

PIGMENTS CONTENT IN THE LEAVES OF LENTIL UNDER THE ACTION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

V. Karpenko, T. Novikova, P. Prytulia, M. Hnatyuk

e-mail: seminukt@gmail.com

¹Uman National University of Horticulture

1, Instytutaska Str., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine

*The article presents the results of the field experiment on the influence of microbial preparation (*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* strain K-29, w. s., 100 ml/ha seeds norm) and plant growth regulator (Regoplant, w. s: 250 ml/t – pre-sowing seed treatment; 50 ml/ha – post-germination application) on the content of photosynthetic pigments (chlorophylls a and b, their sum and carotenoids) in the leaves of lentil of Linza variety. The analysis of a and b chlorophylls content, their sum and carotenoids in the leaves of lentil was carried out at bud-formation stage and the beginning of blossoming in selected samples of leaves in the field conditions according to the methods, described by V.F. Havrylenko and T.V. Zhyhalova using spectrophotometer LEKI SS1104.*

According to the results of the experiments was found dependence of the investigated pigments content in lentil leaves on weather conditions, application of the biological preparation and on phase of growth and development of the culture. Thus, under combined application of biological preparations in the leaves of lentil of Linsa variety there was the increase in the content of chlorophylls a and b, their sum and carotenoids, which created favorable conditions for the main physiological and biochemical processes that account for the formation of high productivity of crops. In the phase of bloom beginning of the lentil, when the activity of growth processes was the highest, content of the investigated pigments was much higher than in the phase of budding.

*The highest content of pigments in the leaves of lentil was recorded in the variants of the experiment under pre-sowing treatment of seeds with the mixture of microbial preparation (*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* strain K-29, w. s., 100 ml/ha seed rate) and plant growth regulator Regoplant, w. s., 250ml/t with its further post-germination application at the rates 50ml/ha, where the exceed compared to control for the chlorophylls a and b on average made up 35 %, and for carotenoids 43 %.*

Key words: chlorophylls a and b, sum of chlorophylls a+b, carotenoids, microbial preparation, plant growth regulator, lentil.

ВМІСТ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ СОЧЕВИЦІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

В. П. Карпенко, Т. П. Новікова, Р. М. Притуляк, М. Г. Гнатюк

e-mail: seminukt@gmail.com

¹Уманський національний університет садівництва

вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна

*У статті наводяться результати польового дослідження з вивчення впливу мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* штам K-29, в. р., 100 мл/га норму насіння і регулятора росту рослин Регоплант, в. р., 250 мл/т – передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – післясходове внесення на вміст фотосинтетичних пігментів (хлорофілів а і b, їх суми і каротиноїдів) у листках сочевиці сорту Лінза. Аналіз вмісту хлорофілів а і b, їх суми та каротиноїдів у листках сочевиці проводили у фазах бутонізації та початок цвітіння у відібраних зразках листків у польових умовах за методиками, описаними В. Ф. Гавриленко і Т. В. Жигаловою з використанням спектрофотометра LEKI SS1104.*

За результатами досліджень встановлено залежність вмісту досліджуваних пігментів у листках сочевиці від погодних умов, застосування біологічних препаратів та від фази росту і розвитку культури. За комплексного використання біологічних препаратів у литках сочевиці сорту Лінза простежувалося зростання вмісту хлорофілів а і b, їх суми і каротиноїдів, завдяки чому створювалися більш сприятливі умови для інтенсифікації проходження в рослинах основних фізіолого-біохімічних процесів, що лежать в основі формування високої продуктивності посівів. У фазу початок цвітіння сочевиці, коли була найвища активність ростових процесів рослин, вміст досліджуваних

пігментів у листках рослин у порівнянні з фазою бутонізації значно збільшувався.

Найвищий вміст пігментів у листках сочевиці сорту лінза було відмічено у варіантах досліду за передпосівної обробки насіння композицією мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29, в. р., 100 мл/га норму насіння і регулятора росту рослин Регоплант, в. р., 250 мл/т із наступним післясходовим внесенням останнього у нормі 50 мл/га, де перевищення до контролю для суми хлорофілів *a* і *b* в середньому складало 35 %, каротиноїдів - 43 %.

Ключові слова: хлорофіли *a* і *b*, сума хлорофілів *a+b*, каротиноїди, мікробний препарат, регулятор росту рослин, сочевиця.

