

МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

БУРИКІНА С.І. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-5197-6586

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

СЕРГЄЄВ Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-4169-8938

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Формування врожаю сільськогосподарських культур пов'язане з комплексом факторів, з яких важливе місце займають природно – кліматичні умови. За всіма сценаріями розвитку подій, клімат Південного Степу України від помірно континентального переходить до різко континентального. За результатами багаторічних спостережень встановлено, що в Одеській області, як і в інших областях південного степу спостерігається збільшення температурних екстремумів та аномальних явищ, перепад між денними і нічними температурами, подовження тривалості літньої спеки, зміни в перерозподілі кількості річних опадів, поширення опадів зливного характеру та сильних вітрів, збільшення періоду засухи [1–4].

Одним із напрямків адаптації сільськогосподарського виробництва до кліматичних змін є оновлення асортименту культур, адаптованих до нових умов вирощування [5]. На Одеській державній сільськогосподарській дослідній станції такі роботи розпочаті у 2016 році з вивчення можливостей таких культур як нут, сочевиця, горох підзимової сівби.

Горох підзимової сівби – культура нова для Південного Степу і перевага її в тому, що рослини можуть використовувати як зимову, так і весняну вологу. Нові культури, у тому числі і горох підзимової сівби, потребують розробки зональних технологій вирощування, складовою ланкою яких є система удобрення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аграрії України вперше ознайомилися із горохом підзимової сівби у 2016 році, коли було завезено сорти НС Мороз сербської селекції, Балтрап (Франція) та Ендуро. Пізніше, відомим селекціонером України В.І. Січкарем створено сорт Вавілон, який передано до державного сортовипробування.

Не всі вчені вважають сучасні сорти озимого гороху новим словом в селекції. Так, Олександр Гончаров [6] відмічає, що хоча «озимий» горох рекламують як останнє досягнення селекції, як диво-культуру для осіннього посіву, але на його погляд, морозостійкі сорти гороху існують, але вони, по-перше, не озимі, а просто зимуючі; по-друге, ці сорти є підправлені модифікації так званого «австрійського зимуючого гороху», який виробляється в Європі з кінця 19 століття, а в США і СРСР відомий з 1920-х років.

Незважаючи на розбіжність поглядів, горох озимий в умовах кліматичних змін знаходить своє місце в сіво-

змінах різних зон України та здобуває прихильність сільгоспвиробників. Окремі елементи технології його вирощування вивчаються та удосконалюються практиками та вченими, де за основу береться базова технологія гороху ярого, що стосується і системи удобрення, зокрема.

Перші посіви озимого гороху з'явилися у Вінницькій та Житомирській областях на полях ТОВ «Українка-Агро» восени 2016 року. Використовувався сорт НС – Мороз, попередники соняшник та гірчиця. На бідних ґрунтах під основний обробіток вносили 150 кг нітроамофоски та 200 кг аміачної селітри, на інших – 100 кг NPK; у фазі появи 4–5 листків проводили позакореневе підживлення препаратами сірки, магнію, молібдену, кобальту; у фазу бутонізації – бору. По мерзлоталому ґрунту для кращої регенерації надземної маси проводили підживлення азотними добривами в нормі 45–60 кг/га д.р. В результаті на чорноземних ґрунтах отримали урожай гороху озимого 4,3 т/га, на піщаних – 3,7 т/га [7].

На полях ФГ «Таврія-Скіф» (Запорізька область) займаються озимим горохом з 2018 року і в умовах Середнього Степу, де розташоване господарство, при несприятливих погодних умовах його посіви забезпечили урожай на рівні 3,0–3,1 т/га проти 1,3–2,0 т/га гороху ярого. Проводили підживлення посівів озимого гороху по мерзлоталому ґрунту дозою 70 кг/га мінерального азоту (аміачна селітра 200 кг/га), щодо основного внесення добрив фахівець інформацію не надав [8].

Ігор Карабанов – керівник ТОВ «НБК «Росток КІВ» (с. Мар'ївка Компаніївського району Кіровоградської області) відмічає, що сьогодні практичний досвід вирощування озимого гороху в Україні мають уже кілька десятків господарств, втім, відпрацювання елементів технології ще триває [9]. В його господарстві після збирання попередника вносили 150 кг/га амофосу та 150 діамофоски. Насіння сорту НС-Мороз, яке оброблене фунгіцидом, додатково обробляли стимулятором росту Вігортем-С – 0,5 кг/т та добривом з фунгіцидним ефектом Кафом Zn-Mn – 1,6 л/т. Навесні внесли 50 кг/га карбаміду; в середині квітня було проведено наступне підживлення посівів сумішшю Наповал 0,2 л/га + карбамід 3 кг/га + сульфат магнію 3 кг/га + Вігортем-С 0,3 кг/га + Кафом Zn-Mn 1,5 л/га; на початку травня провели чергове обприскування препаратами Наповал 0,2 л/га + Етаборо 1 л/га + карбамід 2 кг/га + сульфат магнію 1 кг/га + Вігортем-С 0,3 кг/га. В результаті отримали урожай до 5,0 т/га.

