

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИНИЦТВОDOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf>

УДК 633.35+631.82+661.152.5

М. О. АНДРУШКО, аспірант

Львівський національний аграрний університет

*вул. В. Великого, 1, м. Дубляни Жовківського р-ну Львівської обл., 80381,**e-mail: mikolapan1993@ukr.net***ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ
ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ***

Для оптимізації системи удобрення гороху у 2017–2019 рр. на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті проведено польові дослідження. Наведено результати вивчення впливу елементів живлення на врожайність сорту Мадонна в умовах Західного Лісостепу України. Вивчали такі елементи системи удобрення: 1) P_0K_0 – контроль; 2) P_0K_0 + оптимайз пульс; 3) $P_{60}K_{60}$; 4) $P_{60}K_{60} + N_{60}$; 5) $P_{60}K_{60} + S_{30}$; 6) $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$; 7) $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 8) $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 9) $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + інтермаг бобові (2 л/га). Завданням досліджень було встановлення ефективності внесення фосфорних, калійних, азотних, сірчаних та магнієвих мінеральних добрив.

Мінеральні добрива, особливо азотні, зменшували польову схожість на 6 %. Виживання і густина рослин перед збиранням під впливом добрив підвищувалися. У середньому за три роки найменшою вона була на варіанті без добрив і становила 77 шт./м². На варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ густина рослин перед збиранням зросла до 84 шт./м², або на 7 шт./м².

У результаті досліджень встановлено, що на варіанті з обробкою насіння гороху інокулянт оптимайз пульс урожайність зросла до 4,88 т/га, що вище від контролю на 0,64 т/га, або 15,1 %. Збільшення норми добрив з P_0K_0 до $P_{60}K_{60}$ забезпечило збільшення врожайності на 0,39 т/га. Від інокулянту та внесення $P_{60}K_{60}$ урожайність зросла на 1,03 т/га. Від застосування мінерального азоту N_{60} урожайність зросла на 0,40 т/га, що менше порівняно з приростом від інокуляції насіння на 0,24 т/га. Позитивний вплив на формування врожайності гороху мали також сірчані добрива. Приріст від внесення S_{30} порівняно з фоном $P_{60}K_{60}$ становив 0,33 т/га. Використання азотних та сірчаних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ дозволило збільшити врожайність на 0,77 т/га. На варіанті з використанням у системі живлення гороху P, K, N, S, Mg відзначено зростання урожайності зерна до 6,28 т/га, що вище від контролю на 2,04 т/га, або на 48,1 %. Приріст урожайності від внесення азоту, сірки і магнію становить 1,01 т/га. Збільшення урожайності від застосування мікродобрива інтермаг бобові становить 0,31 т/га.

Ключові слова: горох, добрива, проростання поля, густина рослин, урожайність.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН В. В. Лихочвор.

Andrushko M. Formation of pea productivity depending on the elements of the feeding system.

In order to optimize the pea fertilizer system in 2017–2019, field studies were conducted on the experimental field of the Lviv National Agrarian University on dark grey podzolized light loam soil.

The results of the study of the influence of nutrients on the yield of the Madonna variety in the western Forest-Steppe of Ukraine are presented. The following elements of the fertilizer system were studied: 1) P_0K_0 – control; 2) P_0K_0 + Optimize Pulse; 3) $P_{60}K_{60}$; 4) $P_{60}K_{60} + N_{60}$; 5) $P_{60}K_{60} + S_{30}$; 6) $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$; 7) $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 8) $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 9) $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +$ InterMag bean (2 l/ha). The aim of the research was to determine the efficiency of the application phosphorus, potassium, nitrogen, sulfur and magnesium fertilizers.

Mineral fertilizers, especially nitrogen, reduced field germination by 6 %. Survival and density of plants before harvesting under the influence of mineral fertilizers were increasing. For an average of three years, it was the smallest on the variant without fertilizers and was 77 pcs/m².

On the variant with the application of $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ the plant density before harvesting increased to 84 pcs/m² or by 7 pcs/m².

As a result of studies, it was found that on the variant with the treatment of pea seeds with inoculant Optimize Pulse the yield increased to 4,88 t/ha, which is higher to the control by 0,64 t/ha or 15,1 %. The increase of the fertilizer rate from P_0K_0 to $P_{60}K_{60}$ provided the yield increase by 0,39 t/ha. From an inoculant and application of $P_{60}K_{60}$, the yield increased by 1,03 t/ha.

