

УДК: 631.583.633.35.004.14

**В. Ф. Петриченко**, доктор сільськогосподарських наук

*Інститут кормів УААН*

**Р. А. Антипін**

*Вінницький державний аграрний університет*

## **ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

*Представлено результати досліджень з вивчення фотосинтетичної продуктивності гороху залежно від рівнів інтенсифікації технологій вирощування в умовах Лісостепу України. Проведено аналіз вірогідності регресійних моделей, які описують залежності формування фотосинтетичного потенціалу від застосування мінеральних добрив та способів передпосівної обробки насіння.*

**Ключові слова:** *горох, мінеральні добрива, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, продуктивність.*

Фотосинтез – єдиний процес у біосфері, який призводить до засвоєння енергії Сонця і забезпечує існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів, у тому числі і бобових культур [1].

Головною задачею галузі землеробства є створення сприятливих умов для раціонального використання фотосинтетичної активної радіації та інших факторів життя. У зв'язку з цим формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення тривалості продуктивної роботи, є важливою науковою проблемою, оскільки між величиною врожаю і площею листків встановлено пряму кореляційну залежність [2-4].

Від розмірів фотосинтетичного апарату та його активності в онтогенезі рослин залежить рівень реалізації генетичного потенціалу сортів гороху [5, 6].

Для кожного рослинного угруповання характерне своє, власне, унікальне розміщення фотосинтетичної поверхні у просторі і відповідне використання фотосинтетичноактивної радіації рослинами. Зміна структури

ценозу дає можливість суттєво підвищувати рівень його продуктивності за рахунок зміни конкурентних взаємовідносин [7].

Продуктивність фотосинтезу істотно залежить від площі листової поверхні рослин, яка може регулюватись шляхом створення оптимальної оптико – біологічної структури посіву. Це в свою чергу обумовлює основну вимогу до величини асиміляційної поверхні – вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту протягом вегетаційного періоду рослин. Однак більшість культур на початку вегетації і в другій її половині такого покриття не забезпечують. Тому одна із ефективних можливостей більш повного використання фотосинтетично активної радіації полягає в забезпеченні прискореного розвитку асимілюючої поверхні на початку вегетаційного періоду за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема мінеральних добрив та стимуляторів росту.

Ряд авторів [8, 9] вважають, що оптимальна площа листової поверхні рослин гороху має складати 55-60 тис. м<sup>2</sup>/га. В науковій літературі зустрічаються лише поодинокі повідомлення, щодо особливостей формування площі листової поверхні залежно від застосування мінеральних добрив, засобів захисту та стимуляторів росту. Вивчення впливу цих технологічних прийомів вирощування на проходження процесів росту, розвитку та формування фотосинтетичної та зернової продуктивності гороху в умовах центрального Лісостепу України є важливою народногосподарською проблемою, яка потребує наукового обґрунтування для умов регіону.

**Методика досліджень.** Польові дослідження з вивчення впливу способів передпосівної обробки насіння в поєднанні з мінеральними добривами на продуктивність інтенсивних сортів гороху проводили протягом 2001-2003 рр. на спільному дослідному полі Вінницького державного аграрного університету та Вінницької обласної державної сільськогосподарської дослідної станції. Ґрунтовий покрив ділянки представлений сірими лісовими середньосуглинковими ґрунтами на лесовидних суглинках. Для них характерний низький вміст гумусу – 1,97% і легкогідролізованого азоту – 4,2 мг на 100 г ґрунту, підвищений вміст рухомого фосфору – 11,7 г та високий вміст обмінного калію – 12,4 г на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла – рН 5,4.

Вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт; В – система удобрення; С – обробка насіння. Співвідношення цих факторів 2 : 4 : 3. Повторність чотириразова. Розміщення варіантів – систематичне в два яруси. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Сівбу проводили сортами Вінничанин та Світязь. Обробку експериментальних даних проводили за допомогою сучасного пакета програм Excel, **Sigma**, та **Statistic 6**.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Формування врожаю зернобобових культур відзначається високою диференційованою дією численних взаємопов'язаних і взаємообумовлених факторів, рівнем реакції на умови середовища. Значну роль при цьому відіграють гідротермічні умови [10, 12].

