 400 в дозі 2кг/га після сівби до появи сходів, обприскування посівів проти блохи препаратом Децис з розрахунку 0,15 кг/га в фазі сходів. Обприскування посівів в фазі бутонізації проти ріпакового квіткоїду препаратом Фюрі в дозі 0,15 кг/га.

Обприскування проводили оприскувачем ОН-600 з витратою води 300 л/га .

Збирали врожай ріпаку ярого комбайном Сампо -500.

Посівна площа ділянки – 110 м², облікова – 60 м². Повторність в досліді чотириразова.

Землекористування дослідного господарства “Грозинське “ Інституту сільського господарства Полісся УААН розташоване в Коростенському агрогрунтовому районі Центрального Полісся Коростенської аккумулятивно - денудаційної рівнини з виходом на поверхню масивно-кристалічних порід. Кристалічні породи докембрія (граніти коростенського типу) виходять на поверхню не тільки по берегах річок, а і на вододілах. Грунтотвірні породи представлені в основному моренними суглинками. На цих породах сформувалися дерново-середньо і сильно підзолисті ґрунти.

Ґрунт, де проводилися дослідження – дерново-середньопідзолистий супіщаний. По вмісту гумусу, забезпеченням елементами живлення він відноситься до слабкозабезпечених, з середньою кислотою реакцією ґрунтового розчину. Порівнюючи показники родючості дерново-підзолистого ґрунту з оптимальними їх значеннями для ґрунтів Нечорноземної зони [16] можна зробити висновок про відносно низький рівень його природної родючості.

Методика проведення досліджень. На дослідних ділянках проводили відбір ґрунтових зразків з горизонту 0-20 см згідно методики відбору [15] для визначення фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту:

- гумус по методу Тюріна модифікації Цінао [6];
- рН ґрунтового розчину визначали вимірюванням активності обмінних іонів водню потенціометричним методом, витіснених 1 н. розчином КСl [5];
- азот лужногідролізованих сполук – методом Корнфілда [7];
- рухомий фосфор (P₂O₅) та обмінний калій (K₂O) – за Кірсановим [8].

Лабораторні дослідження ґрунтових зразків на вміст рухомих сполук важких металів визначали у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії згідно чинних нормативних документів: мідь – ДСТУ 4770.6:2007 [4]; нікель - ДСТУ 7852:2015; цинк –

ДСТУ 4770.2:2007 [5]; залізо - ДСТУ 4770.4:2007; свинець – ДСТУ 4770.9:2007 [6]; марганець - ДСТУ 4770.1:2007; кадмій – ДСТУ 4770.3:2007 [7].

Підготовку рослинних зразків для визначення важких металів здійснювали методом сухої мінералізації згідно ДСТУ 7670:2014 [8] та ДСТУ 8123:2015 [9].

Масову концентрацію важких металів у продукції визначали атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С115-1М згідно ГОСТу 30178-96 [10].

Статистичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу.

2.2. Погодно-кліматичні умови в роки досліджень

В роки проведення досліджень погодні умови були різними, як за кількістю опадів так і за температурним режимом.

Характерним для вегетаційного періоду 2020- 2021 років був вкрай нерівномірний розподіл опадів (рис. 2.1.).

Так, на початку вегетації кількість опадів у 2020 і 2021 роках становила 25- 53,2 % від середньої багаторічної суми. У 2020 році сума опадів за цей період була близькою до середньої багаторічної. А в другій половині вегетаційного періоду навпаки, спостерігалась надмірна кількість опадів на 62-76 % більше багаторічних показників.

