

Izvestiya Khar'kovskogo entomologicheskogo obshchestva – Izvestiya Kharkovskogo entomologicheskogo obshchestva, 2, 117-121 [in Ukrainian].

7. Gudym, A.A., & Sheshurak, P.N. (2016). K izucheniyu zhestkokrylykh (Coleoptera) natsional'nogo prirodnogo parka "Aleshkovskiy peski" (Khersonskaya oblast', Ukraina). [To the study of (Coleoptera) of the national natural park "Aleshkovsky Sands" (Kherson region, Ukraine)]. *Yestestvennyy al'manakh. Ser. Biologicheskoye nauki – Natural almanac. Series: Biological Sciences*, 23, 20-42. [in Russian].

8. Metodicheskiye rekomendatsii po nadzoru, uchetu i prognoza massovykh razmnozheniy stvolovykh vreditel'ey i sanitarnogo sostoyaniya lesov (2006). [Guidelines for the supervision, accounting

and forecasting of mass reproduction of stem pests and forest health]. [in Russian].

9. Meshkova, V. L. (2010). Metodicheskiye rekomendatsii po obsledovaniyu ochagov stvolovykh vreditel'ey lesa [Methodical recommendations for the survey of the centers of stem pests of forest]. Khar'kov. [in Ukrainian].

10. Mozolevskaya, E. G., Katayev, A. A., & Sokolova, E. S. (1984). Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditel'ey i bolezney lesa [Metody lesopatologicheskogo ob sledovaniya ochagov stvolovykh vreditel'ey i bolezney lesa]. Moskva. [in Russian].

11. Sanitarnyye pravila v lesakh Ukrainy (1995). [Sanitary rules in the forests of Ukraine]. Kyiv. [in Ukrainian]

УДК 631. 811:633.16(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.23>

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО Й ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ПАНФІЛОВА А.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-0006-4090>

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-9471-8272>

ФЕДОРЧУК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-7028-0915>

Миколаївський національний аграрний університет

НАГІРНИЙ В.В. – аспірант

<https://orcid.org/0000-0001-8014-110X>

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Постановка проблеми. Фотосинтез – основний і важливий процес життєдіяльності рослин. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок поліпшення умов інтенсивності й ефективності фотосинтезу [1–3], в якому першочергове значення відіграє наростання площі листової поверхні та накопичення нею органічної речовини [4–6]. Регулювання площі листового апарату рослин може бути досягнуто створенням оптимальних умов вирощування. Водночас фотосинтетичний апарат рослин чутливий до дії різних чинників, тому строки сівби, сумісне застосування хімічних і біологічних препаратів може мати істотний вплив на формування його розмірів [7–10]. Зважаючи на це, доцільно було б встановити вплив строків сівби, застосування препаратів різної фізіологічної дії на формування фотосинтетичного апарату рослин ячменю ярого й озимого.

Формування високого врожаю зерна є результатом фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Як відомо, одним із найбільш динамічних показників фотосинтетичної діяльності рослин є площа листової поверхні. Потужність асиміляційного

апарату і тривалість його роботи є вирішальними факторами продуктивності фотосинтезу, які визначають розміри врожаю та якість зернової продукції [11–14].

Врожайність рослин передусім визначається розмірами та продуктивністю фотосинтетичного апарату, який у процесі росту й розвитку рослин має якомога швидше досягати оптимального показника. Одним із факторів, що регулює величину площі асиміляційної поверхні, є режим живлення рослин. Тому в період вегетації культури необхідно створювати найсприятливіші умови живлення для формування рослинами оптимальної площі листового апарату й ефективної фотосинтетичної діяльності, тобто однією з можливостей збільшення продуктивності культури є удосконалення агро-технологічних заходів, зокрема умов живлення [15].

Вирішення продовольчої проблеми та покращення добробуту населення України значною мірою залежить від розвитку сільського господарства, зростання його ефективності. В основі формування високих урожаїв, окрім генетичного потенціалу рослин, лежить технологія їх вирощування. Відомо, що агротехнічні прийоми вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. і ячменю

ярого й озимого, створюючи певні умови зовнішнього середовища, значно впливають на продуктивність фотосинтезу культури [16; 17].

Фотосинтез є основою первинної біопродуктивності природних екосистем і формування врожаю сільськогосподарських культур. На його частку припадає до 95% усієї накопиченої в рослині енергії [18]. Проте зв'язок між його інтенсивністю і продуктивністю господарсько-цінних органів простежується не завжди. Це зумовлено опосередкованим впливом характеру розподілу асимільованого вуглецю в донорно-акцепторній системі рослини [19; 20].

На фотосинтетичну діяльність рослин впливає ряд зовнішніх чинників, які є відносно постійними (освітленість, температура, вміст вуглекислоти в атмосфері тощо) і їх варіювання виключно пов'язане з радіаційним режимом атмосфери, кліматичними та погодними умовами. Вміст мінеральних та органічних речовин у ґрунті, його повітряний і водний режими є факторами, на які можна безпосередньо впливати і контролювати. Тому в період вегетації необхідно створювати найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин, аби вони сформували оптимальну площу листкового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [15; 18].