Очевидно, що сільгоспвиробники в питанні удобрення посівів гороху підзимової сівби, використовують досвід вирощування озимих злакових культур і, частково, – гороху ярого. Підкреслюємо, частково, оскільки вважається, що горох польовий потребує невеликої кількості азоту, поки не буде індукований симбіоз з *Rhizobium*, у всякому разі – до цвітіння. Для формування стручків рослини гороху використовують біологічно фіксований азот, і багато дослідників вважають, що цього достатньо для задоволення потреб рослини в азоті [10–12]. Але в дослідях Е. Figueira з ізотопом азоту показано, що за найнижчого режиму азоту коефіцієнт використання ^{15}N горохом був подібним або вищим порівняно зі зерновими злаковими культурами і зменшувався разом із показниками азоту в ґрунті, що, на його думку, підтверджує потребу гороху в мінеральному азоті, зокрема на початку вегетації [13].

В наукових установах проведена велика кількість досліджень присвячених вивченню проблеми використання мінеральних добрив, зокрема, азотних, на продуктивність гороху та на процеси симбіотичної азотфіксації [14–24]. При цьому добрива вносили під основний обробіток, як припосівне і у підживлення, але єдиної думки щодо оптимальної норми азоту під горох, навіть в межах однієї ґрунтово-кліматичної зони не досягнуто.

З короткого огляду літератури очевидно, що наукові дослідження з питань системи живлення гороху посівного існують в основному для його ярих форм, результати яких неоднозначні. Для гороху озимого є, здебільшого, практичні спроби в різних господарствах України і система удобрення для нього підбирається по аналогії з ярим горохом. Відсутня наукова обґрунтованість оптимальних умов для живлення озимого гороху, але інтерес до нього зростає з огляду на глобальне потепління.

Тому, метою досліджень було вивчення ефективності різних доз мінеральних добрив при внесенні під горох підзимової сівби в посушливих умовах Південного Степу.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліді проводились упродовж 2020–2023 рр. на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН, яке знаходиться в Одеському районі, Одеської області. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний малогумусний важко суглинковий на лесоподібних відкладах, середньо забезпечений доступними поживними речовинами.

Мінеральні добрива у вигляді аміачної селітри, нітрамофоски (15:15:15), суперфосфату простого та калійної солі вносили під передпосівну культивуацію. Варіанти систем удобрення: 1) контроль без внесення добрив; 2) N_{30} ; 3) N_{45} ; 4) N_{60} ; 5) $\text{P}_{40}\text{K}_{40}$; 6) $\text{N}_{30}\text{P}_{40}$; 7) $\text{N}_{30}\text{K}_{40}$; 8) $\text{N}_{60}\text{P}_{40}$; 9) $\text{N}_{60}\text{K}_{40}$; 10) $\text{N}_{30}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$; 11) $\text{N}_{45}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$; 12) $\text{N}_{60}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$.

Горох сорту Ендуро висівали кожного року 20 жовтня сівалкою «Клен-1,5 С» з міжряддям 15 см, нормою висіву 1,2 млн./га, розміром ділянки 10x1,5 м; попередник пшениця озима м'яка. Повторність – чотириохватна. Обробіток ґрунту – різноглибинний, загальноприйнятий для богарних умов південного степу.

Для збирання падалиці зернових колосових і проти дводольних бур'янів обробляли посіви гербіцидом

(базагран 1,5 л/га + пульсар 0,5 л/га); збирання та облік врожаю проводили в червні місяці (16–23 числа) комбайном «Samro-130».

Проведення польових досліджень, розміщення дослідів в натурі, відбір зразків та їх аналізування проводилось у відповідності до стандартних методик. Статистична обробка результатів досліджень – з використанням загальноприйнятих в рослинництві методик.

Погодні умови років досліджень дуже відрізнялися за температурним режимом, кількістю опадів та їх розподілом за періодами росту рослин гороху підзимової сівби. Кількість опадів, що випали в період від жовтня до травня місяця у 2021 році склала 336 мм, 2022 р. – 208,6 мм та 2023 р. – 356 мм.

У всі роки спостережень допосівний період і період від посіву до сходів були забезпечені опадами недостатньо: передпосівний час найгіршим був у 2021 році, коли від загальної кількості випало всього 11,5% (рис. 1); сходи гороху потерпали від нестачі вологи у всі роки; в зимовий період найбільша частка опадів була у 2022 році, найменша (20,9%) – 2023 р.; під час весняної вегетації найгірше почували себе рослини гороху у 2022 році: за три місяці вони отримали всього 46,1 мм опадів, що склало 22,1% від загальної кількості. Весняна вологозабезпеченість була найкраща у поточному 2023 році, з березня по травень місяць випало 176 мм опадів (49,5% від суми).