From the application of mineral nitrogen N_{60} , the yield increased by 0,40 t/ha, which is less than the increase from seed inoculation by 0,24 t/ha. Sulfur fertilizers also had a positive effect on pea yield formation. The increase from the application of S_{30} , compared to the background of $P_{60}K_{60}$, was 0,33 t/ha. The application of nitrogen and sulfur fertilizers on the background of $P_{60}K_{60}$ allowed increasing the yield by 0,77 t/ha. On the variant with the application of P, K, N, S, Mg in the feeding system of a pea it provided the increase of the grain yield to 6,28 t/ha, which higher to the control by 2,04 t/ha, or 48,1 %. Yield growth from nitrogen, sulfur and magnesium application is 1,01 t/ha. The yield increase from the application of micro-fertilizers InterMag bean is 0,31 t/ha.

Key words: pea, fertilizers, field germination, plant density, yield.

Вступ. Горох тривалий час був основною зернобобовою культурою в Україні. У останні роки соя значно переважає горох як за посівними площами (1,8 млн га), так і за обсягами виробництва (понад 2,4 млн т). У 2014 р. посівні площі гороху зменшилися до 154 тис. га, а виробництво – до 360 тис. т. Головною причиною такого падіння обсягів виробництва гороху стала низька врожайність [7]. Зростання попиту на зерно гороху на світовому ринку спричинило збільшення його виробництва в Україні у 2017 та 2018 рр. у три рази [6]. Посівна площа зросла до 411 тис. га у 2017 р. та до 432 тис. га у 2018 р., а збір зерна – до 1,14 млн т у 2017 та до 0,80 млн т у 2018 р. Проте урожайність залишається неприпустимо низькою: 2,76 т/га у 2017 та 1,86 т/га у 2018 р. За такого рівня врожайності економічна ефективність неможлива. Рівень прибутковості гороху у 2017 р.

становив лише 10 % [26]. Це вимагає розробки сучасних технологій, які б забезпечили врожайність 5,0–6,0 т/га і вище.

Урожайність гороху значною мірою залежить від метеорологічних умов року [1, 23]. Важливо також використати всі можливі резерви удосконалення технології вирощування гороху [3, 4, 16, 20, 33]. Немає другорядних елементів технології. Так, Є. Д. Беров [5] зазначає, що горох дуже важливо розміщувати на структурних ґрунтах, для чого потрібно правильно вибирати модель обробітку.

Важливо встановити оптимальну норму висіву сортів гороху для певних ґрунтово-кліматичних умов [20, 25, 30, 32]. У сучасних технологіях дуже важливо захистити рослини в процесі росту від шкідників та хвороб, правильно контролювати забур'яненість [12, 13, 24].

Основою високоврожайних технологій є удосконалена система удобрення гороху [22, 32, 34]. На думку М. І. Кондратенка [21], важливо сформувати оптимальні показники структури врожаю, оскільки між кількістю бобів на рослині, кількістю зерен на рослині, масою зерна з рослини та врожайністю існує пряма кореляційна залежність.

Незважаючи на великий обсяг теоретичних і експериментальних досліджень, питання удобрення гороху є неоднозначне і носить дискусійний характер. Кожен елемент мінерального живлення має специфічне значення. Нестача будь-якого з них призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів у рослин, погіршення їх росту та розвитку, зниження врожаю та його якості. Тому важливо було вивчити вплив на формування врожайності гороху найважливіших макро- і мікроелементів.

Для формування 1 ц насіння і відповідної кількості соломи горох використовує 4,5–6,0 кг азоту, 1,7–2,0 кг фосфору, 3,8–4,0 кг калію, 2,5–3,0 кг кальцію, 0,8–1,3 кг магнію та сірки і мікроелементи, передусім молібден та бор [15]. Щоб сформувати врожай зерна на рівні 4,0 т/га, рослини гороху виносять із ґрунту 240–260 кг азоту, 48–50 фосфору і майже 80 кг калію [10].

За вирощування гороху на родючих ґрунтах, які містять понад 150 мг/кг ґрунту доступних форм фосфору і калію, він здатний забезпечити високі врожаї без внесення добрив. На бідних ґрунтах за низького вмісту (менше 100 мг/кг ґрунту) фосфору і калію потрібно вносити добрива [8, 15].

За результатами досліджень ННЦ "Інститут землеробства НААН" внесення азотних добрив у підживлення на IV та IX етапах органогенезу забезпечує приріст врожайності на 0,54–1,10 т/га [10, 17].

Слід відзначити, що при внесенні мінерального азоту рослини переходять на його споживання і бульбочки не утворюються. Азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації. Тому рекомендації

щодо внесення більших чи менших (стартових) норм добрив є досить суперечливими [22].