В умовах незадовільного ресурсного забезпечення сільського господарства і кризових явищ екологічного характеру постає нагальна потреба в розробці технологічних рішень, які б дозволили мобілізувати можливості природних процесів, що впливають на розвиток рослин, забезпечити стабільність агросистем, знизити хімічне навантаження на агроценози за збільшення їх продуктивного потенціалу. У зв'язку з цим актуальним є обґрунтування строків сівби і систем удобрення, застосування яких забезпечує, з одного боку, достатній рівень продуктивності агроценозів і розкриття біопродуктивного потенціалу культур, а з іншого – сприяє підвищенню його екологічної стійкості, отриманню біологічно цінного врожаю та збереженню довкілля. Вирішення цих завдань можливе за рахунок застосування новітніх ристреґулюючих препаратів у поєднанні з помірними дозами мінеральних добрив.

Мета досліджень полягала у визначенні показників фотосинтетичної діяльності посівів ячменю ярого й озимого залежно від удосконалення елементів технології вирощування культур в умовах південного Степу України шляхом дослідження строків сівби та запровадження ресурсозберігаючого живлення рослин: застосування оброблення насіння мікродобривами та посіву рослин ристреґулюючими речовинами в основні періоди вегетації по фоні основного внесення невисоких доз мінеральних добрив.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2013–2017 рр. в умовах навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ (ячмінь ярий) і впродовж 2015–2018 рр. в ФГ «Фентезі» Великоолександрівського району Херсонської області (ячмінь озимий). Об'єктом досліджень були ячмінь ярий – сорти Адапт, Сталкер та

Еней і ячмінь озимий – сорти Достойний, Снігова королева та Дев'ятий вал. Технологія їх вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою до наявних зональних рекомендацій для Південного Степу України.

Схема досліду з ячменем ярим включала такі варіанти:

Фактор А – сорт: 1. Адапт; 2. Сталкер; 3. Еней.

Фактор В – живлення: 1. Контроль (без добрив); 2. $N_{30}P_{30}$ – під передпосівну культивування – фон; 3. Фон + Мочевин K_1 (1 л/га); 4. Фон + Мочевин K_2 (1 л/га); 5. Фон + Ескорт-біо (0,5 л/га); 6. Фон + Мочевин K_1 + Мочевин K_2 (по 0,5 л/га); 7. Фон + Органік Д2 (1 л/га). Норма робочого розчину складала 200 л/га. Підживлення посівів сучасними ристреґулюючими речовинами проводили на початку фази виходу рослин ячменю ярого у трубку та колосіння.

Препарати, використані для позакореневого підживлення посівів ячменю ярого, внесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Препарати Мочевин K_1 і Мочевин K_2 зареєстровані як добрива, які містять відповідно N – 11–13%, P_2O_5 – 0,1–0,3%, K_2O – 0,05–0,15%, мікроелементи – 0,1%, бурштинова кислота – 0,1% та N – 9–11%, P_2O_5 – 0,5–0,7%, K_2O – 0,05–0,15%, гумат натрію – 3 г/л, гумат калію – 1 г/л, мікроелементи – 1 г/л. Органік Д2 – це органо-мінеральне добриво, яке містить N – 2,0–3,0%, P_2O_5 – 1,7–2,8%, K_2O – 1,3–2,0%, кальцій загальний – 2,0–6,0%, органічні речовини – 65–70% (в перерахунку на вуглець). Ескорт-біо – це природний мікробний комплекс, який містить штами мікроорганізмів родів *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Lactobacillus*, *Bacillus* і продуковані ними біологічно активні речовини (БАР).

Схема досліду з ячменем озимим включала такі варіанти:

Фактор А – сорт: 1. Достойний; 2. Снігова королева; 3. Дев'ятий вал.

Фактор В – мікродобрива: 1. Контроль (без добрив); 2. Міфосат 1; 3. Хелат Комбі; 4. Міфосат 1 + Хелат Комбі.

Фактор С – строки сівби: 1. I декада жовтня; 2. II декада жовтня; III декада жовтня.

Фотосинтетичну діяльність посівів визначали за методикою, описаною А.А. Ничипоровичем [21].

Результати досліджень. Нашими дослідженнями встановлено, що застосування позакореневого підживлення посівів ячменю ярого сприяло збільшенню площі листкової поверхні рослин від фази весняного кушіння до колосіння, після чого у всі роки досліджень розпочиналося істотне зменшення цього показника, що пов'язане з біологією культури, а саме з відмиранням листкового апарату та відтоку поживних речовин із листків до генеративних органів, хоча процеси розвитку рослин ще продовжуються. Так, у середньому за роки досліджень упродовж усього вегетаційного періоду в удобрених рослин площа листкової поверхні була більшою, ніж у неудобрених (табл. 1).

