

## ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

К.С. Небаба,  
аспірант

Подільський державний аграрно-технічний університет  
(м. Кам'янець-Подільський, Україна)

e-mail: [agronebaba@gmail.com](mailto:agronebaba@gmail.com); ORCID ID: 0000-0002-4529-3623

Підвищення загальної продуктивності гороху посівного є посилення їх фотосинтетичної діяльності. Завдяки збільшенню розмірів листкової поверхні рослин, подовженням термінів активної діяльності: листків, прилистків та вусів підвищується коефіцієнт використання культурою, зокрема гороху, сонячної радіації.

Метою досліджень було виявлення впливу мінеральних добрив та регуляторів росту на динаміку площі листкової поверхні та формування фотосинтетичного потенціалу сортів гороху посівного в умовах Західного Лісостепу.

Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2016–2018 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» ПДАТУ, в умовах польового досліду, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні. Грунт дослідного поля — чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках.

За результатами проведених досліджень встановлено, що максимальні показники площі листкової поверхні посівів гороху були зафіксовані у мікростадіях ВВСН 60-69. Найбільшу площу листкової поверхні формували сорт гороху Чекбек, яка коливалася в межах 179,7–323,8 см<sup>2</sup>/рослину залежно від удобрення різними дозами мінеральних добрив. Обприскування рослин сортів гороху Готівський, Чекбек і Фаргус у мікростадії ВВСН 51-59 (бутонізація–цвітіння) регуляторами росту Плантапег із нормою витрат 25 г/га, Емістим С — 30 та Вимпел — 30 мл/га позитивно впливало на формування площі листкової поверхні й фотосинтетичний потенціал, що в результаті призвело до збільшення показників у середньому на 28–52%.

Дослідження показали, що у мікростадіях ВВСН 60-79 фотосинтетичний потенціал покращився на деяких варіантах живлення вдвічі. Тому, на ділянках удобрення N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> у комплексі з регулятором росту Вимпел показники фотосинтетичного потенціалу були максимальними і становили — 1,54 млн м<sup>2</sup>×діб/га для гороху сорту Чекбек, 1,29 млн м<sup>2</sup>×діб/га для сорту Готівський та 1,25 млн м<sup>2</sup>×діб/га для сорту Фаргус.

**Ключові слова:** площа листкової поверхні, фотосинтез, сорт, мінеральні добрива, регулятори росту, врожайність.

### ВСТУП

Фотосинтез рослин — процес перетворення та запас сонячної енергії, в результаті якого з простих речовин вуглекислоти й води — синтезуються вуглеводи і виділяється молекулярний кисень [1].

Підвищення загальної продуктивності сільськогосподарських культур є посилення їх фотосинтетичної діяльності. Завдяки збільшенню розмірів листкової поверхні рослин, подовженню термінів активної діяльності листя, регулюванню густоти посівів підвищується коефіцієнт використання культурою, зокрема гороху посівного, сонячної радіації [2; 3].

На початкових фазах росту і розвитку рослин площа листка збільшується, а в більш пізні періоди зменшується в зв'язку з формуванням репродуктивних органів. Показники

площі листка, фотосинтетичного потенціалу, продуктивності фотосинтезу є основним чинником для характеристики фотосинтетичної діяльності рослин гороху посівного [4].

Основним завданням було вивчити вплив мінеральних добрив та регуляторів росту рослин на формування площі асиміляційної поверхні та фотосинтетичного потенціалу сортів гороху посівного в умовах Західного Лісостепу.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

За роки досліджень встановлено, активна діяльність листків, прилистків та вусів гороху посівного дає змогу відбуватися продуктивним процесам у рослині, від цього також залежить оптимальний розвиток та ріст рослин, що впливають на накопичення органічної маси. Не менш

важливий вплив на інтенсивність фотосинтезу мають такі чинники, як світло, температура, вологість ґрунту, рівень постачання елементів мінерального живлення [5; 9].

