



# Рослинництво, кормовиробництво

УДК 581.1:631.527:633.35

© 2017

*В.С. Пилипенко*

*С.М. Каленська,*  
член-кореспондент НААН,  
доктор сільсько-  
господарських наук

Національний  
університет  
біоресурсів  
і природокористування  
України

## **ПЛОЩА ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОСЛИН ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ**

**Мета.** Установити особливості формування площі листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу гороху вусатого морфотипу в Лісостепу України залежно від удобрення та інокуляції насіння. **Методи.** Польовий, лабораторний, розрахунково-математичний. Використано сорти вітчизняної селекції Царевич і Девіз, біопрепарат ризогумін, визначено площу листків методом сканування поверхні та за допомогою комп'ютерної програми IpSquare. **Результати.** Площа листкової поверхні динамічно змінювалася і залежала від погодних умов, фону живлення та інокуляції насіння. Застосування фосфору у підживлення оптимізувала засвоєння азоту. Інокуляція насіння сприяла підвищенню ефективності використання елементів живлення мінеральних добрив, які вносили як в основне удобрення, так і в позакореневе підживлення. **Висновки.** Більшу площу листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал отримано у сорту Царевич. Найбільший уміст хлорофілу та площу листя гороху отримано за внесення добрив під основний обробіток ґрунту  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та у підживлення  $N_{30}P_{30}$  (за вегетації) з одночасною інокуляцією.

**Ключові слова:** сорт, горох посівний, мінеральні добрива, листкова поверхня, удобрення, інокуляція насіння.

Важливою умовою формування високих врожаїв сільськогосподарських культур є збільшення продуктивності їх фотосинтезу.

Реалізувати свій потенціал продуктивності сільськогосподарські культури можуть завдяки високій інтенсивності фотосинтезу, тобто

формуванню оптимальної площі листкової поверхні рослини, здатної функціонувати тривалий час, а також створювати відповідний фотосинтетичний потенціал і забезпечувати стале накопичення сухої речовини.

Серед біологічних ознак сільськогосподарських культур, зокрема гороху, визначальною щодо їхньої урожайності і білкового потенціалу є продуктивність фотосинтезу [1]. Від активності процесів фотосинтезу, темпів наростання площі листкової поверхні і дихання залежать оптимальний ріст і розвиток рослин, що зумовлюють швидкість накопичення органічної маси та рівень показників структури врожаю [2, 3].

Фотосинтез — єдиний процес у біосфері, завдяки якому засвоюється енергія Сонця і забезпечується існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів. Він також забезпечує енергією всі процеси росту й обміну в рослині. Для оптимального фотосинтезу посів повинен мати певну площу листкової 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 [4, 5].

Загалом відомо, що рівень фотосинтетичних процесів залежить від видових і 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 [6–8]. Завдяки різним агротехнічним заходам (внесенню мінеральних добрив, позакореновому підживленню, інокуляції насіння) можна управляти формуванням і наростанням площі асиміляційної поверхні рослин гороху вусатого.

Отже, для отримання максимальної урожайності зерна гороху потрібно сформувати оптимальну величину площі листкової поверхні та забезпечити кращу продуктивність роботи кожної одиниці листкової поверхні посіву, що підвищить фотосинтетичну продуктивність. Тому вивчення впливу доз мінерального живлення та інокуляції насіння на формування площі листкової поверхні та

фотосинтетичного потенціалу гороху в умовах Лісостепу України є важливим питанням, яке потребує подальшого наукового дослідження і обґрунтування.

**Мета досліджень** — установити особливості формування площі листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу гороху вусатого морфотипу в Лісостепу України залежно від удобрення та інокуляції насіння.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили у 2014–2016 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва у ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківського р-ну Київської обл.). Для досягнення поставленої мети закладено польовий 3-факторний дослід (табл. 1).

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий малогумусний за гранулометричним складом — грубопилувато-середньосуглинковий з умістом гумусу в орному шарі ґрунту 4,53–4,38%, рН сольової витяжки 6,8–7,3. Площа посівної ділянки — 30 м<sup>2</sup>, облікової — 25 м<sup>2</sup>. Повторність дослідів — 4-разова, розміщення варіантів — послідовне [5].