Таблиця 1 – Площа листової поверхні рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей та оптимізації живлення (середнє за 2013–2017 рр.), тис. м²/га

Варіант живлення	Фаза росту та розвитку рослин		
	кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння
Сорт Адапт			
Контроль	11,0	24,4	27,2
N ₃₀ P ₃₀ (фон)	12,1	30,1	32,9
Фон + Мочевин К1		30,7	33,4
Фон + Мочевин К2		31,2	34,0
Фон + Ескорт-біо		35,1	38,2
Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2		33,0	36,2
Фон + Органік Д2		34,4	37,3
Сорт Сталкер			
Контроль	11,4	25,9	28,1
N ₃₀ P ₃₀ (фон)	12,6	31,6	34,9
Фон + Мочевин К1		32,2	35,5
Фон + Мочевин К2		32,7	36,1
Фон + Ескорт-біо		36,2	40,2
Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2		34,3	37,9
Фон + Органік Д2		35,5	39,2
Сорт Еней			
Контроль	11,7	26,9	30,0
N ₃₀ P ₃₀ (фон)	13,1	32,6	37,1
Фон + Мочевин К1		33,2	37,8
Фон + Мочевин К2		33,6	38,3
Фон + Ескорт-біо		37,4	41,7
Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2		35,5	39,8
Фон + Органік Д2		36,7	41,1

Результатами досліджень визначено, що внесення помірної дози мінеральних добрив під передпосівну культивування сприяло зростанню площі листової поверхні рослин ячменю ярого у фазу кущіння порівняно з контролем на 1,1–1,4 тис. м²/га або на 9,1–10,7% залежно від сорту.

Внесені добрива та регулятори росту сприяли росту і розвитку рослин, але залежно від варіанту це не завжди призводило до суттєвого збільшення площі листків. Так, у фазі виходу рослин досліджуваних сортів у трубку площа листової поверхні в контрольному варіанті становила 24,4–26,9 тис. м²/га, то за внесення лише фонового мінерального добрива в дозі N₃₀P₃₀ цей показник зростав до 30,1–32,6 тис. м²/га.

Застосування позакореневого підживлення рослин ячменю ярого сортів Адапт і Сталкер у період вегетації сприяло збільшенню площі їх листової поверхні порівняно з контролем у фазу виходу рослин у трубку відповідно на 6,3–10,7 та 6,3–10,3 тис. м²/га, а у фазу колосіння – на 6,2–11,0 та 7,4–12,1 тис. м²/га або відповідно збільшилася на 20,5–30,5 і 19,6–28,5% та на 18,6–28,8 і 20,8–30,1% залежно від варіанту живлення. Таку ж тенденцію спостерігали і по сорту Еней, але показники були дещо вищими.

Найбільших значень площа листової поверхні рослин ячменю ярого досягла у фазі колосіння, у т. ч. максимальною – 38,2–41,7 тис. м²/га, залежно від сорту вона визначена за позакореневого підживлення рослин препаратом Ескорт-біо. Незначно меншим цей показник був за сумісного використання добрив Мочевин К1 та Мочевин К2 – 36,2–39,8 тис. м²/га, а також Органік Д2 – 37,3–41,1 тис. м²/га залежно від сорту.

Формування площі листової поверхні сільськогосподарських культур, зокрема ячменю озимого, залежить від ряду факторів: біологічних особливостей сорту, строків сівби, використання мікродобрив та інших елементів технології вирощування. Нашими дослідженнями встановлено, що формування площі листя у фазу припинення осінньої вегетації рослин залежало не тільки від строків сівби та сорту, а й від мікродобрив. Встановлено, що передпосівна обробка насіння ними посилювала формування асиміляційного апарату. Так, за сівби у I декаду жовтня й обробки насіння мікродобрива площа листя рослин сорту Достойний у кінці припинення осінньої вегетації становила 11,58–12,42 тис. м²/га, а без обробки насіння – 10,59 тис. м²/га, що на 0,99–1,83 тис. м²/га менше. Така ж тенденція спостерігалася і по сорту Снігова королева (табл. 2).

Таблиця 2 – Площа листової поверхні рослин ячменю озимого залежно від сортових особливостей, мікродобрив і строків сівби (середнє за 2015–2018 рр.), тис. м²/га

Сорт	Мікродобрива	Строк сівби								
		I декада жовтня			II декада жовтня			III декада жовтня		
		Фаза росту та розвитку рослин								
		кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння	кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння	кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння
Достойний	Без добрив	10,59	30,62	33,89	10,46	30,22	33,44	9,62	27,81	30,78
	Міфосат 1	11,58	33,46	37,03	11,81	34,13	37,77	10,39	30,01	33,22
	Хелат Комбі	11,84	34,21	37,86	12,34	35,68	39,49	10,63	30,70	33,99
	Міфосат 1 + Хелат Комбі	12,42	35,89	39,72	12,72	36,79	40,72	10,61	30,57	33,87
Дев'ятий вал	Без добрив	11,22	32,43	35,90	11,92	34,45	38,13	10,27	29,66	32,83
	Міфосат 1	12,16	35,09	38,85	12,47	36,01	39,87	11,12	32,06	35,50
	Хелат Комбі	12,68	36,61	40,53	13,05	37,68	41,72	11,83	34,11	37,78
	Міфосат 1 + Хелат Комбі	13,12	37,91	41,96	13,54	39,10	43,28	12,38	35,75	39,57
Снігова королева	Без добрив	11,09	32,09	35,50	11,81	34,17	37,80	10,03	29,04	32,13
	Міфосат 1	11,83	34,24	37,88	12,33	35,65	39,45	10,77	31,19	34,51
	Хелат Комбі	12,33	35,69	39,49	12,82	37,10	41,04	11,32	32,78	36,26
	Міфосат 1 + Хелат Комбі	13,03	37,67	41,70	13,23	38,27	42,35	12,08	34,95	38,69

За цього строку сівби й обробки насіння мікродобривами рослини сорту Дев'ятий вал сформували дещо більшу площу листя – на 0,94–1,90 тис. м²/га більше, ніж на контролі.

