

10. Pro skhvalennia Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 serpnia 2019 r. № 688-r [On approval of the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 14, 2019 № 688-r.]. (2019). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text> [in Ukrainian].
11. Baliuk, S.A., Ladnych, V.Ya., & Nosonenko, O.A. (Eds.). (2012). *Rekomendatsii shchodo obstezhennia ekoloho-melioratyvnoho stanu zemel v umovakh kraplynnoho zroshennia [Recommendations for the survey of ecological and reclamation of lands under drip irrigation]*. Kharkiv, 20 [in Ukrainian].
12. Romashchenko, M., Shatkovskiy, A., Riabkov, S., Usata, L. (2014). Vplyv kraplynnoho zroshennia na hruntovi protsesy [Influence of drip irrigation on soil processes]. *Propozitsiya – Offer*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vplyv-kraplynnoho-zroshennia-na-gruntovi-procesi> [in Ukrainian].
13. Romashchenko, M.I. et al. (2020). Stan i perspektyvy zastosuvannia mikro-zroshennia v umovakh zmin klimatu [Status and prospects of micro-irrigation application in the conditions of climate change]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262> [in Ukrainian].
14. FAO. (2015). *Rukovodstvo po upravlenniu zasolenymi pochvami. [Guidelines for the management of saline soils]* Rome [in Russian].
15. Safonova, O.P., Melashych, A.V., & Lozovytskyi, P.S. (2010). Evoliutsiia halohenezu v hruntakh pry hlybokomu rivni zaliahannia hruntovykh vod v umovakh Inhuletskoho zroshuvanoho masyvu [Evolution of halogenation in soils at a deep level of groundwater under conditions of the Ingulets irrigated massif]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 53, 248-263 [in Ukrainian].
16. Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (Eds.). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland. [in English].
17. FAO 2020. Mapping of salt-affected soils: Technical specifications and country guidelines. (2020). URL: <http://www.fao.org/3/ca9203en/CA9203EN.pdf> [in English].
18. McCarthy, N. (2011). Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc., 42 – 47 [in English].
19. Mei-xian, Liu et al. (2012). Effects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, Soil Moisture Distribution, and Cotton Yield (*Gossypium hirsutum* L.) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 11(3), 502-511. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60036-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60036-7) [in English].
20. Phogat, V., Cox, J.W., Šimůnek, J. & Hayman, P. (2020). Long-term simulation of water and salinity risks on a viticulture based agro-ecosystem in a semi-arid basin of South Australia. *Water and Climate Change*, 11(3), 901-915. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.186> [in English].
21. Status of the world's soil resources. Rome. FAO. (2015). 648 [in English].

УДК 633.15:632.954:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.5>

ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА УМОВ ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДУ СТЕЛЛАР

ЗАБОЛОТНА А.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-1634-3273

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ЗАБОЛОТНИЙ О.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0069-1617

ДАЦЕНКО А.А. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4093-4177

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Потужність асиміляційного апарату рослин, тривалість його функціонування та чиста продуктивність фотосинтезу є головними чинниками, що визначають активність формування продуктивності посівів сільськогосподарських культур, тобто реалізація потенціалу сортів та гібридів сільськогосподарських культур є результатом фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються енергоємні й різноманітні за хімічним складом органічні сполуки [1–3].

Відомо, що формування фотосинтетичних показників залежить від біологічних особливостей вирощування культури, зовнішніх чинників, які на неї впливають, та агротехнологічних заходів [4]. Одним з основних агротехнологічних заходів, що суттєво впливає на рослинний організм, є застосування гербіцидів. Через високу фізіологічну активність гербіцидів можуть визначати спрямованість основних фізіолого-біохімічних процесів рослинного організму, зокрема й фотосинтетичних показників [5; 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна індустрія хімічних засобів захисту рослин від сеgetальної рослинності пропонує до застосування безліч гербіцидів, проте дуже часто є нез'ясованим вплив діючих речовин цих препаратів на процеси фотосинтезу культурних рослин, що лежать в основі формування продуктивності вирощуваної культури. З огляду на це, є ризик виникнення гербіцидного стресу, який не є бажаним для культурних рослин. Крім затримки росту і розвитку тієї чи іншої культури, стрес, викликаний дією цього виду токсикантів, також інгібує ефективність фотосинтезу [7].

