

В. Ф. Камінський, С. П. Дворецька, Т. П. Костина

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ ГОРОХУ

Досліджено динаміку формування листкової поверхні, нагромадження сухої речовини залежно від генетичних особливостей сортів та системи удобрення. Наведено результати досліджень з вивчення впливу системи удобрення та погодних умов на врожайність сортів гороху.

Ключові слова: інокулювання, мінеральні добрива, погодні умови, урожайність, горох.

Горох – одна із основних зернобобових культур, яка має важливе значення у сільськогосподарському виробництві. Зважаючи на його біологічні особливості він може вирощуватися в усіх регіонах України і перевищує за врожайністю інші зернобобові культури. Вирощування гороху, завдяки біологічній фіксації азоту із повітря і позитивній фітосанітарній дії, є важливим фактором біологізації землеробства [4].

В Україні, низька ефективність виробництва гороху пояснюється недотриманням елементів технології, недостатнім впровадженням у виробництво високопродуктивних сортів гороху, потенціал урожайності яких за сучасними технологіями вирощування становить 5,0–6,0 т/га. Вирощування пластичних сортів гороху в поєднанні з високою технологією збільшує продуктивність культури на 20–25% [2].

Сучасні технології вирощування повинні бути спрямовані на максимальну реалізацію біологічного потенціалу культури. Реалізувати потенціал сортів гороху в господарському врожаї, неможливо без врахування метеорологічних умов конкретного регіону, які відіграють важливе значення, а також мінеральних і бактеріальних добрив.

Умови і методика проведення досліджень. Дослідження з вивчення впливу погодних умов і систем удобрення на урожайність гороху різних екологічних груп проводили протягом 2005–2007 рр. у короткотерміновому досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур ННЦ «Інститут землеробства НААН» на базі ДПДГ «Чабани».

Ґрунтовий покрив ділянки представлений сірими лісовими легкосуглинковими ґрунтами.

Об'єктами досліджень були сорти гороху Дамир 2, Модус, Елегант, Харківський 320, Світязь.

Схема досліду включала вивчення таких варіантів: 1. Без добрив (контроль); 2. Біопрепарат *Rhizobium leguminosarum* № 200 (азотофіксувальні мікроорганізми); 3. Мікродобриво Рексолін (Mg – 5,4%, Fe – 4,0%, Mn – 4,0%, Cu – 1,5%, Zn – 1,5%, B – 0,5%, Mo – 0,1%, Co – 0,05%); 4. P₄₅K₆₀; 5. N₃₀P₄₅K₆₀.

Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію. Насіння гороху обробляли мікродобривом Рексолін (0,1 кг/т насіння) у день сівби, поєднуючи з інокулюванням бактеріальним препаратом на основі штаму бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* № 200 згідно «Рекомендацій по ефективному застосуванню мікробіологічних препаратів у сучасному ресурсозберігаючому землеробстві» [3].

Результати досліджень. Реалізація потенційної продуктивності рослин визначається ступенем відповідності умов, необхідних для проходження рослинами етапів органогенезу. Урожайність сортів гороху залежала не тільки від суми активних температур і кількості опадів за вегетаційний період, а й значною мірою і від розподілу їх за періодами вегетації, коли рослини більш за все мають у цьому потребу.

У морфогенезі гороху можна виділити три основних періоди. Перший – формування і ріст вегетативних органів (коренів, стебел, листків). У цей період відбувається інтенсивний ріст рослин і накопичення вегетативної маси, яка до часу цвітіння є визначальним показником ступеню сприятливості метеорологічних умов формування врожаю. За результатами аналізу погодних умов 2005–2007 рр. встановлено, що у цей період сума активних температур, залежно від сорту і тривалості міжфазних періодів, становила 384,3–418,1⁰С, кількість опадів – 55,3–56,0 мм (27,3–28,4% від загальної кількості за вегетацію) (табл. 1).

Другий – утворення суцвіть і квіток. Цей період є критичним щодо вологи для гороху. У посушливі роки врожайність його різко знижується – опадають квіти, зменшується оберненість бобів, зменшується маса 1000 насінин [1]. Негативно впливає на урожайність зерна гороху і надмірна волога – розвивається велика вегетативна маса, на що витрачається багато поживних речовин. У цей період сума активних температур становила 7,1–8,6% від загальної кількості (1282,0–1528,5⁰С) за кількості опадів 4,7–14,3% (загальна – 194,8–204,8 мм).