Вступ

Альтернативою хімічній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є сучасні системи господарювання, які включають екологічно безпечні технології вирощування бобових культур. У даному аспекті важливе місце займають мікробні препарати та регулятори росту рослин [1, 2]. Проте питання їх комплексного впливу на рослинний організм, зокрема на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів, серед яких – формування вмісту пігментів, є вивченим недостатньо [3], що вказує на перспективність і актуальність даного дослідження.

Важливим показником, що свідчить про стан фотосинтетичного апарату рослин, є вміст пігментів і їх співвідношення. Хлорофіл діє як фотокаталізатор і його нестача обмежує інтенсивність фотосинтезу. Зміни в кількісному складі основних пігментів фотосинтезу ведуть до пригнічення або активізації фотосинтезу, від якого залежить господарська урожайність [4]. Результати використання в сільськогосподарському виробництві біологічних препаратів засвідчують підвищення вмісту хлорофілів у листках основних культур, і як результат, простежується підвищення інтенсивності фотосинтетичної активності посівів [5].

Дослідженнями В. В. Гангур із співавторами [6] встановлено, що передпосівна обробка насіння нуту сорту Пям'ять мікробіологічним препаратом комплексної дії Ризогумін (300 г/га н. н.) та сумісна його дія з мінеральними добривами сприяли підвищенню значень суми хлорофілів *a* і *b* порівняно з контрольним варіантом на 0,61–7,08 і 4,93–8,55 мг/г сирої речовини листків, відповідно.

За даними досліджень О. В. Топчій [7], у варіантах із застосуванням регулятора росту рослин Стимпо (20 мл/га) вміст хлорофілу *a* в фазу стеблуння сочевиці перевищував показник контролю на 108,3 %, проте в фазу утворення бобів простежувалося зниження вмісту хлорофілу *b* на 2,8 %.

Я. О. Бойком [8] встановлено зменшення

негативної дії гербіциду МаксіМокс (0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га) на рослини гороху озимого за рахунок внесення його в баковій суміші з регулятором росту рослин Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га) на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс (3,28 л/т), при цьому показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* були вищими відносно інших варіантів та перевищували контроль у фазу бутонізації-цвітіння на 76–87 %.

У досліджах В. П. Карпенка та ін. [9] з вивчення дії гербіциду Фабіан WG, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобофіт у посівах сої встановлено, що найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках рослин відмічався за використання гербіциду в нормі 90 г/га у баковій суміші з Регоплантом (50 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) і Ризобофітом (100 мл/т), де перевищення відносно контролю складало 26 %.

Вище наведений літературний матеріал з питань комплексної дії біологічних препаратів (мікробних та регуляторів росту рослин) на вміст фотосинтетичних пігментів (хлорофілів *a* і *b*, їх суми і каротиноїдів) у листках бобових культур є неоднозначним та засвідчує обмеженість стосовно висвітлення в літературі таких досліджень у посівах сочевиці.

Матеріали та методи

Метою було дослідити вплив мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29, в. р., 100 мл/га норму насіння і регулятора росту рослин Регоплант, в. р., 250 мл/т – передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – післясходове внесення) на вміст у листках сочевиці основних пігментів (хлорофілів *a* і *b*, їх суми та каротиноїдів).

Експериментальна частина роботи виконувалась в польових і в лабораторних умовах Уманського національного університету садівництва упродовж 2014, 2018 років.

У досліджах вивчали геліну форму мікробного препарату (МБП) *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* (штам К-29, титр $3,0\text{--}3,5 \times 10^9$ життєздатних бактерій в г

препарату), яким виконували передпосівну обробку насіння (100 мл/га норму насіння); регулятор росту рослин (PPP) Регоплант (д. р. – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 0,3 г/л, насичені і ненасичені жирні кислоти C14-C28, полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокинінової та ауксинової природи, комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л, калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти 1 мл/л, аверсектин – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermitilis*) використовували для обробки насінневого матеріалу (250 мл/т) і обприскування вегетуючих рослин (50 мл/га), [10].

Схема досліду включала три фони з обробкою насіння сочевиці перед сівбою препаратами: МПБ *Rhizobium leguminosarum biovar viceae*, в. р., 100 мл/га норму насіння (Фон

$$C_{\text{хл.а}} = 9,784D_{662} - 0,990D_{644}$$

$$C_{\text{хл.б}} = 21,426D_{644} - 4,650D_{622}$$

$$C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}} = 5,134D_{662} + 20,436D_{644}$$

$$C_{\text{кар.}} = 4,695D_{440,5} - 0,268C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}}$$

де: $C_{\text{хл.а}}$; $C_{\text{хл.б}}$; $C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}}$ і $C_{\text{кар.}}$ – відповідно концентрації хлорофілів a , b їх суми та каротиноїдів, мг/л;

D – експериментально одержані величини оптичної щільності за відповідних довжин хвиль.