Під час вивчення чистої продуктивності фотосинтезу (далі – ЧПФ) у посівах злакових культурах прослідковується коливання ЧПФ залежно від застосування біологічно активних речовин, зокрема й гербіцидів [8; 9].

Так, дослідженнями із застосуванням у посівах кукурудзи гербіциду Трофі 90 встановлено, що за норми 1,5 л/га показник ЧПФ зріс (порівняно з контролем) на 0,52 г/м² за добу (на 11%), а за 2,5 л/га – на 0,99 г/м² за добу (на 21%). Під час дії 3,5 л/га чиста продуктивність фотосинтезу була найменшою серед варіантів досліду з дією різних норм гербіциду, хоча і перевищувала контроль на 0,33 г/м² за добу [8]. Дослідження із застосуванням гербіциду Тітус 25 показали, що під час унесення 40 г/га препарату чиста продуктивність фотосинтезу у фазі викидання волоті зростає (відповідно до контролю) на 11,4%. Найбільш активне зростання показника ЧПФ серед варіантів досліду з унесенням Тітуса 25 прослідковувалося за дії 50 г/га препарату (на 18,1% більше за контроль). За умов підвищення норми гербіциду до 60 г/га продуктивність фотосинтезу була найнижчою серед варіантів досліду, однак перевищувала контроль на 3,7% [10].

Застосування гербіцидів також впливає на зернову продуктивність сільськогосподарських культур, сприяючи їй підвищенню [11]. Так, за умов внесення ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страховим гербіцидом Мілагро отримано врожайність 9,94 т/га, що істотно перевищувало контрольний варіант. Високу врожайність зерна кукурудзи у 8,33 т/га також отримано у варіанті досліду з унесенням ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страховим гербіцидом Каллісто [12].

Мета статті – дослідити формування показників чистої продуктивності фотосинтезу та зернової продуктивності рослин кукурудзи та встановлення кореляційних зв'язків між ними за умов застосування з

метою усунення конкуренції з боку рудеральної рослинності гербіциду Стеллар, в.р.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження формування рівня показника ЧПФ та зернової продуктивності виконували з рослинами кукурудзи (*Zea mays* L.) гібриду Достаток 300 МВ (селекція Інституту фізіології рослин і генетики НАН України) в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2018–2020 років. Гербіцид Стеллар, в.р. вносили у фазі 3–5 листків розвитку культури. Обприскування здійснювали акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га.

Дослід закладали систематичним методом із послідовним розміщенням варіантів у чотириразовому повторенні. Загальна площа однієї дослідної ділянки складала 32 м², облікова – 20 м². Детальну схему досліду наведено в таблиці 1. Норми застосування гербіциду в посівах кукурудзи розраховували, виходячи з гектарної норми застосування і враховуючи площу ділянки та норму витрати рідини.

Ґрунт досліду – чорнозем опідзолений, малогумусний, важкосуглинковий на лесі з умістом в орному шарі гумусу 3,5%, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг, рНсол – 6,2; гідролітична кислотність становить 2,26 смоль/кг ґрунту [13].

Чисту продуктивність фотосинтезу вираховували за формулою: ЧПФ = $V_2 - V_1 / 0,5(L_1 + L_2) \times n$, де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу; V_1 і V_2 – суха маса рослин на початку та в кінці облікового періоду, г; L_1 , L_2 – площа листової поверхні на початку/кінці облікового періоду, м²; n – кількість днів між обліками [14]. Збирання та облік урожаю виконували у фазі повної стиглості зерна кукурудзи з кожної ділянки досліду ваговим методом відповідно до загальноприйнятих методик [14].

