

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ ТА ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

МАРЧЕНКО К.Ю. – аспірант кафедри біології

<https://orcid.org/0000-0002-4235-9551>

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Основою життя і розвитку рослинного організму є фотосинтез, який у поєднанні з асиміляцією мінеральних елементів ґрунту створює основу для формування врожаю [1; 2]. Разом із тим фотосинтетична діяльність рослин визначається низкою чинників, у тому числі й умовами вирощування та впливом на посіви біотичних і абіотичних складових агроценозів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для проходження фотосинтезу в клітинах рослин необхідна наявність хлорофілу. Відомо, що у рослинних організмах вміст хлорофілів *a* і *b* є чутливим індикатором інтенсивності фотосинтезу та одним із найважливіших показників, що визначає кількість і якість врожаю [3; 4]. Дослідженнями доведено, що під час дії стресових чинників (підвищена і знижена температура, висока інтенсивність видимого світла, ультрафіолетове випромінювання, важкі метали, пестициди) фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, у тому числі й фотосинтез, зазнають значних змін, що відображають направленість адаптивних реакцій у рослинах та впливають на інтенсивність нагромадження органічної речовини [5; 6].

Одним із чинників, що позитивно впливають на формування фотосинтетичних показників рослин, є застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів, які поряд із новими сучасними сортами і гібридами сільськогосподарських культур розглядаються як екологічно безпечні та економічно доцільні засоби підвищення їх продуктивності [7; 8].

Дослідженнями встановлено [9], що використання гумату натрію для обробки насіння тритикале ярого (0,5 л/т) і внесення його по вегетуючих рослинах (0,5 л/га) забезпечувало зростання чистої продуктивності фотосинтезу проти контролю на 6-10%. За комплексного застосування препаратів гумату натрію (0,5 л/т) та Акваміксу (1,0 кг/га) для передпосівної обробки насіння тритикале ярого фотосинтетична продуктивність рослин зростала проти контролю на 22%. Позитивну дію від використання біопрепаратів Байкал ЕМ-1 (20 мл/га) та Екозорф-1 (200 г/га) було відмічено в посівах гречки, де вміст в листках хлорофілу зростав на 0,12–0,33 мг/г сирової маси [10].

Ряд науковців констатують, що у більшості випадків регулятори росту рослин і мікробні препарати стимулюють накопичення рослинами хлорофілу, підвищують фотосинтетичну активність хлоропластів та чисту продуктивність фотосинтезу [11], що продемонстровано в дослідженнях із використанням Агростимуліну (20 мл/га) на пшениці озимій [12], Емістиму (20 мл/га) на сої [13], Зеастимуліну

(20 мл/т, 15 мл/га) на кукурудзі [14] та на інших культурах [15–17].

Метою досліджень було з'ясування особливостей накопичення суми хлорофілів *a* і *b*, формування показників чистої продуктивності фотосинтезу рослинами вівса голозерного за поєднання передпосівного обробітку насіння мікробним препаратом і рістрегулятором з наступним обприскуванням посівів регулятором росту рослин.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2019–2021 років. Дію мікробного препарату (МБП) Меланоріз (*Glomus* sp., *Aspergillus terreus*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus macerans*, *Arthrobacter* sp., *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, загальне число життєздатних клітин $2,5 \times 10^7$ КУО/мл, виробник – ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «БТУ-ЦЕНТР», Україна) і регулятора росту рослин (РРР) Агролайт (поліетіленгліколь-400 + поліетіленгліколь-1500, загальний вміст 770 г/л, солі гумінових кислот, 30 г/л, виробник – групи компанії ДОЛИНА, Україна) вивчали в посівах вівса голозерного (*Avena sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot) Rod. et Sold., виду *Avena sativa* L.) сорту Мирсем.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом 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 – 2,26 смоль/кг ґрунту [18].

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень були типовими для регіону з незначними відхиленнями за вологозабезпеченням, однак у загальному були сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і вівса голозерного.