Проведені дослідження багатьма вченими В.Ф. Петриченком, А.О. Бабичем, О.М. Агафоновим та ін. [6; 7] показали, що оптимальна площа листової поверхні для гороху повинна становити — 35–42 тис. м<sup>2</sup>/га. Проте, залежно від сортових особливостей культури, гідротермічних умов року та застосування окремих елементів технології вирощування площа листової поверхні може варіювати.

Фотосинтетичний потенціал — це один із найважливіших параметрів, з яким тісно корелює рівень врожайності, він характеризує продуктивність листового апарату та можливість посівів використовувати для фотосинтезу ФАР [6; 8]. Доведено, сумарний фотосинтетичний потенціал посівів сільськогосподарських культур може становити до 3–4 млн × м<sup>2</sup>/добу, найкраща зернова продуктивність у зернобобових культур вважається у посівів із фотосинтетичним потенціалом 2 млн × м<sup>2</sup>/добу з розрахунку на кожні 100 діб вегетації [9; 10].

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2016–2018 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» ПДАТУ, в умовах польового досліді, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем типий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках. За результатами досліджень кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин Подільського державного аграрно-технічного університету встановлено, що дослідна ділянка характеризується такими агрофізичними та агрохімічними властивостями ґрунту: щільність твердої фази шару ґрунту 0–30 см становила 2,55–2,62 г/м<sup>3</sup>; щільність зволоження — 1,17–1,25 г/м<sup>3</sup>; загальна пористість — 51,6–54,7%, вміст азоту за Корнфілдом — 13,6–14,2, фосфору та калію за Чириковим — 15,7–16,4 та 22,4–26,3 мг на 100 г ґрунту відповідно.

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А — сорт (Готівський (контроль), Фаргус та Чекбек); В — удобрення (Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub> (контроль), N<sub>15</sub>Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub>, N<sub>30</sub>Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub>, N<sub>45</sub>Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub>); С — регулятори росту (контроль — без обробки, Плантапег — 25 г/га, Емістим С — 30 мл/га, Вимпел — 30 мл/га).

Насіння висівали сівалкою СН-16 звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см, з глибиною загортання насіння 5–6 см і

нормою висіву 1,2 млн/га схожих насінин для усіх досліджуваних нами сортів гороху посівного. Після сівби на 2-й день площу посіву коткували кільчастим котком в агрегаті з трактором Т-25 шириною захвату 1,3 м. Дослідження проводили за схемою у трифакторному польовому досліді. Попередник — пшениця озима.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вирахувавши площу листової поверхні впродовж 2016–2018 рр. у мікростадії ВВСН 51–59 (помітні перші бруньки квіток — перші пелюстки помітні; квіти ще закриті), зафіксовано збільшення цих показників із збільшенням доз азоту. Якщо на варіанті удобрення Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub> (контроль) площа листової поверхні становила у сортів гороху: Готівський — 101,7 см<sup>2</sup>/рослину, Чекбек — 113,5 см<sup>2</sup>/рослину та Фаргус — 93,5 см<sup>2</sup>/рослину, то на ділянках, де були внесені мінеральні добрива у дозах N<sub>15</sub>Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub> — площа асиміляційної поверхні збільшилася до показників: 119,5; 133,7; 109,9 см<sup>2</sup>/рослину, відповідно. При внесенні азоту N<sub>30</sub> та N<sub>45</sub> індекс листової поверхні зростав у середньому на 1,2–1,9 см<sup>2</sup>/рослину залежно від сорту (табл.).

Після обприскування посівів рістрегуляторами площа листової поверхні рослин формувалася активніше. Порівняно з варіантом — контроль (без обробки регуляторами росту) ці показники збільшувалися в середньому на 21–27%, 32–36% і 43–50% за дії Плантапег, Емістим С та Вимпел відповідно.

Проаналізувавши динаміку утворення листків, прилистків та вусів, можемо відмітити максимальну площу асиміляційної поверхні у фазі повного цвітіння (мікростадія ВВСН 60–69) на усіх варіантах удобрення. Так, на варіанті без азоту (Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub>) у цій мікростадії індекс листової поверхні становив для сортів Готівський, Чекбек та Фаргус відповідно: 145,3; 179,7; 136,5 см<sup>2</sup>/рослину. Після обробки препаратами, які вивчали, зріс до 176,4 — 254,7 до 218,3–257,6 і 136,5–194,6 см<sup>2</sup>/рослину залежно від дії Плантапег, Емістим С та Вимпел.