Результати досліджень. У результаті аналізу отриманих результатів досліджень встановлено, що формування показника ЧПФ у різних варіантах досліду відбувалося по-різному і залежало від норми застосування гербіциду та фази розвитку культури. Так, за визначення величини ЧПФ у фазі 8–10 листків у варіанті досліду із застосуванням Стеллар, в.р. у нормі 1,0 л/га у середньому за роки досліджень простежується збільшення показника (порівняно з контрольним варіантом) на 0,17 г/м² за добу, або 6% (табл. 1).

Таблиця 1 – Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи залежно від застосування гербіциду Стеллар, в.р., 2018–2020 рр.

Варіант досліду	Фаза 8–10 листків		Фаза викидання волоті	
	г/м ² за добу	до контролю, %	г/м ² за добу	до контролю, %
Контроль (без гербіциду)	2,89	100	4,74	100
Стеллар, в.р., 1,0 л/га	3,06	106	4,98	105
Стеллар, в.р., 1,1 л/га	3,21	111	5,33	112
Стеллар, в.р., 1,2 л/га	3,42	118	5,70	120
Стеллар, в.р., 1,3 л/га	3,20	111	5,37	113
HIP₀₅	0,11	–	0,16	–

Збільшення норми внесення гербіциду до 1,1 л/га сприяло подальшому певному зростанню показника ЧПФ (відповідно до контрольного варіанта) на 0,32 г/м² за добу (на 11%). Найбільш активний перебіг фотосинтетичних процесів серед усіх варіантів досліджу спостерігався за дії 1,2 л/га, про що свідчить зростання показника ЧПФ на 0,53 г/м² за добу порівняно з контрольним варіантом (на 18%).

За умов унесення найбільшої норми препарату у 1,3 л/га прослідковувалося певне пригнічення фотосинтетичних процесів порівняно з нормою 1,2 л/га, однак показник ЧПФ у цьому варіанті досліджу все ж був більшим проти контролю на 0,31 г/м² за добу (на 11%), що було на рівні варіанта із внесенням 1,1 л/га гербіциду.

Повторне визначення чистої продуктивності фотосинтезу у фазі викидання волоті показало, що залежність його зміни від норми внесення гербіциду лишалася аналогічною, хоча абсолютне значення показника зросло порівняно з попередньою фазою розвитку культури.

Так, за умов внесення 1,0 та 1,1 л/га препарату показник ЧПФ (порівняно з контролем) у середньому за роки досліджень зріс на 0,24 та

0,59 г/м² за добу (на 5 та 12%) відповідно. Найбільш активно фотосинтетичні процеси, виходячи зі значення показника ЧПФ, як і за попереднього обліку, протікали за дії 1,2 л/га гербіциду. В цьому варіанті досліджу чиста продуктивність фотосинтезу перевищувала контроль на 0,96 г/м² за добу (на 20%). За дії 1,3 л/га Стеллару, в.г. показник ЧПФ знижувався (порівняно з варіантом досліджу, де препарат вносився у нормі 1,2 л/га), хоча й перевищував значення контрольного варіанта (на 0,63 г/м² за добу).

Головним показником, що свідчить про ефективність проведення того чи іншого агрозаходу, є урожайність. Отримані експериментальні дані щодо врожайності зерна кукурудзи за внесення різних норм гербіциду Стеллар, в.р. свідчать про те, що усунення конкуренції з боку сегетальної рослинності стосовно кукурудзи за дії гербіциду позитивно вплинуло на формування рівня зернової продуктивності культури.

Так, за умов використання 1,0 л/га препарату врожайність зерна кукурудзи складала 6,49 т/га, що на 16% перевищувало значення контрольного варіанта (рис. 1).