Відмічено, що показники вологозабезпеченості значно відрізнялись від середнібагаторічних даних. Так у 2001 р. кількість опадів за вегетаційний період гороху складала 286 мм, в 2002 р. – 332 та в 2003 р. – 233 мм при середнібагаторічній нормі 261 мм. При цьому за період квітень – липень суми активних температур склали 910-1100 °С, що більше на 40-90°С від середнібагаторічних показників. Крім гідротермічних умов на процеси росту, розвитку та формування урожаю впливали і організовані фактори.

Площа листової поверхні має здатність до варіювання: від гідротермічних умов року та застосування елементів інтенсивної технології вирощування.

У середньому за три роки досліджень максимальну площу листової поверхні посівів гороху 54,7 тис. м<sup>2</sup>/га відмічено у фазі наливання насіння (табл. 1).

Так, на ділянках контрольного варіанта, де застосовували фосфорно-калійні добрива у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та проводили передпосівну обробку насіння молібденовокислим амонієм і ризоторфіном площа листової поверхні становила 36,7 тис. м<sup>2</sup>/га. Слід відмітити, що збільшення доз мінеральних азотних добрив від (N<sub>30</sub>) до (N<sub>90</sub>) сприяло зростанню площі листової поверхні. Максимальні показники площі листової поверхні у фазі наливання насіння 52,6 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту Вінничанин та 54,7 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту Світязь, відмічено при вирощуванні гороху із застосуванням підвищених доз (N<sub>90</sub>) азотних добрив на фосфорно-калійному фоні P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та обробкою насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, Вітаваксом 200ФФ та стимулятором росту Емістим С, що відповідно більше на 15,9 та 18,0 тис. м<sup>2</sup>/га при порівнянні з ділянками контрольного варіанта.

У фазі фізіологічної стиглості гороху відмічено суттєве зниження площі листової поверхні. На контрольному варіанті цей показник складав 19,1 тис. м<sup>2</sup>/га, а на відповідних ділянках у сорту Світязь 20,3 тис. м<sup>2</sup>/га. Максимальна площа листової поверхні у цій фазі відмічена на ділянках дослідження де застосовували підвищені дози (N<sub>90</sub>) азотних добрив на фосфорно-калійному фоні P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та обробляли насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, протруйником насіння Вітавак

200ФФ та стимулятором росту Емістим С у сорту Вінничанин 24,3 та у сорту Світязь 25,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Очевидно це пов'язано з відтоком пластичних речовин з вегетативних органів нижніх ярусів у генеративні органи, що призводить до підсихання листків в цих ярусах та зменшення площі листової поверхні в цілому. Аналогічні залежності відмічено у дослідженнях В.Ф. Петриченка та П.В. Материнського при вивченні впливу технологічних прийомів на формування фотосинтетичного апарату кормових бобів [11].

**1. Динаміка наростання площі листової поверхні гороху Світязь, залежно від застосування мінеральних добрив та способів передпосівної обробки насіння, тис.м<sup>2</sup>/ га (у середньому за 2001-2003 рр.)**

Варіанти		Фази росту та розвитку				
Дози мінеральних добрив	Способи передпосівної обробки насіння	3-й листок	бутонізація	повне цвітіння	налив насіння	фізіологічна стиглість
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (Фон)	Мо + Інокуляція (Фон)	3,4	26,1	35,7	38,0	20,3
	Фон + Вітавакс 200ФФ	3,5	26,4	36,8	39,0	20,7
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	3,6	26,6	37,6	39,6	21,0
Фон+N <sub>30</sub>	Фон	3,7	28,6	39,9	41,6	21,3
	Фон + Вітавакс 200ФФ	3,8	28,9	41,5	43,1	21,8
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	3,9	29,4	42,4	44,6	22,0
Фон+N <sub>60</sub>	Фон	4,1	31,0	45,1	46,9	22,8
	Фон + Вітавакс 200ФФ	4,3	31,7	46,5	48,3	23,6
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	4,3	32,1	48,2	50,2	23,9
Фон+N <sub>90</sub>	Фон	4,5	33,4	50,2	51,9	24,5
	Фон + Вітавакс 200ФФ	4,6	33,9	51,7	53,1	25,0
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	4,7	34,6	52,9	54,7	25,6

Ефективність роботи фотосинтетичного апарату по створенню врожаю визначається тривалістю життєдіяльності листків. Тому дуже важливо формувати посіви так, щоб якнайшвидше досягти оптимальної площі листової поверхні та підтримувати її максимальні показники в такому стані більш тривалий час. Вже відомо, що фотосинтетичний потенціал – це один із вирішальних факторів, який характеризується величиною врожаю.