Застосування фосфорних добрив стимулює ріст кореневої системи та активність бульбочкових бактерій. Бульбочки переводять важкорозчинні сполуки фосфору у доступні для засвоєння рослинами гороху форми, тобто симбіоз бульбочкових бактерій з горохом поліпшує забезпечення рослин не тільки азотом, а й фосфором [10, 15].

Калійні добрива на азотно-фосфорному фоні в нормі K_{60} підвищують урожайність на 0,23–0,67 т/га [10].

Магній входить до складу хлорофілу, позитивно впливає на життєдіяльність бульбочкових бактерій, бере участь у багатьох ланках обміну речовин [15]. На ґрунтах з низьким вмістом магнію (менше 20–50 мг/кг ґрунту) рекомендовано вносити магнієві добрива з розрахунку 30–40 кг/га MgO [22].

Дослідники М. І. Бахмат та К. С. Небаба при вирощуванні гороху посівного в умовах Західного Лісостепу пропонують вносити добрива у нормі $N_{30}P_{30}K_{45}$ [2].

За даними С. П. Дворецької та В. Ф. Камінського [9, 17], найсприятливіші умови для формування високої врожайності сортів гороху Вінець (3,5–3,6 т/га), Готівський (3,6–3,7 т/га) та Камелот (3,5–3,6 т/га) склалися на варіантах з внесенням $N_{45}P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у підживлення на VII етапі органогенезу. Внесення мінеральних добрив зумовило зростання врожайності в межах від 0,27 до 1,09 т/га, передпосівне інокулювання насіння - на 0,11–0,41 т/га. Застосування препарату рістстимулюючої дії росток забезпечило приріст урожаю 0,03–0,20 т/га.

За даними Н. В. Телекало [31], оптимальна норма добрив становить $N_{45}P_{60}K_{60}$. У дослідженнях Т. М. Рябокінь [27, 11] під горох рекомендована дещо вища норма внесення азотних і фосфорних добрив ($N_{45}P_{60}K_{90} + N_{15}$). Внесення макро-добрив може не забезпечувати очікуваного приросту врожайності без застосування мікро-добрив. Для поліпшення симбіотичної фіксації азоту потрібно використовувати бор, молібден, кобальт [25].

В останні роки у технологіях вирощування гороху широко застосовують велику кількість регуляторів росту і біопрепаратів. Доцільність внесення багатьох з цих продуктів, на нашу думку, є досить дискусійною. Проте частина дослідників вказує, що за обробки насіння і рослин біопрепаратами урожайність зерна гороху зростає [18, 19, 33].

Матеріали і методи. Для оптимізації системи удобрення у 2017–2019 рр. на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті проведено польові дослідження. Облікова площа ділянок – 50 м², повторність досліду триразова, розміщення

ділянок – систематизоване. Предмет дослідження – продукційний процес формування врожайності зерна гороху. Об'єкт дослідження – горох сорту Мадонна і дев'ять варіантів внесення мінеральних добрив: 1) P_0K_0 – контроль; 2) P_0K_0 + оптімайз пульс; 3) $P_{60}K_{60}$; 4) $P_{60}K_{60} + N_{60}$; 5) $P_{60}K_{60} + S_{30}$; 6) $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$; 7) $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 8) $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 9) $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + інтермаг бобові (2 л/га). Завданням досліджень було встановлення ефективності внесення фосфорних, калійних, азотних, сірчаних та магнієвих мінеральних добрив.

На всіх варіантах, крім першого, насіння оброблене бактеріальним добривом оптімайз пульс (3,3 л/т). Цей препарат містить чисту культуру азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* та ліпохітоолігосахарид, який продовжує термін виживання бактерій на насінні.

Суперфосфат потрійний (P_{46}), хлористий калій (K_{60}) та сірчані добрива (вігор, S_{90}) вносили восени під оранку, магнієві (сульфат магнію, $S_{30}Mg_{20}$) та азотні (аміачна селітра, N_{34}) – навесні у передпосівний обробіток ґрунту. Мікродобриво інтермаг бобові (містить (% маси): азот (N) - 15,0 (N-NH₂ - 15,0), оксид магнію, розчинний у воді (MgO), - 2,0, оксид сірки (VI), розчинний у воді (SO₃), - 1,0, бор (B) - 0,5, кобальт (Co) - 0,002, мідь (Cu) - 0,2, залізо (Fe) - 0,3, марганець (Mn) - 0,4, молібден (Mo) - 0,003, цинк (Zn) - 0,3, титан (Ti) -0,02. Co, Cu, Fe, Mn, Zn - схелатовані EDTA) вносили на початку фази бутонізації гороху одночасно з фунгіцидом фокс (трифлуксистробін, 150 г/л + протіконазол, 175 г/л).

