

ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИСТЯ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

В. Пилипенко, аспірант, **С. Каленська**, д-р с.-г наук, професор
Л. М. Гончар, канд.с.-г. наук, доцент
*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Висвітлені основні результати дослідження проведені в північній частині Правобережного Лісостепу України протягом 2014–2016 рр. на чорноземі типовому щодо особливостей формування асиміляційної поверхні листя гороху залежно від системи мінерального живлення та інокуляції насіння. Встановлено, що площа асиміляційної листової поверхні динамічно змінювалася і залежала від погодних умов, фону живлення та інокуляції насіння. Застосування фосфору у підживлення оптимізує засвоєння азоту, підвищуючи ефективність використаного для позакореневого підживлення карбаміду. Інокуляція насіння сприяла підвищенню ефективності використання елементів живлення мінеральних добрив, які вносились як в основне удобрення, так і в позакоренеve підживлення.

Ключові слова: сорт, горох посівний, мінеральні добрива, асиміляційна поверхня, інокуляція насіння.

Постановка проблеми. Важливою умовою формування високих урожаїв сільськогосподарських культур є збільшення продуктивності їх фотосинтезу. Реалізувати свій потенціал продуктивності сільськогосподарські культури можуть завдяки високій інтенсивності фотосинтезу, що забезпечується формуванням оптимальної асиміляційної поверхні рослини, яка здатна функціонувати тривалий час, а також формувати відповідний фотосинтетичний потенціал і забезпечувати стале накопичення сухої речовини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед біологічних ознак сільськогосподарських культур, зокрема гороху, визначальною щодо їхньої урожайності і білкового потенціалу є продуктивність фотосинтезу [9]. Від активності процесів фотосинтезу, темпів наростання площі листової поверхні і дихання залежать оптимальний ріст і розвиток рослин, які зумовлюють швидкість накопичення органічної маси та рівень показників структури врожаю [6, 8].

Фотосинтез – єдиний процес у біосфері, який призводить до засвоєння енергії Сонця і забезпечує існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів. Він також забезпечує енергією всі процеси росту й обміну в

рослині. Для оптимального проходження фотосинтезу посіви повинні мати певну площу листової поверхні, тепловий і водний баланс у всій біосфері. Відомо, що саме листки є основним органом фотосинтезу, хоча частково цю роль виконують також зелені стебла, суцвіття на початку їх утворення й навіть корені [2, 5].

Загалом відомо, що рівень фотосинтетичних процесів залежить від видових та сортових особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов і рівня забезпеченості елементами живлення. Формування фотосинтетичного апарату й інтенсивність газообміну у рослин визначається рівнем забезпечення мінеральним азотом. Внесення оптимальних доз азоту та фосфору сприяє зростанню інтенсивності фотосинтезу [7, 10, 12]. Відмічено, що за рахунок різних агротехнічних заходів: мінеральних добрив, позакореневого підживлення, інокуляції насіння можна управляти формуванням та наростанням площі асиміляційної поверхні рослин гороху вусатого.

Таким чином, для отримання максимальної врожайності зерна гороху, потрібно сформувати оптимальну величину площі листової поверхні та забезпечити кращу продуктивність роботи кожної одиниці асиміляційної поверхні посіву, що підвищить фотосинтетичну продуктивність посіву. Тому вивчення впливу доз мінерального живлення та інокуляції насіння на формування асиміляційної поверхні листя гороху в умовах Лісостепу України є важливим питанням, яке потребує подальшого наукового дослідження та обґрунтування.

Мета дослідження. Одним з напрямів наших досліджень є встановити особливості формування асиміляційної поверхні листя гороху вусатого морфотипу в Лісостепу України залежно від системи мінерального живлення та інокуляції насіння.

Матеріали і методика дослідження. Дослідження проводили у 2014 – 2016 роках у стаціонарному досліді кафедри рослинництва у ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Васильківський район, Київська область). Для досягнення поставленої мети було закладено польовий трифакторний дослід (табл. 1).

Ґрунт дослідної ділянки - чорнозем типовий малогумусний за гранулометричним складом – грубопилувато-середньосуглинковий із вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 4,53-4,38%, рН сольової витяжки 6,8–7,3. Площа посівної ділянки – 30 м², облікової – 25 м². Повторність досліду чотириразова, розміщення варіантів послідовне [3, 4].

Основне удобрення вносили під передпосівний обробіток ґрунту. Норма висіву становила 1,2 млн. насінин на 1 га. У день сівби проводили бактеризацію суспензійним біопрепаратом ризоґуміном. Попередником гороху посівного в сівозміні є ріпак озимий.