Температура повітря у всі роки і протягом всього періоду вища за кліматичну норму (рис. 2), що ще раз підтверджує висновки щодо потепління в нашому регіоні.

Результати досліджень. З трьох років досліджень мінімальний урожай отримали у 2022 році (табл. 1): за варіантами добрив він коливався від 1,67 т/га до 2,06 т/га, тим самим приріст виходу зерна з одиниці площі складав від 11,3% до 37,3%; у 2022 та 2023 роках рівень урожайності в середньому за варіантами добрив був практично однаковий: 3,97 та 3,95 т/га.

В середньому за три роки найбільші прирости врожаю отримали при використанні повного мінерального добрива $\text{N}_{30}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$ та $\text{N}_{45}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$, 66,4% і 59,6%, відповідно. Внесення лише фосфорно – калійних добрив дозою $\text{P}_{40}\text{K}_{40}$ забезпечило підвищення урожайності на 1,22 т/га (54,7%). Ефективність азотно – калійних добрив порівняно вище за азотно – фосфорні на 6,1% та 7,6% відповідно дозам азоту 30 кг/га та 60 кг/га.

Аналіз агрономічної ефективності добрив за роками досліджень (рис. 3) дозволив виявити основні дві тенденції: перша – падіння окупності добрив, як повного мінерального, так і моно азоту із зростанням його дози внесення і друга – вихід зерна на 1 кг моно азоту вищий за повне мінеральне добриво з відповідною дозою. Можна відмітити і третю тенденцію: окупність добрив залежить від погодних умов вегетаційного періоду. Так, якщо у 2021 та 2023 роках на 1 кг азоту відповідно дозі внесення додатково отримували від 25,7 до 10,8 кг зерна, то у 2022 – лише 5,7–3,7 кг; аналогічно і для НРК –19,1–9,4 проти 5,1–1,9 кг/кг.

Дійсно кореляційний аналіз показав практично функціональну залежність агрономічної ефективності від

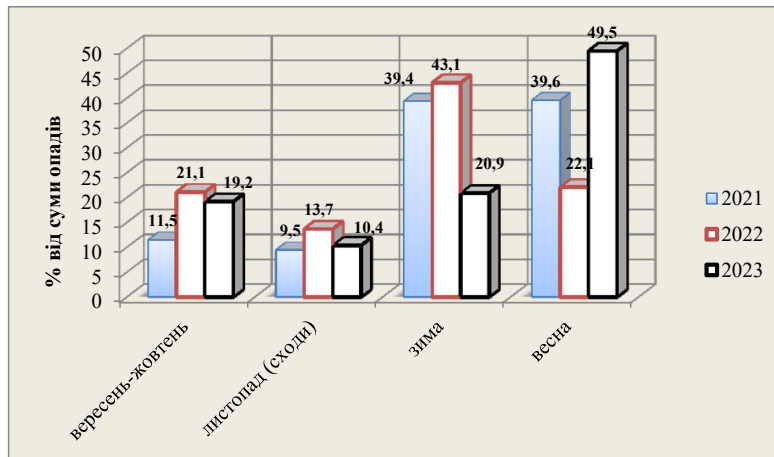


Рис. 1. Розподіл опадів за періодами розвитку гороху підзимової сівби в роки досліджень

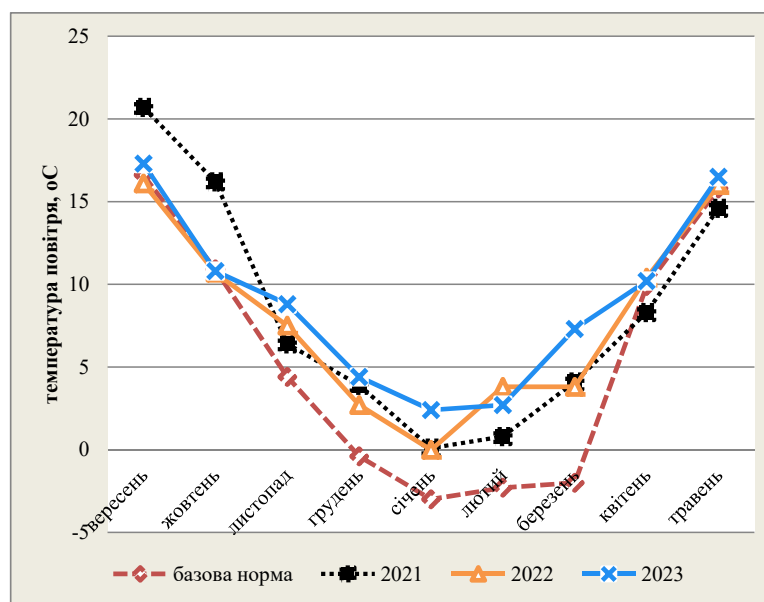


Рис. 2. Середньомісячна температура повітря в роки досліджень

Таблиця 1

Урожай зерна гороху підзимової сівби за варіантами систем удобрення та роками досліджень, т/га