Вирощували горох за інтенсивною технологією, яка передбачала дотримання усіх її елементів. Протруювали насіння протруйником максимум XL (флудиоксоніл, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л) з нормою 1,0 л/т та обробляли бактеріальним добривом оптімайз пульс. Для боротьби з дводольними та злаковими бур'янами у фазі 3 трійчастих листків вносили гербіцид пульсар 40 (імазамокс, 40 г/л) з нормою 1 л/га. Навесні для захисту від хвороб двічі посіви обприскували фунгіцидами: у фазі початку бутонізації вносили фунгіцид фокс (трифлуксистробін, 150 г/л + протіконазол, 175 г/л) у нормі 0,5 л/га та у фазі цвітіння – препарат амістар екстра (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) у нормі 0,5 л/га. Проти шкідників двічі використовували інсектициди фастак (альфа-циперметрин, 100 г/л) у фазі початку цвітіння з нормою 0,20 л/га та енжіо (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 л/га) у фазі цвітіння з нормою 0,18 л/га. **Результати та обговорення.** Формування високих і сталих врожаїв бобових культур, і зокрема гороху, є значно складнішим процесом, ніж в інших культур. Це пов'язано зі слабшою можливістю регулювання кількості плодоносних стебел, з поступовою

і тривалою диференціацією генеративних органів, і особливо з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [28].

Якісний обробіток ґрунту, створення оптимальних умов для проростання насіння забезпечили високу польову схожість гороху. Мінеральні добрива впливали на проростання насіння і спричинювали зміну польової схожості. У середньому за три роки найвища вона була на контролі без добрив і становила 83 % (табл. 1). Внесення фосфорних та калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) не вплинуло на рівень польової схожості. Це пояснюється тим, що ці види добрив вносили восени під зяблеву оранку і рівномірно розподіляли в орному шарі ґрунту.

Весняне внесення азотних добрив (N_{60}) призвело до зниження польової схожості на 3 % внаслідок розміщення гранул добрив у верхньому посівному шарі ґрунту і підвищення концентрації ґрунтового розчину. На варіантах з внесенням сірки і магнію польова схожість теж зменшувалася на 2–3 %. Найменшою вона була на варіантах з внесенням азоту, сірки і фосфору і становила 78 %, що на 5 % менше, ніж на варіанті без добрив.

Про зменшення польової схожості під впливом мінеральних добрив вказує також Н. К. Їжик [14]. За даними В. А. Нідзельського [23], існує пряма залежність між швидкістю проростання насіння та температурним режимом. Польова схожість більше залежала від температури, ніж від сорту.

1. Польова схожість гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення, %

№ з/п	Варіант удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
1	P_0K_0 - контроль	80	86	84	83	-1
2	P_0K_0 + оптимайз пульс	80	87	84	84	-
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	79	87	83	83	-1
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	77	84	80	80	-4
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	78	85	82	82	-2
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	76	82	78	79	-5
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	78	84	81	81	-3
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	75	80	78	78	-6
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + інтермаг бобові (2 л/га)	75	80	78	78	-6
	Середнє за рік	78	84	81		

У наших дослідженнях польова схожість теж змінювалася залежно від року. Найвищою була у 2018 р. – 84 % (80–87 %) внаслідок вищої температури у квітні порівняно з іншими роками. У 2017 р. вона в середньому становила 78 %, у 2019 р. – 81 %.

Густота рослин гороху у фазі сходів визначалася рівнем польової схожості і зменшувалася під впливом внесення мінеральних добрив.

Так, на контролі було 91 рослин/м², а на варіанті з внесенням всіх елементів живлення густина рослин знизилася до 86 шт./м² (табл. 2).