Розрахувавши концентрацію пігментів за

Результати досліджень та обговорення

Нами встановлено залежність вмісту досліджуваних пігментів у листках сочевиці від погодних умов та дії біологічних препаратів (табл. 1). Так, вміст хлорофілів a і b в листках сочевиці у фазі бутонізації у варіанті без застосування препаратів (контроль) у 2014 р. становив 0,511 та 0,176 мг/г сирової речовини, каротиноїдів – 0,059 мг/г, тоді як у 2018 р. – 0,449; 0,155 мг/г і 0,049 мг/г сирової речовини, відповідно. Тобто, в 2014 р. простежувалася тенденція до формування більшого вмісту пігментів у листках сочевиці, ніж у 2018 р., що є наслідком безпосереднього впливу на фізіолого-біохімічний стан рослин погодних умов, зокрема більшої кількості доступної вологи у 2014 р. Цей самий факт можна констатувати, аналізуючи вміст пігментів у листках сочевиці у 2014 і 2018 рр. в інші її фази росту й розвитку.

Аналіз вмісту пігментів у листках сочевиці у фазі бутонізації у 2014 р. в інших варіантах досліду, зокрема за передпосівної обробки насіння Регоплантом (Фон I) свідчить, що вміст

I); PPP Регоплант, в. р., 250 мл/т (Фон II); мікробний препарат + регулятор росту рослин (Фон III). Розміщення ділянок послідовне.

На всіх фонах у фазі гілкування культури вносили PPP Регоплант у нормі 50 мл/га з використанням ранцевого обприскувача.

У досліді висівали сорт сочевиці Лінза з розрахунку 2,5 млн схожих насінин/га (100–120 кг/га).

Аналіз вмісту хлорофілів a і b , каротиноїдів у листках сочевиці проводили у фазах бутонізації та початку цвітіння у відібраних зразках листків у польових умовах за методиками, описаними В. Ф. Гавриленко і Т. В. Жигаловою [11] з використанням спектрофотометра LEKI SS1104.

Концентрацію пігментів розраховували за рівняннями D. Wettstein для 100 % -го ацетону:

рівняннями, визначили їх масову частку в досліджуваному матеріалі за формулою (мг/г маси сирової речовини):

$$A = \frac{C \cdot V}{H \cdot 1000}$$

де: C – концентрація пігментів, мг/л;

V – об'єм екстракту, мл;

H – наважка рослинного матеріалу, г.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу, описаним Б. А. Доспеховим [12].

хлорофілу a перевищував контрольний варіант на 21 %, хлорофілу b – 14 % та каротиноїдів – 24 %. Передпосівна інокуляція забезпечила зростання досліджуваних показників відносно варіанта без застосування препаратів – на 42 % для хлорофілу a , 43 % – хлорофілу b та 49 % – каротиноїдів. Високі показники вмісту пігментів спостерігались у варіанті з передпосівною обробкою насіння мікробним препаратом із Регоплантом, де перевищення за сумою хлорофілів $a + b$ відносно контролю складало 56 %, а каротиноїдів – 58 %.

Позитивний вплив на накопичення хлорофілів a і b та каротиноїдів у листках сочевиці спостерігався за обприскування посівів регулятором росту рослин, де перевищення до контролю складало 38, 36 та 39 %, відповідно. Разом з тим, за внесення останнього по фону I відмічено збільшення вмісту суми хлорофілів $a+b$ і каротиноїдів в порівнянні з контролем у фазі бутонізації сочевиці на 40 % і 46 %, відповідно, що може свідчити про позитивний рістрегулювальний вплив Регопланту на кореневу й вегетативну системи рослин [5, 7–9]. Водночас,

суттєве зростання вмісту досліджуваних пігментів спостерігали у варіанті з передпосівною інокуляцією насіння мікробним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 із наступним післясходовим внесенням Регопланту, де вміст хлорофілу *a* перевищував контрольний варіант на 48 %, хлорофілу *b* – 43 %, каротиноїдів – 44 %.

Найвищі показники суми хлорофілів *a + b* і каротиноїдів формувались у варіанті досліду із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю

мікробіологічного препарату та Регопланту, де перевищення до контролю складало 68 %, 97 %, відповідно.