Крім наростання площі листової поверхні, ми визначали величину фотосинтетичного потенціалу (ФП) сформованого посівами гороху залежно від застосування мінеральних добрив, протруювачів насіння та стимуляторів росту. Так, у гороху за період від фази повних сходів до фізіологічної стиглості формуються максимальні показники фотосинтетичного потенціалу.

При застосуванні азотних добрив від низьких  $N_{30}$  до середніх  $N_{60}$  доз на фосфорно – калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  та обробці насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, Вітаваксом 200 ФФ та стимулятором росту Емістим С, показники фотосинтетичного потенціалу становили у сорту Вінничанин 2,041 та 2,389 млн.м<sup>2</sup>/га, а у сорту Світязь – 2,275 та 2,706 млн. м<sup>2</sup>/га, що більше відповідно на 0,344 та 0,692 млн.м<sup>2</sup>/га у сорту Вінничанин та у сорту Світязь – 0,578 та 1,009 млн.м<sup>2</sup>/га при порівнянні з ділянками контролю.

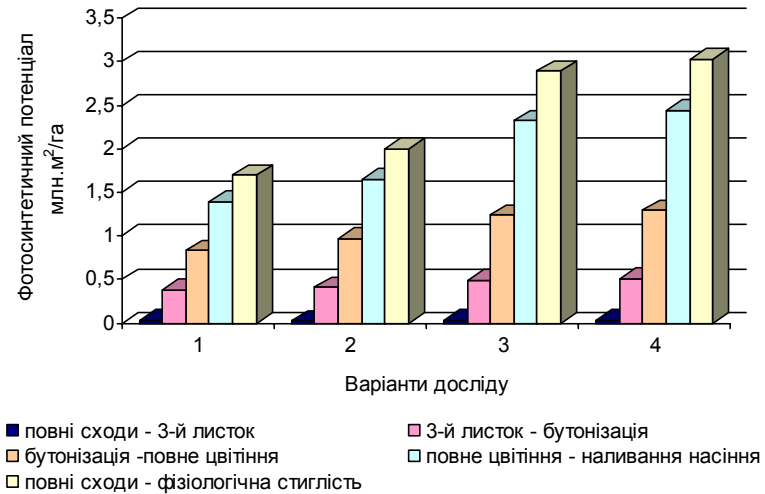
Відмічено позитивну дію, застосування Вітаваксу 200 ФФ та стимулятора росту Емістим С на формування фотосинтетичного потенціалу сорту Вінничанин і у сорту Світязь при цьому забезпечено зростання ФП від 0,074 до 0,154 млн.м<sup>2</sup>/га за добу (рис. 1).

Максимальне значення показників фотосинтетичного потенціалу рослин гороху у сорту Вінничанин 2,650 та 3,032 млн.м<sup>2</sup>/га у сорту Світязь відмічено на ділянках досліді, де застосовували підвищені дози азотних добрив ( $N_{90}$ ) на фосфорно – калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  із обробкою насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, Вітаваксом 200ФФ та стимулятором росту Емістим С, що більше відповідно на 0,953 та 1,335 млн.м<sup>2</sup>/га при порівнянні з рослинами контрольного варіанта.

Для виявлення найбільш ефективних технологічних прийомів вирощування гороху, від яких залежить формування кількісних показників фотосинтетичного потенціалу в онтогенезі рослин, нами були побудовані регресійні моделі (рис. 2). Ці регресійні моделі описують залежності показників фотосинтетичного потенціалу залежно від застосування мінеральних добрив та способів передпосівної обробки насіння, а також надають можливість провести оцінку їх вірогідності (табл. 2).