Таблиця 1 – Схема польового досліджу

Фактор С: Сорт	Фактор Д: Удобрення	Фактор І: Інокуляція насіння
С ₁ - Девіз С ₂ - Царевич	Д ₁ - Контроль (без добрив – К ₁) Д ₂ - N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (К ₂) Д ₃ - N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Д ₄ - N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀ Д ₅ - N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀ Д ₆ - N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀ Д ₇ - К ₁ + N ₁₀ ВВСН13-19 + N ₁₀ ВВСН 55-59 + N ₁₀ ВВСН 69-71 Д ₈ - К ₁ + P ₁₀ ВВСН13-19+ P ₁₀ ВВСН55-59 + P ₁₀ ВВСН 69-71 Д ₉ - К ₁ +N ₁₀ P ₁₀ ВВСН13-19 +N ₁₀ P ₁₀ ВВСН55-59 + + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 69-71 Д ₁₀ - К ₂ + N ₁₀ ВВСН13-19 + N ₁₀ ВВСН 55-59 + N ₁₀ ВВСН 69-71 Д ₁₁ - К ₂ + P ₁₀ ВВСН13-19 + P ₁₀ ВВСН55-59 + P ₁₀ ВВСН 69-71 Д ₁₂ - К ₂ + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН13-19 + N ₁₀ P ₁₀ ВВСН55-59 + +N ₁₀ P ₁₀ ВВСН 69-71	І ₁ -Без інокуляції І ₂ -Інокуляція

Впродовж вегетаційного періоду в польовому досліді відбиралися рослинні зразки гороху в стадіях росту і розвитку рослин: ВВСН 13-19 (3 листки або вусики (з прилистками) розвинені), ВВСН 55-59 (перші відокремлені квіткові бруньки видно за листям, але квіти все ще закриті), ВВСН 69 - 71 (повне цвітіння: 50 % квітів відкриті – розвиток плода (10% стручків досягли звичайну довжину) [11], в яких визначали площу листків контурним методом із сучасною модифікацією шляхом сканування поверхні та визначення їх площі за допомогою комп'ютерної програми IpSquare [1].

Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині загортання насіння 3-5°C сівалкою «Great Plains» з шириною міжрядь – 18 см та глибиною загортання насіння – 4-6 см. Лабораторні дослідження проводили у навчально-науковій лабораторії «Аналітичні дослідження в рослинництві» кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Результати дослідження. У ході наших досліджень встановлено, що площа асиміляційної поверхні динамічно змінювалася і залежала від погодних умов, фону живлення та інокуляції насіння. Гідротермічні умови вегетаційних років проведення досліджень були неоднорідними, що дало змогу всебічно встановити ефективність досліджуваних чинників.

Вміст хлорофілу в листках та прилистках рослин гороху суттєво змінювався залежно від системи удобрення рослин, яка обумовлювала як безпосередньо інтенсифікацію фотосинтезу так і зміну параметрів рослини,

зокрема розмірів асиміляційної поверхні (табл. 2). Застосування мінеральних добрив за різних схем системи удобрення сприяло збільшенню вмісту суми хлорофілів порівняно з контрольним варіантом, де добрива не застосовувались, на всіх мікростадіях розвитку рослин.

Фосфор за застосування його в підживлення сприяє інтенсифікації процесу фотосинтезу, що виявляється в суттєвому підвищенні вмісту суми хлорофілів в листках та прилистках рослин гороху.

Застосування фосфору у підживлення оптимізує засвоєння азоту, підвищуючи ефективність використаного для позакореневого підживлення карбаміду. Особливо сильно це проявляється на ранніх мікростадіях розвитку (ВВСН 13 – 19) – вміст хлорофілу складав 55,4 та 51,0 за неінокульованого насіння та 60,8 і 62,4 мг/г сирої речовини за інокуляції насіння відповідно для сорту Царевич та Девіз.

Таблиця 2 – Вміст хлорофілу (сума a і b) в листках та прилистках гороху вусатого, мг/ г сирої маси асиміляційної поверхні (середнє за 2014–1016 рр.)