Третій – формування насіння. Несприятливі погодні умови, що припадають на цей період, для сортів гороху, що різняться за нагромадженням пластичних речовин, є основною причиною зниження врожаю насіння. Цей період вегетації в гороху, як і попередні, також визначається температурним режимом. Чим вища температура повітря в період цвітіння-

достигання, тим коротша його тривалість. Забезпеченість другого критичного періоду – цвітіння-дозрівання, достатньою кількістю вологи (57,8–66,9% від загальної за вегетацію) та сумою активних температур (62,9–66,3%) визначали параметри продуктивності сортів гороху.

1. Сума активних температур ($\Sigma t > 5^{\circ}\text{C}$) і кількість опадів (R, мм) за вегетаційний період сортів гороху, у середньому за 2005–2007 рр.

Кліматичні фактори	Міжфазний період			Вегетаційний період
	сівба-початок бутонізації	кінець бутонізації – початок цвітіння	повне цвітіння-достигання	
Сорт Дамир 2				
Сума активних температур, $^{\circ}\text{C}$	409,9	120,0	930,5	1460,4
Кількість опадів, мм	56,0	12,1	132,9	201,1
Сорт Елегант				
Сума активних температур, $^{\circ}\text{C}$	388,7	106,5	973,1	1468,3
Кількість опадів, мм	55,7	12,3	132,7	200,6
Сорт Харківський 320				
Сума активних температур, $^{\circ}\text{C}$	403,5	125,6	933,0	1462,2
Кількість опадів, мм	56,0	29,0	116,7	201,7
Сорт Світязь				
Сума активних температур, $^{\circ}\text{C}$	418,1	124,1	986,2	1528,5
Кількість опадів, мм	56,0	29,2	119,6	204,8
Сорт Модус				
Сума активних температур, $^{\circ}\text{C}$	384,3	91,7	806,0	1282,0
Кількість опадів, мм	55,3	9,1	130,4	194,8

Важливим є вивчення впливу погодних умов і систем удобрення на проходження процесів формування та функціонування асиміляційної поверхні, сухої речовини, росту й розвитку рослин гороху.

Встановлено (табл. 2), що досліджувані системи удобрення, позитивно впливали на величину асиміляційної поверхні протягом всього вегетаційного періоду. Інтенсивність наростання листкової поверхні в значній мірі залежала і від сортових особливостей гороху. Доведено, що розмір листкової поверхні був вищим у середньо- і високорослих сортів, ніж у низькорослих.

Формування листкової поверхні в рослин низькорослого безлисточкового сорту Модус у порівнянні з середньорослими сортами відбувалося дещо повільніше. Приріст листкової поверхні від інокулювання становив $11,3 \text{ см}^2$ у фазі інтенсивного росту, $34,4 \text{ см}^2$ – у фазі цвітіння і $44,0 \text{ см}^2$ – у фазі наливу зерна за абсолютних показників площі листкової поверхні, у варіантах без інокулювання, відповідно $112,0$; $188,3$ і $128,3 \text{ см}^2/\text{рослину}$.

При вирощуванні гороху високорослого сорту Світязь показники площі листової поверхні на контрольному варіанті у фазі інтенсивного ро-

сту складали 140,7 см²/рослину, у фазі цвітіння – 287,3 см²/рослину та у фазі наливу зерна – 157,3 см²/рослину. Інокулювання насіння забезпечило зростання показників на 31,6 см²; 89,3 см² та 81,0 см²/рослину відповідно.

2. Динаміка наростання площі листкової поверхні та накопичення сухої речовини рослинами сортів гороху залежно від системи удобрення, у середньому за 2005–2007 рр.