Варіант удобрення	2021	2022	2023	середнє	± до контролю	
					т/га	%
контроль	2,72	1,50	2,46	2,23	-	-
N ₃₀	3,46	1,67	3,23	2,79	0,56	25,1
N ₄₅	3,39	1,80	3,47	2,89	0,66	29,6
N ₆₀	3,37	1,72	3,66	2,92	0,69	30,9
P ₄₀ K ₄₀	4,30	1,85	4,19	3,45	1,22	54,7
N ₃₀ P ₄₀	3,69	1,94	4,22	3,28	1,05	47,1
N ₃₀ K ₄₀	4,22	1,98	4,24	3,48	1,25	56,0
N ₆₀ P ₄₀	4,20	1,95	3,31	3,15	0,92	41,3
N ₆₀ K ₄₀	4,34	1,98	3,85	3,39	1,16	52,0
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀	4,51	2,06	4,56	3,71	1,48	66,4
N ₄₅ P ₄₀ K ₄₀	4,19	1,80	4,68	3,56	1,33	59,6
N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	4,03	1,77	4,06	3,29	1,06	47,5
HCP _{0,95}	0,15	0,15	0,19			

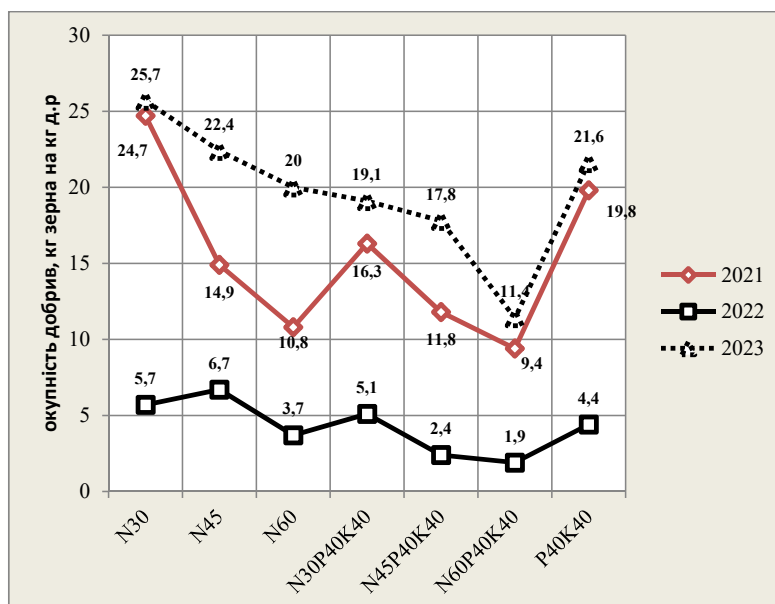


Рис. 3. Окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив приростами зерна гороху озимого

загальної вологозабезпеченості вегетаційного періоду ($r=0,94$), високу – від накопичення вологи на момент відновлення весняної вегетації ($r=0,89$) та середню – від кількості опадів в період посів – сходи та під час активної весняної вегетації ($r=0,62-0,66$). Загалом частка впливу опадів до сходового періоду і весняної вегетації склала 22,8 та 25,9%, а опадів від припинення до відновлення вегетації – 51,3%. Спостерігали підвищення тісноти зв'язку між кількістю опадів в осінній період вегетації із зростанням дози азотного добрива як у чистому вигляді, так і в складі повного мінерального добрива. В першому випадку коефіцієнти кореляції становили 0,40; 0,76; 0,82; в другому – 0,52; 0,53; 0,69. Як бачимо, у випадку з моно азотними добривами частка впливу опадів різко зростає з 16,0% до 67,2% (у 4,2 рази) із підвищенням дози азоту з 30 до 60 кг/га, а при використанні вказаних норм азоту на фоні фосфорно-калійних добрив частка впливу підвищується у меншій мірі – в 1,8 рази.

Висновки. Внесення мінеральних добрив при посіві гороху підзимової сівби в посушливих умовах Південного степу сприяє підвищенню продуктивності культури. Найбільші прирости урожаю зерна (1,48–1,33 т/га) отримані при використанні повного мінерального добрива N₃₀₋₄₅P₄₀K₄₀.