За сівби у пізніший строк (III декада жовтня) через слабкий розвиток досліджувані нами сорти мали меншу площу листової поверхні – відповідно 9,62–10,61; 10,03–12,08 і 10,27–12,38 тис. м²/га залежно від варіанту обробки насіння мікродобривом.

У фазу виходу рослин у трубку за сівби у I декаді жовтня найбільшу площу листя рослини сортів ячменю озимого формували за обробки насіння добривом Міфосат 1 сумісно з Хелат Комбі – 35,89–37,91 тис. м²/га, а найменшу – без застосування добрив – 30,62–32,43 тис. м²/га. За сівби у III декаді жовтня дещо більша площа листя на сорті Дев'ятий вал також зафіксовано за обробки насіння добривами Міфосат 1 + Хелат Комбі – 35,75 тис. м²/га. Дещо менша площа листової поверхні рослин порівняно із зазначеним сортом за такого варіанту удобрення була відзначена за вирощування сортів Достойний і Снігова королева.

На формування площі листової поверхні рослин, крім абіотичних та агротехнічних факторів, впливають також і сортові особливості культури. Сорт як продукт селекції сьогодення має характеризуватися високим генетичним потенціалом продуктивності, відповідними генетично зумовленими якісними показниками продукції та генетичними системами стійкості (толерантності) до дії абіотичних і біотичних чинників. Іншими словами, сорт має поєднувати в генотипі максимальну кількість ознак і властивостей, які сприяють отриманню високого рівня врожаю відповідної якості. Перелік цих ознак визначається агроecологічними умовами і чинниками, які діють на агроценоз упродовж вегетації [22].

У наших дослідженнях також простежуються сортові особливості у формуванні та тривалості функціонування листового апарату. Так, у середньому за строками сівби та варіантами використання мікродобрив дещо більшу площу листової поверхні рослин мали рослини сорту Дев'ятий вал. Так, у фазу кушіння зазначений показник склав 12,15 тис. м²/га, у фазу виходу рослин у трубку та колосіння відповідно 35,07 та 38,83 тис. м²/га, що відповідно на 0,26–0,90; 0,67–2,56 та 0,76–2,85 тис. м²/га більше порівняно з іншими сортами.

Встановлено, що до фази колосіння нижній ярус листків рослин ячменю ярого та ячменю озимого поступово всихає, й основну роль у постачанні колоса асимілятами відіграють два верхні листка чи навіть один (прапорцевий), ступінь розвитку яких визначає інтенсивність фотосинтезу та продуктивність рослин. У період весняно-літньої вегетації підживлення позитивно позначається не тільки на величині асиміляційної поверхні рослин, але й сприяють подовженню функціонування листового апарату.

Елементи, які входять до складу мікродобрив, беруть активну участь у багатьох фізіологічних і біохімічних процесах, сприяють активності ферментів, посилюють вуглеводний обмін, підвищують інтенсивність фотосинтезу та відіграють значну роль в обміні речовин, особливо коли вони вносяться у вигляді позакоренових підживлень в основні фази росту та розвитку рослин [23–26].

Одним із найважливіших параметрів, із яким тісно корелює рівень врожайності та який характеризує продуктивність листового апарату є фотосинтетичний потенціал [21; 27]. У наших дослідженнях цей показник залежав від умов вирощування рослин ячменю ярого і сформованої ними площі листків (табл. 3).

Таблиця 3 – Фотосинтетичний потенціал посівів у міжфазні періоди вегетації сортів ячменю ярого залежно від оптимізації живлення (середнє за 2013–2017 рр.), млн м² / га х діб

Варіант живлення	Міжфазні періоди		
	Кущіння – вихід рослин у трубку	Вихід рослин у трубку – колосіння	Кущіння – колосіння
Сорт Адапт			
Контроль	0,33	0,31	0,58
N ₃₀ P ₃₀ (фон)	0,39	0,37	0,68
Фон + Мочевин К1	0,39	0,38	0,69
Фон + Мочевин К2	0,40	0,39	0,70
Фон + Ескорт-біо	0,43	0,43	0,76
Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2	0,42	0,41	0,73
Фон + Органік Д2	0,43	0,42	0,75
Сорт Сталкер			
Контроль	0,34	0,32	0,60
N ₃₀ P ₃₀ (фон)	0,41	0,39	0,71
Фон + Мочевин К1	0,41	0,40	0,73
Фон + Мочевин К2	0,42	0,41	0,74
Фон + Ескорт-біо	0,45	0,45	0,80
Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2	0,43	0,43	0,77
Фон + Органік Д2	0,44	0,44	0,79
Сорт Еней			
Контроль	0,35	0,33	0,62
N ₃₀ P ₃₀ (фон)	0,42	0,41	0,76
Фон + Мочевин К1	0,43	0,42	0,77
Фон + Мочевин К2	0,43	0,42	0,78
Фон + Ескорт-біо	0,47	0,46	0,83
Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2	0,45	0,45	0,80
Фон + Органік Д2	0,46	0,46	0,82

Так, за вирощування ячменю ярого, у середньому за роки досліджень, у варіантах досліду, де вносили тільки фонове добриво N₃₀P₃₀, у сорту Адапт у міжфазний період кущіння – колосіння він становив 0,68 млн м²/га х діб, сорту Сталкер та Еней відповідно 0,71 і 0,76 млн м²/га х діб, що перевищило показники фотосинтетичного потенціалу на варіантах без удобрення на 0,10–0,14 млн м²/га х діб або 14,7–18,4% залежно від сорту.