Польові дослідні заклали систематичним методом. Повторність дослідів – триразова. Схема дослідів включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою мікробним препаратом Меланоріз у нормах 1,0, 1,25 і 1,5 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т. Насіння вівса за добу до сівби обробляли мікробним препаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння вівса голозерного Меланорізом і Агролайтом посіви у фазі кушіння обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га із розрахунку витрати

робочої суміші 200 л/га. Деталізовану схему дослідів приведено у таблицях.

Вміст у листках вівса голозерного суми хлорофілів *a* і *b* визначали за методикою, описаною З.М. Грицаєнко [19]. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посівів розраховували за методикою О.О. Ничипоровича [12].

Статистичну обробку даних виконували в програмі Microsoft Office Excel 2007 за методом дисперсійного аналізу за Доспеховим [13].

Результати досліджень. Проведені дослідження засвідчили залежність вмісту хлорофілу в листках вівса голозерного від норм використання МБП Меланоріз, внесеного роздільно і в комплексі з РРР Агролайт, та від погодних умов, що склалися у роки проведення досліджень (табл. 1).

Так, отримані дані з вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного узгоджуються із погодними умовами, які були найсприятливішими за температурним та водним режимом для рослин у 2020 і 2021 рр., менш сприятливими – 2019 р.

Аналізуючи сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного у 2019 р., можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т він перевищував контрольні показники на 2; 3 і 5%. Активніше накопичення фотосинтетичних пігментів проходило у варіантах, де для передпосівної обробки насіння використовували суміш РРР Агролайт і МБП Меланоріз. Так, за сумісного використання Меланорізу (у нормах 1,0–1,5 л/т) і Агролайту (у нормі 0,26 л/т) вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса порівняно із контролем збільшувався на 7-11%. Використання Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури Агролайту 1,0 л/га забезпечило зростання досліджуваного показ-

ника до контролю на 5; 6 і 9% відповідно. Поряд з тим найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) із Агролайтом (0,26 л/т) за наступного обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/га), що на 12; 15 і 20% перевищувало показники в контролі.

Подібна залежність із вмістом зелених пігментів була відмічена і в 2020 та 2021 рр. досліджень. У середньому за три роки експериментальних досліджень найвищі показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз і Агролайт з наступною обробкою посівів Агролайтом, де перевищення до контрольного варіанту складало 12–17%.

Аналіз одержаних даних із вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного у фазу цвітіння продемонстрував схожу залежність впливу досліджуваних норм Меланорізу та способів внесення Агролайту (табл. 2). Так, у 2019 р. за дії Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/га вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса збільшувався відносно контролю на 0,013; 0,035 і 0,052% на суху речовину.

За комплексного використання Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т перевищення за вмістом суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю складало 0,064; 0,076 і 0,088% на суху речовину. Проте найвищі показники вмісту хлорофілу в листках вівса були відмічені за сумісного використання для передпосівної обробки насіння Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т за наступного обприскування вегетуючих рослин Агролайтом 1,0 л/га, де перевищення до контролю складало 0,091; 0,096 і 0,106% на суху речовину.

Подібні залежності у формуванні пігментного комплексу у фазі цвітіння були відмічені і в 2020 та 2021 рр. (табл. 2).

Таблиця 1 – Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (% на суху речовину, фаза виходу в трубку)

Варіант дослідів	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,290	1,408	1,379	1,359
Меланоріз 1,0 л/т	1,315	1,450	1,393	1,386
Меланоріз 1,25 л/т	1,331	1,470	1,420	1,407
Меланоріз 1,5 л/т	1,360	1,494	1,447	1,434
Агролайт 0,26 л/т	1,318	1,457	1,413	1,396
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,379	1,533	1,470	1,460
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,394	1,549	1,489	1,477
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,429	1,576	1,517	1,507
Агролайт 1,0 л/га	1,309	1,446	1,389	1,381
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,352	1,485	1,437	1,425
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,367	1,521	1,457	1,448
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,400	1,567	1,501	1,489
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,339	1,477	1,429	1,415
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,445	1,585	1,530	1,520
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,482	1,605	1,549	1,545
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,549	1,650	1,584	1,594
НІР ₀₅	0,015	0,011	0,017	

