

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗА ВПЛИВУ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0002-4151-0299

Миколаївський національний аграрний університет

ЄРМОЛАЄВ В.М. – аспірант

orcid.org/0009-0000-6757-0057

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Горох – одна з найбільш популярних бобових культур у світі, яка має велике значення особливо за виходом цінного рослинного білка. Вирощування гороху в сівозмінах сприяє зниженню витрат на виробництво сільськогосподарської продукції, покращує стан ростових процесів рослин, підвищує їх урожайність та продуктивність полів.

Підвищення врожайності та якості зерна зернобобових культур може бути досягнуто шляхом використання ресурсоощадних технологій вирощування. Це є одним зі способів вирішення проблеми дефіциту рослинного білка в Україні, враховуючи, що урожайність гороху залежить від генетичних, екологічних та агротехнічних факторів.

У зв'язку з цим, виникає необхідність дослідження проведення передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення рослин на засадах ресурсозбереження, а саме за використання стартової дози удобрення та сучасних біопрепаратів і мікродобрив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури важливо досягти не лише високого рівня врожаю, а і відповідно оптимальних показників якості отриманої продукції. Це необхідно для всіх видів культур, а для гороху посівного тим більше. Адже зерно цієї цінної бобової рослини використовують для харчування людей, як таке, що вирізняється високим вмістом білка та цінним амінокислотами. Про необхідність вирощування культур з відповідно високими показниками якості достатньо висвітлено в літературі [1-3]. У більшості випадків, як правило, підвищення врожаю корелює досить тісно з покращенням його якості. Проте у випадку з вирощуванням гороху не завжди вдається виявити тісну залежність між рівнем урожайності та білковості зерна, для цього необхідно добирати високобілкові сорти з одночасно високим потенціалом урожаю зерна [4]. Стосовно впливу якості зерна гороху залежно від сорту повідомляють ряд дослідників [5, 6]. Зокрема у дослідженнях Л. В. Король [6] вміст білка в зерні гороху за варіантами змінювалася у розрізі сортів та коливався у сорту Улюбленець у межах 23,48-24,29, а у сорту Юлій – 23,40-24,45%. Аналогічні дані щодо сортових особливостей та якості зерна гороху наводить Н. В. Телекало, провівши дослідження в умовах Лісостепу правобережного – вміст сирого протеїну в зерні гороху сорту Улус визначено на рівні 21,94-24,81%, а сорту Царевич – 23,13-25,44% [7].

Провівши дослідження у зоні Лівобережного Лісостепу України, В. В. Гангур повідомляє про залежність якості зерна гороху від попередньої культури, після якої горох розміщували [8]. Автор зазначає про коливання вмісту сирого протеїну в зерні залежно від попередника у межах від 21,5 до 22,9% у роки досліджень. З цього приводу є й інші цікаві дослідження, проведені у сівозмінах Степу [9] та в інших країнах світу [10].

Зазначене вище пересвідчує важливість питання щодо впливу різних елементів технології на основні показники якості зерна гороху посівного. Ми вирішили дослідити це питання за впливу передпосівної обробки насіння, внесення помірної дози мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ та проведення позакореневого підживлення посіву рослин гороху на початку бутонізації.

Мета. Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення рослин на основні показників якості зерна гороху посівного (сорт Мадонна) за вирощування в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень.

Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі у Навчально-науково-практичному центрі МНАУ протягом 2021-2023 рр. за загальноприйнятими методиками [11-14].

Горох сорту Мадонна вирощували після пшениці озимої. Ґрунтова відміна – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі 3,2-3,3%, середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору і калію. Агротехніка вирощування гороху у дослідках була загальнопринятною для зони Півдня України.

Горох ярий висівали у першій декаді березня нормою 120 кг насіння на гектар (за схемою 15*15*30 см). Перед сівбою насіння обробляли Нановітмікро 1 л/т (або водою) сумісно з фунгіцидом Каріоліс 1 л/т + Ліпосам 100 мл/т. Глибина заробки складала 3-4 см. За утворення на рослинах 3-5 листків посів обробляли системним гербіцидом Агрітокс л/га та інсектицидом Хекат 150 мл/га з Ліпосамом 100 мл/га.