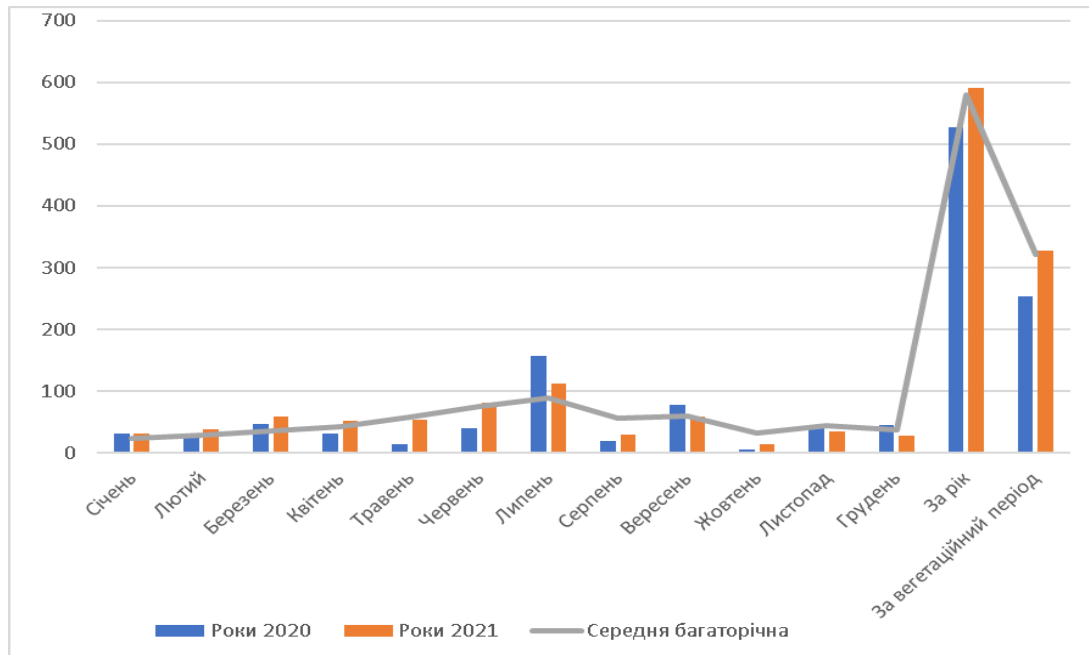


Рис. 2.1. Кількість опадів за даними спостережень
Коростенської метеостанції, мм.

При недостатній кількості опадів на початку вегетації, підвищеній на 2,6 -3,1 °С температурі (рис.2.2) та низькій відносній вологості повітря в 2020 р. склалися несприятливі умови для сходів, росту і розвитку ріпаку ярого.

В 2021 році погодні умови були сприятливими на початку вегетаційного періоду. Проте під час цвітіння ріпаку відмічена висока температура повітря при низькій відносній вологості, що негативно вплинуло на формування урожаю.

В 2020 році сума опадів за вегетаційний період становила 67,5 і 79% від середньої багаторічної, а в 2021 році ці показники були рівними.

3.

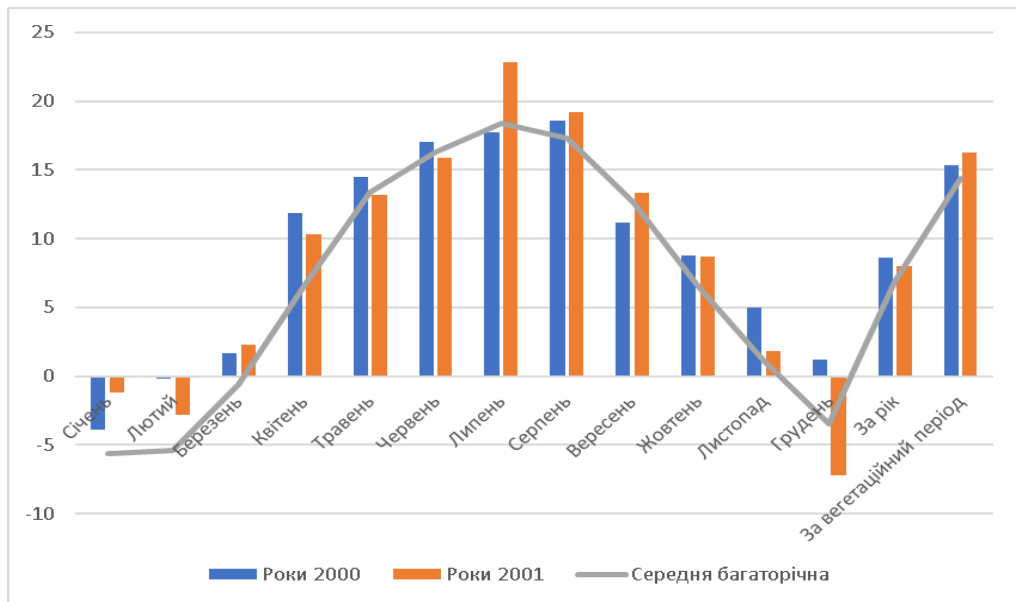


Рис. 2.2. Середня температура повітря за даними спостережень Коростенської метеостанції, С.

Висновки до розділу 2

1. Наші дослідження проводились протягом 2020 -2021 років на дослідному полі у м. Грозино Інституту сільського господарства Полісся УААН. Головною метою було дослідити агроекологічний вплив різних норм мінеральних добрив на ґрунт та врожайність і якість ріпаку ярого.

2. Ґрунт, де проводилися дослідження – дерново-середньопідзолистий супіщаний. По вмісту гумусу, забезпеченням елементами живлення він відноситься до слабкозабезпечених, з середньокислою реакцією ґрунтового розчину.