Таблиця 2 – Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та PPP Агролайт (% на суху речовину, фаза цвітіння)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,537	1,709	1,610	1,619
Меланоріз 1,0 л/т	1,550	1,724	1,631	1,635
Меланоріз 1,25 л/т	1,572	1,743	1,660	1,658
Меланоріз 1,5 л/т	1,589	1,764	1,668	1,674
Агролайт 0,26 л/т	1,564	1,733	1,634	1,644
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,601	1,777	1,671	1,683
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,613	1,786	1,684	1,694
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,625	1,800	1,690	1,705
Агролайт 1,0 л/га	1,541	1,716	1,618	1,625
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,584	1,759	1,652	1,665
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,596	1,768	1,669	1,678
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,619	1,793	1,688	1,700
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,579	1,750	1,646	1,658
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,628	1,806	1,692	1,709
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,633	1,820	1,699	1,717
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,643	1,850	1,707	1,733
HIP ₀₅	0,012	0,014	0,010	

У середньому за три роки досліджень найактивніше нагромадження хлорофілів відбувалося у варіантах за комплексного застосування препаратів Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, де перевищення за вмістом хлорофілів *a+b* відносно контролю складало 6–7%.

Дані з вмісту хлорофілів у листках вівса голозерного свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на процеси накопичення даних сполук у рослинах, що, очевидно, може бути підтверджено, з одного боку, покращенням азотного живлення рослин за рахунок діяльності бактерій МБП, з іншого боку, безпосереднім стимулювальним впливом PPP на синтез даних сполук. Ці припущення узгоджуються з даними інших дослідників [11; 22].

Важливим фізіолого-біохімічним показником фотосинтетичної діяльності посівів є чиста продуктивність фотосинтезу.

Встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз як окремо, так і сумісно з регулятором росту рослин Агролайт позитивно впливало на показники чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у 2019 р. передпосівна обробка насіння вівса Меланорізом у нормах 1,0, 1,25, 1,5 л/т сприяла зростанню ЧПФ посівів на 2–5% у відношенні до контролю (табл. 3). Дещо активніше фотосинтетична продуктивність посівів формувалася у варіантах, де мікробний препарат Меланоріз вносили сумісно з Агролайтом. Так, якщо за внесення окремо Агролайту у нормі 0,26 л/т ЧПФ складала 3,97 г/м² за добу, що на 3% перевищувало контроль, то за внесення цієї ж норми препарату в суміші з Меланорізом у нормах 1,0, 1,25 і 1,5 л/т відмічено зростання досліджуваного показника до 4,11; 4,14 і 4,18 г/м² за добу відповідно, що на 6–8% перевищувало контроль та на 3–6% – відповідні показники у варіантах окремої дії Меланорізу (1,0–1,5 л/га).

Одержані дані свідчать про позитивний вплив композиції біопрепаратів на проходження в рослинах вівса голозерного основних фізіолого-біохімічних процесів, які покращують розвиток надземної біомаси рослин за рахунок стимулювальної дії екзогенних фітогормонів та активізації колонізаційної здатності ризосфери за рахунок інтродукованих мікроорганізмів, що в цілому сприяє покращенню мінерального забезпечення рослинного організму.

За використання регулятора росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га по сходах культури на фоні обробки насіння вівса мікробним препаратом Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/га показники чистої продуктивності фотосинтезу складала 4,05–4,16 г/м² за добу при 3,87 г/м² за добу в контролі та 3,92 г/м² за добу – у варіанті окремої дії на посіви Агролайту (табл. 3).

Аналізуючи варіанти досліджу з використанням Меланорізу 1,0; 1,25; 1,5 л/га та Агролайту 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, слід відмітити найбільше зростання ЧПФ посівів, що на 0,34; 0,39; 0,54 г/м² за добу перевищувало показник контролю. Подібна залежність була відмічена і в 2020 та 2021 рр. досліджень, однак аналіз експериментальних даних засвідчує чітку залежність формування ЧПФ від погодних умов, які у 2019 р. для рослин вівса голозерного були менш сприятливими за показниками вологоти. Зокрема, найнижчу фотосинтетичну продуктивність посівів у контролі (3,87 г/м² за добу) було відмічено у 2019 р..