Зростання вмісту хлорофілів *a* і *b* в листках сочевиці за дії біологічних препаратів, очевидно, зумовлювалось, з одного боку, інокуляцією насіння азотфіксувальними мікроорганізмами, завдяки чому відбувалося забезпечення рослин доступними формами азоту та, з іншого боку, інтенсифікацією проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів за дії PPP, що підтверджується даними й інших науковців [13–15].

Таблиця 1. Вміст пігментів у листках сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* та PPP Регоплант, мг/г сирової речовини (фаза бутонізації)

Варіант досліду	2014 р.				2018 р.			
	хлорофіл <i>a</i>	хлорофіл <i>b</i>	сума хлорофілів (<i>a+b</i>)	каротиноїди	хлорофіл <i>a</i>	хлорофіл <i>b</i>	сума хлорофілів (<i>a+b</i>)	каротиноїди
Контроль (без застосування препаратів)	0,511	0,176	0,687	0,059	0,449	0,155	0,604	0,049
PPP Регоплант, в. р., 250 мл/т Фон I	0,621	0,200	0,821	0,073	0,530	0,183	0,713	0,060
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29, в. р., 100 мл/га н. н. Фон II	0,725	0,251	0,976	0,088	0,584	0,201	0,773	0,064
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + PPP Регоплант, в. р., 250 мл/т Фон III	0,794	0,278	1,072	0,093	0,638	0,226	0,864	0,066
Регоплант, в. р., 50 мл/га (обробка вегетуючих рослин)	0,706	0,239	0,945	0,082	0,620	0,216	0,836	0,068
Фон I + Регоплант, в. р., 50мл/га	0,716	0,246	0,962	0,086	0,658	0,229	0,885	0,072
Фон II + Регоплант, в. р., 50мл/га	0,754	0,252	1,006	0,085	0,674	0,225	0,897	0,076
Фон III + Регоплант, в. р., 50мл/га	0,856	0,299	1,155	0,116	0,736	0,261	0,997	0,077
НІР ₀₅	0,035	0,012	0,047	0,004	0,031	0,012	0,041	0,003

У 2018 р. були відмічені подібні залежності за вмістом хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів у листках сочевиці за дії застосовуваних препаратів. Так, у варіанті із передпосівною обробкою насіння Регоплантом сума хлорофілів *a + b* перевищувала показники контрольного варіанту на 18 %, каротиноїдів – 23 %, мікробним препаратом – 28 і 31 % відповідно, тоді як за сумісної дії вищезазначених препаратів перевищення до контролю за сумою хлорофілів *a + b* складало 43 %, каротиноїдів – 35 %.

За обприскування сочевиці Регоплантом

показник суми хлорофілів *a + b* та каротиноїдів у листках сочевиці у фазі бутонізації перевищував контрольний варіант на 38 %. Комплексне застосування Регопланту (обробка насіння перед сівбою та посівів) забезпечило формування вищого вмісту досліджуваних показників у відношенні до контролю на 46; 48 і 47 % відповідно за вмістом хлорофілів *a*, *b* та каротиноїдів.

У варіанті із застосуванням МБП для обробки насіння з наступним післясходовим внесенням PPP Регоплант вміст суми хлорофілів

$a + b$ і каротиноїдів зростав у порівнянні з контролем на 48 та 55 %, водночас у варіанті з використанням цих же препаратів для обробки насіння з наступним обприскуванням посівів Регоплантом - 65 і 57 %, відповідно.

Вміст фотосинтетичних пігментів у листках сочевиці залежав не лише від застосовуваних препаратів, а й від фази росту і розвитку культури [8]. Так, у фазу початок цвітіння сочевиці, коли була найвища активність ростових процесів рослин, вміст досліджуваних пігментів у листках рослин у порівнянні з фазою бутонізації значно збільшувався (табл. 2). Зокрема, у 2014 році за передпосівної обробки насінневого матеріалу Регоплантом показники суми хлорофілів $a + b$ та каротиноїдів у фазі початку цвітіння перевищували контроль на 3 і 12 %, а за інокуляції мікробіологічним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* — на 7 та 17 % відповідно. Водночас, у варіанті з комплексною передпосівною обробкою насіння інокулянтном і Регоплантом перевищення до контролю становило 12 % для суми хлорофілів та 24 % — для каротиноїдів, що було вищим за відповідні показники у варіанті самостійної обробки насіння регулятором росту рослин на 9 і 10 %, а до варіанту із самостійною обробкою

мікробним препаратом — на 4 і 6 %, відповідно.