3. Погодно-кліматичні умови протягом 2020-2021 років відрізнялися за агрометеорологічними показниками. Кількість опадів в 2020 році була на рівні 253,7 мм, 2021 році – 328,0 мм при середньо багаторічному показнику 321мм. Щодо середньої температура повітря за даними спостережень Коростенської метеостанції в 2020-2021 роках цей показник був дещо вищий проти середньо багаторічного.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1. Рівень кислотності дерново-підзолистого супіщаного ґрунту залежно від доз мінеральних добрив

Результати аналізів перед внесенням добрив показують, що ґрунт дослідної ділянки вирівняний за показниками рН (табл. 3.1). Кислотність ґрунту знаходилась в межах рН 5,9 - 6,1, що відповідає вимогам рослин ріпаку. За період вегетації ярого ріпаку кислотність ґрунту під впливом доз мінеральних добрив дещо змінювалась. Перед збиранням ріпаку у 2020 році кислотність ґрунту коливалась у межах рН 5,8 -6,1. На нашу думку це пояснюється низькою розчинністю мінеральних добрив в умовах недостатньої кількості опадів, що спостерігалось в 2020 році.

Таблиця 3.1

Вплив мінеральних добрив на зміну показників кислотності

Варіанти дослідів	рН (КС1)								
	до обробітку ґрунту			в фазі цвітіння			повна стиглість		
	2020	2021	Серед-не	2020	2021	Серед-не	2020	2021	Серед-не
1 .Без добрив	5,9	6,0	6,0	5,9	5,7	5,8	5,8	5,5	5,7
2.N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,0	5,8	5,9	5,8	4,7	5,3	5,7	4,3	5,0
3.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	6,1	6,0	6,1	6,0	4,6	5,3	5,9	4,3	5,1
4.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + вапно	6,1	5,8	6,0	6,2	6,0	6,1	6,1	5,9	6,0

В 2021 році мінеральні добрива дещо підкислювали ґрунт. У фазі цвітіння рослин ріпаку з збільшенням норм добрив відбувалось підкислення ґрунту з 5,7 одиниць рН на контролі до 4,6-4,7 на варіантах внесення мінеральних добрив. У фазі повної стиглості кислотність ще збільшувалася

на 0,2 одиниці на контролі та на 1,5-1,7 одиниць на удобрених варіантах в порівнянні з показником ґрунту до його обробітку. На 4 варіанті з нормами внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вапна рН залишається незмінною.

Отже, дослідженнями встановлений високий підкислюючий ефект мінеральних добрив, що підтверджується і іншими науковцями, особливо верхньої частини орного шару ґрунту [18].

3.2. Забезпеченість ґрунту елементами живлення залежно від доз мінеральних добрив

Азот – це елемент живлення запаси якого, при достатньому забезпеченні вологою, в більшості регіонів визначають урожайність сільськогосподарських культур. Особливо це стосується зони Полісся з промивним типом зволоження ґрунтів легкого гранулометричного складу та низьким вмістом доступних форм азоту [18].

Як видно з даних таблиці ярий ріпак впродовж вегетації був достатньо забезпечений доступними формами азоту незалежно від фону удобрення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2
Вплив мінеральних добрив на вміст азоту в ґрунті

Варіанти дослідів	N мг/кг								
	до обробітку ґрунту			в фазі цвітіння			повна стиглість		
	2020	2021	Серед- не	2020	2021	Серед- не	2020	2021	Серед- не
1. Без добрив	47,4	67,0	57,2	46,0	64,2	55,1	43,4	53,2	48,3
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$	47,0	63,0	55,0	49,9	72,8	61,4	46,7	53,2	50,0
3. $N_{120}P_{90}K_{90}$	47,4	67,0	57,2	55,1	72,8	64,0	48,1	53,8	51,0
4. $N_{120}P_{90}K_{90}$ + вапно	49,2	70,0	59,6	56,7	78,4	67,6	50,4	49,0	49,7

В наших дослідях вміст доступного азоту в ґрунті в фазу бутонізації –

цвітіння був максимальним і знаходиться в межах 55,1 мг/кг ґрунту на контролі та 61,4-67,6 мг/кг ґрунту на удобрених варіантах, що можна пояснити додатковим його внесенням у ґрунт з мінеральними добривами. На неудобреному фоні він залишався у початкових межах. В кінці вегетаційного періоду вміст азоту знижується не залежно від варіантів удобрення.

Внесення мінеральних добрив істотно впливало на вміст обмінного фосфору в ґрунті, збільшуючи його в фазі цвітіння в 1,2-1,4 рази порівняно з неудобреним варіантом (табл 3.3).