У фазу бутонізації проводили позакореневе підживлення рослин згідно схеми досліду. У цей же період одночасно додавали до суміші інсектицид Хекат 150 г/га + Імідоклоприт 300 г/га + Альфаципермитрин 150 мл/га + Альфалип 150 мл/га для захисту рослин.

Схема досліду включала 2 фактори: *Фактор А* – Обробка насіння перед сівбою: 1. Обробка водою; 2. Обробка препаратом Нановітмікро 1 л/т.

Фактор В – Фон живлення: 1. Контроль; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Нановіт 1 л/га; 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Нановіт 1 л/га; 5. Органік Д-2М 2л/га; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М 2 л/га; 7. Бор 1 л/га; 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор 1 л/га.

Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в усіх дослідах із горохом посівним проводили згідно із зональними методичними рекомендаціями та ДСТУ.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока [14].

Результати досліджень. За результатами наших досліджень визначено, що вміст білка у зерні гороху посівного сорту Мадонна змінювався. Відбувалося це за впливу як прийнятих на дослідження елементів технології, так і кліматичних умов років вирощування культури. Встановлено, що передпосівна обробка насіння Нановітом порівняно з обробкою його водою, призвела до збільшення вмісту білка у зерні гороху (табл. 1).

Сприяла цьому і запроваджена у досліді оптимізація живлення рослин, а саме: внесення під передпосівну культивування помірної дози комплексного мінерального добрива та обробка посіву рослин гороху досліджуваними препаратами і бором. Уміст білка дещо збільшувався за проведення позакореневого підживлення на початку бутонізації у варіантах поєднання цього заходу з фоном внесення NPK.

Як свідчать результати, наведені в таблиці 1, аналогічну залежність простежували в усі роки вирощування. Це ілюструє і рис. 1, де можемо чітко бачити значення оптимізації живлення та поєднання факторів, які взято на дослідження. Максимальним вміст білка у середньому за 2021 -2023 рр. вирощування виявився за сумісної дії обробки насіння Нановітом і проведення підживлень по фоні передпосівного внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$, де визначено 22,5% білка. За цих заходів, але з проведенням обробки насіння перед сівбою водою вміст білка склав 22,2%, або ж на 0,3% менше. В абсолютному контролі за обробки насіння водою і без впровадження факторів оптимізації живлення білка в зерні гороху в середньому

за роки досліджень містилося 21,3%. Стосовно найбільш оптимального поєднання факторів це відповідно на 1,2% менше.

Між рівнями врожаю зерна та вмісту білка залежно від досліджуваних факторів та років досліджень визначено кореляційну залежність. За значенням та шкалою Чеддока вона показує значний, сильний та дуже сильний зв'язок $R^2 = 0,6745-0,835$.

Слід також зазначити, що на вмісті білка в зерні гороху посівного істотно позначалися погодно-кліматичні умови років вирощування (рис. 2). Так, найменше білка накопичено в зерні за проведення досліджень у найбільш сприятливому за кількістю опадів 2021 році. На нашу думку, це обумовлено достатнім запасом вологи в ґрунті на період дозрівання зерна. Вегетація у цьому році була тривалішою, порівняно з наступними роками досліджень. Мікробіологічні процеси у тому числі і фіксація біологічного азоту на період завершення дозрівання були по суті призупинені, що пов'язано із певним ущільненням верхніх шарів ґрунту.

Звісно ж за таких умов живлення рослин відбувається з певними труднощами, сполуки азоту в зерно поступають слабо і в недостатній кількості.

Дещо більше білка в зерні рослин гороху накопичилося у наступному 2022 році, а найбільше – у 2023 р., у якому умови дозрівання бобів склалися найбільш оптимально.

Про певні відмінності у формуванні не лише рівнів урожаю зерна гороху, а і основних показників його якості у своїх дослідженнях стосовно впливу кліматичних умов та елементів технології повідомляють автори за вирощування гороху посівного в різних ґрунтово-кліматичних зонах України та світу [15-17]. Окремі дослідники – В. Іщенко із співавторами [18] також спостерігали різницю в рівнях урожайності і якості зерна гороху і зазначають, що вирішальна роль належить системі живлення шляхом удобрення цієї культури, а також кліматичним умовам. Щодо значення елементів інтенсифікації технологій у вирощуванні гороху в умовах Північного Лісостепу України для збільшення врожаю і покращення якості зерна повідомляють [19], на це вказують і інші дослідники України і зарубіжжя [20-23].