Середня за три роки агрономічна ефективність азотних добрив в ряду N₃₀ – N₄₅ – N₆₀ складала 18,7–14,7–11,5 кг зерна на одиницю діючої речовини, а в ряду N₃₀P₄₀K₄₀ – N₄₅P₄₀K₄₀ – N₆₀P₄₀K₄₀ – 13,4–10,6–9,5.

Ефективність азотно – калійних добрив вища за азотно – фосфорні на 6,1% та 7,6% відповідно дозам азоту 30 кг/га та 60 кг/га.

Продуктивність гороху підзимової сівби та ефективність дії мінеральних добрив визначається вологозабезпеченістю періодів вегетації ($r=0,89$; 0,62; 0,65). Чим більша доза внесення мінеральних добрив, тим більший вплив на їх ефективність мають опади осіннього періоду,

причому при використанні лише азотних добрив частка впливу опадів зростає у 4,2 рази при переході з N₃₀ до N₆₀, а при переході з N₃₀P₄₀K₄₀ до N₆₀P₄₀K₄₀ – в 1,8 рази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Івус Г.П., Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І. Просторово – часове розподілення атмосферних опадів в Одеському регіоні на початку XXI століття. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 22. С.16–27.
- Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М. Клімато-географічні особливості розподілу опадів на території України в осінній період. *Екологічні науки*. 2021. № 2 (35). С. 94–98. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.16>
- Вожегова Р.А., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Сахацький Г.І. Зміна клімату та проблеми юридизації Південного степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С.16–20. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.3>
- Бурикіна С.І., Цуркан О.І. Тенденції сучасної зміни агрокліматичної ситуації на території степової чорноземної зони Півдня України. *Таверійський науковий вісник*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Випуск 111. С. 29–43. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.4>
- Climate, agriculture and food security: A strategy for change. Alliance of the CGIAR Centers, 2009. 45 p.
- Гончаров О. Горох на морозі: незвичайні технології для звичайних сортів. URL: http://mbv.org.ua/Peas_in_the_cold
- Озимий горох НС Мороз. Південь. Агролідер. URL: www.ug...-agrolider.com.ua
- Козак Г. Озимий горох – гідна альтернатива ярому. *Пропозиція*. 2019. № 5. С. 52–55.
- Тонкощі вирощування озимого гороху. Інтерв'ю з Ігорем Карабановим. *Агроном*. 2018. URL: <https://www.agronom.com.ua/igor-karabanov-vlasnyk-tov-nvk-rostok-kiv/>

10. Коблай С.В. Адаптивний потенціал різних за морфо типом сортів гороху. Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції, 3 листопада 2016 р. м. Київ. "Світлові рослинні ресурси: стан і перспективи розвитку". Український Інститут експертизи сортів рослин. Вінниця. Нілан-ЛТД. 2016. С. 38–40.
11. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Передгірне та гірське землеробство і тваринництво". Львів-Оброшине, 2019. Випуск 66. С. 8–20. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf>
12. Vessey J.K. Cultivar differences in assimilate partitioning and capacity to maintain N_2 fixation rate in pea during podfilling. *Plant and Soil*. 1992. 139: 185–194.
13. Figueira E. Pea Cultivation in Saline Soils: influence on Nitrogen Nutrition. In: Khan M., Zaidi A., Mussarat J. (eds) *Microbial Strategies for Crop Improvement*. Springer, Berlin:Heidelberg. 2009. P. 267–286. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01979-1_13.
14. Андрушко М.О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства Карпатського регіону. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України». 14 листопада 2019 р. Львів – Оброшине. 2019. С.3-4.
15. Дворецька С., Любич О. Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016. № 11. С. 66–72.
16. Єремко Л.С., Гангур В.В., Киричок О.О., Сокирко Л.П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності та урожайності посівів гороху. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 50–56.
17. Камінський В.Ф., Сокирко Д.П., Гангур В.В. Вплив технологічних прийомів на формування продуктивності гороху в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 73–79. Doi <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.10>.
18. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 84–93.
19. Центило Л.В. Функціонування азотфіксуючого симбіозу та продуктивність гороху за різних рівнів удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 37–42.
20. Faligowska A., Kalembasa S., Kalembasa D., Panasiewicz K., Szymańska G., Ratajczak K., Skrzypczak G. The Nitrogen Fixation and Yielding of Pea in Different Soil Tillage Systems. *Agronomy*. 2022. 12(2):352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>.
21. Hu F., Tan Y., Yu A., Zhao C., Coulter J.A., Fan Z., Yin W., Fan H., Chai Q. Low N Fertilizer Application and Intercropping Increases N Concentration in Pea (*Pisum sativum* L.) Grains. *Frontiers in Plant Science*. 2018. 9:1763. doi: 10.3389/fpls.2018.01763
22. Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N., Dordas C.A., Damalas C.A. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*. 2011. 34: 287–294.
23. 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. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 2020. Wydanie 355(54)2. Pp. 23–30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03
24. Neugschwandtner R.W., Kaul H.-P. Nitrogen uptake, use and utilization efficiency by oat-pea intercrops. *Field Crops Research*. 2015. 179: 113–119.