2. Густина рослин гороху у фазі сходів та перед збиранням залежно від елементів системи удобрення, шт./м²

№ з/п	Варіант удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
1	P ₀ K ₀ - контроль	88/74	95/78	92/78	91/77	-1/-
2	P ₀ K ₀ + оптимайз пульс	88/74	95/78	92/78	91/77	-/-
3	P ₆₀ K ₆₀ - фон	87/77	96/80	91/80	91/79	-1/+2
4	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀	85/79	92/82	88/82	88/81	-4/+4
5	P ₆₀ K ₆₀ + S ₃₀	86/78	94/82	90/81	90/80	-2/+3
6	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ + S ₃₀	84/80	90/84	86/83	87/82	-5/+5
7	P ₆₀ K ₆₀ + Mg ₂₀ + S ₃₀	86/80	92/84	89/83	89/82	-3/+5
8	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ + Mg ₂₀ + S ₃₀	83/81	88/86	86/84	86/84	-6/+7
9	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ + Mg ₂₀ + S ₃₀ + інтермаг бобові (2 л/га)	83/81	88/86	86/84	86/84	-6/+7
	Середнє за рік	86/78	92/82	89/81		

Примітка. Норма висіву – 1,1 млн/га. Чисельник – густина рослин у фазі сходів, знаменник – густина рослин перед збиранням.

Протилежна закономірність зміни густоти рослин гороху була перед збиранням. У середньому за три роки найменшою вона виявилася на варіанті без добрив і становила 77 шт./м².

На варіанті з внесенням P₆₀K₆₀ + N₆₀ + Mg₂₀ + S₃₀ густина рослин перед збиранням зросла до 84 шт./м², або на 7 шт./м². Поліпшення умов живлення сприяло кращому розвитку рослин, що компенсувало зниження польової схожості і підвищувало збереження рослин до збирання.

Внесення мінеральних добрив сприяло кращому виживанню рослин гороху. Якщо на контролі без добрив за період від сходів до збирання вижило 84,6 % рослин, то за внесення P₆₀K₆₀ + N₆₀ рівень виживання підвищився до 92 %, або на 7,4 % (табл. 3).

3. Вживання рослин гороху залежно від норм добрив, %

№ з/п	Варіант удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
1	P ₀ K ₀ - контроль	84,1	82,1	84,8	84,6	-
2	P ₀ K ₀ + оптимайз пульс	84,1	82,1	84,8	84,6	-
3	P ₆₀ K ₆₀ - фон	88,5	83,3	87,9	86,8	+2,2
4	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀	92,9	89,1	93,2	92,0	+7,4
5	P ₆₀ K ₆₀ + S ₃₀	90,7	87,2	90,0	88,9	+4,3
6	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ + S ₃₀	95,2	93,3	96,5	94,3	+9,7
7	P ₆₀ K ₆₀ + Mg ₂₀ + S ₃₀	93,0	91,3	93,3	92,1	+7,5
8	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ + Mg ₂₀ + S ₃₀	97,6	97,7	97,7	97,7	+13,1
9	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ + Mg ₂₀ + S ₃₀ + інтермаг бобові (2 л/га)	97,6	97,7	97,7	97,7	+13,1
	Середнє за рік	91,5	89,3	91,7	90,8	

Примітка. Норма висіву – 1,1 млн/га.

Найкращий показник виживання одержано за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$, де він становив 97,7 %, що вище порівняно з контролем на 13,1 %.

Проведені дослідження показали можливість підвищення урожайності гороху в умовах Західного Лісостепу до рівня 6,5–7,0 т/га. Урожайність зерна на контролі без добрив була відносно високою і становила 4,00 т/га (табл. 4).

На варіанті з обробкою насіння інокулянтном оптимайз пульс урожайність зросла до 4,68 т/га, що вище від контролю на 0,68 т/га, або 17,0 %. Це пояснюється інтенсифікацією симбіотичної діяльності рослин гороху. Збільшення норми добрив до $P_{60}K_{60}$ забезпечило підвищення врожайності на 1,12 т/га порівняно з контролем.

4. Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га				Приріст урожаю	
		2017 р.	2018 р.	2019 р.	серед-нє	т/га	%
1	P_0K_0 - контроль	4,55	3,93	3,52	4,00	-	-
2	P_0K_0 + оптимайз пульс	5,18	4,58	4,28	4,68	0,68	17,0
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	5,44	5,10	4,82	5,12	1,12	28,0
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	5,95	5,39	5,17	5,50	1,50	37,5
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	5,88	5,32	4,98	5,39	1,39	34,7
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	6,42	5,66	5,52	5,87	1,87	46,7
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,86	5,50	5,10	5,49	1,49	37,2
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	6,68	5,88	5,80	6,12	2,12	53,0
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + інтермаг бобові (2 л/га)	6,91	6,27	6,10	6,43	2,43	60,7
	Середнє за рік	5,87	5,29	5,03	-	-	-
	НР ₀₅ , т/га	0,12	0,14	0,15			

Якщо від інокулянту врожайність зросла на 0,64 т/га, то приріст від внесення фосфорних та калійних добрив менший і становив лише 0,44 т/га. Фосфорні і калійні добрива сприяли кращому розвитку кореневої системи та позитивно впливали на формування бульбочок [10, 15].