Внесення мінеральних добрив під передпосівну культивування в дозі N₃₀P₃₀ з подальшим підживленням на початку фаз виходу рослин ячменю ярого у трубку та колосіння добривами Мочевин К1 і Мочевин К2 забезпечило зростання цього показника у міжфазний період кущіння – колосіння у сорту Адапт порівняно з контролем на 15,9–17,1%, сорту Сталкер – на 17,8–18,9%, а сорту Еней – на 19,5–20,5%.

Найбільший фотосинтетичний потенціал посівів визначений у варіанті фонового внесення N₃₀P₃₀ і наступним підживленням посівів препаратами Органік Д2 та Ескорт-біо. Так, у середньому за роки досліджень у міжфазний період кущіння – колосіння фотосинтетичний потенціал посівів сорту Адапт становив 0,75–0,76 млн м²/га х діб, сортів Сталкер та Еней відповідно 0,79–0,80 і 0,82–0,83 млн м²/га х діб, що перевищило контроль на 22,7–23,7; 24,1–25,0 та 24,4–25,3% відповідно.

Слід зазначити, що в середньому за роки досліджень і по фактору живлення рослин дещо біль-

шими показники фотосинтетичного потенціалу були за вирощування ячменю ярого сорту Еней. Так, залежно від міжфазного періоду фотосинтетичний потенціал посівів цього сорту перевищив цей показник по сорту Адапт на 7,0–7,1%, а по сорту Сталкер – на 2,4–4,7%.

Фотосинтетичний потенціал характеризує роботу листової поверхні упродовж вегетації. У середньому за роки досліджень передпосівна обробка насіння ячменю озимого сорту Достойний у міжфазний період кущіння – вихід рослин у трубку за сівби у I декаді жовтня сприяла збільшенню показників фотосинтетичної продуктивності на 0,14–0,25 млн м²/га х діб порівняно з контрольним варіантом, за сівби у II декаді жовтня – підвищення склало 0,19–0,31 млн м²/га х діб, а за сівби у III декаді жовтня – 0,10–0,14 млн м²/га х діб (рис. 1).

За сівби сортів Снігова королева та Дев'ятий вал спостерігалася така ж тенденція. Так, за сівби 10 жовтня та використання мікродобрив спостерігалася зростання фотосинтетичного потенціалу, залежно від сорту, відповідно на 0,07–0,19 і 0,08–0,22 млн м²/га х діб порівняно з контролем.

Слід зазначити, що найвищі показники фотосинтетичного потенціалу спостерігали за сівби ячменю озимого сорту Дев'ятий вал у II декаді жовтня та сумісного використання добрив Міфосат 1 та Хелат Комбі.

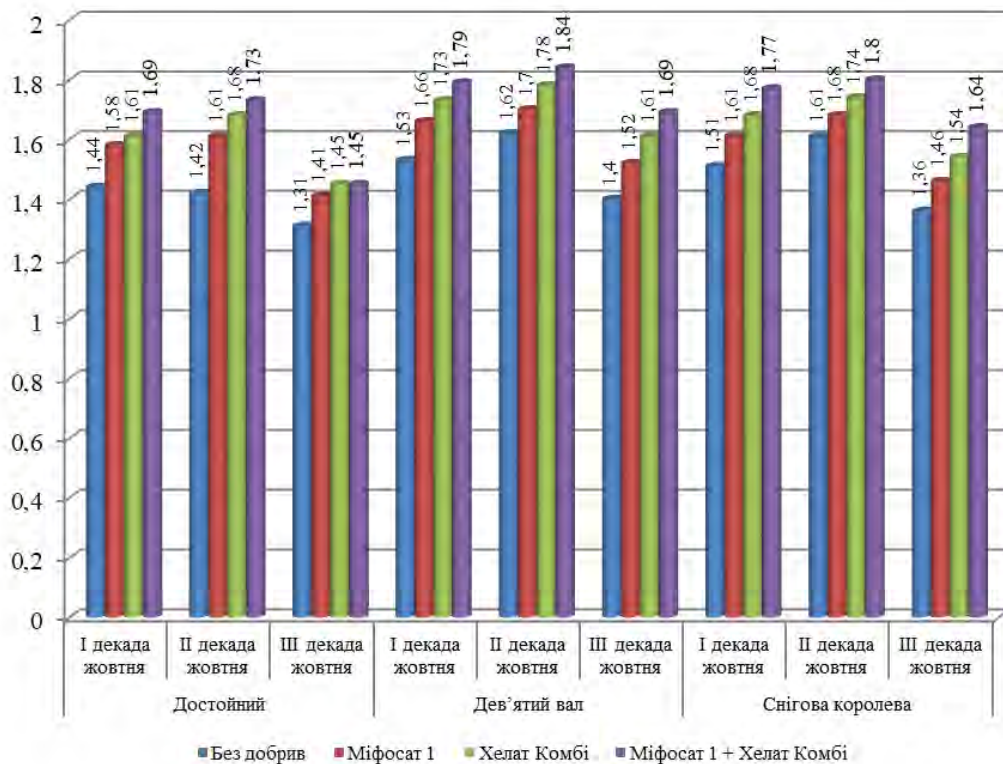


Рис. 1. Фотосинтетичний потенціал посівів сортів ячменю озимого у міжфазний період кушіння – вихід рослин у трубку залежно від мікродобрив і строків сівби (середнє за 2015–2018 рр.), млн м²/га x діб

Важливим показником фотосинтетичної діяльності в посівах є також чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), що характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м² листової поверхні рослин. Цей показник перебуває у певному зворотному зв'язку із розміром листової поверхні.