REFERENCES:

1. Ivus, H.P., Honcharova, L.D., & Kosolapova, N.I. (2018). Prostorovo – chasove rozpodilennya atmosferykh opadiv v Odeskomu rehioni na pochatku XXI stolittya. [Spatial and temporal distribution of precipitation in the Odesa region at the beginning of the 21st century]. *Ukrayinskyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, № 22, 16–27 [in Ukrainian].
2. Honcharova, L.D., & Prokofyev, O.M. (2021). Klimatoheohrafichni osoblyvosti rozpodilu opadiv na terytoriyi Ukrayiny v osinniy period. [Climatic-geographic features of the distribution of precipitation on the territory of Ukraine in the autumn period]. *Ekologichni nauky. – Environmental sciences*, №2 (35), 94–98. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.16> [in Ukrainian].
3. Vozhehova, R.A., Netis, I.T., Onufran, L.I., & Sakhatskyi, H.I. (2021). Zmina klimatu ta problemy yurydyzatsii Pivdennoho stepu Ukrainy [Climate change and aridization of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*, 7, 16–20. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.3> [in Ukrainian].
4. Burykina, S.I., & Tsurkan, O.I. (2020). Tendentsii suchasnoi zminy ahroklimatychnoi sytuatsii na terytorii stepovoi chornozemnoi zony Pivdnia Ukrainy [Trends of modern changes in the agroclimatic situation in the steppe chernozem zone of southern Ukraine]. *Tavriyskiy naukoviy visnyk – Tavrichesky scientific bulletin*, 111, 29–43. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.4> [in Ukrainian].
5. Climate, agriculture and food security: A strategy for change. (2009). Alliance of the CGIAR Centers, 45 [in English].
6. Honcharov, O. Horokh na moroz: nezvychnykh tekhnolohiyi dlya zvychnykh sortiv [Peas in the frost: unusual technologies for ordinary varieties]. URL: http://mbv.org.ua/Peas_in_the_cold [in Ukrainian].
7. *Ozymy horokh NS Moroz. Pivden Ahrolider [Winter peas NS Moroz. South. Agroleade]*. URL: www.ug...-agrolider.com.ua [in Ukrainian].
8. Kozak, H. (2019). Ozymy horokh – hidna al'ternatyva yaromu. [Winter peas are a worthy alternative to spring peas.] *Propozytsiya–Proposition*. 5, 50–55. [in Ukrainian].
9. Tonkoshchi vyroshchuvannya ozymoho horokhu. Interv"yu z Ihorem Karabanovym. (2018). [Subtleties of growing winter peas. Interview with Igor Karabanov]. *Ahronom–Agronomist*. URL: <https://www.agronom.com.ua/igor-karabanov-vlasnyk-tov-nvk-rostok-kiv/> [in Ukrainian].
10. Koblay, S.V. (2016). Adaptivnyy potentsial riznykh za morfo typtom sortiv horokhu [Adaptive potential of pea varieties of different morphological types]. *Materialy II mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*, 3 lystopada 2016 r. m. Kyiv. Svitovi roslynni resursy: stan i perspektyvy rozvytku: *Materials of the II international*