Удобрєння	Царевич						Девіз					
	Стадії росту і розвитку рослин											
	ВВСН 13-19		ВВСН 55-59		ВВСН 69-71		ВВСН 13-19		ВВСН 55-59		ВВСН 69-71	
	Передпосівна обробка насіння ризогумом											
	\bar{b}/i^1	i^2	\bar{b}/i	i	\bar{b}/i	i	\bar{b}/i	i	\bar{b}/i	i	\bar{b}/i	i
Д ₁	22,8	24,0	16,7	19,6	16,7	19,6	22,1	24,8	18,9	21,5	18,9	19,4
Д ₂	28,3	30,2	24,5	28,2	21,7	25,4	31,1	35,4	27,4	31,4	23,5	27,2
Д ₃	27,2	28,0	24,3	24,6	21,1	21,3	26,1	28,4	25,3	26,9	20,8	19,6
Д ₄	23,5	25,1	19,2	21,2	18,5	19,8	17,8	20,1	14,0	17,2	14,0	17,2
Д ₅	30,7	32,5	26,1	28,8	23,8	24,7	24,4	26,8	13,3	21,4	15,4	16,0
Д ₆	36,3	38,5	30,5	31,6	26,9	27,4	28,4	29,6	31,8	32,4	26,0	28,3
Д ₇	33,3	34,9	28,1	28,8	22,2	23,3	30,4	32,7	27,6	38,5	21,1	22,7
Д ₈	30,6	31,5	27,4	29,1	24,9	26,0	31,4	33,8	28,5	29,0	23,5	23,9
Д ₉	34,2	35,6	30,4	30,8	26,1	26,9	34,7	35,9	31,5	32,1	26,8	27,0
Д ₁₀	36,8	38,3	31,6	32,9	26,8	27,2	35,2	37,9	31,9	32,6	26,0	26,9
Д ₁₁	37,9	39,0	33,3	33,9	27,4	27,5	37,7	40,7	32,8	34,5	27,2	29,0
Д ₁₂	55,4	60,8	35,8	35,9	27,5	27,9	51,0	62,4	33,3	35,4	27,8	29,3
НІР ₀₅ для фактора «удобрєння»									4,8			
НІР ₀₅ для фактора «інокуляція насіння»									2,9			

Примітки*:¹–без інокуляції насіння; ²– інокульоване насіння.

Інокуляція насіння сприяла підвищенню ефективності використання елементів живлення мінеральних добрив, які вносились як в основне удобрення так і в позакоренево підживлення.

Застосування різних норм добрив сприяло зростанню вмісту хлоропластів, починаючи із стадії ВВСН 13-19 як у листках, так і вусах рослин. Зафіксовано позитивну реакцію гороху сорту Царевич та Девіз на накопичення хлорофілу не тільки на низьких фонах азоту, а й на фонах з підвищеним вмістом. Оптимального росту та розвитку рослин було отримано за варіанту, де під основний обробіток ґрунту внесли $N_{30}P_{60}K_{60}$ та у підживлення $N_{10}P_{10}$ ВВСН13-19 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН55-59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 69-71 з одночасною інокуляцією.

Площа листової поверхні досліджуваних варіантів залежала від сортових особливостей рослин, погодних умов, удобрення та інокуляції. З стадії ВВСН 13-19 до стадії ВВСН 69-71 спостерігали зростання площі асиміляційної поверхні листя гороху вусатого. На наступних стадіях розвитку гороху відмічене зменшення площі листя, причиною цього є старіння та відмирання листя на нижніх ярусах рослини.

Рослини у фазі трьох листків у контрольному варіанті формували площу листя $18,8 \text{ см}^2$ / рослину у сорту Девіз та $19,1 \text{ см}^2$ / рослину у сорту Царевич без інокуляції. Площа листя зросла на $0,5 \text{ см}^2$ / рослину у сорту Царевич та на $0,9 \text{ см}^2$ / рослину у сорту Девіз за проведення інокуляції. Найбільшої асиміляційної поверхні листя було отримано за внесення $N_{30}P_{90}K_{90}$ - $39,1$ - $39,2 \text{ см}^2$ / рослину без інокуляції та $41,0$ - $41,4 \text{ см}^2$ / рослину з інокуляцією. Проведення лише підживлення посівів гороху в нормі N_{10} ВВСН13-19 + N_{10} ВВСН 55-59 + N_{10} ВВСН 69-71 не сприяло зростанню листової поверхні про що свідчать отримані дані, які знаходяться на рівні контролю (без добрив).