За результатами наших досліджень встановлено, що робота листового апарату рослин упродовж вегетації визначалася чистою продуктивністю фотосинтезу (далі – ЧПФ). Нами визначено, що цей показник залежить як від досліджуваних факторів – біологічних особливостей досліджуваних сортів ячменю ярого, фону живлення, так і від фаз росту і розвитку рослин (рис. 2).

Так, у середньому за роки досліджень, значення показника ЧПФ у рослин сортів ячменю ярого на контролі у міжфазний період кушіння – колосіння варіювали в межах 8,01–8,89 г/м² за добу залежно від сорту. За внесення мінеральних добрив під передпосівну культивування у дозі N₃₀P₃₀ величина ЧПФ у сорту Адапт зростала на 7,4%, а у сортів Сталкер та Еней відповідно на 8,8 та 10,8%.

Позакоренеve підживлення посівів у період вегетації рослин ячменю ярого по фоні внесення помірної дози мінерального добрива сприяло зростанню чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у міжфазний період кушіння – колосіння зазначений показник у середньому по досліджуваних препаратах був вищим порівняно до контролю на 24,9–31,1% залежно від сорту.

Висновки. В умовах півдня України за вирощування ячменю ярого у середньому за роки

досліджень внесення мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀ під передпосівну культивування та застосування позакоренеve підживлень посівів на початку виходу рослин у трубку й у фазу колосіння добривами Органік Д2 та Ескорт-біо забезпечує формування оптимальної площі листової поверхні рослин ячменю ярого та тривалість її активного функціонування, особливо за вирощування сорту Еней. Так, за цих варіантів живлення площа листків рослин зазначеного сорту становила 36,7–41,1 та 37,4–41,7 тис м²/га залежно від фази розвитку.

У міжфазний період кушіння – колосіння фотосинтетичний потенціал посівів та чиста продуктивність фотосинтезу в наших дослідженнях також були максимальними у варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀ та проведенні підживлень препаратами Органік Д2 та Ескорт-біо.

Формування площі листя ячменю озимого у всі фази росту та розвитку рослин залежало від строків сівби, сорту та мікродобрив. Встановлено, що передпосівна обробка насіння останніми посилювала формування асиміляційного апарату, особливо за сівби сорту Дев'ятий вал у II декаді жовтня. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу спостерігали за сівби ячменю озимого сорту Дев'ятий вал у II декаді жовтня та сумісного використання добрив Міфосат 1 та Хелат Комбі – 1,84 млн м²/га x діб.

Вважаємо за доцільне дослідження у цьому напрямі продовжувати та поглиблювати у зв'язку з появою нових сортів, препаратів і зміною кліматичних і ґрунтових умов.