- scientific and practical conference*, November 3, Kyiv, 38–40 [in Ukrainian].
11. Andrushko, M.O. (2019). Formuvannya produktyvnosti horokhu zalezno vid elementiv systemy udobrennya [Formation of pea productivity depending on the elements of the fertilization system]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 66, 8–20. DOI: <http://phzt-journal.isgr.com.ua/ua-66/1.pdf> [in Ukrainian].
 12. Vessey, J.K. (1992). Cultivar differences in assimilate partitioning and capacity to maintain N_2 fixation rate in pea during podfilling. *Plant and Soil*, 139, 185–194
 13. Figueira, E. (2009). Pea Cultivation in Saline Soils: influence on Nitrogen Nutrition. In : Khan M., Zaidi A., Mussarat J. (eds) *Microbial Strategies for Crop Improvement*. Springer, Berlin:Heidelberg. P. 267–286. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01979-1_13
 14. Andrushko, M.O. (2019). Vplyv elementiv systemy udobrennya na vrozhaynist horokhu [The influence of elements of the fertilization system on the yield of peas]. *Materialy VIII Vseukrayinkoyi naukovy-praktychnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh "Aktualni problemy ahropromyslovoho vyrobnytstva Ukrayiny"*. 14 lystopada 2019 r. – Materials of the 8th All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists "Actual problems of agro-industrial production of Ukraine". November 14, 2019. LvivObroshine, 3–4 [in Ukrainian].
 15. Dvoretzka, S., & Lyubchych, O. (2016). Mineralne zhyvlennya horokhu [Mineral nutrition of peas]. *Propozytsiya – Proposition*, 11, 66–72 [in Ukrainian].
 16. Yeremko, L.S., Hanhur, V.V., Kyrychok, O.O., & Sokyрко, L.P. (2019). Mineralne zhyvlennya yak faktor pidvyshchennya fotosyntetychnoyi produktyvnosti ta urozhaynosti posiviv horokhu [Mineral nutrition as a factor in increasing photosynthetic productivity and yield of pea crops]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 50–56 [in Ukrainian].
 17. Kaminskyi, V.F., Sokyрко, D.P., & Hanhur, V.V. (2021). Vplyv tekhnolohichnykh pryomiv na formuvannya produktyvnosti horokhu v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [The influence of technological methods on the formation of pea productivity in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine] *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Tavrichesky scientific bulletin*, 117, 73–79. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.10> [in Ukrainian].
 18. Telekalo, N.V. (2019). Vplyv kompleksu tekhnolohichnykh pryomiv na vyroshchuvannya horokhu posivnoho [The influence of a complex of technological techniques on the cultivation of field peas]. *Silskohospodarska ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 13, 84–93 [in Ukrainian].
 19. Tsentylo, L.V. (2016). Funktsionuvannya azotfiksuvalnoho symbiozu ta produktyvnist' horokhu za ryznykh rivniv udobrennya [Nitrogen-fixing symbiosis functioning and pea productivity at different levels of fertilization.] *Silskohospodarska mikrobiolohiya – Agricultural microbiology*, 24, 37–42 [in Ukrainian].
 20. Faligowska, A., Kalembasa, S., Kalembasa, D., Panasiwicz, K., Szymańska, G., Ratajczak, K., & Skrzypczak, G. (2022). The Nitrogen Fixation and Yielding of Pea in Different Soil Tillage Systems. *Agronomy*. 12(2):352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>
 21. Hu, F., Tan, Y., Yu, A., Zhao, C., Coulter, J.A., Fan, Z., Yin, W., Fan, H., Chai, Q. (2018). Low N Fertilizer Application and Intercropping Increases N Concentration in Pea (*Pisum sativum* L.) Grains. *Frontiers in Plant Science*, 9:1763. doi: 10.3389/fpls.2018.01763
 22. Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., & Damalas, C.A. (2011). Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*. 34: 287–294
 23. 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. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. Wydanie 355(54)2*. Pp. 23–30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03
 24. Neugschwandtner, R.W., & Kaul, H.-P. (2015). Nitrogen uptake, use and utilization efficiency by oat-pea intercrops. *Field Crops Research*, 179, 113–119
- Бурикiна С.І., Сергєєв Л.А. Мінеральні добрива як фактор підвищення урожайності гороху підзимової сiвби**
- Мета.** Вивчити ефективність різних доз мінеральних добрив при внесенні під горох підзимової сiвби в посушливих умовах Південного Степу. **Методи.** В тимчасових дослідях впродовж 2020–2023 рр. досліджували вплив систем удобрення на формування урожайності гороху підзимової сiвби. Горох сорту Ендуро висiвали кожного року 20 жовтня сiвалкою «Клен-1,5 С» з міжряддям 15 см, нормою висiву 1,2 млн./га, розміром ділянки 10x1,5 м; попередник пшениця озима м'яка. Повторність – чотирьохкратна. **Результати.** Середній за варіантами добрив урожай зерна гороху підзимової сiвби за роками досліджень був наступний: 2021 р. – 3,98 т/га (+45,9% до варіанту без добрив); 2022 р. – 1,87 т/га (+24,6%) та 2023 р. – 3,95 т/га (+60,6%). Ефективність впливу добрив на формування врожаю гороху озимого визначалася видом удобрення та умовами вологозабезпеченості вегетаційного періоду: в середньому за роки досліджень найбільшi прирости урожаю отримали при використанні повного мінерального добрива $N_{30}P_{40}K_{40}$ та $N_{45}P_{40}K_{40}$, 66,4% і 59,6%; внесення фосфорно-калійних добрив дозою $P_{40}K_{40}$ забезпечило підвищення урожайності на 1,22 т/га (54,7%); ефективність азотно – калійних добрив порівняно вище за азотно – фосфорні на 6,1% та 7,6% відповідно дозам азоту 30 кг/га та 60 кг/га. Встановлено: додатковий вихід зерна з одиниці площі на одиницю діючої речовини добрив зменшується із зростанням дози внесення мінерального добрива; окупність 1 кг д.р. мінерального азоту при його внесенні як моно добрива вище за повне мінеральне добриво з відповідною дозою азоту; агрономічна ефективність систем удобрення залежить від опадів за періодами росту і розвитку гороху підзимової сiвби. **Висновки.** Внесення мінеральних добрив при посiві гороху підзимової сiвби в посушливих умовах Південного степу сприяє підвищенню продуктивності культури. Найбільшi прирости урожаю зерна (1,48–1,33 т/га) отримані при використанні повного мінерального добрива $N_{30-45}P_{40}K_{40}$. Середня за три роки агрономічна ефективність азотних добрив в ряду $N_{30} - N_{45} - N_{60}$ складала 18,7–14,7–11,5 кг зерна на одиницю діючої речовини, а в ряду $N_{30}P_{40}K_{40} - N_{45}P_{40}K_{40} - N_{60}P_{40}K_{40}$ – 13,4–10,6–9,5. Продуктивність гороху підзимової сiвби та ефективність дії мінеральних добрив