Таблиця 1

Вміст білка у зерні гороху за впливу досліджуваних факторів та років вирощування, %

Фон живлення (фактор В)	2021 р.		2022 р.		2023 р.	
	1	2	1	2	1	2
Контроль	20,5	20,6	21,6	21,9	21,8	22,2
$N_{15}P_{15}K_{15}$	20,9	21,1	22,0	22,4	22,4	22,8
Нановіт 1 л/га	20,9	21,1	21,9	22,2	22,2	22,5
$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Нановіт 1л/га	21,2	21,4	22,4	22,8	22,8	23,1
Органік Д-2М 2л/га	20,8	21,0	22,0	22,1	22,1	22,6
$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М 2л/га	21,1	21,2	22,3	22,6	22,7	23,0
Бор 1 л/га	20,9	21,2	22,1	22,5	22,4	22,7
$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор 1 л/га	21,3	21,5	22,8	23,2	23,0	23,4
A	0,3		0,2		0,3	
НІР ₀₅ В	0,5		0,4		0,5	
АВ	0,6		0,6		0,7	

Примітки : 1. Обробка насіння водою 2. Обробка насіння Нановітом

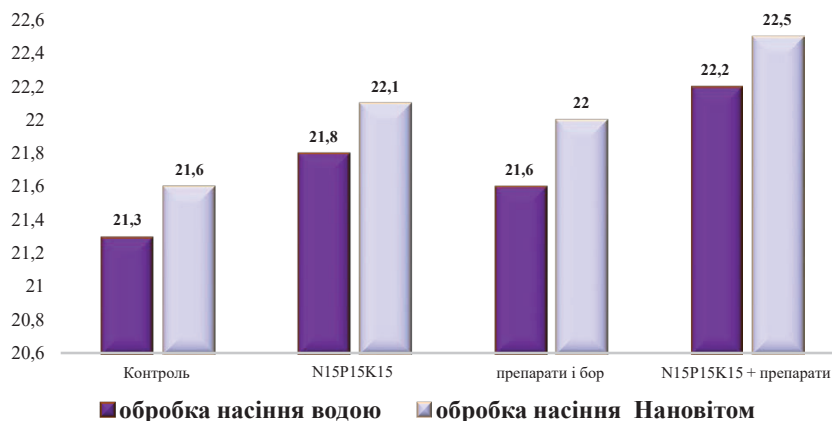


Рис. 1. Вплив досліджуваних факторів на вміст білка у зерні гороху (середнє за 2021-2023 рр.),%

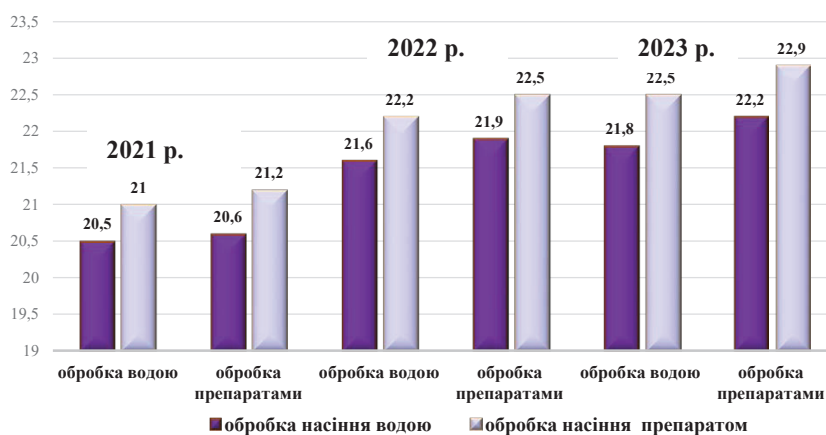


Рис. 2. Вплив досліджуваних факторів та років вирощування на вміст білка в зерні гороху, %

Все зазначене пересвідчує, що відмінності стосовно якості зерна гороху, зокрема вмісту в ньому білка за нашими дослідженнями, мають обґрунтування та узгоджуються з оптимальними результатами багатьох авторів.

Разом з тим важливо знати, яким же може бути умовний вихід чи збір білка з одиниці площі. Цей показник є розрахунковим, він залежить як від врожайності зерна,

так і вмісту в ньому білка. Ми визначили цей показник, дані наведено в табл. 2.