На стадії ВВСН 55-59 (перші відокремлені квіткові бруньки видно за листям, але квіти все ще закриті) листовка поверхня зросла у контрольному варіанті до $257,8$ - $260,5 \text{ см}^2$ / рослину без інокуляції та $268,3$ - $272,4 \text{ см}^2$ / рослину з інокуляцією. Найбільша поверхня листя була сформована за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ + $N_{10}P_{10}$ ВВСН13-19 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 55-59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 69-71 - $358,5 \text{ см}^2$ / рослину без інокуляції та $361,3 \text{ см}^2$ / рослину з інокуляцією у сорту Царевич. У сорту Девіз найбільша площа асиміляційної поверхні була отримана за внесення $N_{30}P_{90}K_{90}$ - $350,3 \text{ см}^2$ / рослину без інокуляції та $359,8 \text{ см}^2$ / рослину з інокуляцією. Внесення у підживлення посівів гороху в нормі N_{10} ВВСН13-19 + N_{10} ВВСН 55-59 + N_{10} ВВСН 69-71 та P_{10} ВВСН13-19+ P_{10} ВВСН 55-59 + P_{10} ВВСН 69-71 сприяло незначному зростанню листової поверхні про що свідчать отримані дані, які знаходяться на рівні контролю (без добрив).

На початку цвітіння (ВВСН 69-71) площа листової поверхні зросла у $1,5$ - $1,6$ рази порівняно з стадією ВВСН 55-59 і становила у контролі $419,3$ - $420,3 \text{ см}^2$ / рослину без інокуляції та $421,7$ - $426,4 \text{ см}^2$ / рослину з інокуляцією.

Таблиця 3 – Динаміка наростання площі листкової поверхні гороху вусатого залежно від системи удобрення та інокуляції насіння, см^2 / рослину (середнє значення за 2014 –2016 рр.)

Сорт	Удобрєння	Стадії росту і розвитку рослин					
		ВВСН 13-19		ВВСН 55-59		ВВСН 69-71	
		Передпосівна обробка насіння ризогуміном					
		\bar{b}/i^*	i^2	\bar{b}/i	i	\bar{b}/i	i
Царевич	Д ₁	19,1	19,6	260,5	272,4	420,3	421,7
	Д ₂	24,1	25,2	281,6	288,9	455,6	460,2
	Д ₃	26,0	26,7	302,8	310,3	477,5	481,1
	Д ₄	32,0	33,1	322,2	334,2	489,9	493,2
	Д ₅	36,8	37,5	342,4	350,1	515,3	520,6
	Д ₆	39,2	41,4	357,2	360,6	536,7	540,2
	Д ₇	19,7	21,9	268,9	275,4	427,7	430,1
	Д ₈	20,2	22,3	292,2	301,1	462,3	465,0
	Д ₉	23,3	23,7	289,3	326,2	477,1	483,5
	Д ₁₀	27,1	27,3	305,3	312,3	483,2	485,1
	Д ₁₁	32,8	33,9	324,6	330,1	490,3	497,8
	Д ₁₂	37,4	39,5	358,5	361,3	548,9	555,5
Девіз	Д ₁	18,8	19,7	257,8	268,3	419,3	426,4
	Д ₂	23,9	24,4	277,4	286,6	451,3	456,5
	Д ₃	25,5	26,9	300,6	305,9	471,0	479,4
	Д ₄	30,2	31,9	318,8	329,9	485,3	490,0
	Д ₅	38,4	40,7	341,8	348,4	509,5	514,2
	Д ₆	39,1	41,0	350,3	359,8	540,5	541,1
	Д ₇	19,6	20,6	277,6	289,7	421,2	429,8
	Д ₈	21,0	21,9	287,3	291,5	464,4	469,5
	Д ₉	22,9	23,2	284,2	310,9	479,9	481,5
	Д ₁₀	27,5	27,7	311,5	310,2	481,6	489,7
	Д ₁₁	33,7	34,4	328,2	332,2	492,4	497,1
	Д ₁₂	37,9	39,9	348,4	359,8	543,5	552,1
<i>НІР₀₅ для фактора «удобрєння»</i>						25,4	
<i>НІР₀₅ для фактора «інокуляція насіння»</i>						14,3	

Найбільша поверхня листя на початку цвітіння була сформована за внесення $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{10}P_{10}$ ввсн₁₃₋₁₉ + $N_{10}P_{10}$ ввсн₅₅₋₅₉ + $N_{10}P_{10}$ ввсн₆₉₋₇₁ - 543,5-548,9 см^2 / рослину без інокуляції та 552,1-555,5 см^2 / рослину з інокуляцією. Внесення у підживлення посівів гороху в нормі N_{10} ввсн₁₃₋₁₉ + N_{10} ввсн₅₅₋₅₉ + N_{10} ввсн₆₉₋₇₁ сприяло незначному зростанню листкової поверхні

про що свідчать отримані дані, які знаходяться на рівні контролю (без добрив).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Провівши порівняння двох досліджуваних сортів можна з певністю сказати, що більшу асиміляційну поверхню листя та відповідно вміст хлорофілу було отримано у сорту Царевич.