Відмічено, що у початковій фазі росту та розвитку рослин не спостерігається істотних відмінностей щодо показників фотосинтетичного потенціалу. Це означає, що азотні добрива не суттєво впливають на цей показник. В свою чергу в наступні фази росту та розвитку (до фази фізіологічної стиглості) ми спостерігаємо тісну залежність показників фотосинтетичного потенціалу від доз азотних добрив, оскільки із зростанням дози азоту побудовані лінії регресії все значніше віддаляються одна від одної.

При цьому коефіцієнти детермінації  $R^2$  становили 0,990 та 0,991, що свідчить про високу достовірність отриманих результатів.



**Рис. 1. Формування показників фотосинтетичного потенціалу гороху Світязь залежно від способу передпосівної обробки насіння та мінеральних добрив, млн.м²/га (у середньому за 2001-2003 рр.)**

Зміст варіантів: 1 –  $P_{60}K_{60} + Mo + I$  (контр. сорт Вінничанин);

2 –  $P_{60}K_{60} + Mo + I + Вітавакс 200ФФ + Емістим С$ ;

3 –  $N_{90}P_{60}K_{60} + Mo + I$ ;

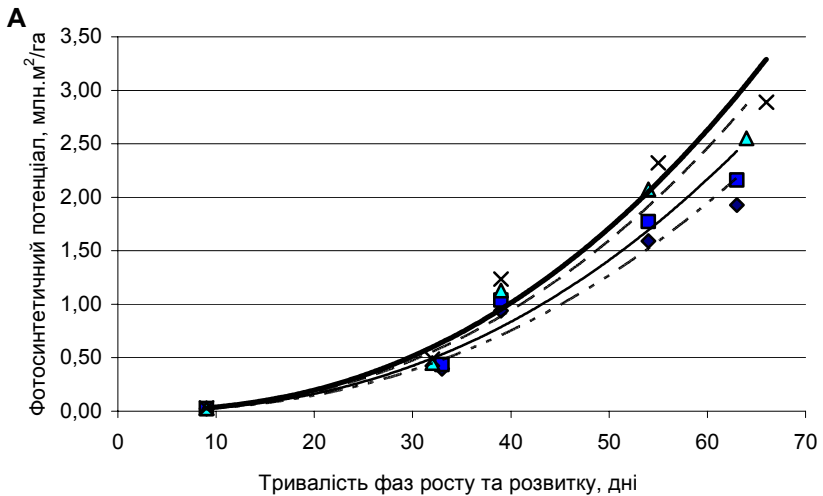
4 –  $N_{90}P_{60}K_{60} + Mo + I + Вітавакс 200ФФ + Емістим С$ ;