Найбільшою було сформовано поверхню листка за внесення N<sub>45</sub>Р<sub>30</sub>К<sub>45</sub> та регулятора росту Вимпел у гороху сорту Чекбек і становила — 415,1 см<sup>2</sup>/рослину. Дещо меншими зафіксовані показники у сортів Готівський — 347,2 см<sup>2</sup>/рослину та Фаргус — 333,2 см<sup>2</sup>/рослину на цьому самому варіанті удобрення. При внесенні цієї самої дози мінеральних добрив, але при обприскуванні посівів регуляторами Плантапег та Емістим С, у сорту Чекбек площа асиміляційної поверхні становила 394,5 см<sup>2</sup>/рослину і 407,5 см<sup>2</sup>/рослину, у сорту Готівський — 330,2 см<sup>2</sup>/рослину і 340,9 см<sup>2</sup>/рос-

**Площа листової поверхні гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту рослин, см<sup>2</sup>/рослину (2016–2018 рр.)**

Фактор В (дози мінеральних добрив)	Фактор С (регулятори росту)	Стадії росту і розвитку рослин ВВСН					
		51–59	60–69	51–59	60–69	51–59	60–69
		Фактор А (сорт)					
		Готівський (к)		Чекбек		Фаргус	
P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> (к)	Без обробки (к)	101,7	145,3	113,5	179,7	93,5	136,5
	Плантапег	102,2	176,4	114,4	218,3	94,3	167,2
	Емістим С	103,3	200,1	116,2	247,6	95,4	190,6
	Вимпел	105,1	218,0	118,5	269,7	96,7	208,1
N <sub>15</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	Без обробки (к)	119,5	173,3	133,7	209,5	109,9	163,0
	Плантапег	124,7	219,2	140,5	263,3	114,7	208,1
	Емістим С	128,2	226,9	143,8	272,4	117,9	215,4
	Вимпел	134,6	243,7	150,9	292,5	123,8	231,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	Без обробки (к)	133,5	214,9	149,4	255,7	122,9	203,4
	Плантапег	138,8	273,1	156,1	329,1	127,8	260,6
	Емістим С	144,9	281,4	162,8	337,2	133,3	268,5
	Вимпел	152,2	290,3	170,8	353,8	140,1	276,8
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub>	Без обробки (к)	135,9	270,0	153,1	323,8	125,3	258,0
	Плантапег	144,2	330,2	162,4	394,5	132,9	317,0
	Емістим С	152,2	340,9	171,5	407,5	140,2	327,1
	Вимпел	154,7	347,2	174,1	415,1	142,5	333,2

Примітка: \*(к) — контроль.

лину, сорту Фаргус — 317,0 см<sup>2</sup>/рослину і 327,1 см<sup>2</sup>/рослину.

За три роки досліджень було встановлено, інтенсивність наростання площі листової поверхні досить істотно впливала на позитивну зміну фотосинтетичного потенціалу (ФП) посівів гороху.

За результатами проведених досліджень виявлено, що найбільшого розвитку фотосинтетичний потенціал посівів гороху досягав у мікростадії ВВСН 51–59 (фаза цвітіння).

Впродовж 2016–2018 рр. вивчивши вплив різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту рослин на величину ФПП необхідно відмітити, що найвищі показники на рівні 0,57 млн м<sup>2</sup>×діб/га були сформовані на варіантах удобрення N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> у поєднанні з регуляторами росту Вимпел у сорту гороху Чекбек у мікростадіях ВВСН 51–69 (рис. 1). При внесенні цієї самої дози мінеральних добрив та регуляторів Емістим С і Плантапег для цього сорту показники становили 0,56 млн м<sup>2</sup>×діб/га та 0,54 млн м<sup>2</sup>×діб/га відповідно.