Варіант удобрення	Дамир 2		Еlegant		Харківський 320		Світязь		Модус	
	а*	в	а	в	а	в	а	в	а	в
Інтенсивний ріст										
Без добрив	0,55	90,0	0,76	150,0	0,57	155,7	0,53	140,7	0,54	112,0
Штам № 200	0,60	113,3	1,01	171,3	0,78	174,6	0,76	172,3	0,75	123,3
Рексолін	0,70	113,0	0,93	180,3	0,87	186,3	0,77	187,3	0,82	133,0
Штам № 200 + Рексолін	0,84	147,3	1,17	212,3	1,02	192,3	0,83	189,0	0,82	134,3
Р ₄₅ К ₆₀	0,85	158,0	0,94	195,3	0,90	198,3	0,87	205,3	0,94	156,6
Н ₃₀ Р ₄₅ К ₆₀	0,99	161,0	1,24	215,7	1,20	216,3	0,96	227,7	0,98	155,0
Цвітіння										
Без добрив	1,24	156,3	2,13	305,3	1,88	295,0	1,67	287,3	1,35	188,3
Штам № 200	1,28	185,7	2,67	350,3	2,48	401,0	2,38	376,6	1,87	222,7
Рексолін	1,58	198,3	3,26	382,7	2,76	474,3	2,36	409,7	2,00	261,3
Штам № 200 + Рексолін	1,85	232,3	3,47	439,3	3,02	440,7	2,44	416,7	2,01	255,3
Р ₄₅ К ₆₀	2,35	264,3	3,05	419,0	3,33	432,3	2,92	449,0	2,20	311,7
Н ₃₀ Р ₄₅ К ₆₀	2,32	256,3	3,91	469,7	3,94	462,3	3,25	494,3	2,27	329,3
Налив зерна										
Без добрив	2,91	131,3	3,36	249,3	4,46	246,3	3,40	157,3	2,59	128,3
Штам № 200	3,14	161,7	5,12	372,3	4,82	302,0	4,81	238,3	4,31	172,3
Рексолін	3,76	163,0	5,58	366,0	5,81	355,3	4,72	307,7	4,73	198,7
Штам № 200 + Рексолін	4,06	185,3	4,96	415,6	5,62	321,7	5,00	278,3	4,53	188,3
Р ₄₅ К ₆₀	4,82	212,3	5,77	364,7	6,01	327,7	6,33	323,7	5,12	220,3
Н ₃₀ Р ₄₅ К ₆₀	4,94	203,3	7,72	413,0	7,19	366,7	6,98	389,7	6,33	290,0

Примітка: а – см²/рослину, в – г/рослину

Використання мікродобрива Рексолін на посівах гороху сприяло активнішому формуванню асиміляційної поверхні. Площа листкової поверхні від використання даного прийому зростала порівняно з контрольним варіантом у фазі інтенсивного росту в низькорослих сортів: Дамир 2 – на 25,5%, Модус – на 18,7%; середньорослих сортів: Еlegant – на 20,2%, Харківський 320 – на 19,6%; у високорослого сорту Світязь на 33,1%.

У період максимального розвитку, який припадав на фазу цвітіння абсолютні величини площі листкової поверхні за використання препарату Рексолін сягали рівня у сорту Дамир 2 – 198,3 см²/рослину, Модус – 261,3 см²/рослину, Елегант – 382,7 см²/рослину, Харківський 320 – 474,3 см²/рослину і у сорту Світязь 409,7 см²/рослину. Максимальні показники площі листкової поверхні (366,0 см²/рослину) у фазі наливу зерна відмічено у сорту Елегант, а мінімальні – 163,0 см²/рослину у сорту Дамир 2.

Внесення мінеральних добрив у дозах P₄₅K₆₀, а також N₃₀P₄₅K₆₀ мало позитивний вплив на формування асиміляційної поверхні сортів гороху.

Внесення мінеральних добрив у дозах N₃₀P₄₅K₆₀ виявилось значно ефективнішим, оскільки забезпечувало найвищі показники площі листкової поверхні в усі фази росту і розвитку в усіх досліджуваних сортів гороху.

Зокрема, внесення мінеральних добрив у дозах N₃₀P₄₅K₆₀ забезпечувало формування вищих показників площі асиміляційної поверхні протягом усього вегетаційного періоду в листочкових сортів Елегант та Світязь.

У сорту Елегант внесення доз мінеральних добрив N₃₀P₄₅K₆₀ забезпечувало показники площі листкової поверхні у фазі інтенсивного росту на рівні 215,7 см²/рослину, у фазі цвітіння – 469,7 см²/рослину та 413,0 см²/рослину у фазі наливу зерна.

Величина площі листкової поверхні в сорту Світязь у фазі інтенсивного росту досягала 227,7 см²/рослину, у фазі цвітіння – 494,3 см²/рослину і 389,7 см² у фазі наливу зерна.

Процес формування асиміляційної поверхні рослин сортів безлисточкового морфотипу Дамир 2 і Модус під дією мінеральних добрив проходив менш інтенсивно порівняно з листочковими сортами.