У середньому за роки досліджень, за обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз (1,0, 1,25, 1,5 л/га) з Агролайтом (0,26 л/т) ЧПФ посівів перевищувало контроль на 6–9%, що на 6% більше проти варіанту окремої дії на посіви Агролайту (0,26 л/га). Проте найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності посівів формувалася у варіантах Мелано-

Таблиця 3 – Чиста продуктивність посівів вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (г/м² за добу, фази виходу в трубку–цвітіння)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	3,87	4,59	4,20	4,22
Меланоріз 1,0 л/т	3,94	4,71	4,25	4,30
Меланоріз 1,25 л/т	4,01	4,79	4,32	4,37
Меланоріз 1,5 л/т	4,06	4,90	4,38	4,45
Агролайт 0,26 л/т	3,97	4,74	4,29	4,33
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,11	4,96	4,41	4,49
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,14	5,02	4,46	4,54
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,18	5,08	4,51	4,59
Агролайт 1,0 л/га	3,92	4,70	4,24	4,29
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,05	4,86	4,35	4,42
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,10	4,95	4,41	4,49
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,16	5,03	4,49	4,56
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,03	4,82	4,33	4,39
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,21	5,11	4,54	4,62
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,26	5,17	4,57	4,67
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,41	5,30	4,63	4,85
НІР ₀₅	0,11	0,13	0,14	

різ 1,5 л/га + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га і складав 4,85 г/м² за добу при 4,22 г/м² за добу в контролі. Одержані показники фотосинтетичної продуктивності посівів у даному варіанті досліджу узгоджуються з даними найвищої фізіолого-біохімічної та мікробіологічної активності посівів, встановленими нами у попередніх дослідженнях [23; 24].

Висновки. Сумісне застосування різних норм мікробного препарату Меланоріз з регулятором росту росли Агролайт позитивно впливає на формування вмісту хлорофілу та чисту продуктивність фотосинтезу посівів вівса голозерного. Разом із тим у варіантах сумісного застосування для обробки насіння Меланорізу у нормі 1,5 л/га і Агролайту у нормі 0,26 л/т та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га формуються найвищі показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* та рівень чистої продуктивності фотосинтезу, що в середньому на 6–17% перевищує контроль за вмістом суми хлорофілів *a* і *b* та на 9–15% – чисту продуктивність фотосинтезу. Одержані дані свідчать, що використання біологічних препаратів у посівах вівса голозерного сприяє створенню більш продуктивних агрофітоценозів, у яких значно активізується проходження асиміляційних процесів рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кабашникова Л.Ф. Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков. Минск : Беларус. Навука, 2011. 327 с.
2. Гуляев Б.І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліття: Зб. наук. праць*. Київ, 2001. Т. 1. С. 60–74.
3. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars

differing in sensitivity to drought stress. *Фізіологія рослин*. 2011. № 58(1). С. 58–66.

4. Рябчун Н.І., Погорелов О.С., Четверик О.М. Спосіб визначення вмісту хлорофілу в листках пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2011. № 99. С. 139–143.
5. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. № 83(2–3). Р. 69–81.
6. Карпенко В.П., Новікова Т.П., Пritуляк Р.М., Гнатюк М.Г. Вміст пігментів у листках сочевиці за дії біологічних препаратів. *Наукові горизонти. Вісник ЖНУЕУ*. № 7 (80). Житомир. 2019. С. 41–47.
7. Карпенко В.П., Пritуляк Р.М., Чернега А.О. Стан пігментного комплексу листкового апарату ячменю озимого за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біолан. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених*. Умань, 2013. Ч. 1. С. 56–58.
8. Калитка В.В., Ялоха Т.М. Урожайність ячменю озимого за дії різних попередників та регулятора росту АКМ. *Науковий вісник НУБІП*. 2011. № 162. С. 89–93.
9. Еськин В.Н., Кшникаткина А.И., Самойленко А.В. Влияние некорневой подкормки регуляторами роста и микроудобрениями на продуктивности тритикале. *Зерновое хозяйство*. 2007. № 7. С. 11–12.
10. Тіней В.А. Інтенсифікація технологій вирощування гречки в умовах південно-західного Лісостепу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 ; Подільський державний аграрний університет. Кам'янець-Подільськ, 2007. 19 с.
11. Карпенко В.П. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / за ред. В.П. Карпенка. Умань : Сочінський, 2012. 357 с.
12. Литвин Л., Закалик Г., Цвілінюк О. Вміст фотосинтетичних пігментів і цукрів у рослинах пшениці за дії агростимуліну. *Тези II Міжн. конф. «Онтогенез*