У мікростадіях ВВСН 51–69 для сорту гороху Готівський показники ФПП були дещо

меншими за показники для гороху сорту Чекбек, але вищими за показники сорту Фаргус (рис. 2). Так, на варіанті удобрення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> та без обробки рослин регуляторами росту (контроль) вони становили 0,33 млн м<sup>2</sup>×діб/га, а за обробки Плантапег, Емістим С та Вимпелу вони збільшилися відповідно до 0,39 млн м<sup>2</sup>×діб/га, до 0,40 млн м<sup>2</sup>×діб/га, до 0,42 млн м<sup>2</sup>×діб/га.

Проаналізувавши показники фотосинтетичного потенціалу посівів гороху сорту Фаргус у мікростадії ВВСН 51–69, відмічено, що вони були найнижчими порівняно з сортами гороху Чекбек та Готівський (рис. 3). Після удобрення мінеральними добривами у дозах N<sub>15</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> та регулятора росту Плантапег показники ФПП становили 0,29 млн м<sup>2</sup>×діб/га, поєднання N<sub>15</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> + Емістим С 0,30 млн м<sup>2</sup>×діб/га та N<sub>15</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> + Вимпел 0,31 млн м<sup>2</sup>×діб/га, що на 16–24% більше за варіант контроль (без обробки регуляторами росту).

Наші дослідження показали, що у мікростадіях ВВСН 60–79 фотосинтетичний потенціал покращився на деяких варіантах живлення вдвічі. Тому, на ділянках удобрених N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub>

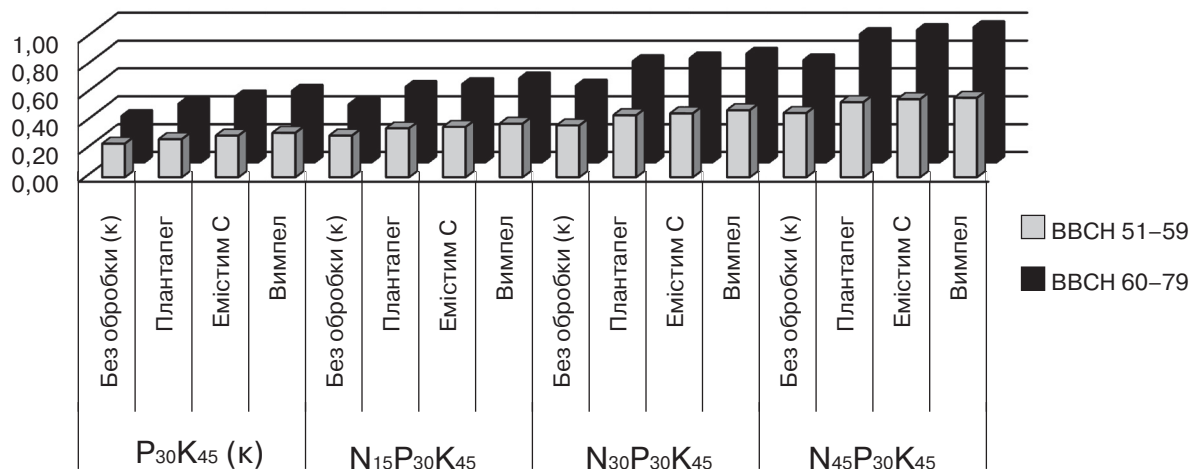


Рис. 1. Фотосинтетичний потенціал посівів гороху сорту Чекбек залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту, млн м<sup>2</sup> × діб / га (середнє за 2016–2018 рр.)