Наведені дані свідчать, що за обробки насіння перед сівбою та проведення заходів з оцдадливої оптимізації живлення рослин гороху посівного, умовний вихід білка з 1 гектару посіву збільшувався. Це важливо у вирощуванні бобових рослин, адже горох може бути використаний безпосередньо для їжі, він є цінним для приготу-

Таблиця 2

Вплив досліджуваних факторів на умовний вихід (збір) білка з урожаєм гороху (середнє за 2021-2023 рр.), т/га

Фон живлення (фактор В)	Обробка насіння перед сівбою (фактор А)			
	Вміст білка		Умовний збір білка	
	обробка водою	обробка Нановітом	обробка водою	обробка Нановітом
Контроль	21,3	21,6	0,33	0,37
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	21,8	22,1	0,41	0,45
Нановіт 1 л/га	21,7	21,9	0,44	0,49
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Нановіт 1л/га	22,1	22,4	0,50	0,55
Органік Д-2М 2л/га	21,6	21,9	0,44	0,48
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік Д-2М 2 л/га	22,0	22,3	0,49	0,55
Бор 1 л/га	21,6	22,1	0,43	0,48
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Бор 1 л/га	22,4	22,7	0,49	0,55

вання високоякісних консервів, концентратів для супів тощо. Відходи, які залишаються після очистки і сортування зерна гороху, використовують для виготовлення цінних комбикормів, концентратів, кормових сумішей і доповнювачів до раціону тварин [23].

Чим більше в зерні гороху міститься білка, тим кориснішим воно буде як для харчування людей, так і згодуювання тваринам. Звісно ж у цьому важливо отримати і більший умовний збір (вихід) білка з одиниці площі.

Ми встановили значний зв'язок між урожайністю гороху посівного та вмістом білка: $R^2 = 0,6752-0,6963$.

Між урожайністю гороху посівного та умовним збором білка встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок: $R^2 = 0,9906-0,9914$.

Окрім вмісту білка в зерні гороху ми визначали ще масу 1000 зерен. За поєднання досліджуваних факторів ці показники також зросли відносно контролю, що переконливо ілюструє рис. 3.

Нами побудовано кореляційно-регресійну модель між урожайністю гороху посівного та масою 1000 зерен (рис. 4) за впливу досліджуваних факторів. На рисунках чітко простежується сильний та дуже сильний зв'язок за шкалою Чеддока про що свідчить коефіцієнт детермінації (R^2).

Висновки. Таким чином, обробка насіння перед сівбою Нановітом, внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ і проведення позакорневих підживлень Нановітом, Органік Д-2М та бором, як окремо й особливо за поєднання заходів, сприяє збільшенню маси 1000 зерен, вмісту білка у зерні гороху та його умовного виходу (збору) з одиниці площі посіву. Це виключно важливо для цієї культури.

Так, якщо у середньому за всі роки досліджень вміст білка у зерні гороху, що вирощували у контролі, склав 21,3%, то в найбільш оптимальних варіантах досліді він збільшився до 22,3-22,7%. Аналогічно змінювався і умовний збір білка з 1 га посіву від 0,33 т/га до 0,55.

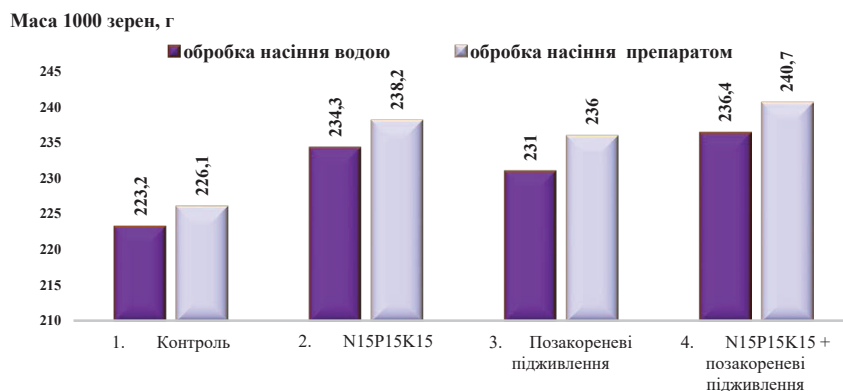


Рис. 3. Вплив досліджуваних факторів на масу 1000 зерен гороху посівного (середнє за 2021-2023 рр.)