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

Упродовж вегетаційного періоду в польовому досліді відбирали рослинні зразки гороху в стадіях росту і розвитку рослин: BBCH 13–19 (3 листки або вусяки з прилистками розвинені), BBCH 55–59 (перші відокремлені квіткові бруньки видно за листям, але квіти все ще закриті), BBCH 69–71 (повне цвітіння: 50% квітів відкриті — розвиток плода, 10% стручків досягли звичайної довжини) [9]. Площу листків визначали контурним методом із сучасною модифікацією способом сканування поверхні та визначення їх площі за допомогою комп'ютерної програми IpSquare [10].

У дослідженнях використовували сорти вітчизняної селекції — Царевич і Девіз (Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва). Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині зароблення насіння 3–5°C сівалкою «Great Plains». Ширина

## 1. Схема польового досліджу

Фактор С: сорт	Фактор Д: система удобрення					Фактор І: інокуляція насіння
	Варіант	Основне удобрення	ВВСН 13–19	ВВСН 55–59	ВВСН 61–65	
С <sub>1</sub> — Девіз	Д <sub>1</sub>	Контроль (без добрив — К <sub>1</sub> )	—	—	—	I <sub>1</sub> — без інокуляції
C <sub>2</sub> — Царевич	Д <sub>2</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (K <sub>2</sub> )	—	—	—	I <sub>2</sub> — інокуляція
	Д <sub>3</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	—	—	—	
	Д <sub>4</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	—	—	—	
	Д <sub>5</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	—	—	—	
	Д <sub>6</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	—	—	—	
	Д <sub>7</sub>	K <sub>1</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	
	Д <sub>8</sub>	K <sub>1</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>10</sub>	
	Д <sub>9</sub>	K <sub>1</sub>	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	
	Д <sub>10</sub>	K <sub>2</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	
	Д <sub>11</sub>	K <sub>2</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>10</sub>	
	Д <sub>12</sub>	K <sub>2</sub>	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	

мікрядь — 18 см, глибина заробляння насіння — 4–6 см. Лабораторні дослідження проводили у навчально-науковій лабораторії «Аналітичні дослідження в рослинництві» кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**Результати досліджень.** Установлено, що площа листової поверхні динамічно змінювалася і залежала від удобрення, інокуляції насіння та погодних умов. Гідротермічні умови вегетаційних років проведення досліджень були неоднорідними, що дало змогу всебічно встановити ефективність досліджуваних чинників.

Уміст хлорофілу в листках і прилистках рослин гороху істотно змінювався залежно від системи удобрення рослин, яка зумовлювала як безпосередньо інтенсифікацію фотосинтезу, так і зміну параметрів рослини, зокрема розмірів листової поверхні (табл. 2). Застосування мінеральних добрив за різних схем системи удобрення сприяло збільшенню вмісту суми хлорофілів порівняно з контрольним варіантом, де добрива не застосовували, на всіх мікростадіях розвитку рослин.

Фосфор за застосування його в підживлення сприяє інтенсифікації процесу фотосинтезу, що виявляється в істотному

підвищенні вмісту суми хлорофілів у листках і прилистках рослин гороху.

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

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

Застосування різних норм добрив сприяло зростанню вмісту хлоропластів, починаючи зі стадії ВВСН 13–19, як у листках, так і вусах рослин. Виявлено позитивну реакцію гороху сорту Царевич і Девіз на накопичення хлорофілу не тільки на низьких фонах азоту, а й на фонах з підвищеним умістом. Оптимального росту та розвитку рослин досягли за варіанта Д<sub>12</sub>, де під основний обробіток ґрунту внесли N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та у підживлення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub> з одночасною інокуляцією.

Площа листової поверхні досліджуваних

**2. Уміст хлорофілу (сума а і б) у листках і прилистках гороху вусатого, мг/г сирої маси листової поверхні (середнє за 2014–2016 рр.)**

Удобрєння	Царевич						Девіз					
	Стадія 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 ризогуміном											
	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Д <sub>1</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>3</sub>	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 <sub>4</sub>	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 <sub>5</sub>	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 <sub>6</sub>	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 <sub>7</sub>	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 <sub>8</sub>	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 <sub>9</sub>	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 <sub>10</sub>	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 <sub>11</sub>	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 <sub>12</sub>	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 <sub>05</sub> для фактора «удобрєння»										4,8		
НІР <sub>05</sub> для фактора «інокуляція насіння»										2,9		
Примітка: б/і — без інокуляції насіння; і — інокуюване насіння (для табл. 2 і 3).												