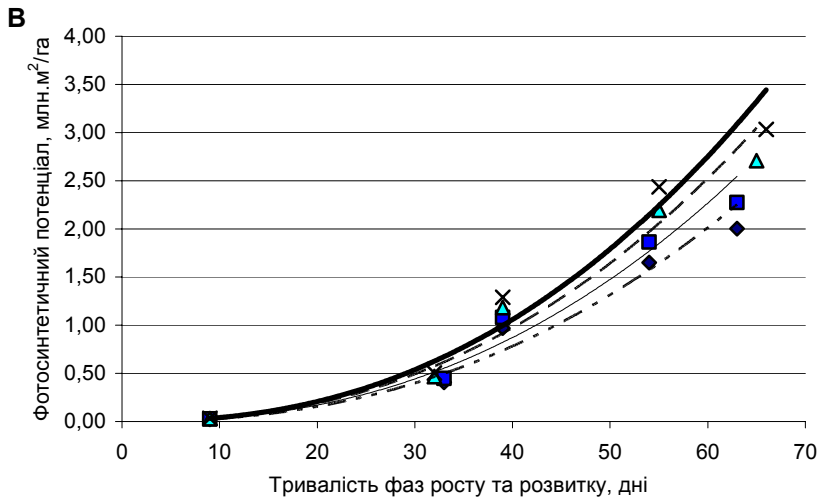
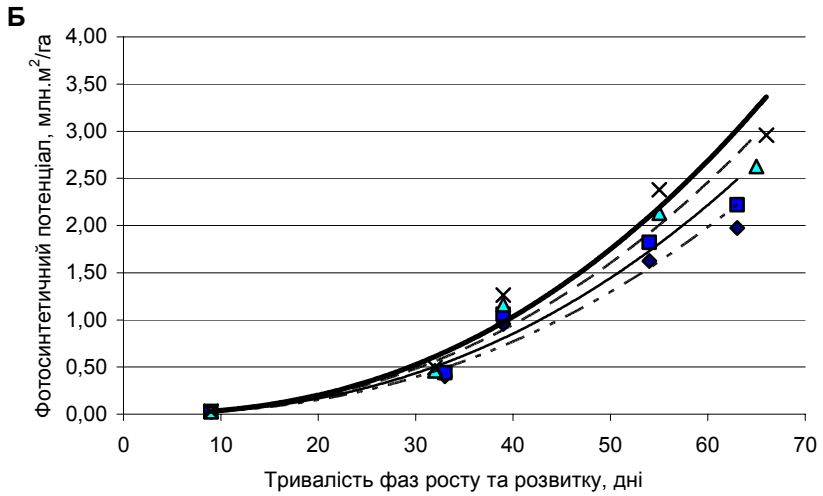
При порівнянні способів передпосівної обробки насіння протягом вегетаційного періоду не виявлено істотних розходжень між цими показниками за лініями регресій. Тобто пропонувані способи передпосівної обробки суттєво не впливають на динаміку формування фотосинтетичного потенціалу.

Продуктивність рослин залежить не тільки від площі листової поверхні, розмірів ФП, але й від інтенсивності фотосинтезу. Відомо, що чиста продуктивність фотосинтезу визначається співвідношенням добового приросту маси усєї рослини до показників фотосинтетичного потенціалу.

## 2. Оцінка вірогідності регресійних моделей

Показники	Дози добрив			
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
Мо + інокуляція (фон)				
Регресійна модель	$y = 0,0001x^{2,3388}$	$y = 0,0001x^{2,3502}$	$y = 0,0002x^{2,3687}$	$y = 0,0002x^{2,3524}$
Коефіцієнт детермінації	0,99	0,9901	0,991	0,9903
F факт.	297,0	300,0	330,3	306,3
Fтеор. 1%	34,1			
Фон + Вітавакс 200ФФ				
Регресійна модель	$y = 0,0001x^{2,335}$	$y = 0,0001x^{2,3537}$	$y = 0,0002x^{2,3481}$	$y = 0,0002x^{2,3556}$
Коефіцієнт детермінації	0,9899	0,99	0,9908	0,9902
F факт.	294,0	297,0	323,1	303,1
Fтеор. 1%	34,1			
Фон + Вітавакс 200ФФ + Емістим С				
Регресійна модель	$y = 0,0001x^{2,3319}$	$y = 0,0001x^{2,3566}$	$y = 0,0002x^{2,356}$	$y = 0,0002x^{2,3552}$
Коефіцієнт детермінації	0,9898	0,99	0,9907	0,9902
F факт.	291,1	297,0	319,6	303,1
Fтеор. 1%	34,1			





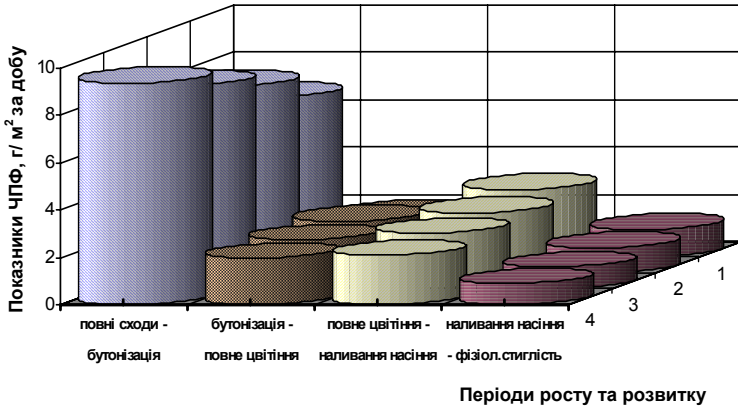
--- P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (фон) ; — фон + N<sub>30</sub> ; --- фон + N<sub>60</sub> ; — фон + N<sub>90</sub>

**Рис. 2. Регресійні моделі опису динаміки фотосинтетичного потенціалу гороху Світязь:**

А – Мо + Інокуляція (фон), Б – фон +Вітавакс 200ФФ,  
В – фон +Вітавакс 200ФФ + Емістим С.



