Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тема магістерської кваліфікаційної роботи:

«Оптимізація мікроелементного живлення сої за локалізації неоднорідностей поля»

Виконавиця: Китайчук М. В., спеціальність 201 «Агрономія», ОПП «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент Бордюжа І.

Мета дослідження: обґрунтувати норми та кратність позакореневого підживлення сої хелатом молібдену для зон поля з різним рівнем продуктивності та оцінити можливість диференційованого внесення мікродобрив за картами-завданнями.
Місце проведення: ТОВ «ВАНДЕН АГРО», с. Миролюбне Хмельницького району Хмельницької області (49°41′ пн. ш., 27°03′ сх. д.), поле площею 2,05 га; 2026 р.

Актуальність теми: Соя — одна з провідних білково-олійних культур України. Значну частину потреби в азоті вона покриває завдяки симбіотичній азотфіксації. Ключову роль у цьому процесі відіграє молібден, який входить до складу ферментів нітрогенази та нітратредуктази. За нестачі молібдену бульбочкові бактерії працюють слабше, рослини гірше забезпечуються азотом, і врожайність знижується. Однакова норма мікродобрив на всій площі дає нестачу живлення на бідних ділянках і не окупається на родючих, тому дози доцільно визначати окремо для кожної зони продуктивності.

Методика досліджень: соя сорту Аполліна, норма висіву 140 кг/га. Дослід двофакторний: А – зона продуктивності (низька, середня, висока), В – позакореневе підживлення хелатом Mo (без підживлення; 50 г/га; 100 г/га; 75 г/га двічі); повторення триразове, 36 облікових ділянок. Зони виділено на платформі GeoPard Agriculture за багаторічним архівом знімків (EVI2, коефіцієнт неоднорідності 0,37), стан посіву контролювали за вегетаційними індексами. Базове живлення: YaraMila 8-24-24 – 100 кг/га під час сівби, Фултек Плюс – 400 г/т насіння та 200 г/га після сходів, Солю В – 1 л/га у бутонізацію. Дані опрацьовано дисперсійним (HIP_{05}) і кореляційно-регресійним аналізом.



Рисунок 1 – Зони продуктивності поля за EVI2 (GeoPard Agriculture)



Рисунок 2 – Схема розміщення ділянок

Таблиця 1 – Схема польового досліду

Фактор А – зона продуктивності	Площа, га (%)	EVI2, середнє
Зона 1 – низька	0,82 (40,1)	1,406
Зона 2 – середня	0,73 (35,5)	1,566
Зона 3 – висока	0,50 (24,5)	1,591

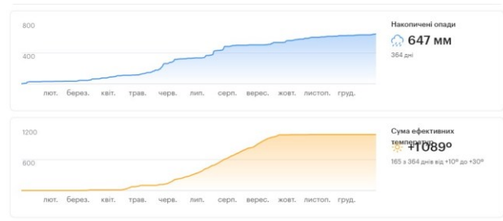
Фактор В – підживлення	Mo, г/га	Кратність
Без підживлення (контроль)	–	–
Хелат молібдену	50	1
Хелат молібдену	100	1
Хелат молібдену	75 × 2	2

Примітка. 3 зони × 4 варіанти × 3 повторення = 36 ділянок.

Таблиця 2 – Агрохімічні показники ґрунту за зонами (шар 0–30 см), мг/кг

Зона	N-NH_4	N-NO_3	Nмін	P_2O_5	K_2O
Низька	6,8	8,4	15,2	92	84
Середня	8,1	11,6	19,7	118	106
Висока	9,4	13,4	22,8	146	128
Середнє*	7,9	10,8	18,7	115	103

Після збирання (контроль): вміст P_2O_5 зменшився на 6,2–6,8 %, K_2O – на 7,8–8,5 %.
Примітка. * зважене за площею зон. Зона низької продуктивності поступається зоні високої за вмістом N, P і K на 33–37 %.



Опади за рік – 647 мм (від сівби до збирання ≈ 400–450 мм); сума ефективних температур – +1089 °C. Прохолодний травень, зливи в червні та наприкінці липня, сухий теплий вересень.

Рисунок 3 – Погодні умови 2026 р.

Отримані результати: урожайність сої на 93,1 % визначалася зоною продуктивності, а ефект молібдену був найбільшим на бідніших ґрунтах: у зоні низької продуктивності Mo 75 г/га ×2 дав +0,42 т/га (+13,7 %), у зоні високої – лише +0,13 т/га.

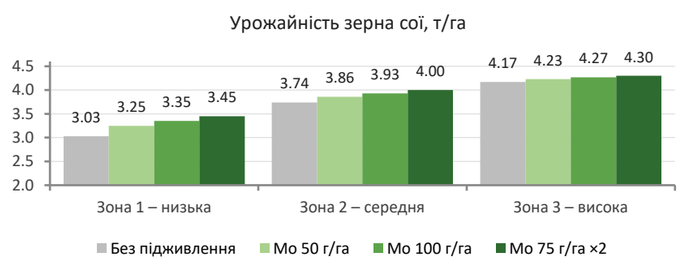


Рисунок 4 – Урожайність сої за зонами та варіантами (HIP_{05}: А – 0,05; В – 0,06; АВ – 0,10 т/га)