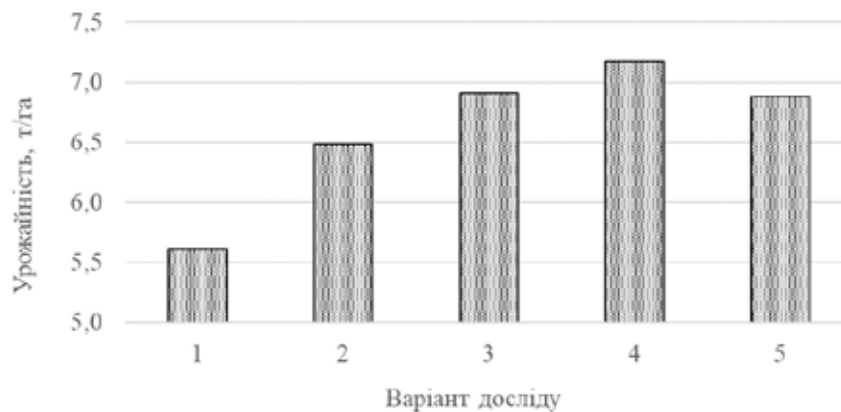


Рис. 1. Урожайність зерна кукурудзи залежно від унесення різних норм гербіциду Стеллар, в.р., 2018–2020 рр.:

1. Стеллар, в.р., 1,0 л/га; 2. Стеллар, в.р., 1,0 л/га; 3. Стеллар, в.р., 1,1 л/га; Стеллар, в.р., 1,2 л/га; Стеллар, в.р., 1,3 л/га.

За умов унесення 1,2 л/га гербіциду врожайність перевищувала контрольний варіант на 23%, а під час застосування 1,2 л/га була найвищою серед усіх варіантів досліджу – 7,17 т/га, що на 28% більше збору зерна у контрольному варіанті. За збільшення норми внесення Стеллару, в.р. до 1,3 л/га спостерігалася збільшення рівня приросту врожаю, хоча й не так ефективно, як у попередньому варіанті досліджу (на 22% більше за контроль).

Відомо, що між зерновою продуктивністю посівів і фотосинтетичними показниками існує тісний кореляційний зв'язок [15].

Виконання регресійного аналізу отриманих результатів досліджень виявило тісний кореляційний зв'язок ($r^2=0,99$) між показником чистої продуктивності фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи, що описується таким рівнянням регресії:

$$y = 0,5007x^2 - 5,7855x + 21,439$$

Де y – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу;

x – урожайність, т/га (рис. 2).

Висновки. З аналізу отриманого експериментального матеріалу можна зробити висновок, що застосування гербіциду Стеллар, в.р. позитивно впливає на формування показників продуктивності кукурудзи. Найбільші прирости чистої продуктивності фотосинтезу та зернової продуктивності простежуються у разі використання гербіциду в нормі 1,2 л/га, коли перевищення контролю становить 18–20% та 28% відповідно. Проведення регресійного аналізу отриманих результатів досліджень виявило тісний кореляційний зв'язок ($r^2=0,99$) між показником чистої продуктивності фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи.

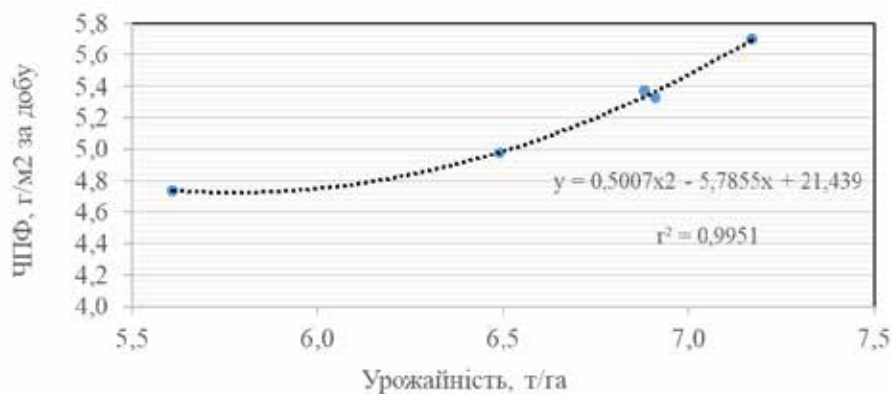


Рис. 2. Кореляційна залежність між чистою продуктивністю фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи, 2018–2020 рр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Заець С.О., Фундират К.С., Онуфран Л.І., Юзюк С.М. Формування фотосинтетичного апарату рослин сортів тритикале озимого в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2020. Випуск 74. С. 113–116.