Включення у систему живлення гороху азотних добрив (N_{60}) сприяло подальшому підвищенню врожайності зерна. Так, на четвертому варіанті врожайність становила 5,50 т/га, що вище від контролю на 1,50 т/га, або на 37,5 %. Від внесення мінерального азоту

N_{60} урожайність зросла на 0,38 т/га, що менше порівняно з приростом від інокуляції насіння на 0,30 т/га.

Позитивний вплив на формування врожайності гороху мали також сірчані добрива. Приріст від внесення S_{30} порівняно з третім варіантом становив 0,27 т/га. Це можна пояснити тим, що горох належить до культур, які є досить вимогливими до сірки. Важливо також, що сірка сприяє кращому засвоєнню азоту.

Використання азотних та сірчаних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ дозволило збільшити врожайність до 5,87 т/га, що вище від контролю на 1,87 т/га, або на 46,7 %. Порівняно з фоном $P_{60}K_{60}$ урожайність від внесення азоту і сірки зросла на 0,75 т/га. На сьомому варіанті за внесення сірки і магнію у формі сульфату магнію в дозі $S_{30}Mg_{20}$ урожайність становила 5,49 т/га, тобто приріст був нижчим на 0,38 т/га, ніж від внесення сірки і азоту. Слід зазначити, що під дією магнію урожайність зросла лише на 0,10 т/га.

На восьмому варіанті використання у системі живлення гороху всіх досліджуваних елементів (P, K, N, S, Mg) забезпечило зростання врожайності зерна до 6,12 т/га, що вище від контролю на 2,12 т/га, або на 53,0 %. Приріст урожайності від внесення азоту, сірки і магнію становив 1,00 т/га.

Найвища врожайність зерна гороху була на дев'ятому варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + інтермаг бобові (2 л/га), де вона становила 6,43 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зросла порівняно з контролем (P_0K_0) на 2,43 т/га, або на 60,7 %. Приріст урожайності від внесення мікродобрива інтермаг бобові становив 0,31 т/га.

Висновки. Польова схожість зменшувалася під впливом добрив і найнижчою була на варіанті з внесенням азоту, сірки та фосфору і становила 78 %, що на 5 % менше, ніж на варіанті без добрив.

Внесення мінеральних добрив сприяло кращому виживанню рослин гороху. На контролі без добрив вижило 84,6 % рослин, а за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60}$ рівень виживання підвищився до 92 %, або на 7,4 %. Найкращий показник виживання одержано за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$, де він становив 97,7 %, що вище порівняно з контролем на 13,1 %.

Найбільший приріст врожаю зерна гороху (0,64 т/га) забезпечує проведення інокуляції насіння препаратом оптімайз пульс.

Внаслідок синергетичної взаємодії основних елементів живлення та мікроелементів за внесення їх у комбінації $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + інтермаг бобові (2 л/га) урожайність зростає з 4,68 т/га до 6,43 т/га, або на 1,75 т/га. В умовах Лісостепу Західного на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті за оптимізації системи живлення рівень урожайності гороху досягає 6,5–7,0 т/га.

Список використаної літератури:

References:

1. Баташова М. Є. Формування врожаю гороху посівного в умовах дефіциту вологи. *Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу Полтавської державної аграрної академії* (м. Полтава, 13–14 трав. 2014 р.). Полтава : РВВ ПДАА, 2014. Ч. 2. С. 8–10.
 2. Бахмат М. І., Небаба К. С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія*. 2018. № 294. С. 24–31.
 3. Бахмат М. І., Чинчик О. С. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Поділля Лісостепу Західного. *Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. "Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції"* (м. Кам'янець-Подільський, 20–22 берез. 2018 р.). Тернопіль : Крок, 2018. Ч. 1. С. 54–56.
 4. Безуглий І. Н., Василенко А. А., Глянцев А. В. Сортовая структура посевных площадей гороха в Украине. *Бюлетень научных работ Белгородской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Я. Горина*. 2012. Вып. 29. С. 3–7.
 5. Беров Є. Д. Вплив мінімізації обробітку ґрунту під горох на його агрофізичні властивості в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 92, ч. 1. С. 306–314.
 6. Бучинський І. М., Лихочвор В. В. Горох повернувся в Україну. *Агроном*. 2018. № 7. С. 184–185.
 7. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. *Пропозиція*. 2019. № 2. С. 54–58.
 8. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 56–59.
 9. Дворецька С. П., Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в Північному Лісостепу. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2009. Вип. 81. С. 75–79.
 10. Дворецька С., Любич О.
1. Batashova M. Ye. Formation of peas crop in conditions of moisture deficiency. *Naukovo-praktychna konferentsiia profesorsko-vykladatskoho skladu Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* (Poltava, May 13–14, 2014). Poltava : RVV PDAA, 2014. Part 2. P. 8–10.
 2. Bakhmat M. I., Nebaba K. S. Yield structure of field pea affected by application of fertilizers and growth regulators in the conditions of western Forest-steppe. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya Ahronomiia*. 2018. No 294. P. 24–31.
 3. Bakhmat M. I., Chynchuk O. S. Features of peas cultivation in the conditions of Western Forest-Steppe Podillya. *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Ahrarna nauka ta osvita v umovakh yevrointehratsii"* (Kamianets-Podilskiy, March 20–22, 2018). Ternopil : Krok, 2018. Part 1. P. 54–56.
 4. Bezuglyj I. N., Vasilenko A. A., Gljancev A. V. Varietal structure of cultivated areas of peas in Ukraine. *Bjuleten' nauchnyh rabot Belgorodskoj gosudarstvennoj sel'skhozozajstvennoj akademii imeni V. Ja. Gorina*. 2012. Issue 29. P. 3–7.
 5. Bierov Ye. D. The influence of minimization of soil tillage on its agrophysical properties in the conditions of organic agriculture in southern steppe of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2018. Issue 92, part 1. P. 306–314.
 6. Buchynskiy I. M., Lykhorchvor V. V. Peas returned to Ukraine. *Ahronom*. 2018. No 7. P. 184–185.
 7. Bushulian O., Koblai S. King of the bean kingdom, or again about peas. *Propozytsiia*. 2019. No 2. P. 54–58.
 8. Horbatenko A., Sudak V., Chaban V. Peas are always profitable, and on the slopes too. *Propozytsiia*. 2019. No 1. P. 56–59.
 9. Dvoretzka S. P., Kaminskyi V. F. An influence of the growing technology on the productivity of peas in the northern Forest-Steppe. *Zemlerobstvo*. 2009. Issue 81. P. 75–79.
 10. Dvoretzka S., Liubych O. Mineral nutrition of peas. *Propozytsiia*.

- Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016. № 11. С. 66–72. URL: <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu> (дата звернення: 11.03.2019).
11. Дворецька С. П., Рябокін Т. М., Єфіменко Г. М. Особливості формування елементів продуктивності рослин гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури. *Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН"*. 2014. Вип. 3. С. 56–66.
12. Екологія та біологія сільськогосподарських рослин : підручник / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2013. 724 с.
13. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування / Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
14. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев : Урожай, 1976. 200 с.
15. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрення гороху за всіма правилами. Інформаційно-аналітична газета «Агробізнес сьогодні». 2018. № 24. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390udobrennia-horokhu-zavsimapravylamy.html> (дата звернення: 11.03.2019).
16. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шляхтуров Д. С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. *Землеробство*. 2008. Вип. 80. С. 109–115.
17. 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. Вип. 4. С. 59–65.
18. Калитка В. В., Капоніс М. В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія Рослинництво. 2015. Вип. 2. С. 5–18.
19. Калитка В. В., Капоніс М. В. Вплив регуляторів росту рослин і біопрепаратів на продуктивність гороху 2016. No 11. P. 66–72. URL: <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu> (last accessed: 11.03.2019).
11. Dvoretzka S. P., Riabokin T. M., Yefimenko H. M. Features of the formation of productivity elements of pea plants depending on the level of intensification of crop cultivation technology. *Zbirnyk naukovykh prats "NNTs Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2014. Issue 3. P. 56–66.
12. Crop ecology and biology : textbook / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2013. 724 p.
13. Cereal legumes. Growing recommendations / Kompaniia BASF Agro. 2017. 63 p.
14. Izhik N. K. Seed germination. Kiev : Urozhaj, 1976. 200 p.
15. Ishchenko V., Kozelets H., Haidenko O. Pea fertilizers according to all the rules. *Ahrobiznes sohodni*. 2018. No 24. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-ohodni/item/12390udobrennia-horokhu-za-vsima-pravylamy.html> (last accessed: 11.03.2019).
16. Kaminskyi V. F., Holodna A. V., Shliakhturov D. S. Legume crop production intensification in the conditions of the northern Forest/Steppe. *Zemlerobstvo*. 2008. Issue 80. P. 109–115.
17. Kaminskyi V. F., Dvoretzka S. P., Riabokin T. M. Formation of pea varieties crop depending on the level of intensification of growing technology in the northern Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2015. Issue 4. P. 59–65.
18. Kalytka V. V., Kaponis M. V. Influence of growth regulators and active rhizobia strains on pigment complex and productivity of peas (*Pisum sativum* L.). *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia Roslynystvo*. 2015. Issue 2. P. 5–18.
19. Kalytka V. V., Kaponis M. V. Influence of plant growth regulators and biological products on productivity of peas (*Pisum sativum* L.) in the Southern Steppe of Ukraine. *Naukovi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriiia Ahronomiia*. 2015. No 210. P. 38–46.
20. Kirilesku O. L., Movchan K. I.