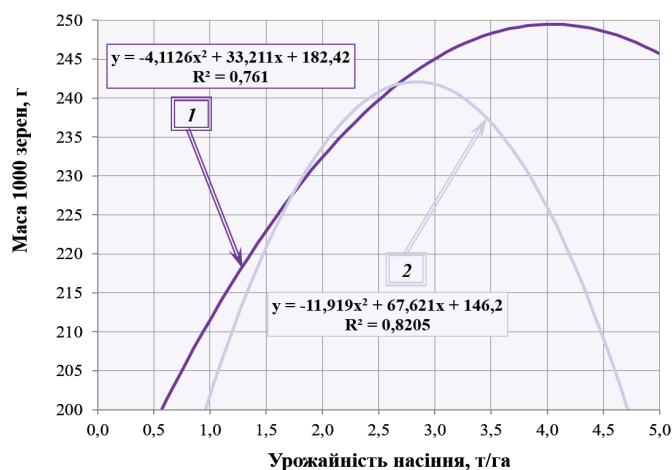


Рис. 4. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю гороху посівного та масою 1000 зерен за впливу досліджуваних факторів (середнє за 2021-2023 рр.)

1 за обробки насіння водою: $y = -4,1126x^2 + 33,211x + 182,42$; $R^2 = 0,761$

2 за обробки насіння Нановітом: $y = -11,919x^2 + 67,621x + 146,2$; $R^2 = 0,8205$

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Lenssen Andrew W., Sainju Upendra M., Jabrob Jalal D., Allenb Brett L., Stevensb William B. Dryland Pea Production and Water Use Responses to Tillage, Crop Rotation, and Weed Management Practice. *Agronomy journal*. 2018. Volume 110. Issue 5. P. 1843–1853.
- Andrushko M., Lykhochvor V., Andrushko O. The influence of variety and rate sowing on the yield and quality of pea grain (*Pisum sativum*). TeKa. *Quarterly journal of agri-food industry*. Rzeszow-Lviv, 2019. Vol. 19. No. 4. Pp. 13–22.
- Khan T. N., Meldrum A., Croser J. S. Pea Overview. *Reference Module in Food Science*. 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8>
- Tulbek M. C., Lam Y., Wang P., Asavajaru A. Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. *Sustainable Protein Sources*. 2017. P. 145–164. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3>
- Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. *Збірник наукових праць Селекційногенетичного інституту – національного центру насінництва і селекції*. 2010. Вип. 15(55). С. 153–166.
- Король Л. В. Формування біологічного потенціалу гороху залежно від застосування добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. Київ, 2019. 21 с.
- Телекало Н. В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2015. Вип. 90. С. 96–101.
- Гангур В. В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. Том 1. №1. С. 129–133.
- Лебідь Є. М., Десятник Л. М., Федоренко І. Є. та ін. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном*. 2018. №3. С. 166–167.
- Reckling M., Hecker J. M., Bergkvist G. et al. A cropping system assessment framework. *Evaluating effects of introducing legumes into crop rotations European J. of Agronomy*. 2016. V. 76. P. 186–197.
- Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
- Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків, 2016. 316 с.
- Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін.; за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.
- Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник / Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
- Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я. та ін. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. *Зернові культури*. 2018. Том 2. №2. С. 267–273.
- Дворецька С. П., Рябокін Т. М., Каражбей Т. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. Київ: "ВП Едельвейс", 2016. №1. С. 36–45.
- Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*. 2019. Article ID 1398612, 6 p. <https://doi.org/10.1155/2019/1398612>.
- Іщенко В., Козелець Г., Гайдено О., Темченко А. Горох – культура вимоглива до умов вирощування. *Агробізнес сьогодні*. 2016. №7. С. 70–72.
- Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Рябокін Т. М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Випуск 4. С. 59–65.
- Książak J. Reakcja grochu (*Pisum sativum*) na nawożenie mineralne i naturalne. *Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. Fragm. Agron.* 2017. № 34(4). Pp. 77–92.
- Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Influence of variety, elements of the fertilization system, sowing rates of seeds on the pea yield (*Pisum sativum*). *Folia pomeranae universitatis technologiae stetinensis. Folia Pomer.* 173 Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 2020. Wydanie 355(54)2. Pp. 23–30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03
- Symanowicz B., Kalembasa S., Toczko M. Zmiany zawartości wybranych makroelementów w *Pisum sativum* L. i w glebie pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasowego. *Acta Agrophysica*. 2015. 22(3), 311–321.
- Kovalenko V., Kovalenko N., Gamayunova V., Kandyba N., Vandyk M. Ecological and Technological Evaluation of the Nutrition of Perennial Legumes and their Effectiveness for Animals. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. № 25(4). Pp. 294–304. <https://doi.org/10.12911/22998993/185219>