Слід зазначити, що до обробітку ґрунту вміст фосфору був на дуже високому рівні у 2020 році та на високому у 2021 році. З ростом і розвитком рослини ріпаку виносили фосфор з ґрунту, особливо це помітно на неудобреному фоні - за 2 роки він знизився на 43 мг/ кг ґрунту. З більшими нормами внесення фосфорних добрив його вміст в ґрунті залишався на вихідному рівні. За два роки в середньому при внесенні фосфору в нормі 60 його вміст у ґрунті знизився 18, 5 мг; при внесенні у нормі 90 – на 6,5; при 90 та вапні– на 1,5 мг/га, тобто внесення даної норми повністю компенсувало винесення фосфору врожаєм ріпаку ярого.

Таблиця 3.3

Вплив доз мінеральних добрив на вміст рухомого фосфору в ґрунті

Варіанти дослідів	P ₂ O ₅ , мг/кг								
	до обробітку			в фазі цвітіння			повна стиглість		
	2020	2021	Серед- нє	2020	2021	Серед- нє	2020	2021	Серед- нє
1 .Без добрив	198	177	187,5	175	154	164,5	150	138	144,0
2.N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	230	177	203,5	233	192	212,5	208	162	185,0
3.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	233	178	205,5	243	208	225,5	213	185	199,0
4.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + вапно	254	174	214	285	214	249,5	248	177	215,5

За вмістом калію забезпечення ґрунту перед обробітком було на низькому рівні 70,5-76 мг/кг ґрунту (табл. 3.3).

Таблиця 3.4

Вплив доз мінеральних добрив на вміст обмінного калію в ґрунті

Варіанти дослідів	K ₂ O, мг/кг								
	до обробітку			в фазі цвітіння			повна стиглість		
	2020	2021	Серед- не	2020	2021	Серед- не	2020	2021	Серед- не
1 .Без добрив	76	65	70,5	66	52	59,0	53	47	50,0
2.N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	80	67	73,5	103	91	97,0	89	89	89,0
3.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	79	74	76,5	121	116	118,5	96	107	101,5
4.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + вапно	81	71	76,0	128	126	127,0	105	101	103,0

На контрольному варіанті рівень забезпечення ґрунту калієм знижувався до кінця вегетації культури до 50 мг/кг ґрунту. При внесенні його в нормі 60 кг д. р. на га вміст в ґрунті збільшився лише на 15,5 мг, при нормі 90 – на 25 мг, при нормі 90 та вапна – на 27 мг/кг ґрунту. Отже досягти середнього рівня забезпечення ґрунту калієм потрібно вносити мінімум 90кг д. р. калію на гектар.

3.3. Вміст рухомих форм важких металів у дерново-середньо-підзолистому ґрунті при застосуванні мінеральних добрив

Дослідження вмісту рухомих форм важких металів і мікроелементів у дерново-середньо-підзолистому ґрунті при внесенні мінеральних добрив показало, що небезпечного рівня їх нагромадження у верхньому горизонті ґрунту не відбувається. Фактичний вміст металів не перевищував гранично допустиму кількість для рухомих форм. При цьому необхідно відмітити, що спостерігався загальний підвищений вміст рухомих сполук свинцю, що було характерним взагалі для даного ґрунту і не пов'язано з використанням

мінеральних добрив [23]. Кількість рухомих сполук найбільш небезпечного елементу – кадмію, знаходилася нижче межі детектування. Коефіцієнти концентрації ($K_c M^{n+}$) не перевищували 2,0 (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вміст рухомих форм важких металів у дерново-середньо-підзолистому ґрунті при застосуванні мінеральних добрив (0-20 см)

M^{n+}	M^{n+}	ГДК M^{n+}	Варіант			
			контроль	$N_{60} P_{60} K_{60}$	$N_{120} P_{90} K_{90}$	$N_{120} P_{90} K_{90}$ +ванно
Cu	мг/кг	3,0	1,40±0,01	1,52±0,30	1,63±0,33	1,83±0,33
	K_c	-	1,00	1,09	1,64	1,84
Zn	мг/кг	23,0	4,43±0,15	5,70±3,79	6,78±3,02	7,88±3,02
	K_c	-	1,00	1,29	1,08	1,12
Pb	мг/кг	2,0	2,13±0,15	2,18±0,15	3,05±0,09	3,25±0,09
	K_c	-	1,00	0,98	0,96	0,94
Cd	мг/кг	0,7	сліди	сліди	сліди	сліди
Ni	мг/кг	4,0	0,90±0,01	0,95±0,09	0,99±0,09	1,20±0,09
	K_c	-	1,00	1,06	1,06	1,04
Fe	мг/кг		43,80±2,09	47,60±6,22	49,7±5,31	51,2±5,31
	K_c	-	1,00	0,91	0,81	0,71
Mn	мг/кг	50,0	36,70±7,82	38,25±10,66	39,13±7,36	40,13±7,36
	K_c	-	1,00	1,04	0,96	0,86

Динаміка вмісту металів у рухомій формі, що вивчалася протягом вегетаційного періоду ріпаку ярого, підпорядковувалася особливостям, пов'язаним з фізіологічними циклами поглинання M^{n+} рослинами, і при цьому не спостерігалася загальних тенденцій до підвищення їх вмісту у ґрунті (рис.3.1).