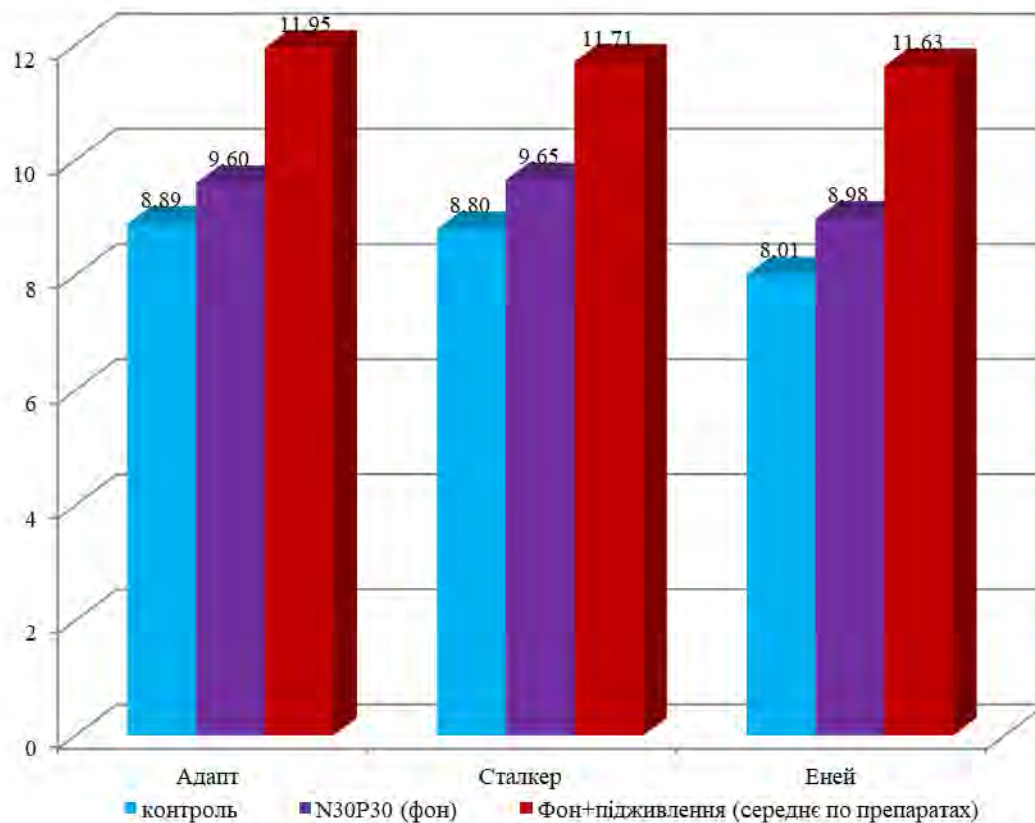


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів ячменю ярого у міжфазний період куціння – колосіння (середнє за 2013–2017 рр. та по варіантах живлення), г/м² за добу

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дідора В.Г., Дерев'янський І.Ю., В'юнцов С.М. Фотосинтетична активність і продуктивність льону-довгунця залежно від позакореневого підживлення. *Вісник аграрної науки*. 2010. Вип. 3. С. 23–25.
2. Photosynthesis / edited by Z. Dubinsky. Croatia, 2013. 379 p.
3. Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications / edited by H.J.M. Hou, M.M. Najafpour, G.F. Moore, S.I. Allakhverdiev. Springer International Publishing AG, 2017. 424 p.
4. Дерев'янський В.П. Біологізація живлення та захисту сої від хвороб. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 2. С. 6–8.
5. Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods / edited by L.M.L. Nollet, F. Toldra. CRC Press Taylor, Francis Group, 2012. 924 p.
6. OMICS: Applications in Biomedical, Agricultural, and Environmental Sciences / edited by D. Barh, V. Zambare, V. Azevedo. Taylor & Francis Group, 2013. 695 p.
7. Дробітько О.М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 2. С. 240–245.
8. Jahns P., Holzwarth A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2012. Vol. 1817. Is. 1. P. 182–193.

9. Заець С.О., Кисіль Л.Б. Фотосинтетична діяльність рослин і врожайність зерна ячменю озимого (*Hordeum vulgare* L.) залежно від сорту, строків сівби та регуляторів росту. Біоресурси і природокористування. 2019. Т. 11. № 1–2. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/12648>.
10. Грицаєнко З.М., Карпенко В.П. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні механізми формування високої продуктивності ячменю ярого за комплексної дії гербіцидів різних класів і істрегулюючих препаратів. *Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві*. 2011. С. 25–38.
11. Формування надземної маси ярих пшениці та тритикале під впливом оптимізації їх живлення на півдні України / В.В. Гамаюнова, В.Ф. Дворецький, О.В. Сидякіна, Т.В. Глушко. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61). Т. 1. С. 20–28.
12. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Владова М.П. Фото-синтетическая деятельность растений в посевах. Москва : АН СССР, 1969. 137 с.
13. Фотосинтетична діяльність рослин пшениці озимі залежно від технологічних прийомів вирощування в Присивашші / О.І. Желязков та ін. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України*. Дніпропетровськ : Нова ідеологія. 2012. № 2. С. 103–105.
14. Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Питуляк Р.М., Чернега А.О. Формування листової поверхні рослин сої і суми хлорофілів за інтегрованої дії гербі-

циду та біологічних препаратів. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 43–50.

15. Бунчак О.М. Вплив органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на продуктивність фотосинтезу пшениці ярої в умовах Західного Лісостепу. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 171–178.

16. Базалій В.В. Формування продуктивності зерна ярої м'якої і твердої пшениці, за різних строків сівби в умовах півдня України. *Матеріали Міжнародної конференції (10–11.06.2016 р.) «Онтогенез – стан проблеми та перспектива вивчення рослин в культурних та природних ценозах»*. Херсон, 2016. С. 73–75.

17. Усов О.С., Манько К.М. Особливості формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від попередника та основного обробітку ґрунту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 70–75.

18. Пида С.В., Тригуба О.В., Григорюк І.П. Дія бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин на фотосинтетичний апарат люпину білого (*Lupinus albus* L.). *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 12. С. 12–18.

19. Соколовская-Сергиенко О.Г., Киризий Д.А. Углекислотный газообмен и активность супероксиддисмутазы флаговых листьев различных сортов озимой пшеницы. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2010. № 8 (1). С. 46–50.

20. Шадчина Т.М., Гуляев Б.І., Кірізій Д.А. та ін. Регуляція фотосинтезу та продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 384 с.

21. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва: Изд-во АН СССР, 1956. 330 с.

22. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу / В.М. Гудзенко, С.П. Васильківський, О.А. Демидов, Т.П. Поліщук, О.О. Бабій. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 51–61.

23. Карасюк І.М., Хомчак М.Ю., Хомчак О.М. Вивчення способів застосування мікроелементів у рослинництві в умовах Лісостепу України. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. Сер. Агрономія*. 2005. № 61. С. 55–63.

24. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах південного Степу України. *Науковий журнал «Scientific horizons» (Житомирський НАЕУ)*. 2018. № 2 (65). С. 3–10.

25. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. / A. Panfilova, M. Korkhova, V. Gamayunova, M. Fedorchuk, A. Drobitko, N. Nikonchuk, O. Kovalenko. *Agronomy Research*. 2019. № 17 (2). P. 608–620. doi: 10.15159/AR.19.099.