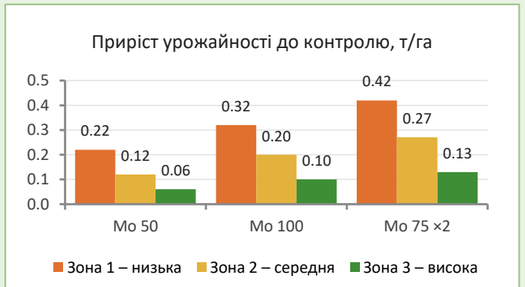


Рисунок 5 – Приріст від молібдену зменшується від бідної зони до родючої

Таблиця 3 – Вплив Mo 75 г/га ×2 на ріст і фотосинтез сої (контроль → Mo, приріст)

Показник	Зона 1 – низька	Зона 2 – середня	Зона 3 – висока
Висота рослин*, см	71,7 → 78,5 (+9,5)	83,0 → 87,1 (+4,9)	89,6 → 91,6 (+2,2)
Маса 10 рослин**, г	325 → 372 (+14,5)	405 → 435 (+7,5)	454 → 469 (+3,3)
Площа листків**, тис. м²/га	34,6 → 40,1 (+15,9)	43,9 → 47,6 (+8,4)	49,9 → 51,6 (+3,4)
ЧПФ***, г/м² за добу	4,57 → 5,13 (+12,3)	5,52 → 5,87 (+6,3)	6,09 → 6,26 (+2,8)
Збереженість рослин, %	88,1 → 90,4 (+2,3 п.)	91,0 → 92,8 (+1,8 п.)	93,1 → 94,3 (+1,2 п.)

* повна стиглість; ** налив бобів; *** 6 листків – цвітіння. Молібден посилював азотфіксацію: наприкінці вегетації вміст мінерального N у ґрунті був вищим за контроль на 0,2–0,9 мг/кг. У зоні низької продуктивності ефект становив 9,5–15,9 %, у зоні високої – 2,2–3,4 %.

Таблиця 4 – Дисперсійний аналіз урожайності

Джерело мінливості	Fфакт	F_{05}	Частка, %
Зона (А)	886,0	3,44	**93,1**
Підживлення (В)	37,2	3,05	5,9
Взаємодія АВ	3,4	2,55	1,1
Повторення	1,4	3,44	–



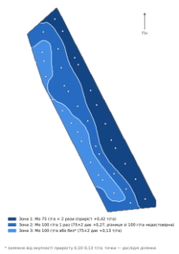


Рисунок 6 – Карта-завдання для диференційованого підживлення молібденом

Зона 1: Mo 75 г/га × 2
Зона 2: Mo 100 г/га × 1
Зона 3: Mo 100 г/га або без підживлення (залежно від окупності приросту 0,10–0,13 т/га)

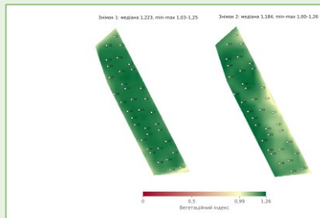


Рисунок 7 – Карти вегетаційного індексу з дослідними ділянками

Таблиця 5 – Вегетаційний індекс за зонами (середнє)

Зона	Знімок 1	Знімок 2
Низька	1,206	**1,136**
Середня	1,221	1,189
Висока	1,209	1,226
r з урожайністю	0,03	**0,68**

На знімку 2 смуга зниженого індексу збігається із зоною низької продуктивності (R^2 = 0,46; p < 0,001). Індекс відображає родючість зон, а не ефект мікродобрив.

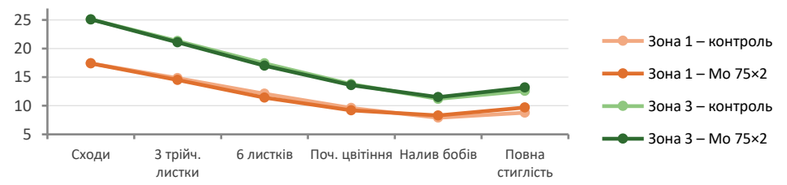


Рисунок 8 – Динаміка мінерального N у ґрунті (0–30 см), мг/кг

Висновки:

1. Поле неоднорідне за родючістю: у зоні низької продуктивності вміст мінерального N, рухомого P_2O_5 та обмінного K_2O на 33–37 % нижчий, ніж у зоні високої, тому потреба в підживленні різна.
2. Урожайність сої сорту Аполліна в середньому становила 3,80 т/га; вплив зони продуктивності – 93 % (3,27 т/га у низькій, 3,88 – у середній, 4,24 т/га – у високій зоні).
3. Хелат молібдену посилив азотфіксацію, ріст і фотосинтез; приріст урожаю – 0,22–0,42 т/га (до 13,7 %) у низькій, 0,12–0,27 – у середній і 0,06–0,13 т/га – у високій зоні.
4. Рекомендовано диференційоване внесення Mo: зона низької продуктивності – 75 г/га двічі, середньої – 100 г/га одноразово, високої – 100 г/га або без підживлення залежно від окупності.
5. Вегетаційний індекс корелює з урожайністю (r = 0,68) і підтверджує межі зон, тому його доцільно використовувати для уточнення карт-завдань.