REFERENCES:

- Lenssen, Andrew W., Sainju, Upendra M., Jabrob, Jalal D., Allenb, Brett L. & Stevensb, William B. (2018). Dryland Pea Production and Water Use Responses to Tillage, Crop Rotation, and Weed Management Practice. *Agronomy journal*. Volume 110. Issue 5. P. 1843–1853.
- Andrushko, M., Lykhochvor, V., & Andrushko, O. (2019). The influence of variety and rate sowing on the yield and quality of pea grain (*Pisum sativum*). TeKa. *Quarterly journal of agri-food industry*. Vol. 19. No. 4. Pp. 13–22.
- Khan, T.N., Meldrum, A., & Croser, J.S. (2016). Pea Overview. *Reference Module in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8>
- Tulbek, M.C., Lam, Y., Wang, P., & Asavajaru, A. (2017). Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. *Sustainable Protein Sources*. P. 145–164. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3>
- Babych, A.O., & Babych-Poberezhna, A.A. (2010). Zernovi bobovi kultury u vyrishenni hlobalnoi prodovolchoi problem [Cereal legumes in solving the global food problem]. *Zbirnyk naukovykh prats Seleksiinohenetychnoho instytutu – natsionalnoho tsentru nasinnystva i seleksii – Collection of scientific works of the Institute of Breeding and Genetics – the*