Максимальні рівні чистої продуктивності фотосинтезу відмічено у період повні сходи – бутонізація. Протягом наступних періодів вегетації відмічено зниження інтенсивності накопичення сухої речовини (рис. 3).



**Рис. 3. Формування ЧПФ посівами гороху Світязь, залежно від способу передпосівної обробки насіння та мінеральних добрив, г/м<sup>2</sup> за добу**

Зміст варіантів: 1 –  $P_{60}K_{60} + Mo + I$  (контр. сорт Вінничанин);  
 2 –  $N_{30}P_{60}K_{60} + Mo + I + Вітавакс 200ФФ + Емістим С$ ;  
 3 –  $N_{60}P_{60}K_{60} + Mo + I + Вітавакс 200ФФ + Емістим С$ ;  
 4 –  $N_{90}P_{60}K_{60} + Mo + I + Вітавакс 200ФФ + Емістим С$ ;

Мінімальні показники чистої продуктивності фотосинтезу відмічено у період наливання насіння – фізіологічна стиглість, одна із причин цього часткове затінення середніх та нижніх ярусів листків рослин гороху верхніми ярусами.

Суттєвий вплив на формування чистої продуктивності фотосинтезу мали фактори, що поставленні на вивчення.

Так, у період повні сходи – бутонізація мінімальне значення ЧПФ 6,77 г/м<sup>2</sup> за добу відмічено у рослин контрольного варіанта. Із застосуванням в посівах гороху азотних добрив від низьких доз ( $N_{30}$ ) до підвищених ( $N_{90}$ ) на фосфорно – калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  показники ЧПФ в зазначений період росту та розвитку рослин гороху знаходились в інтервалі від 6,96 до 9,21 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Вінничанин, та від 7,28 до 9,37 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Світязь, що більше відповідно на 0,19 – 2,44 та 0,51 – 2,60 г/м<sup>2</sup> за добу

добу при порівнянні з ділянками контролю. У подальші періоди вегетації гороху показники ЧПФ знижувались. Так, на ділянках контролю показники ЧПФ становили 1,76 г/м<sup>2</sup> за добу у період бутонізація – повне цвітіння, повне цвітіння – наливання насіння 2,87 та наливання насіння – фізіологічна стиглість 1,18 г/м<sup>2</sup> за добу. В той же час у сорту Світязь ці показники відповідно складала – 1,96; 2,77 і 1,14 г/м<sup>2</sup> за добу.

У посівах гороху, де застосовували підвищені дози азотних добрив (N<sub>90</sub>) на фосфорно – калійному фоні P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та обробляли насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, Вітаваксом 200ФФ та стимулятором росту Емістим С у відповідні періоди росту та розвитку показники ЧПФ становили 1,88; 2,76; 1,09 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Вінничанин та у сорту Світязь – 1,97; 2,08; 0,89. Слід відмітити, що у вищезазначених варіантах починаючи з періоду повне цвітіння – наливання насіння та дальші фази, показники ЧПФ були меншими відповідно на 0,11 та 0,09 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Вінничанин та у сорту Світязь – 0,79 та 0,29 г/м<sup>2</sup> за добу, при порівнянні з контролем.

Підвищення фотосинтетичних показників у інтенсивних сортів гороху сприяло підвищенню рівня урожаю зерна (табл. 4). Так, в середньо-муза за 2001-2003 рр. максимальну урожайність зерна гороху Вінничанин –

#### 4. Урожайність зерна гороху залежно від застосування мінеральних добрив та способів передпосівної обробки насіння, т/га (у середньому за 2001-2003 рр.)