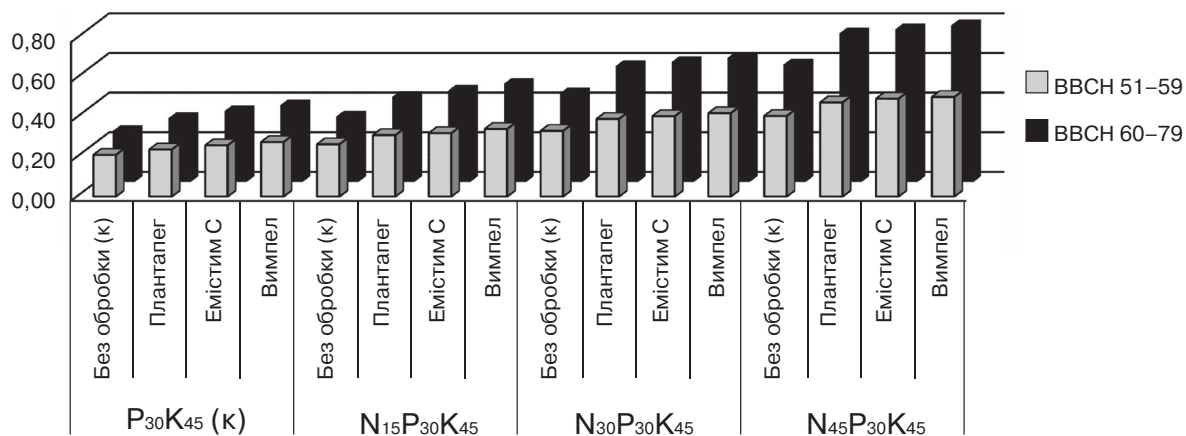


Рис. 2. Фотосинтетичний потенціал посівів гороху сорту Готівський залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту, млн м<sup>2</sup> × діб / га (середнє за 2016–2018 рр.)

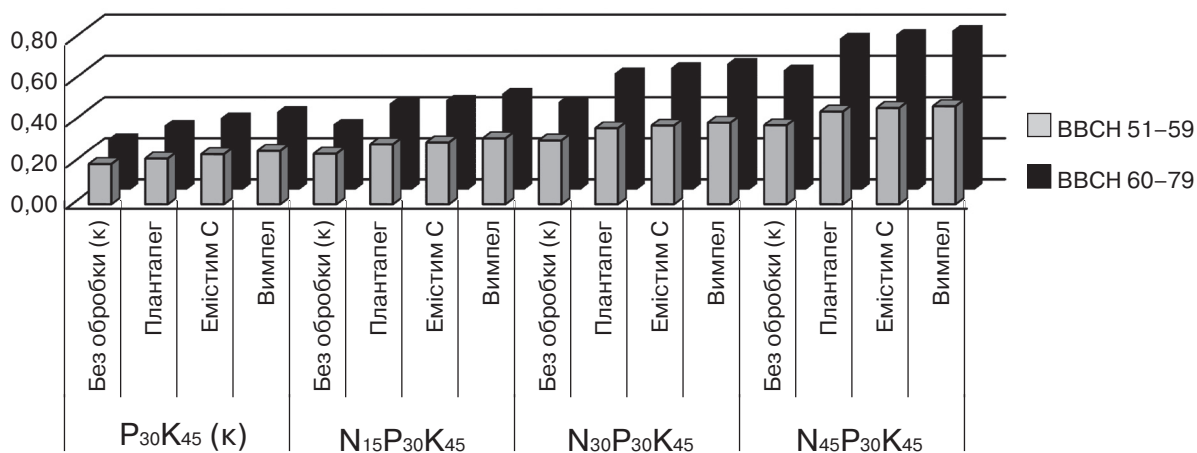


Рис. 3. Фотосинтетичний потенціал посівів гороху сорту Фаргус залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту, млн м<sup>2</sup> × добу / га (середнє за 2016–2018 рр.)

у комплексі з регулятором росту Плантапег показники ФПП коливалися в межах 1,18–1,46 млн м<sup>2</sup>×діб/га, у поєднанні з регуляторами Емістим С та Вимпел, відповідно: 1,22–1,51 млн м<sup>2</sup>×діб/га та 1,25–1,54 млн м<sup>2</sup>×діб/га залежно від сорту. Найменшими були зафіксовані значення ФПП на контрольних посівах. Для гороху сорту Готівський — 0,47 млн м<sup>2</sup>×діб/га, для сорту Чекбек — 0,69 млн м<sup>2</sup>×діб/га та для сорту Фаргус — 0,53 млн м<sup>2</sup>×діб/га. Із збільшенням доз мінерального азоту в цій мікростадії, фотосинтетичний потенціал збільшувався в середньому 0,07–0,40 млн м<sup>2</sup>×діб/га на ділянках гороху без обробки регуляторами росту, а на 0,13–0,64 млн м<sup>2</sup>×діб/га на варіантах, де посіви були обприскані регуляторами росту вивчалися.