- National Center for Seed Production and Breeding, 15(55), 153–166 [in Ukrainian].*
6. Korol, L.V. (2019). Formuvannia biolohichnoho potentsialu horokhu zalezno vid zastosuvannia dobryv ta rehuliatoriv rostu v umovakh Lisostepu Ukrainy [The formation of the biological potential of peas depending on the use of fertilizers and growth regulators in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*, Kyiv, 21 [in Ukrainian].
 7. Telekalo, N.V. (2015). Konkurentospromozhnist tekhnolohii vyroshchuvannia horokhu posivnoho v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Competitiveness of field pea growing technologies in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald*, 90, 96–101 [in Ukrainian].
 8. Hanhur, V.V. (2017). Urozhainist i yakist zerna horokhu zalezno vid poperednykiv ta nasychenosti riznorotatsiinykh sivozmin v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Yield and quality of pea grain depending on precursors and saturation of different crop rotations in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury – Cereal crops*, 1, 1, 129–133 [in Ukrainian].
 9. Lebid, Ye.M., Desiatnyk, L.M., Fedorenko, I.Ye. et al. (2018). Osoblyvosti vyroshchuvannia horokhu y ozymoї pshenytsi v sivozminakh Stepu [Peculiarities of growing peas and winter wheat in crop rotations of the Steppe]. *Ahronom – Agronomist*, 3, 166–167 [in Ukrainian].
 10. Reckling, M., Hecker, J.M., & Bergkvist, G. et al. (2016). A cropping system assessment framework. *Evaluating effects of introducing legumes into crop rotations European J. of Agronomy*. V. 76. P. 186–197.
 11. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methodology of scientific research in agronomy]*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 264 [in Ukrainian].
 12. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshchop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]. *Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy [Theoretical aspects of the research case]*. Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
 13. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshchop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen [Statistical processing of agronomic research results]*. Kharkiv, 342 [in Ukrainian].
 14. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiyni i koreliatsiyni analiz u zemlerobstvi ta roslynnytstvi [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production]*. Kherson: Ailant, 272 [in Ukrainian].
 15. Hyrka, A.D., Tkalic, I.D., & Sydorenko, Yu.Ya. et al. (2018). Osoblyvosti formuvannia zernovoi produktyvnosti roslin riznykh sortiv horokhu v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy [Peculiarities of the formation of grain productivity of plants of different varieties of peas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury – Cereal crops*, 2, 2, 267–273 [in Ukrainian].
 16. Dvoretzka, S.P., Riabokin, T.M., & Karazhbei, T.V. (2016). Vplyv ahrometeorolohichnykh umov na formuvannia produktyvnosti sortiv horokhu [Influence of agrometeorological conditions on the formation of productivity of pea varieties]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN" – Collection of scientific works of the NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences"*, 1, 36–45 [in Ukrainian].
 17. Kindie, Y., Bezabih, A., & Beshir, W. (2019). Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*, 1-6 <https://doi.org/10.1155/2019/1398612>
 18. Ishchenko, V., Kozelets, H., Haidenko, O., & Temchenko, A. (2016). Horokh – kultura vymohlyva do umov vyroshchuvannia [Peas are a demanding culture for growing conditions]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*, 7, 70–72 [in Ukrainian].
 19. Kamynskiy, V.F., Dvoretzka, S.P., & Riabokin, T.M. (2015). Formuvannia urozhaiu sortiv horokhu zalezno vid rivnia intensyfikatsii tekhnolohii vyroshchuvannia u Pivnichnomu Lisostepu [Yield formation of pea varieties depending on the level of intensification of growing technology in the Northern Forest Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN" – Collection of scientific works of the NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences"*, 4, 59–65 [in Ukrainian].
 20. Księżak, J. (2017). Reakcja grochu (*Pisum sativum*) na nawożenie mineralne i naturalne. *Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. Fragm. Agron*, 34(4), 77– 92.
 21. Lykhochvor, V., Andrushko, M., & Andrushko, O. (2020). Influence of variety, elements of the fertilization system, sowing rates of seeds on the pea yield (*Pisum sativum*). *Folia pomeranae universitatis technologiae stetinensis. Folia Pomer. 173 Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. Wydanie*, 355(54)2. Pp. 23–30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03
 22. Symanowicz, B., Kalembsa, S., & Toczko, M. (2015). Zmiany zawartości wybranych makroelementów w *Pisum sativum* L. i w glebie pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasowego [The influence of different potassium fertilisation on changes in the content of selected macronutrients in *Pisum sativum* L. and soil]. *Acta Agrophysica*, 22(3), 311–321 [in Polish].
 23. Kovalenko, V., Kovalenko, N., Gamayunova, V., Kandyba, N., & Vandyk, M. (2024). Ecological and Technological Evaluation of the Nutrition of Perennial Legumes and their Effectiveness for Animals. *Journal of Ecological Engineering*, 25(4), 294–304. <https://doi.org/10.12911/22998993/185219>
- Гамаюнова В.В., Єрмолаєв В.М. Якість зерна гороху посівного за впливу досліджуваних елементів технології вирощування**
- Мета.** Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення рослин на основні показники якості зерна гороху посівного (сорт Мадонна) за вирощування в умовах Південного Степу України. **Матеріали та методика досліджень.** Сорт гороху Мадонна вирощували на чорноземі південному на дослідних полях Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Дослід двохфакторний: фактор А – обробка насіння перед сівбою: водою (контроль); препаратом Нановітмікро 1 л/т зерна, фактор В – фони живлення рослин: 1. Контроль;

2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Нановіт 1 л/га; 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Нановіт 1 л/га; 5. Органік Д-2М 2л/га; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М 2 л/га; 7. Бор 1 л/га; 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор 1 л/га. Усі елементи технології, відбір снопових зразків рослин, визначення, облік урожаю, статистичну обробку отриманих результатів проводили згідно методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень. За результатами наших досліджень було встановлено, що вміст білка у зерні гороху посівного сорту Мадонна змінюється під впливом технологічних елементів та кліматичних умов вирощування. Проведені експерименти показали, що передпосівна обробка насіння Нановітом призводить до збільшення вмісту білка у зерні гороху порівняно з обробкою водою. Ця тенденція спостерігалася протягом усього періоду досліджень. Найвищий вміст білка (22,5%) було зафіксовано в середньому за 2021-2023 роки при поєднанні обробки насіння Нановітом та підживлення $N_{15}P_{15}K_{15}$ перед сівбою. У випадку обробки насіння водою перед сівбою, вміст білка склав 22,2%, що на 0,3% менше. У контрольній групі без застосування оптимізаційних заходів, вміст білка в зерні гороху становив у середньому 21,3%. Під час обробки насіння перед посівом та впровадження заходів з ефективною оптимізацією живлення рослин гороху посівного, умовний вихід білка з 1 гектару посіву збільшувався. Чим більше білка міститься в зерні гороху, тим ціннішим воно є для людського споживання та годівлі тварин. Дослідження показали дуже сильний кореляційний зв'язок між урожайністю гороху посівного та умовним збором білка, що демонструє високу стабільність цих показників протягом часу: $R^2 = 0,9906-0,9914$. Очевидно, що важливо отримати більший умовний вихід білка з одиниці площі.