На початку вегетації культури, у фазі інтенсивного росту, дія мінеральних добрив забезпечила збільшення величини площі листкової поверхні в рослин гороху сорту Дамир 2 на 71,0 см², у фазі цвітіння – 100,0 см², у фазі наливу зерна – 72,0 см²/рослину, сорту Модус, відповідно 43,0; 141,0 і 161,7 см² порівняно з неудобреними варіантами.

Встановлено, що елементи технології істотно впливали на темпи накопичення сухої речовини. У сортів з довгим стеблом у перший період росту суха речовина нагромаджується інтенсивно, що пов'язано з більшою асимілюючою поверхнею. Низькорослі сорти в цей період характеризуються повільнішим приростом листкової поверхні й відповідно сухої речовини [1].

Як свідчать результати досліджень, на початку вегетації культури, у фазі інтенсивного росту, варіанти із використанням штаму бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* № 200 забезпечували кращий ріст і розвиток рослин гороху всіх сортів та накопичення сухої речовини.

Так, у фазі інтенсивного росту маса сухої речовини досягала рівня у безлисточкового сорту Дамир 2 і Модус – 0,60 і 0,75 г/рослину за показниками на контрольному варіанті 0,50 і 0,54 г.

За вирощування середньорослих листочкових сортів гороху Елегант і Харківський 320 на аналогічному варіанті маса сухої речовини відзначалася вищими абсолютними величинами порівняно з безлисточковими сортами, а також перевагою над контрольними варіантами. Так, у сорту Елегант і Харківський 320 інокулювання насіння сприяло збільшенню сухої маси речовини на 0,25 і 0,21 г/рослину порівняно з контрольними варіантами (0,76 і 0,56 г/рослину).

Максимальні величини сухої біомаси у всіх досліджуваних сортів гороху забезпечило внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{45}K_{60}$. За результатами проведених досліджень маса сухої речовини становила у сорту Дамир 2 – 0,99 г, Модус – 0,98 г, Світязь – 0,96 г, Елегант – 1,24 г і Харківський 320 – 1,20 г/рослину.

Дослідження проведені у фазі цвітіння показали, що процес накопичення сухої речовини проходив більш активніше. За істотних переваг удобрених варіантів у сорту Дамир 2 – 1,28–2,32; Модус – 1,87–2,27; Елегант – 2,67 – 3,91; Харківський 320 – 2,48 – 3,94 і Світязь – 2,36–3,25 г проти показників неудобреного варіанта 1,24, 1,35, 2,13, 1,88 і 1,67 г/рослину. Кращим виявилось внесення добрив у дозах $N_{30}P_{45}K_{60}$, які у всіх сортів гороху забезпечували отримання максимальних величин відповідних показників.

Ці дози мінеральних добрив забезпечували максимальні величини сухої речовини в рослинах у сортів гороху різних екологічних груп у фазі наливу зерна, коли абсолютні показники сягали рівня 4,94 г у сорту Дамир 2; 6,33 г – у сорту Модус; 6,98 г – у сорту Світязь; 7,19 г – у сорту Харківський 320 і 7,72 г/рослину у сорту Елегант.

Основним показником вирощування сільськогосподарських культур є їх урожайність – показник, який в значній мірі залежить від погодних умов, які складаються за період вегетації. Одержані результати урожайності гороху підтвердили закономірність залежності рівня даної величини від метеорологічних умов, системи удобрення та інокуляції насіння.

У середньому за 2005–2007 рр., на варіанті без внесення мінеральних добрив, а також на фоні інокулювання насіння азотфіксувальним штамом *Rhizobium leguminosarum* № 200 найвищий рівень реалізації генетичного потенціалу був характерний для сорту Світязь, який сформував урожай зерна на рівні 2,74 і 3,18 т/га (табл. 3). Урожайність сортів Дамир 2 і Елегант на аналогічних фонах становила відповідно 2,62 і 2,74 т/га та 2,75 і 3,05 т/га. Найменш продуктивними на варіантах без внесення мінеральних добрив та за інокулювання насіння виявилися сорти Харківський 320 (2,48 і 2,65 т/га) та Модус (2,43 і 2,75 т/га).