## ВИСНОВКИ

За роки досліджень встановлено, що максимальні показники площі листової поверхні та показники фотосинтетичної діяльності посівів гороху були зафіксовані у мікростадіях ВВСН 60–69. Найбільшу площу листової поверхні сформував сорт гороху Чекбек, яка коливалася в межах 179,7–323,8 см<sup>2</sup>/рослину залежно від удобрення різних доз мінеральних добрив. Обприскування рослин сортів гороху Готівський, Чекбек та Фаргус у мікростадії ВВСН 51–59 (бутонізація — цвітіння) регуляторами росту Плантапег, Емістим С і Вимпел позитивно впливало на формування площі листової поверхні та фотосинтетичний потенціал, що в результаті призвело до збільшення показників у середньому на 28–52%.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Малашевская О.В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений, фотосинтетическую деятельность и урожайность посевного гороха. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 4. С. 105–110.
2. Присяжнюк О.І., Король Л.В. Фотосинтетична діяльність гороху залежно від впливу агротехнічних прийомів в умовах Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 57–71.
3. Рябокін Т.М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 1. С. 47–56.
4. Назарчук А.А. Фотосинтетичний потенціал сої залежно від інокуляції насіння, фону живлення та сорту в умовах Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. № 1. С. 144–151.
5. Чорна В.М. Фотосинтетична і насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та ретарданта в умовах Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронімія*. 2016. Вип. 235. С. 48–58.
6. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамець Ф.Ф. Проблеми фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 34–39.
7. Агафонов О.М. Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на формирование фотосинтетического аппарата растениями сои. О.М. Агафонов, А.С. Голубь, Р.Б. Бекмурзаева. *Аграрная наука, творчество, рост. Сб. матер. V Междунар. науч.-практ. конф.* Ставрополь. 2015. С. 16–18.
8. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. №1. С. 130–137.
9. Пилипенко В.С., Каленська С.М. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. *Вісник аграрної науки*. 2017. №4. С. 17–22.
10. Данильченко О.М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія і біологія*. 2016. № 9. С. 88–91.

## THE EFFECTS OF TECHNOLOGICAL PROCEDURES ON THE FORMATION OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF FIELD PEA IN CONDITIONS OF WESTERN FOREST-STEPPE

Nebaba K.,

Ph.D. Student State Agrarian and Engineering University in Podilya (Ukraine)

e-mail: agronebaba@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-4529-3623

*Boosting field pea overall productivity comes with the increased photosynthetic activity. Due to the increase in the size of the leaf surface, and the extension of the period of activity of leaves, stipules, and whiskers of plants, the rate of solar radiation intercepted by crops, including field pea, rises.*

*The aim of the research was to identify the influence of mineral fertilizers and growth regulators on the leaf surface area dynamics and the formation of the photosynthetic potential of field pea varieties in the Western Forest-Steppe.*

The experimental part of the work was carried out during 2016–2018 in the experimental field of the Training and Production Center «Podilya» at the State Agrarian and Engineering University in Podilya. The field experiment was laid down in the research ten-digit crop rotation. The soil of the experimental field was the typical black earth, characterized as deep, low-humus, and heavy gravel on forest-like loams.