Дози мінеральних добрив	Передпосівна обробка насіння		
	Інокуляція +Mo	I+Mo+Вітавакс 200ФФ	I+Mo+Вітавакс 200ФФ+Емістим С
<b>Вінничанин</b>			
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	2,54	2,80	2,93
Фон+N <sub>30</sub>	2,86	3,04	3,17
Фон+N <sub>60</sub>	3,03	3,13	3,33
Фон+N <sub>90</sub>	3,31	3,43	3,54
<b>Світязь</b>			
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,77	2,89	3,01
Фон+N <sub>30</sub>	3,07	3,2	3,30
Фон+N <sub>60</sub>	3,27	3,37	3,57
Фон+N <sub>90</sub>	3,39	3,54	3,71

HIP<sub>0,05</sub> т/га    A – 0,026                      AB – 0,053                      ABC – 0,092  
                           B – 0,037                                      AC – 0,046  
                           C – 0,032                                      BC – 0,065

3,54, і сорту Світязь – 3,71 т/га одержано у варіантах досліду де вносили високі дози азотних добрив( $N_{90}$ ) на фосфорно – калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  у поєднанні з обробкою насіння молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, Вітаваксом 200 ФФ та стимулятором росту Емістим С, що відповідно більше на 1,00 та 1,17 т/га ніж на контрольному варіанті.

Таким чином, в умовах Правобережного Лісостепу України на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах встановлено, що поєднання комплексної обробки насіння молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, протруйником Вітавакс 200ФФ та стимулятором росту Емістим С із застосуванням мінеральних добрив у дозі  $N_{60-90}P_{60}K_{60}$  сприяє формуванні максимальної площі листової поверхні – 55 тис.м<sup>2</sup>/га, показників фотосинтетичного потенціалу – 3,03 млн.м<sup>2</sup>/га · добу, максимальних показників ЧПФ у період повні сходи – бутонізація 9,21 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Вінничанин та 9,37 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Світязь та зернової продуктивності гороху на рівні 3,5-4,0 т/га.

### Бібліографічний список

1. *Ничипорович А.А.* О фотосинтезе растений. – М.: Правда, 1948. – 31 с.
2. *Афендулов К.П.* Влияние сроков внесения, сочетания и доз удобрений на фотосинтетическую активность растений // Вестник с.-х. науки. – 1969. – № 5. – С. 53-56.
3. *Белюсова Л.П.* Нарастание площади листьев у трех гибридов кукурузы // Растениеводство. – 1968. – № 5. – С. 52-55.
4. *Генгель П.А.* Физиология растений. – М.: Просвещение, 1974. – 191 с.
5. *Петриченко В.Ф., Серета Л.М.* Наукові основи формування урожаю сої при ранніх строках сівби в умовах Лісостепу України // Зб.наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Вінниця, 2001. Випуск 9. – 2001. – С. 3-10.
6. *Петриченко В.Ф., Лісова Т.Є.* Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця. – 2001. – Вип. 9. – С. 74-77.
7. *Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения /* Пер. с англ. Н.Л. Гудская, Н.В. Обручаевой, К.С. Спекторова, С.С. Чайановой; Под ред. А.Т. Мокроносова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 460 с.

8. *Приходько В.А.* Фотосинтетическая деятельность различных зернобобовых культур в условиях Тамбовской области. – В кн.: Повышения продуктивности кормовой пашни и луговых угодий. М., 1981. – С. 40-48.

9. *Лана І.В., Камінський В.Ф., Смоляр М.І.* // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – 1996. – С. 221-226.

10. *Камінський В.Ф., Голодна В.Ф., Гресь С.А.* Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні // Корми і кормо виробництво. – 2004. – Вип. 53. – С. 38-48.

11. *Петриченко В.Ф., Материнський П.В.* Фотосинтетична діяльність і продуктивність кормових бобів залежно від факторів інтенсифікації в умовах Лісостепу України // Корми і кормовиробництво. – 2002. – Вип. 48. – С. 143-147.

12. *Бабич А.А., Петриченко В.Ф.* Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои при известковании, внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1992. – № 5-6. – С. 110-117.