Передпосівне оброблення насіння комплексним добривом Рексолін відзначалося найбільшою ефективністю в варіантах із сортом Світязь і Елегант, де забезпечувало приріст урожайності зерна на рівні 0,36 і 0,29 т/га.

Оброблення насіння сортів Дамир 2, Модус і Харківський 320 виявилося менш ефективним, оскільки обумовлювало збільшення їх урожайності відповідно на 0,29, 0,37 і 0,31 т/га.

3. Біологічна урожайність сортів гороху залежно від впливу елементів технології вирощування, т/га, у середньому за 2005–2007 рр.

Варіант удобрення	Сорт				
	Дамир 2	Елегант	Харківський 320	Світязь	Модус
Без добрив	2,62	2,75	2,48	2,74	2,43
Штам № 200	2,74	3,05	2,65	3,18	2,75
Рексолін	2,91	3,04	2,79	3,10	2,80
Штам 200+рексолін	3,18	3,38	2,92	3,16	2,85
P ₄₅ K ₆₀	3,36	3,24	2,78	3,10	3,00
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	3,67	3,46	2,76	3,27	3,08
HIP ₀₅			0,21		

За результатами досліджень 2005–2007 рр., кращими виявилися сорти Елегант, Дамир 2 і Світязь, які за поєднання інокуляції із мікродобривом сформували врожайність зерна гороху на рівні відповідно 3,38; 3,18 і 3,16 т/га.

Внесення мінеральних добрив у дозах P₄₅K₆₀ і N₃₀P₄₅K₆₀ виявилось найефективнішим за вирощування сорту Дамир 2, який за максимальної врожайності зерна гороху 3,36 і 3,67 т/га забезпечував приріст від добрив 0,74 і 1,05 т/га. Інші сорти забезпечували її величину в межах відповідно від 0,30 до 0,57 і від 0,28 до 0,71 т/га.

Найвищий урожай зерна гороху сорту Світязь (3,27 т/га) і сорту Модус (3,08 т/га) забезпечив проект технології, який передбачав внесення мінеральних добрив у дозах N₃₀P₄₅K₆₀, забезпечивши збільшення урожайності сортів на 0,53 і 0,65 т/га порівняно до варіантів без застосування мінеральних добрив.

Слід відмітити, що сорт Харківський 320 не відзначався високим рівнем урожайності як на фоні з внесенням P₄₅K₆₀, так і повного мінерального добрива N₃₀P₄₅K₆₀, формуючи найнижчий урожай зерна на рівні 2,78 і 2,76 т/га.

Внаслідок проведеного математичного розрахунку створено математичні моделі залежності урожайності сортів гороху, та впливу погодних умов, які описуються наступними рівняннями регресії:

- **залежно від суми активних температур:**

$$Y = 8,9037 - 0,9660X + 0,0383X^2; R = 0,5400; D = R^2 * 100\% = 29,2\%,$$

де: X – сума активних температур за вегетаційний період, °С

- *залежно від суми опадів:*

$Y = -9,0968 + 10,3532X - 2,1636X^2$; $R = 0,4467$; $D = R^2 * 100\% = 19,9\%$,
 X^2 – кількість опадів за вегетаційний період, мм.

За результатами аналізу моделі встановлено помірний зв'язок урожайності сортів гороху від впливу температури ($R = 0,5400$) і від опадів ($R = 0,4467$), де ефективність зазначених факторів складає лише 29,2% і 19,9% (D).

Таким чином, за результатами досліджень 2005–2007 рр., кращими виявилися сорти Дамир 2, Елегант і Світязь, які за внесення повної дози мінеральних добрив сформували максимальну біологічну врожайність зерна гороху на рівні відповідно 3,67; 3,46 і 3,27 т/га.

Бібліографічний список

1. *Бадина Г. В.* Возделывание бобовых культур и погода / Г. В. Бадина. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 232 с.
2. *Оверченко Б. П.* Урожайность гороха и пути ее повышения / Б. П. Оверченко, Л. И. Данилюк // Вісник аграрної науки. – 1992. – № 9. – С. 22–26.
3. Рекомендації по ефективному застосуванню мікробіологічних препаратів у сучасному ресурсозберігаючому землеробстві. – Чернігів, 1999. – 22 с.
4. *Сичкарь В. И.* Горох: биологические особенности, сорта и современные технологии возделывания / В. И. Сичкарь, И. И. Хухлаев. – Одесса СГИ-НАЦ СЕИС, 2006. – 26 с.