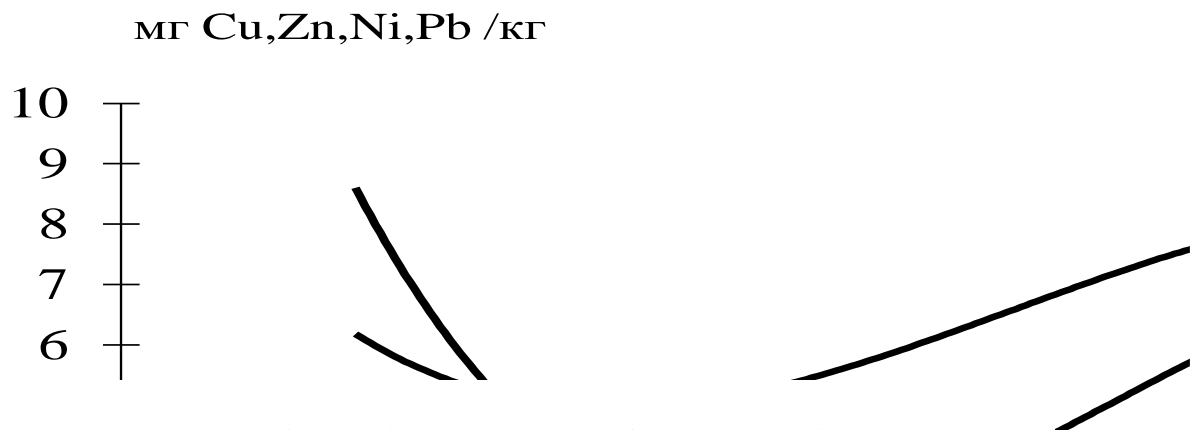


Рис.3.1. Динаміка вмісту рухомих форм металів у дерново-середньо-підзолистому ґрунті при внесенні мінеральних добрив

3.4. Врожайність насіння ярого ріпаку залежно від застосування мінеральних добрив

Для одержання урожаю насіння 18-20 ц/га ярий ріпак, як усі хрестоцвіти, має високу потребу в елементах живлення і в першу чергу азоту. За розрахунками В.Д. Гайдаша [20] на утворення центнера насіння необхідно 6- 6,5 кг азоту. Таким чином, для досягнення рівня врожайності 20 ц/га необхідно внести 120-130 кг азоту.

Урожай це головний критерій любого експерименту, який найбільш повно визначаючий вплив досліджуваних факторів. В середньому за роки досліджень урожай насіння ярого ріпаку коливався в межах 9,8-15,7 ц/га (табл.3.6) залежно від норм добрив. Мінеральні добрива істотно підвищували врожай насіння ярого ріпаку. В середньому за роки дослідження мінеральні добрива підвищили врожайність насіння ярого ріпаку на 26-30 % [27].

Слід зазначити, що при застосуванні мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$ та внесення вапна урожай насіння підвищився на 3,1 ц/га порівняно з неудобреним фоном.

Таблиця 3.6

Вплив доз мінеральних добрив на врожай насіння ріпаку ярого, ц/га

Варіанти	2020 рік	2021 рік	в середньому за 2 роки	приріст	
				ц/га	%
1.Без добрив	10,6	9,8	10,2		100
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$	12,8	13,2	13,0	2,8	127
3. $N_{120}P_{90}K_{90}$	13,8	12,0	12,9	2,7	126
4. $N_{120}P_{90}K_{90}$ + вапно	15,1	11,5	13,3	3,1	130
HP_{05}	2,1				

Таким чином, в умовах досліду самий високий урожай насіння ярого ріпаку 13,3 ц/га можна отримати при застосуванні мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$. Максимальний урожай ярого ріпаку на цьому варіанті

пояснюється, мабуть, оптимальним забезпеченням рослин поживними речовинами і сприятливими агрохімічними властивостями ґрунту при внесенні вапна [4].

3.5. Вплив внесення мінеральних добрив на вміст важких металів в продукції ріпаку ярого

Результати досліджень показали, що застосування мінеральних добрив в різних дозах і співвідношеннях в них поживних речовин по різному впливають на вміст важких металів в продукції ярого ріпаку залежно від норм внесення мінеральних добрив (табл. 3.7).

Так, при внесенні мінеральних добрив вміст міді в зеленій масі ярого ріпаку підвищувався в 1,1-2 рази порівняно з не удобреним фоном. Спостерігається тенденція до підвищення вмісту в зеленій масі ярого ріпаку свинцю, кадмію і цинку при внесенні мінеральних добрив.