The results of the research indicate that the maximum leaf area indexes for field pea crops were recorded at the micro stage BBCH 60–69. The largest leaf surface area was formed by the Chekbeek pea variety. Leaf area ranged from 179.7 to 323.8 cm<sup>2</sup> per plant, depending on the application of different doses of mineral fertilizers. Spraying of field pea plants (Gotovsky, Chekbeek and Fargus varieties) at the micro stage BBCH 51–59 (budding – flowering) with growth regulators Plantapeg (application rate of 25 g/ha), Emistim C (30 ml/ha) and Vimpel (30 ml/ha) had a positive effect on the formation of the leaf surface area and photosynthetic potential of the plant. On average, growth rates increased by 28–52%.

According to the findings of the study, at the micro stages BBCH 60–69 some fertilization variants have demonstrated doubling rates of the photosynthetic potential of plants. Therefore, the maximum photosynthetic potential was recorded at the areas where mineral fertilizer N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub> was inoculated in combination with the growth regulator Vimpel, which amounted 1.54 million m<sup>2</sup>/ha × day for the Chekbeek field pea variety, 1.29 million mm<sup>2</sup>/ha × day for the Gotovsky field pea variety, and 1.25 million mm<sup>2</sup>/ha × day for the Fargus variety.

**Keywords:** field pea, leaf surface area, photosynthesis, variety, mineral fertilizer, growth regulator, yield.

## REFERENCES

1. Malashevskaya, O.V. (2019). Vliyanie makro-, mikroudobreniy, regulatora rosta i rizobialnogo inokulyanta na dinamiku rosta, nakoplenie biomassyi rasteniy, fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i urozhaynost' posevnogo goroha [The influence of macro- and micro-fertilizers, growth regulator and rhizobial inoculant on the dynamics of growth, accumulation of plants biomass, photosynthetic activity and yield of peas]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii – Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*, 4, 105–110 [in Russian].
2. Prysiazhniuk, O.I. & Korol, L.V. (2017). Fotosyntetychna diialnist horokhu zalezno vid vplyvu ahrotekhnichnykh pryimov v umovakh Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic activity of pea as affected by agronomical practices under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv – Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 25, 57–71 [in Ukrainian].
3. Riabokin, T.M. (2015). Vplyv faktoriv intensyfikatsii na fotosyntetychnu diialnist posiviv horokhu [Influence of intensification factors on photosynthetic activity of pea crops]. *Zbirnyk naukovykh prats NNT «Instytut zemlerobstva NAAN» – Collection of scientific papers of the SRI «Institute of Agriculture of NAAS»*, 1, 47–56 [in Ukrainian].
4. Nazarchuk, A.A. (2015). Fotosyntetychnyi potentsial soi zalezno vid inokulyatsii nasinnia, fonu zhyvlennia ta sortu v umovakh Stepu Ukrainy [Photosynthetic potential of soy depending on seeds inoculation, nutritive background and grade in the conditions of Ukrainian Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 1, 144–151 [in Ukrainian].
5. Chorna, V.M. (2016). Fotosyntetychna i nasinnieva produktyvnist soi zalezno vid inokulyatsii ta retardanta v umovakh pravoberezhnoho lisostepu Ukrainy [Photosynthetic productivity of soybean seed depending on inoculation and retardants in conditions of Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya Ahronomiia – Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Agronomy Collection*, 235, 48–58 [in Ukrainian].
6. Babych, A.O., Petrychenko, V.F. & Adamets F.F. (2008). Problemy fotosyntezy i biolohichnoi fiksyatsii azotu bobovymy kulturamy [Problems of photosynthesis and biological fixation of nitrogen by leguminous cultures]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 2, 34–39 [in Ukrainian].
7. Ahafonov, O.M., Holub, A.S. & Bekmurzaeva, R.B. (2015). Vliyanie obrabotki semyan rizobialnyimi preparatami na formirovanie fotosinteticheskogo apparata rasteniyami soi [Influence of treatment of seeds with rhizobial preparations on the formation of the photosynthetic apparatus by soybean plants]. *Agricultural science, creativity, growth. Sbornyk materialov V Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyii (Stavropol, 5–11 fevralia 2015 g.) – Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. (pp. 16–18). Stavropol [in Russian].
8. Telekalo, N.V. (2015). Formuvannia fotosyntetychnoho aparatu ta urozhainosti zerna horokhu v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic apparatus and the pea grain yield formation under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 1, 130–137 [in Ukrainian].
9. Pylypenko, V.S. & Kalenska, S.M. (2017). Ploshcha lystkovoï poverkhni ta fotosyntetychnyi potentsial roslyn horokhu zalezno vid udobrennia ta inokulyatsii nasinnia [Leaf surface area and photosynthetic potential of pea plants depending on fertilizer and seed inoculation]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 4, 17–22 [in Ukrainian].