визначається вологозабезпеченістю періодів вегетації ($r=0,89; 0,62; 0,65$). Чим більша доза внесення мінеральних добрив, тим більший вплив на їх ефективність мають опади осіннього періоду, причому при використанні лише азотних добрив частка впливу опадів зростає у 4,2 рази при переході з N_{30} до N_{60} , а при переході з $N_{30}P_{40}K_{40}$ до $N_{60}P_{40}K_{40}$ – в 1,8 рази.

Ключові слова: горох, продуктивність, система удобрення, агрономічна ефективність.

Burykina S.I., Serhieiev L.A. Mineral fertilizers as a factor in increasing the yield of winter-sowing peas

Purpose. To study the effectiveness of different doses of mineral fertilizers when applied to peas under winter sowing in arid conditions of the Southern Steppe.

Methods. In temporary experiments during 2020–2023, the influence of fertilization systems on the formation of pea yield of winter sowing was studied. Peas of the Enduro variety were sown every year on October 20 with a "Maple-1.5 C" planter with a row spacing of 15 cm, a seeding rate of 1.2 million/ha, a plot size of 10x1.5 m; predecessor of soft winter wheat. Repetition – fourfold.

The results. The average yield of pea grain for winter sowing according to fertilizer options was as follows: 2021 – 3.98 t/ha (+45.9% compared to the option without fertilizers); 2022 – 1.87 t/ha (+24.6%) and 2023 – 3.95 t/ha (+60.6%). The effectiveness of the effect of fertilizers on the formation of the winter pea crop was determined by the type of fertilizer and the conditions of the moisture supply of the growing season: on average, over the years of research, the largest yield increases were obtained when using complete mineral fertilizer $N_{30}P_{40}K_{40}$ and $N_{45}P_{40}K_{40}$, 66.4% and 59.6%; application of phosphorus-potassium

fertilizers with a dose of $P_{40}K_{40}$ ensured an increase in productivity by 1.22 t/ha (54.7%); the effectiveness of nitrogen-potassium fertilizers is comparatively higher than nitrogen-phosphorus by 6.1% and 7.6%, respectively, at nitrogen doses of 30 kg/ha and 60 kg/ha. Installed: additional yield of grain per unit of area per unit of active substance of fertilizers decreases with increasing dose of mineral fertilizer application; payback of 1 kg d.r. of mineral nitrogen when it is applied as a mono fertilizer is higher than a complete mineral fertilizer with the corresponding dose of nitrogen; the agronomic efficiency of fertilization systems depends on precipitation during the periods of growth and development of peas for winter sowing.

Conclusions. The introduction of mineral fertilizers during the sowing of winter peas in the arid conditions of the Southern Steppe helps to increase the productivity of the crop. The largest increases in grain yield (1.48–1.33 t/ha) were obtained when using complete mineral fertilizer $N_{30-45}P_{40}K_{40}$. The average agronomic efficiency of nitrogen fertilizers in the $N_{30} - N_{45} - N_{60}$ series over three years was 18.7–14.7–11.5 kg of grain per unit of active substance, and in the series $N_{30}P_{40}K_{40} - N_{45}P_{40}K_{40} - N_{60}P_{40}K_{40}$ – 13.4–10.6–9.5. The productivity of winter-sowing peas and the effectiveness of mineral fertilizers are determined by the availability of moisture during the growing season ($r=0.89, 0.62, 0.65$). The greater the dose of mineral fertilizers, the greater the effect of autumn precipitation on their effectiveness, and when only nitrogen fertilizers are used, the proportion of precipitation increases by 4.2 times when going from N_{30} to N_{60} , and by 1 when going from $N_{30}P_{40}K_{40}$ to $N_{60}P_{40}K_{40}$, 8 times.

Key words: peas, productivity, fertilization system, agronomic efficiency.