Вміст важких металів - свинцю, кадмію і цинку в соломі і насінні ярого ріпаку значно нижчий порівняно з зеленою масою, проте залежність його від мінеральних добрив залишається. Вміст міді в зеленій масі, соломі і насінні майже не змінюється, однак на фоні мінеральних добрив, накопичується її більше порівняно з неудобреним варіантом.

Таблиця 3.7

Вплив внесення мінеральних добрив на вміст важких металів в продукції ріпаку ярого, мг/кг
(в середньому за 2020-2021 рр.)

Варіанти дослідів	В зеленій масі				В насінні				В соломі				В олії			
	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Zn	Fe
1.Без добрив	3,3	8,7	0,32	25	3,4	1,6	0,13	17,8	3,3	1,4	0,18	6,3	0,50	0,06	2,5	4,7
2.N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,6	8,3	0,45	35	4,6	1,4	0,12	23,4	5,2	1,9	0,18	10,3	0,48	0,07	2,1	4,9
3.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3,6	37,2	0,44	36	4,0	1,3	0,15	35,9	5,4	2,2	0,19	8,5	0,48	0,09	2,5	4,8
4.N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + вапно	5,2	4,7	0,49	32	4,5	1,4	0,13	32,4	5,2	2,1	0,26	8,4	0,48	0,09	2,6	4,5

В продукції ріпаку, яка може бути використана на продовольчі цілі (олія) вміст міді зменшився в 7-9 разів, свинцю - в 12-30, цинку - 7-15 разів порівняно з вмістом останніх в насінні. Істотної різниці за вмістом важких металів в олії ярого ріпаку залежно від фону удобрення не спостерігалось. Кадмій, як найбільш шкідливий елемент в олії не виявлений.

Висновки до розділу 3:

1. Дослідженнями встановлений високий підкислюючий ефект мінеральних добрив, з 5,7 одиниць рН на контролі до 4,6-4,7 на варіантах внесення мінеральних добрив у фазу цвітіння. У фазі повної стиглості кислотність ще збільшувалася на 0,2 одиниці на контролі та на 1,5-1,7 одиниць на удобрених варіантах в порівнянні з показником ґрунту до його обробітку. На варіанті з нормами внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вапна рН залишається незмінною до кінця вегетації культури.

2. В наших дослідах вміст доступного азоту в ґрунті в фазу бутонізації – цвітіння був максимальним і знаходиться в межах 55,1 мг/кг ґрунту на контролі та 61,4-67,6 мг/кг ґрунту на удобрених варіантах, що можна пояснити додатковим його внесенням у ґрунт з мінеральними добривами. На неудобреному фоні він залишався у початкових межах. В кінці вегетаційного періоду вміст азоту знижується не залежно від варіантів удобрення.

3. Слід зазначити, що до обробітку ґрунту вміст фосфору був на дуже високому рівні у 2020 році та на високому у 2021 році. З ростом і розвитком рослини ріпаку виносили фосфор з ґрунту, на неудобреному фоні - за 2 роки він знизився на 43 мг/ кг ґрунту. З більшими нормами внесення фосфорних добрив його вміст в ґрунті залишався на вихідному рівні – при внесенні його в нормі 60кг д. р. на га його вміст у ґрунті знизився 18, 5 мг; при внесенні у нормі 90 – на 6,5; при 90 та вапні– на 1,5 мг/га.

4. За вмістом калію забезпечення ґрунту перед обробітком було на

низькому рівні 70,5-76 мг/кг ґрунту. На контрольному варіанті рівень забезпечення ґрунту калієм знижувався до кінця вегетації культури до 50 мг/кг ґрунту. При внесенні його в нормі 60 кг д. р. на га вміст в ґрунті збільшився лише на 15,5 мг, при нормі 90 – на 25 мг, при нормі 90 та вапна – на 27 мг/кг ґрунту.

5. Фактичний вміст важких металів в ґрунті не перевищував гранично допустиму кількість для рухомих форм. При цьому необхідно відмітити, що спостерігався загальний підвищений вміст рухомих сполук свинцю, що було характерним взагалі для даного ґрунту і не пов'язано з використанням мінеральних добрив. Кількість рухомих сполук найбільш небезпечного елементу – кадмію, знаходилася нижче межі детектування. Коефіцієнти концентрації ($K_c Mn^+$) не перевищували 2,0.

6. Мінеральні добрива істотно підвищували врожай насіння ярого ріпаку. В середньому за роки дослідження мінеральні добрива підвищили врожайність насіння ярого ріпаку на 26-30 %. Найвищого рівня продуктивності можна досягти при застосуванні мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{90}K_{90+}$ вапно – на 3,1 ц/га більше порівняно з неудобреним фоном.