10. Danylchenko, O.M. (2016). Formuvannia fotosyntetychnoho aparatu ta vrozhaivosti zerna horokhu v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic apparatus and the pea grain yield formation under the conditions in north-eastern Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sum'skoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya Ahronomiia i biolohiia – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Agronomy and Biology Collection*, 9, 88–91 [in Ukrainian].

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Небаба Катерина Станіславівна** — методист НМЦ ЗЯВО, Подільський державний аграрно-технічний університет (вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна, 32300; e-mail: тел. (097)532 44 00; e-mail: agronebaba@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4529-3623>).

УДК 631.174

DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2020.212610>

## МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНА ЛИСТКОВА ДІАГНОСТИКА СТРЕСІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ХАРАКТЕРУ НА ПОСІВАХ РІПАКУ ОЗИМОГО

**Н.А. Пасічник,**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

(м. Київ, Україна)

e-mail: [n.pasichnyk@nubip.edu.ua](mailto:n.pasichnyk@nubip.edu.ua); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2120-1552>

**В.П. Лисенко,**

доктор технічних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

(м. Київ, Україна)

e-mail: [lysenko@nubip.edu.ua](mailto:lysenko@nubip.edu.ua); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5659-6806>

**О.О. Опришко,**

кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

(м. Київ, Україна)

e-mail: [ozon.kiev@nubip.edu.ua](mailto:ozon.kiev@nubip.edu.ua); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6433-3566>

Стреси технологічного характеру є актуальним викликом для озимих культур і зокрема ріпаку при промисловому виробництві і при масовому використанні агрохімії та засобів захисту рослин. Ефективні реанімаційні заходи можливі лише на початкових етапах вегетації і потребують достовірної та доступної інформації про стан посівів. Мета роботи — розроблення індексу за результатами аналізу мультиспектральних знімків із високою просторовою розрізненістю, отриманих завдяки БПЛА для ідентифікації стресів технологічного характеру. При польових дослідженнях 30.10.2019 р. встановили, що на вражених ділянках, рослини мають аномальне забарвлення двох нижніх листків, а саме жовтого і червоного кольору. Для ідентифікації вражених рослин було запропоновано використовувати образ об'єкта, заснований на співвідношенні кількох каналів одночасно, які дозволяють розрізняти вражені та здорові рослини, ґрунт і листки аномального забарвлення. Запропоновано використовувати індекси RRL (ріпак червоний лист — *rape red leaf*), які є індикатором технологічного характеру стресу, а саме RRLgr, розрахований на виключно оптичний діапазон та індекс RRLm (канали зелений — G, червоний — R, межовий червоний — Re та ближній інфрачервоний — NIR). Такі індекси зручні для проведення моніторингу стану посівів ріпаку та автоматизованої обробки даних. Встановлено, при моніторингу посівів ріпаку у фазі вегетації 6–8 листків, вражених внаслідок технологічних стресів, за допомогою Slantrange 3r заввишки 100 м, для індексів RRLgr та RRLm характерне аномальне забарвлення листків, яке було зафіксовано у 1,5 і 2,1% від загальної площі рослин на ділянці відповідно. Використання мультиспектрального аналізу дає змогу отримати можливість диференційованої ідентифікації технологічних стресів із різним проявом враження. При стандартній для Slantrange 3r висоті польоту 100 м за фіксації аномального забарвлення у 1,5% від загальної площі рослин ріпаку озимого є підставою для організації додаткового наземного обстеження ідентифікованих ділянок посівів ріпаку озимого.

**Ключові слова:** ріпак, технологічний стрес, індикаційні індекси, БПЛА.