2. Корсун С.Г., Буслаєва Н.Г., Довбаш Н.І. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи на зерно в умовах забруднення агроєкотопів свинцем, кадмієм, цинком. *Вісник аграрної науки*. 2016. Том 94. № 1. С. 32–36.

3. Шкатула Ю.М. Фотосинтетична продуктивність рослин кvasолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2018. № 10. С. 57–65.

4. Свідерко М. С., Беген Л. Л. Формування якості зерна жита озимого залежно від рівня мінерального живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54(1). С. 63–68.

5. Заболотний О.І., Заболотна А.В., Леонтюк І.Б., Розборська Л.В., Голодрига О.В. Основні фізіологічні процеси у рослинах кукурудзи за внесення гербіциду Стеллар, в.р. *Агробіологія*. Біла Церква, 2018. № 1 (138). С. 128–136.

6. Павлишин С.В. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БіО Vita. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених*. (Умань, 15–16 травня 2018 р.). Умань, 2018. С. 43–44.

7. Коровко І.І. Вплив окремих елементів технології вирощування на фотосинтетичну активність рослин цукрових буряків. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 3. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_16.

8. Заболотний О.І. Вплив гербіциду Трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. № 1. С. 134–140.

9. Карпенко В.П., Грицаєнко З.М., Питуляк Р.М. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Умань: Сочинський. 2012. 357 с.

10. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Вплив гербіциду Тітус 25 і регулятора росту Зеастимулін при

різних способах застосування на фотосинтетичні процеси кукурудзи. *Зб. наук. пр. Уманського НУС «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві»*. 2011. Вип. 75. С. 62–65.

11. Білитюк А.П. Вплив норм висіву, мінерального удобрення на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість зерна тритикале озимого. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 2. С. 29–33.

12. Шацман Д.О. Продуктивність кукурудзи за різних систем захисту і беззмінного вирощування у Лівобережному Лісостепі України. *Агроєкологічний журнал*. 2018. № 3. С. 82–88.

13. Poltoretskyi S.P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Bulletin of Uman NUH*. 2017. № 1. 59–64.

14. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.

15. Голуб В., Голуб С. Фітоценотична стійкість і фотосинтетична продуктивність агроценозів *Triticosecale* за різних систем удобрення. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Розділ І. Ботаніка*. 2017. Вип. 7. С. 72–80.

REFERENCES:

1. Zaiets S. O., Fundyrat K. S., Onufran L. I., Yuziuk S. M. (2020) Formuvannia fotosyntetychnoho aparatu roslin sortiv trytykale ozymoho v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy [Formation of the photosynthetic apparatus of kinds of winter triticale plants in the conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Zbirnyk naukovykh prats*. 74. S. 113–116. [in Ukrainian].

2. Korsun S. H., Buslaieva N. H., Dovbash N. I. (2016) Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti posiviv kukurudz na zerno v umovakh zabrudnennia ahroekotopiv svyntsem, kadmiem, tsynkom [The features of photosynthetic activity of maize sowing on grain in the conditions of pollution of agroecotopes by lead, cadmium, zinc]. *Visnyk ahrranoi nauky*. 94 (1). 32–36. [in Ukrainian].

3. Shkatula Yu. M. (2018) Fotosyntetychna produktyvnist roslin kvasoli zvychnoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Photosynthetic productivity of average

haricot plants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Ekolohiia ta okhrona navkolyshnoho sere-dovyschcha*. 10. 57–65. [in Ukrainian].

4. Sviderko M. S., Behen L. L. (2012) Formuvannia yakosti zerna zhyta ozymoho zalezho vid rivnia mineral-noho zhyvlennia [Formation of quality of winter rye grain depending on the level of mineral nutrition]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2012. 54(1). 63–68. [in Ukrainian].