У варіанті досліду із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння сумішню мікробіологічного препарату та Регопланту, вміст суми хлорофілів перевищував контроль на 21 %, каротиноїдів — 31 %, що було більшим за відповідні показники у фазі бутонізації рослин на 87 і 67 %, відповідно.

Впродовж другого року досліджень (2018 р.) спостерігалась подібна залежність накопичення пігментів у листках сочевиці від дії мікробного препарату і регулятора росту рослин, що й у 2014 році. Так, у варіанті із передпосівною обробкою насіння Регоплантом сума хлорофілів $a + b$ перевищувала показники контрольного варіанту на 4 %, каротиноїдів — 2 %, мікробним препаратом — 10 і 9 %, відповідно, тоді як за сумісної дії вищезазначених препаратів перевищення до контролю за сумою хлорофілів $a + b$ складало 17 %, каротиноїдів — 17 %.

За внесення Регопланту на фоні обробки насіння перед сівбою комплексом біологічних препаратів зростання суми хлорофілів $a + b$ і каротиноїдів у листках сочевиці до контрольного варіанту складало 26 і 27 %, відповідно.

Таблиця 2. Вміст пігментів у листках сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* та РРР Регоплант, мг/г сирової речовини (фаза початок цвітіння)

Варіант досліду	2014 р.				2018 р.			
	хлорофіл a	хлорофіл b	сума хлорофілів ($a+b$)	каротиноїди	хлорофіл a	хлорофіл b	сума хлорофілів ($a+b$)	каротиноїди
Контроль (без застосування препаратів)	1,323	0,462	1,785	0,148	1,164	0,376	1,540	0,124
РРР Регоплант, в. р., 250 мл/т Фон I	1,336	0,494	1,830	0,166	1,210	0,387	1,597	0,126
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29, в. р., 100 мл/га н. н. Фон II	1,403	0,508	1,911	0,173	1,280	0,417	1,697	0,135
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + РРР Регоплант, в. р., 250 мл/т Фон III	1,455	0,536	1,991	0,183	1,362	0,447	1,809	0,145
Регоплант, в. р., 50 мл/га (обробка вегетуючих рослин)	1,482	0,498	1,980	0,164	1,257	0,414	1,671	0,133
Фон I + Регоплант, в. р., 50мл/га	1,508	0,554	2,062	0,188	1,385	0,459	1,824	0,146
Фон II + Регоплант, в. р., 50мл/га	1,535	0,578	2,113	0,189	1,397	0,439	1,830	0,154
Фон III + Регоплант, в. р., 50мл/га	1,574	0,591	2,165	0,194	1,467	0,466	1,933	0,158
НІР ₀₅	0,072	0,026	0,099	0,015	0,067	0,021	0,086	0,013

Висновки

Таким чином, аналізуючи одержані дані польового дослідження стосовно вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів *a* і *b*, їх суми та каротиноїдів) у листках сочевиці, можна констатувати, що передпосівна обробка насіння комплексу мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29, в. р., 100 мл/га н. н. із регулятором росту рослин Регоплант, в. р., 250 мл/т із наступним післясходовим внесенням останнього в нормі 50 мл/га виявляє найоптимальніший вплив на проходження в рослинах обмінних процесів, наслідком яких є зростання вмісту у листках сочевиці сорту Лінза в середньому за роки досліджень у досліджуваній фазі розвитку культури відносно контролю на 35 % – суми хлорофілів *a* і *b* і на 43 % – каротиноїдів.

Перспективою подальших досліджень є поглиблення наукових досліджень щодо вивчення впливу біологічних препаратів на біосинтез пігментів у рослинах сочевиці.