посівного (*Pisum sativum* L.) в умовах Південного Степу України. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. 2015. № 210. С. 38–46.

20. Кірілеску О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 127–132.

21. Кондратенко М. І. Формування адаптивності ознак зернової продуктивності колекційних зразків гороху посівного різних морфотипів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 21–30.

22. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., виправ., допов. Львів : Українські технології, 2012. 324 с.

23. Нідзельський В. А. Динаміка росту гороху залежно від погодних умов року. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. 2015. № 210. С. 67–74.

24. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник / В. А. Мазур та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.

25. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів : Українські технології, 2019. 806 с.

26. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 24–29.

27. Рябокін Т. М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 1. С. 47–52.

28. Рябокін Т. М., Дворецька С. П., Єфіменко Г. М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 212–217.

29. Системи сучасних інтенсивних технологій : навч. посіб. / В. Д. Паламарчук та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Рогальська І. О.,

Yield formation in grain-legume crops under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2016. Issue 82. P. 127–132.

21. Kondratenko M. I. Formation of adaptability of grain productivity traits in collection pea varieties of different morphotypes under conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2015. Issue 81. P. 21–30.

22. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. Fertilizers and their application. 2nd edition. Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 2012. 324 p.

23. Nidzelskyi V. A. Pea growth dynamics depending on the weather conditions of the year. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriiia Ahronomiia*. 2015. No 210. P. 67–74.

24. The latest agrotechnology in crop production: a textbook / V. A. Mazur et al. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2017. 588 p.

25. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. Plant growing. New technologies of crops cultivation. 5th edition. Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 2019. 806 p.

26. Rudnichenko N. Natural remedies for soil and a source of protein for humanity. *Propozytisia*. 2019. No 1. P. 24–29.

27. Riabokin T. M. The influence of intensification factors on the photosynthetic activity of pea crops. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2015. Issue 1. P. 47–52.

28. Riabokin T. M., Dvoretzka S. P., Yefimenko H. M. Productivity of pea varieties depending on the level of cultivation technology intensification. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2014. Issue 16. P. 212–217.

29. Systems of modern intensive technologies: a textbook / V. D. Palamarchuk et al. 2nd edition. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2012. 370 p.

30. Tedeeva A. A., Hohoeva N. T., Abaev A. A. Influence of seeding rate on the illumination, infestation and pea lodging. *Izvestija GGAU*. 2014. Vol. 51, part 4. P. 38–43.

31. Telekalo N. V. Individual grain

2012. 370 с.

30. Тедеева А. А., Хохоева Н. Т., Абаев А. А. Влияние нормы высева на освещенность, засоренность и полегаемость гороха. *Известия ГГАУ*. 2014. Т. 51, ч. 4. С. 38–43.

31. Телекало Н. В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 78–83.

32. Хохоева Н., Казаченко И. Нормы и эффективность минеральных удобрений в зависимости от площади питания зернобобовых культур (соя, фасоль, горох) в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. Владикавказ, 2011. 44 с.

33. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 74–77.

34. Чинчик О. С. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на формування структури рослин сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 123–127.

yield indices formation by the pea intensive varieties. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2014. Issue 22. P. 78–83.

32. Hohoeva N., Kazachenko I. Norms and effectiveness of mineral fertilizers depending on the nutrition area of leguminous crops (soybeans, beans, peas) in the foothill zone of the North Caucasus. Vladikavkaz, 2011. 44 p.

33. Chynchik O. S. Effect of seed treatment with biological agents on the duration of the growing season and yield of pea varieties. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2015. Issue 81. P. 74–77.

34. Chynchik O. S. Influence of the fertilization system and methods of soil treatment on the formation of plant structure of pea varieties. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 77. P. 123–127.

Отримано 17.09.2019