Найбільший вміст хлорофілу та площі листя гороху вусатого було отримано за внесення добрив під основний обробіток ґрунту $N_{30}P_{60}K_{60}$ та у підживлення $N_{10}P_{10}$ ввсн13-19 + $N_{10}P_{10}$ ввсн55-59 + $N_{10}P_{10}$ ввсн 69-71 з одночасною інюляцією.

Література

1. Вычисление площади фигур произвольной формы [Електронний ресурс] - Режим доступу: [IpSquare //http://prosoft.at.ua/load/1-1-0-4](http://prosoft.at.ua/load/1-1-0-4).
2. Гарбар Л. А. Вплив елементів технології вирощування на формування асиміляційного апарату посівами вівса / Л. А. Гарбар, Р. М. Холодченко, В. В. Шевчук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. – 2013. – №. 183 (2). – С. 79-82.
3. Дослідна справа в агрономії. Книга друга. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень [навчальний посібник] / А. О. Рожков, С. М. Каленська, Л. М. Пузік та ін. – Х.: Майдан, 2016. – 298 с.
4. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн.1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. – Х.: Майдан, 2016. – 316 с.
5. Каленська С. М. Поверхневі ліпіди та стійкість рослин зернобобових культур до стресових чинників в умовах Правобережного Лісостепу України / С. М. Каленська, В. А. Нідзельський, В. С. Пилипенко, Н. Ю. Таран, В. О. Стороженко // Наукові доповіді НУБіП України, 2016. – 3 (60).
6. Нідзельський В. А., Коваленко В. П. Удосконалення методів визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого / В. А. Нідзельський, В. П. Коваленко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія. – 2012. – №. 176. – С. 49-53. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6827>.
7. Ничипорович А. А., Строганов Л. Е., Мора Н. С. и др. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганов, Н. С. Мора и др. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – 136с.
8. Петриченко В. Ф., Антипін Р. А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України / В. Ф. Петриченко., Р. А. Антипін // Корми і кормовиробництво. – Вінниця, 2006. – Вип. 57. – С. 3-14.

9. Петриченко В.Ф., Лісова Т.Є. Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України / В. Ф. Петриченко // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця, 2001. – Вип. 9. – С. 74 -77.

10. Clayton G.W., Rice W.A. Inoculant formulation and fertilizer nitrogen effects of field pea: crop yield and seed quality // Clayton G.W., Rice W.A., Lupwayi N.Z and other // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2004. – 84(1). – P. 89 – 96.

11. Stauss R. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. Erweiterte BBCH-Skala: Allgemein / R. Stauss., H. Bleiholder, T. Van Den Boom and other // Ciba-Geigy AG, Basel, 1994. – 58 s.

12. Fernandes M. S., Pereyra Rossiello R. O. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition / M.S. Fernandes, R. O. Pereyra Rossiello // *Critical reviews in plant sciences*, (1995). – 14(2). – P. 11-148.

Аннотация

Приведены основные результаты исследования в северной части Правобережной Лесостепи Украины в течение 2014-2016 гг. на черноземе типичном относительно особенностей формирования ассимиляционной поверхности листьев гороха в зависимости от системы минерального питания и инокуляции семян. Установлено, что площадь ассимиляционной поверхности динамично менялась и зависела от погодных условий, фона питания и инокуляции семян. Применение фосфора в подкормку оптимизирует усвоение азота, повышая эффективность использованного для внекорневой подкормки карбамида. Инокуляция семян способствовала повышению эффективности использования элементов питания минеральных удобрений, которые вносились как в основное удобрение, так и во внекорневую подкормку.

Summary

The basic results of research conducted in the northern part of Right-Bank Forest Steppe of Ukraine for 2014 - 2016 on black soil concerning the features of formation of assimilation leaf surface of peas depending on mineral nutrition and inoculation of seeds are presented. It is established that assimilation leaf surface area dynamically varied and depended on the weather conditions, supply background and inoculated seed. The use of phosphorus optimizes nitrogen fixation, increasing the efficiency of applied urea. Inoculation of seeds contributed to improving the efficiency of fertilizers, which were introduced as a basic fertilizer, and in foliar application.