варіантів залежала від сортових особливостей рослин, погодних умов, удобрення та інокуляції. Зі стадії ВВСН 13–19 до стадії ВВСН 69–71 площа листової поверхні гороху вусатого зростала. На наступних стадіях розвитку гороху площа листя зменшувалася, причиною цього є старіння та відмирання листя на нижніх ярусах рослини.

Рослини у фазі 3-х листків у варіанті Д<sub>1</sub> формували площу листя 18,8 см<sup>2</sup>/рослину у сорту Девіз та 19,1 см<sup>2</sup>/рослину у сорту Царевич без інокуляції. Площа листя зростала на 0,5 см<sup>2</sup>/рослину у сорту Царевич та на 0,9 см<sup>2</sup>/рослину у сорту Девіз за проведення інокуляції. Найбільшої листової поверхні листя отримано у варіанті Д<sub>6</sub> — 39,1–39,2 см<sup>2</sup>/рослину без інокуляції та 41,0–41,4 см<sup>2</sup>/рослину з інокуляцією. Проведення лише підживлення посівів гороху в нормі N<sub>30</sub> у підживлення не сприяло зростанню листової поверхні, про що свідчать отримані дані, які були на рівні контролю (без добрив).

На стадії ВВСН 55–59 (перші відокремлені квіткові бруньки видно за листям, але квіти все ще закриті) листову поверхню зростала у контрольному варіанті до 257,8–260,5 см<sup>2</sup>/рослину без інокуляції та 268,3–272,4 см<sup>2</sup>/рослину з інокуляцією. Найбільшу поверхню листя виявлено у варіанті Д<sub>10</sub> — 358,5 см<sup>2</sup>/рослину без інокуляції та 361,3 см<sup>2</sup>/рослину з інокуляцією у сорту Царевич. У сорту Девіз найбільшу площу листової поверхні отримано у варіанті Д<sub>6</sub> — 350,3 см<sup>2</sup>/рослину без інокуляції та 359,8 см<sup>2</sup>/рослину з інокуляцією. Внесення у підживлення посівів гороху в нормі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub> (за вегетації) сприяло незначному зростанню листової поверхні, про що свідчать отримані дані, які були на рівні варіанта Д<sub>1</sub>.

На початку цвітіння (ВВСН 69–71) площа листової поверхні зростала у 1,5–1,6 раза порівняно зі стадією ВВСН 55–59 і становила у контролю 419,3–420,3 см<sup>2</sup>/рослину без інокуляції та 421,7–426,4 см<sup>2</sup>/рослину

**3. Динаміка наростання площі листової поверхні гороху вусатого залежно від удобрення та інокуляції насіння,  $\text{см}^2/\text{рослину}$  (середнє значення за 2014–2016 рр.)**