References

1. Turina, E. L., Didovich, S. V. & Kulnich, R. A. (2015). Primeneniye polifunktionalnykh preparatov pri vyrashchivani bobyvykh kultur v Krymu [The use of multifunctional drugs for growing legumes in the Crimea]. *Zemledeliye*, 2, 31–33 [in Russian].
2. Tarariko, Yu. O., Tokmakova, L. M. & Sherstoboieva, O. V. (2001). Vplyv orhanichnykh i mineralnykh dobryv na ekoloho-enerhetychnyi stan gruntiv [Influence of organic and mineral fertilizers on the ecological and energetic state of soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12, 55–59 [in Ukrainian].
3. Trybel, S. O., Stryhun, O. O. & Hamaanova, O. M. (2014). Suchasnyi stan khimichnoho metodu zakhystu roslyn [The current state of the chemical method of plant protection]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 1, 1–4 [in Ukrainian].
4. Rozhkov, A. A. & Puzik, V. K. (2013). Vliyaniye sposobov poseva i norm vyseva na sodержaniye pigmentov fotosinteza v listiakh rasteniy tritikale yarovoy. [Influence of sowing methods and seeding rates on the content of photosynthesis pigments in the leaves of spring triticale plants]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 4, 1–6 [in Russian].
5. Ponomarenko, S. P. (2010). Biostymuliatsiia v roslynnytstvi – ukrainskyi proryv [Biostimulation in crop production is a Ukrainian breakthrough]. *Ahrarnyi tyzhden*, 16, 13 [in Ukrainian].
6. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S. & Sokyрко, D. P. (2017). Formuvannya produktyvnosti nutu zalezno vid tekhnolohichnykh faktoriv v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of Nut productivity depending on technological factors in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury*, 1 (2), 285–292 [in Ukrainian].
7. Topchii, O. V. (2017, May 25–26). Vmist khlorofiliv u lystkakh sochevytsi zalezno vid strokiv sivby ta zastosuvannya mikrodobryv i rehulatoriv rostu [The content of chlorophylls in lentil leaves depending on the timing of sowing and application of microfertilizers and growth regulators]. *Naukove zabezpechennia innovatsiinoho rozvytku ahropromyslovoho kompleksu v umovakh zmin klimatu* : materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh i spetsialistiv (p. 146). Vinnytsia [in Ukrainian].
8. Boiko, Ya. O. (2018, October 28). Vplyv herbitsydu MaksiMoks za sumisnoho vykorystannia z biolohichnymy preparatamy na vmist khlorofilu v roslynakh horokhu ozymoho [Effect of MaxiMox herbicide on co-use with biological agents on the content of chlorophyll in winter peas]. *Novyny nauky ta prykladni naukovi rozrobky* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Vol. 5, pp. 76–78). Lviv [in Ukrainian].
9. Karpenko, V. P., Ivasiuk, Yu. I., Prytuliak, R. M. & Cherneha, A. O. (2018). Formuvannya lystkovoї poverkhnї roslyn soi i sumy khlorofiliv za intehrovanoi diї herbitsydu ta biolohichnykh preparativ [Formation of the leaf surface of soybean plants and the amount of chlorophylls according to the integrated action of herbicide and biological preparations]. *Ahrobiolohiia*, 1, 43–50 [in Ukrainian].
10. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini (2018) [List of pesticides and agrochemicals authorized for use in Ukraine]. *Propozytsiia*, special issue, 10–40 [in Ukrainian].
11. Havrylenko, V. F. & Zhyhalova, T. V. (2003). Bolshoi praktykum po fotosyntezu [Great photosynthesis workshop]. Moskva: Akademyia [in Russian].
12. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Field experience]. Moskva: Ahropromyzdat, 350 [in Russian].
13. Holodryha, O. V., Zabolotnyi, O. I., Leontiuk, I. B., Rozborska, L. V. & Zabolotna, A. V. (2015). Formuvannya fotosyntetychnoi produktyvnosti posiviv soi za umov kompleksnoho zastosuvannya herbitsydu Diesiliet, rehulatora rostu roslyn biolan ta mikrobiolohichnoho preparatu

ryzobofit [Formation of photosynthetic productivity of soybean crops in the conditions of complex application of herbicide Diesel, regulator of plant growth of biolan and microbiological preparation of rhizobophyte]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 1, 32–36 [in Ukrainian].

14. Hrytsaienko, Z. M., Ponomarenko, S. P., Karpenko, V. P. & Leontiuk, I. B. (2008). Biologichno aktyvni rechovyny v roslynnytstvi [Biologically active speech in Roslynnitstv]. Kyiv : ZAT «Nichlava» [in Ukrainian].

15. Karpenko, V. P. & Shutko, S. S. (2018). Vmist khlorofilu i fotosyntetychna produktyvnist roslyn soryzu za vykorystannia herbicydu Pik 75 WG i rehulatora rostu roslyn Rehoplant [Chlorophyll content and photosynthetic productivity of Soris plants for use of herbicide Peak 75 WG and plant growth regulator Regaplant]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 93(1), 25–32 [in Ukrainian]