рослин у природньому та трансформованому середовищі. *Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти*. (Львів, 18-21 серпня 2004 р.). Львів : вид-во «Сполом», 2004. С. 113.

13. Векірчик К., Конончук О. Вплив регулятора росту Емістиму С на деякі фізіологічні процеси, ріст, розвиток і продуктивність сої культурної в умовах Тернопільської області. *Тези II Міжн. конф. «Онтогенез рослин у природньому та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти»*. (Львів, 18-21 серпня 2004 р.). Львів : вид-во «Сполом», 2004. С. 137.

14. Мамчур О.В., Терек О.І. Вміст цукрів та пігментів фотосинтезу у рослинах кукурудзи. *Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць Уманського ДАУ*. 2003. С. 72–76.

15. Питуляк Р.М., Удолатій В.О., Кавецкий Ю.П. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів тритикале озимого за дії гербіцидів та регулятора росту рослин. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, присвячений 125-річчю від дня народження професора В.Л. Симеренка*. Умань, 2016. Частина 2. С. 68–69.

16. Леонтий І.Б., Голодрига О.В., Заболотний О.І., Розборська Л.В. Формування фотосинтетичної продуктивності пшениці озимої за дії Дербі та Біолану. *Таєрійський науковий вісник*. Вип.100. Т. 1. Херсон, 2018. С. 111–118.

17. Карпенко В.П., Питуляк Р.М., Чернега А.О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів / за ред. В.П. Карпенка. Умань : Видавець «Сочінський», 2016. 357 с.

18. 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. P. 59–64.

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

20. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. *Фотосинтез и вопросы продуктивности растений*. Москва : АН СССР, 1963. С. 5–36.

21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 350 с.

22. Карпенко В.П., Павлишин С.В. Пігментна система пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Віта. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 100–103.

23. Карпенко В.П., Марченко К.Ю. Формування окремих фізіолого-біохімічних показників вівса голозерного за дії мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт. *Таєрійський науковий вісник*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. Вип. 118. С. 105–113.

24. Марченко К.Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції моло-*

дих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне, Україна. 2021. С. 72–73. URL: <http://confer.uesr.sops.gov.ua>.

REFERENCES:

1. Kabashnikova L. F. Fotosinteticheskij apparat i potencial produktivnosti hlebnih zlakov [Fotosinteticheskij vehicle and potential of the productivity of breadstuffs]. Minsk: Belarus. Navuka. 2011. 327 s. [in Russian].

2. Guljaev B. I. Ekofiziologija fotosintezu: dosjag-nennja, stan ta perspektivi doslidzhen' [Ekofiziologiya of photosynthesis: achievement, state and prospects of researches]. *Fiziologija roslin v Ukraini na mezhi tisjacholittja: Zb. nauk. prac'*. K., 2001. T. 1 S. 60–74. [in Ukrainian].

3. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. *Fiziologija rastenij*. 2011. № 58(1). С. 58–66.

4. Rjabchun N. I., Pogorelov O. S., Chetverik O. M. Sposib viznachennja vmistu hlorofilu v listkah pshenici ozimoї [A method of determination of content of chlorophyll is in the sheets of wheat winter-annual]. *Selekcija i nasinnictvo*. 2011. № 99. S. 139–143. [in Ukrainian].

5. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. № 83(2–3). P. 69–81.