6. При внесенні мінеральних добрив вміст міді в зеленій масі ярого ріпаку підвищувався в 1,1-2 рази порівняно з не удобреним фоном. Спостерігається тенденція до підвищення вмісту в зеленій масі ярого ріпаку свинцю, кадмію і цинку при внесенні мінеральних добрив.

7. В продукції ріпаку, яка може бути використана на продовольчі цілі (олія) вміст міді зменшився в 7-9 разів, свинцю - в 12-30, цинку - 7-15 разів порівняно з вмістом останніх в насінні. Істотної різниці за вмістом важких металів в олії ярого ріпаку залежно від фону удобрення не спостерігалось. Кадмій, як найбільш шкідливий елемент в олії не виявлений.

ВИСНОВКИ

1. Дослідженнями встановлений високий підкислюючий ефект мінеральних добрив з 5,5 одиниць рН на контролі до 4,3 на варіантах внесення мінеральних добрив. На варіанті з нормами внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та вапна рН залишається незмінною до кінця вегетації культури.

2. В наших дослідах вміст основних макроелементів збільшувався разом з внесенням мінеральних добрив: доступний азот збільшувався у фазу цвітіння на 6,3-12,5 мг/кг; рухомий фосфор – на 48-85 мг/кг; обмінний калій – на 38-68 мг/кг ґрунту на удобрених фонах в порівнянні з контролем.

3. Динаміка вмісту важких металів у рухомій формі, що вивчалася протягом вегетаційного періоду ріпаку ярого, підпорядковувалася особливостям, пов'язаним з фізіологічними циклами поглинання Mn^{+} рослинами, і при цьому не спостерігалось загальних тенденцій до підвищення їх вмісту у ґрунті.

4. Мінеральні добрива істотно підвищували врожай насіння ярого ріпаку. В середньому за роки дослідження мінеральні добрива підвищили врожайність насіння ярого ріпаку на 26-30 %. Найвищого рівня продуктивності можна досягти при застосуванні мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{90}K_{90}+$ вапно – на 3,1 ц/га більше порівняно з неудобреним фоном.

5. Вміст важких металів - свинцю, кадмію і цинку в соломі і насінні ярого ріпаку значно нижчий порівняно з зеленою масою, проте залежність його від мінеральних добрив залишається. Вміст міді в зеленій масі, соломі і насінні майже не змінюється, однак на фоні мінеральних добрив, накопичується її більше порівняно з неудобреним варіантом.

6. В продукції ріпаку, яка може бути використана на продовольчі цілі (олія) вміст міді зменшився в 7-9 разів, свинцю - в 12-30, цинку - 7-15 разів порівняно з вмістом останніх в насінні. Істотної різниці за вмістом важких металів в олії ярого ріпаку залежно від фону удобрення не спостерігалось. Кадмій, як найбільш шкідливий елемент в олії не виявлений.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою покращання агроекологічного стану дерново-підзолистих ґрунтів, збільшення продуктивності ріпаку ярого потрібно застосовувати мінеральні добрива у нормі $N_{120}P_{90}K_{90} + 3$ т/га вапна. Дана норма добрив є безпечною в плані надходження важких металів у продукцію ріпаку, яка може бути використана на продовольчі цілі (олія).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Doran J.W., Liebig M., Santano D.P. Soil health and global sustainability: Paper presented at 16th World Congress of Soil Science, 20-26 Aug. 1998. Montpellier, France, 1998. 7 p.
2. Glending M.J., Powlson D.S., Poulton P.R., Bradbury N.J., Palazzo D., Li X. The effects of long term applications of inorganic nitrogen fertilizer on soil nitrogen in the Broadbalk Wheat experiment. *J. of Agricultural S.* 1996. № 127. P. 347-363.
3. Адамень Ф. Ф., Вишнівський П. С., Терещенко Н. М. Вплив технології вирощування озимого ріпаку на формування його продуктивності. Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. 2000. Вип. 1. С. 45–48.
4. Ананченко А. А., Омельчук Д. О., Матвійчук Н. Г. Врожайність ріпаку ярого залежно від удобрення в умовах Полісся України. *Інновації в сільському господарстві*: зб. тез доп. наук.-практ. конф., 18 листопада 2021 р. Житомир. С. 7-9.
5. Бахмат М. І., Гойсюк С. О. Зимостійкість озимого ріпаку в умовах південної частини Західного Лісостепу України. Зб. наук. пр. Подільської державної аграрно-технічної академії. 2001. Вип. 9. С. 7–9.
6. Вишнівський П. С., Губенко Л. В. Вплив строків сівби та доз добрив на продуктивність ріпаку озимого в північній частині Лісостепу. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». 2010. Вип. 4. С. 124–128.
7. Волощук А. П. Влияние погодных факторов на полевую всхожесть семян рапса озимого в зависимости от сроков, способов посева и норм высева в условиях Лесостепи Западной Украины. *Мичуринский агрономический вестник*. 2018. № 1. С. 9–15.
8. Волощук О. П., Распутенко А. О. Особливості осіннього розвитку рослин ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 38–48.