5. Zabolotnyi O. I., Zabolotna A. V., Leontiuk I. B., Roz-borska L. V., Holodryha O. V. (2018) Osnovni fiziologichni protsesy u roslynakh kukurudzy za vnesennia herbitydy Stellar [The main physiological processes in maize plants under the application of the herbicide Stellar]. *Ahrobiolo-hiia. Bila Tserkva*. 1(138). 128–136. [in Ukrainian].

6. Pavlyshyn S. V. (2018) Chysta produktyvnist fotosyntezy pshenytsi polby zvychnoi za vykorystan-nia herbitydy Prima Forte 195 i rehuliatora rostu roslyn Vuksal BIO Vita [Net productivity of photosynthesis of average emmer wheat under the use of herbicide Prima Forte 195 and plant growth regulator Vuxal BIO Vita.]. *Materialy Vseukrainskoi naukovoï konferentsii molo-dykh uchenykh*. (Uman, 15–16 travnia 2018 r.). 43–44. [in Ukrainian].

7. Korovko I. I. (2017) Vplyv okremykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na fotosyntetychnu aktyvnist roslyn tsukrovykh buriakiv [Influence of certain elements the technology of cultivation on photosynthetic activity of sugar beet plants]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho uni-versytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 3. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_16. [in Ukrainian].

8. Zabolotnyi O. I. (2013) Vplyv herbitydy Trofi 90 na chystu produktyvnist fotosyntezy ta vrozhainist kukurudzy [Influence the herbicide of Trophy 90 on the net photo-synthesis productivity and yield of maize]. *Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomor'ia*. 1. 134–140. [in Ukrainian].

9. Karpenko V. P., Hrytsaienko Z. M., Prytuliak R. M. i in. (2012) Biologichni osnovy intehrovanoi dii herbitydiv i rehuliatoriv rostu Roslyn [The biological bases of inte-

grated action of herbicides and plant growth regulators]. *Uman: Sochinskyi*. 357. [in Ukrainian].

10. Hrytsaienko Z. M., Zabolotnyi O. I. (2011) Vplyv herbitydy Titus 25 i rehuliatora rostu Zeastymulin pry riznykh sposobakh zastosuvannia na fotosyntetychni protsesy kukurudzy [Influence of the herbicide Titus 25 and the growth regulator Zeastimulin under the different methods of application on the photosynthetic processes of maize]. *Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS «Osnovy biolo-hichnoho roslynnytstva v suchasnomu zemlerobstvi»*. 75. 62–65. [in Ukrainian].

11. Bilytiuk A. P. (2007) Vplyv norm vysivu, mineral-noho udobrennia na rist i rozvytok roslyn, urozhainist ta yakist zerna trytykale ozymoho [Influence of seeding rates, mineral fertilizers on growth of plants and devel-opment, yield and quality of winter triticale grain]. *Visnyk ahrarynoi nauky*. 2. 29–33. [in Ukrainian].

12. Shatsman D. O. (2018) Produktyvnist kukurudzy za riznykh system zakhystu i bezzminnoho vyroshchuvan-nia u Livoberezhnomu Lisostepi Ukrainy [Productivity of maize under the different systems of protection and perma-nent cultivation in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekologichni zhurnal*. 3. 82–88. [in Ukrainian].

13. Poltoretskyi S. P. (2017) Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Bulletin of Uman NUH*. 1. 59–64. [in English].

14. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Kar-penko V. P. (2003) Metody biologichnykh ta ahrokhimich-nykh doslidzhen roslyn i hruntiv [The methods of biologi-cal and agrochemical studies of plants and soils]. K.: ZAT «Nichlava». 320. [in Ukrainian].

15. Holub V., Holub S. (2017) Fitotsenotychna stiikist i fotosyntetychna produktyvnist ahrotsenoziv *Triticosecale* za riznykh system udobrennia [The phytocoenotic stability and photosynthetic productivity the agrocenoses of *Triti-cosecale* under the different systems of fertilizer]. *Nau-kovyï visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho univer-sytetu imeni Lesi Ukrainky. Rozdil I. Botanika*. 7. 72–80.