Висновки. Таким чином, обробка насіння перед посівом Нановітом, введення $N_{15}P_{15}K_{15}$ та застосування позакореневих підживлень Нановітом, Органік Д-2М та бору, як окремо, так і в поєднанні, сприяють збільшенню маси 1000 зерен, вмісту білка у зерні гороху та його умовного виходу з одиниці площі посіву. Це надзвичайно важливо для цієї культури. Якщо середнє значення вмісту білка у зерні гороху у контрольному варіанті складало 21,3% протягом всього дослідження, то в оптимальних випадках це значення збільшилося до 22,3-22,7%. Аналогічно зросла і умовний вихід білка з 1 гектару посіву від 0,33 тонн до 0,55 тонн.

Ключові слова: горох посівний, якість зерна, позакореневе підживлення, мінеральні добрива, мікродобрива.

Gamayunova V.V., Yermolaiev V.M. Quality of field pea grain under the influence of the studied elements of cultivation technology

Objective. The aim of the research was to determine the impact of pre-sowing seed treatment and optimization of plant nutrition on the main quality indicators of field pea

grain (Madonna variety) grown in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Materials and Methods. The Madonna variety of peas was grown on southern chernozem at the experimental fields of the Educational and Research Practical Center of Mykolaiv National Agrarian University. The study was a two-factor experiment: Factor A – seed treatment before sowing: water (control); Nanonit Micro preparation at 1 l/ton of seeds; Factor B – plant nutrition backgrounds: 1. Control; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Nanonit at 1 l/ha; 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Nanonit at 1 l/ha; 5. Organic D-2M at 2 l/ha; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Organic D-2M at 2 l/ha; 7. Boron at 1 l/ha; 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Boron at 1 l/ha. All technological elements, selection of plant sample bundles, determination and accounting of yield, and statistical processing of the obtained results were carried out according to methodological recommendations and DSTU standards. Results of the Research. According to our research findings, the protein content in the grain of the field pea variety Madonna varies under the influence of technological elements and climatic conditions of cultivation. The conducted experiments showed that pre-sowing seed treatment with Nanonit leads to an increase in protein content in pea grain compared to treatment with water. This trend was observed throughout the entire research period. The highest protein content (22.5%) was recorded on average from 2021 to 2023 when combining Nanonit seed treatment with $N_{15}P_{15}K_{15}$ fertilization before sowing. In the case of seed treatment with water before sowing, the protein content was 22.2%, which is 0.3% lower. In the control group without optimization measures, the protein content in pea grain averaged 21.3%. During the pre-sowing seed treatment and implementation of effective plant nutrition optimization measures for field peas, the conditional protein yield per hectare increased. The higher the protein content in pea grain, the more valuable it is for human consumption and animal feed. The study demonstrated a very strong correlation between pea yield and conditional protein yield, indicating a high stability of these indicators over time: $R^2 = 0.9906-0.9914$. It is evident that obtaining a higher conditional protein yield per unit area is important. Conclusions. Thus, pre-sowing seed treatment with Nanonit, the introduction of $N_{15}P_{15}K_{15}$, and the application of foliar fertilizers Nanonit, Organic D-2M, and boron, both separately and in combination, contribute to an increase in the weight of 1000 seeds, protein content in pea grain, and its conditional yield per unit area of sowing. This is extremely important for this crop. While the average protein content in pea grain in the control variant was 21.3% throughout the study, in optimal cases this value increased to 22.3-22.7%. Similarly, the conditional protein yield per hectare of sowing rose from 0.33 tons to 0.55 tons.

Key words: field pea, grain quality, foliar feeding, mineral fertilizers, micronutrients.