6. Karpenko V. P., Novikova T. P., Prituljak R. M., Gnatjuk M. G. Vmist pigmentiv u listkah sochevici za dii' biologichnih preparativ [Content of pigments is in the sheets of lentil for the actions of biological preparations]. *Naukovi gorizonti. Visnik ZhNaEU*. № 7 (80). Zhitomir. 2019. S. 41–47. [in Ukrainian].

7. Karpenko V. P., Prituljak R. M., Chernega A. O. Stan pigmentnogo kompleksu listkovogo aparatu jachmenju ozimogo za dii' gerbicidu Kalibr 75 i regulatora росту roslin Biolan [The state of pigmental complex of puff vehicle of barley of winter-annual for actions herbicide is Kaliber 75 and regulator of growth of plants the Biolan]. *Materiali Vseukrains'koi naukovo-praktichnoi konferencii molodih uchenih. Uman'*, 2013. Ch. 1. S. 56–58. [in Ukrainian].

8. Kalitka V. V., Jaloha T. M. Urozhajnist' jachmenju ozimogo za dii' riznih poperednikov ta regulatora росту AKM [The productivity of barley winter-annual is at the action of different predecessors and regulator of growth of AKM]. *Naukovij visnik NUBIP*. 2011. № 162. S. 89–93. [in Ukrainian].

9. Es'kin V. N., Kshnikatkina A. I., Samojlenko A. V. Vlijanie nekornevoj podkormki reguljatorami rosta i mikro-dobrenijami na produktivnost' tritikale [Influence of the unroot additional fertilizing the regulators of growth and microfertilizers on the productivity of tritikale]. *Zemovoe hozjajstvo*. 2007. № 7. S. 11–12. [in Russian].

10. Tinej V. A. Intensyfikacija tehnologij vyroshhuvannja grechky v umovah pivdenno-zahidnogo Lisostepu Ukrainy [Intensification of technologies of growing of buckwheat is in the conditions of south-west Forest-steppe of Ukraine]: avtoref. dys. kand. s.-g. nauk: 06.01.09. Podil's'kyj derzhavnyj agrarnyj universytet. Kam'janec'-Podil's'k, 2007. 19 s. [in Ukrainian].