Сорт	Удобрення	Стадія росту і розвитку рослин					
		ВВСН 13–19		ВВСН 55–59		ВВСН 69–71	
		Передпосівна обробка насіння ризогуміном					
		б/і	і	б/і	і	б/і	і
Царевич	Д <sub>1</sub>	19,1	19,6	260,5	272,4	420,3	421,7
	Д <sub>2</sub>	24,1	25,2	281,6	288,9	455,6	460,2
	Д <sub>3</sub>	26,0	26,7	302,8	310,3	477,5	481,1
	Д <sub>4</sub>	32,0	33,1	322,2	334,2	489,9	493,2
	Д <sub>5</sub>	36,8	37,5	342,4	350,1	515,3	520,6
	Д <sub>6</sub>	39,2	41,4	357,2	360,6	536,7	540,2
	Д <sub>7</sub>	19,7	21,9	268,9	275,4	427,7	430,1
	Д <sub>8</sub>	20,2	22,3	292,2	301,1	462,3	465,0
	Д <sub>9</sub>	23,3	23,7	289,3	326,2	477,1	483,5
	Д <sub>10</sub>	27,1	27,3	305,3	312,3	483,2	485,1
	Д <sub>11</sub>	32,8	33,9	324,6	330,1	490,3	497,8
	Д <sub>12</sub>	37,4	39,5	358,5	361,3	548,9	555,5
Девіз	Д <sub>1</sub>	18,8	19,7	257,8	268,3	419,3	426,4
	Д <sub>2</sub>	23,9	24,4	277,4	286,6	451,3	456,5
	Д <sub>3</sub>	25,5	26,9	300,6	305,9	471,0	479,4
	Д <sub>4</sub>	30,2	31,9	318,8	329,9	485,3	490,0
	Д <sub>5</sub>	38,4	40,7	341,8	348,4	509,5	514,2
	Д <sub>6</sub>	39,1	41,0	350,3	359,8	540,5	541,1
	Д <sub>7</sub>	19,6	20,6	277,6	289,7	421,2	429,8
	Д <sub>8</sub>	21,0	21,9	287,3	291,5	464,4	469,5
	Д <sub>9</sub>	22,9	23,2	284,2	310,9	479,9	481,5
	Д <sub>10</sub>	27,5	27,7	311,5	310,2	481,6	489,7
	Д <sub>11</sub>	33,7	34,4	328,2	332,2	492,4	497,1
	Д <sub>12</sub>	37,9	39,9	348,4	359,8	543,5	552,1
НІР <sub>05</sub> для фактора «удобрення»						25,4	
НІР <sub>05</sub> для фактора «інокуляція насіння»						14,3	

з інокуляцією.

Найбільша поверхня листя на початку цвітіння була сформована у варіанті Д<sub>12</sub> — 543,5–548,9  $\text{см}^2/\text{рослину}$  без інокуляції та

552,1–555,5  $\text{см}^2/\text{рослину}$  з інокуляцією.

Внесення у підживлення посівів гороху в нормі N<sub>30</sub> (за вегетації) сприяло незначному зростанню листової поверхні, показники

### Висновки

Більшу площу листової поверхні та фотосинтетичний потенціал було отримано у сорту Царевич. Найбільший уміст хлорофілу та площі листя гороху

вусатого отримано за внесення добрив під основний обробіток ґрунту N<sub>30</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub> та у підживлення N<sub>30</sub> P<sub>30</sub> (за вегетації) з одночасною інокуляцією.

## Бібліографія

1. Петриченко В.Ф. Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України/ В.Ф. Петриченко, Т.Є. Лісова: зб. наук. пр. Вінницького держ. аграр. ун-ту. — Вінниця, 2001. — Вип. 9. — С. 74–77.
2. Поверхневі ліпіди та стійкість рослин зернобобових культур до стресових чинників в умовах Правобережного Лісостепу України/С.М. Каленська, В.А. Нідзельський, В.С. Пилипенко та ін.// Наук. доповіді НУБіП України, 2016. — 3 (60). — С. 3–7.
3. Петриченко В.Ф. 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.
4. Гарбар Л.А. Вплив елементів технології вирощування на формування асиміляційного апарату посівами вівса/Л.А. Гарбар, Р.М. Холодченко, В.В. Шевчук//Наук. вісн. НУБіП України. — Серія: Агрономія. — 2013. — №. 183 (2). — С. 79–82.
5. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: 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.
6. Нідзельський В.А. Удосконалення методів визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого/В.А. Нідзельський, В.П. Коваленко// Наук. вісн. НУБіП України. — Серія: Агрономія. — 2012. — №. 176. — С. 49–53.
7. Inoculant formulation and fertilizer nitrogen effects of field pea: crop yield and seed quality/ G.W. Clayton, W.A. Rice, N.Z. Lupwayi et al.// Canadian J. of Plant Science. — 2004. — 84(1). — P. 89–96.
8. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. Erweiterte BBCH-Skala: Allgemein/R. Stauss, H. Bleiholder, T. Van Den Boom et al.//Ciba-Geigy AG, Basel, 1994. — 58 s.
9. Fernandes M.S. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition/M.S. Fernandes, R.O. Pereyra Rossiello//Critical reviews in plant sciences. — 1995. — 14(2). — P. 111–148.
10. Пилипенко В.С. Формування та симбіотична активність бульбочкових бактерій рослин гороху вусатого в Лісостепу України/В.С. Пилипенко//Вісн. Полтавської держ. аграр. академії. — 2016. — Вип. 3 (82). — С. 89–93.

Надійшла 20.02.2017.