9. Выращивание масличного рапса в Белорусии. БелНИИЗК. 1996. 34 с.
10. Гайдаш В. Ріпак – потенціальне джерело олії та кормів. Пропозиція. 1995. № 7. С. 11–14.
11. Гарбар Л. А., Забезпеченість рослин ріпаку ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення . Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 2 (2012).
12. Губенко Л. В., Вишнівський П. С. Формування продуктивності ріпаку озимого залежно від строків сівби та системи удобрення в умовах Північного Лісостепу. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2010. № 15. С. 82–87.
13. Гусев М. Г., Коковіхін С. В., Пелех І. Я. Ріпак – перспективна кормова і олійна культура на Півдні України. Вінниця, 2011. 208 с.
14. Дегодюк Е.Г., Штупун Н.В., Бурлачук Ю.Й., Чернишенко І.І. Вплив різних систем удобрення на родючість ґрунту та продуктивність культур сівозміни в умовах Полісся України. *Землеробство: міжвідом. тематич. науковий збірник*. К., 1996. Вип.71. С. 21-25.
15. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця, 2014. 332 с.
16. Зубець М. В. Ріпак озимий. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ, 2010. С. 309–311.
17. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Шапарь Л. В. Урожайність та посівна якість насіння сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Південного Степу України. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2016. Вип. 1. С. 83–92.
18. Лазар Т. І. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. Київ, 2006. 102 с.
19. Лапа О. М. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. Міністерство аграрної політики України. Київ, 2006. 100 с.

20. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Ріпак. Львів, 2005. 88 с.
21. Лихочвор В., Гайсалуок Я. Високоєфективна технологія вирощування озимого ріпаку в умовах Західного Лісостепу України. Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва : матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (м. Тернопіль, 23–24 верес. 2009 р.). Тернопіль, 2009. С. 53–55.
22. Масло І. П. Еколого-економічне обґрунтування виробництва та використання моторного палива на основі ріпакової олії для виробників сільськогосподарської продукції. Економіка АПК. 2004. № 11. С. 30–33.
23. Матвійчук Б. В., Омельчук Д. О., Ананченко А. А. Біогенна міграція біохімічно активних елементів мінеральних добрив та рівні їх надходження в агроєкосистему. *V Международная научно-практическая конференция «Topical issues of modern science, society and education»*: 28-30 ноября 2021 года Харьков, Украина. С. 27-29.
24. Надточій П. П., Вольвач Ф. В., Гермашенко В. Г. Екологія ґрунту та його забруднення., К.: Аграрна наука. 1998. 287с.
25. Новохижній М. В. Продуктивність та зимостійкість ріпаку озимого за різних технологій вирощування в Південному Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур ААН. 2012. Вип. 17. С. 121–125.
26. Носко Б. С., Патица В. П., Тараріко О. Г. та ін. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва.: Київ., Аграрна Наука, 1999. 109с.
27. Омельчук Д. О., Ананченко А. А. Енергетична оцінка способів обробітку ґрунту і застосування мінеральних добрив при вирощуванні ріпаку ярого в умовах полісся України. *Проблеми аграріїв та перспективи сільськогосподарського виробництва*: зб. тез доповідей наук.-практ. конф., 03 грудня. 2021 р. Житомир. С.24 -26.

28. Сайко В. Ф. Рекомендації з вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої. К.: Колообіг, 2005. 36 с.
29. Созінов О. О., Козлов М. В., Лапа М. А. Агроекологічні основи раціонального використання добрив. *Агроекологія і біотехнологія. Зб. наукових праць.*, 1996. С. 77-96.
30. Тараріко О.Г. Проблеми сучасного землеробства і охорони ґрунтів в Україні: аналіз, стан і пропозиції. *Вісник аграрної науки*, №1. 1996. – С. 15-21
31. Чехова І. В. Напрямки використання олійних культур в біоенергетичній галузі. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2014. Вип. 21. С. 172–179.
32. Шикула М.К., Балаєв А.Д. Родючість ґрунту та її відтворення в ґрунтозахисному землеробстві. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Наукова монографія. Національний аграрний університет України. За ред М.К.Шикули . К., ПФ “Оранта”, 1998. С.208-219.
33. Щербаков В., Яковенко Т., Когут І. Роль олійних культур у підвищенні ефективності аграрного виробництва. Пропозиція. 2009. № 6. С. 64–68.