11. Karpenko V. P. ta in. Biologichni osnovy integrovanoi dii' gerbicydiv i regulatoriv rostu roslyn [Biological bases of computer-integrated action of herbicides and regulators of growth of plants] / za red. V. P. Karpenka. Uman': Sochins'kyj, 2012. 357 s. [in Ukrainian].
12. Lytvyn L., Zakalyk G., Cvilynjuk O. Vmist fotosyntetychnyh pigmentiv i cukriv u roslynah pshenyzi za dii' agrostymulinu [Content of fotosintetichnikh pigments and sugars is in the plants of wheat for the actions of agrostimulinu]. Tezy II Mizhn. konf. [«Ontogenez roslyn u pryrodnomu ta transformovanomu seredovyshhi. Fiziologo–biohimichni ta ekologichni aspekty»], (L'viv, 18–21 serpnja 2004 r.). L'viv: vyd-vo «Spolom», 2004. S. 113. [in Ukrainian].
13. Vekirchuk K., Kononchuk O. Vplyv reguljatora rostu Emistymu C na dejaki fiziologichni procesy, rist, rozvytok i produktyvnist' soi' kul'turnoi' v umovah Ternopil's'koi' oblasti [Influence of regulator of growth of Emistim C is on some physiology processes, growth, development and productivity of soy cultural, in the conditions of the Ternopil region]. Tezy II Mizhn. konf. [«Ontogenez roslyn u pryrodnomu ta transformovanomu seredovyshhi. Fiziologo–biohimichni ta ekologichni aspekty»], (L'viv, 18–21 serpnja 2004 r.). L'viv: vyd-vo «Spolom», 2004. S. 137. [in Ukrainian].
14. Mamchur O. V., Terek O. I. Vmist cukriv ta pigmentiv fotosintezy u roslynah kukurudzy [Content of sugars and pigments of photosynthesis is in the plants of corn]. Biologichni nauky i problemy roslynnyctva: Zb. nauk. prac' Umans'kogo DAU. 2003. S. 72–76. [in Ukrainian].
15. Prytuljak R. M., Udolatij V. O., Kavec'kyj Ju. P. Chysta produktyvnist' fotosintezy posiviv trytykale ozymogo za dii' gerbicydiv ta reguljatora rostu roslyn [Clean productivity of photosynthesis of sowing of tritikale winter-annual for the actions of herbicides and regulator of growth of plants]. Zbirnyk students'kyh naukovykh prac' Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnyctva, prysvjachenyj 125-richchju vid dnja narodzhennja profesora V. L. Symerenka. Uman', 2016. Chastyna 2. S. 68–69. [in Ukrainian].
16. Leontjuk I. B., Golodryga O. V., Zabolotnyj O. I., Rozbors'ka L. V. Formuvannja fotosyntetychnoi' produktyvnosti pshenyzi ozymoi' za dii' Derbi ta Biolanu [Forming of the fotosintetichnoy productivity of wheat winter-annual for the actions of Derby and to the Biolan]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Vyp.100. T. 1. Herson, 2018. S. 111–118. [in Ukrainian].
17. Karpenko V. P., Prytuljak R. M., Chernega A. O. Rozrobka elementiv biologizovanykh tehnologij vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur z vykorystannjam reguljatoriv rostu roslyn i gerbicydiv [Development of elements of biologizovanykh technologies of growing of agricultural cultures is with the use of regulators of growth of plants and herbicides] / za red. V. P. Karpenka. Uman': Vydavec' „Sochins'kyj”, 2016. 357 s. [in Ukrainian].
18. 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. P. 59–64.
19. Grycajenko Z. M., Grycajenko A. O., Karpenko V. P. Metody biologichnyh ta agrohimichnyh doslidzhen' roslyn i g'runtiv [Methods of biological and agricultural chemistry researches of plants and soils]. K.: ZAT «Nichlava», 2003. 320 s. [in Ukrainian].
20. Nichiporovich A. A. O putjah povyshennja produktivnosti fotosinteza rastenij v posevah [About the ways of increase of the productivity of photosynthesis of plants in sowing]. V kn.: Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij. M.: AN SSSR, 1963. S. 5–36. [in Russian].
21. Dosphehov B. A. Metodika polevogo opyta [Method of the field experience]. M.: Agropromizdat, 1985. 350 s. [in Russian].
22. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Pigmentna sistema pshenyzi polby zvyčajnoi' za vykorystannja gerbicydu Prima Forte 195 i reguljatora rostu roslyn Vuksal BIO Vita [Pigmental system of wheat of polbi ordinary for the use of herbicide of Prima Forte 195 and regulator of growth of plants of Vuksal BIO Vita]. *Visnyk Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnyctva*. 2018. № 1. S. 100–103. [in Ukrainian].
23. Karpenko V. P., Marchenko K. Ju. Formuvannja okremykh fiziologo-biohimichnykh pokaznykiv vivsa golozerneho za dii' mikrobnogo preparatu Melanoriz ta reguljatora rostu roslyn Agrolajt [Forming of separate fiziologo-biochemical indexes of oat of hulless for actions microbial preparation of Melanoriz and regulator of growth of plants of Agrolajt]. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk*. Hersons'kyj derzhavnyj agrarno-ekonomichnyj universytet. Herson, 2021. Vyp. 118. S. 105–113. [in Ukrainian].
24. Marchenko K. Ju. Fotosyntetychna produktyvnist' posiviv vivsa golozerneho za dii' biologichnykh preparativ [The fotosintetichna productivity of sowing of oat hulless is for the actions of biological preparations]. *Selekcija, genetyka ta tehnologij' vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur*. Materialy IH Mizhnarodnoi' nauko-vo-praktychnoi' konferencii' molodyh vchenyh i specialistiv (s. Central'ne, 23 kvitnja 2021 r.). s. Central'ne, Ukrai'na. 2021. S. 72–73. Elektronnyj resurs: <http://confer.uesr.sops.gov.ua>. [in Ukrainian].