26. Formation of photosynthetic and grain yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrition. / A. Panfilova, M. Korkhova, V. Gamayunova, A. Drobitko, N. Nikonchuk, N. Markova. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019. № 10 (2). P. 78–85. doi: 10.33887/rjpbcs

27. Токар Б.Ю. Фотосинтетична діяльність посівів ячменю ярого пивоварного залежно від удобрення та ретардантного захисту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2015. № 3 (29). С. 186–190.

REFERENCES:

1. Didora, V.G., Derebon, I.Ju., & V'juncov, S.M. (2010). Fotosyntetychna aktyvnist' i produktyvnist' l'onu-dovguncja zalezno vid pozakorenevo pidzhyvlennja. [Photosynthetic activity and productivity of flax, depending on the foliar feeding]. *Visnyk agrarnoi' nauky – Bulletin of agrarian science*, 3, 23–25 [in Ukrainian].

2. Photosynthesis / edited by Z. Dubinsky. Croatia, (2013). 379. [in English].

3. Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications / edited by H.J.M. Hou, M.M. Najafpour, G.F. Moore, S.I. Allakhverdiev. (2017). Springer International Publishing AG, 424 [in English].

4. Derevjans'kyj, V.P. (2012). Biologizacija zhyvlennja ta zahystu soi' vid hvorob. [Biologization of nutrition and protection of soybeans from diseases]. *Karantyn i zahyst Roslyn – Quarantine and plant protection*, 2, 6–8 [in Ukrainian].

5. Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods / ed. by L.M.L. Nollet, F. Toldra. CRC Press Taylor & Francis Group. (2012). 924 [in English].

6. OMICS: Applications in Biomedical, Agricultural, and Environmental Sciences / edited by D. Barh, V. Zambare, V. Azevedo. Taylor & Francis Group. (2013). 695 [in English].

7. Drobit'ko, O.M. (2007). Produktyvnist' fotosyntezy i urozhajnist' soi' zalezno vid prostorovogo i kil'kisnogo rozmishennja roslyn v agrocenozi. [Photosynthesis productivity and soybean yield depending on the spatial and quantitative placement of plants in agrocenosis]. *Visnyk agrarnoi' nauky Prychornomor'ja – Bulletin of Agrarian Science of the Prychornomor'ja*, 2, 240–245 [in Ukrainian].

8. Jahns, P., & Holzwarth, A. R. (2012). The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. *Biochimica et Biophysica Acta. Vol. 1817, Is. 1, P. 182–193*. [in English].

9. Zajec', S.O., & Kysil', L.B. (2019). Fotosyntetychna dijal'nist' roslyn i vrozhajnist' zerna jachmenju ozymogo (*Hordeum vulgare* L.) zalezno vid sortu, strokiv sivy ta reguljatoriv rostu. [Photosynthetic activity of plants and grain yield of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) depending on the variety, sowing time and growth regulators]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannja – Bioresources and environmental management*, 11, 1–2. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/12648>. [in Ukrainian].

10. Grycajenko, Z.M., & Karpenko, V.P. (2011). Fiziologo-biohimichni ta anatomo-morfologichni mehanizmy formuvannja vysokoi' produktyvnosti jachmenju jarogo za kompleksnoi' dii' gerbicydiv riznyh klasiv i ristreguljujuuchyh preparativ. [Physiological, biochemical and anatomical and morphological mechanisms of formation of high productivity of spring barley by the complex action of herbicides of different classes and regreasing drugs]. *Osnovy biologichnogo roslynnyctva v suchasnomu zemlerobstvi – Funda-*

mentals of biological plant growing in modern agriculture, 25–38. [in Ukrainian].

11. Gamajunova, V.V., Dvorec'kyj, V.F., Sydjakina, O.V., & Glushko, T.V. (2017). Formuvannja nadzemnoi' masy jaryh pshenyци ta trytykale pid vplyvom optymizacii' i'h zhyvlennja na pivdni Ukraї'ny. [Formation of aboveground mass of spring wheat and triticale under the influence of optimization of their nutrition in the south of Ukraine]. *Visnyk ZhNAEU – Herald ZhNAEU*, 2 (61), 1, 20–28 [in Ukrainian].

12. Nychporovych, A.A., Stroganova, L.E., & Vlasova, M.P. (1969). *Fotosyntetycheskaja dejatel'nost' rastenyj v posevah*. [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moskva: AN SSSR, 137. [in Russian].

13. Zheljazkov, O.I. et al. (2012). Fotosyntetychna dijaj'nist' roslyn pshenyци ozymoї zalezchno vid tehnologichnyh pryjomiv vyroshhuvannja v Prysivashshi. [Photosynthetic activity of wheat growth of winter winter fallow of technological technologies in the production of agricultural crops in Prisivash]. *Bjul. In-tu sil. gosp-va stepovoї zony NAAN Ukraї'ny – Newsletter to the Institute of the State Gratitude of the Steppe Zone of NAAS*, 2, 103–105 [in Ukrainian].

14. Karpenko, V.P., Ivasjuk, Ju.I., Prytuljak, R.M., & Chernega, A.O. (2018). Formuvannja lystkovoї poverhni roslyn soi' i sumy hlorofiliv za integrovanoi' dii' gerbicydu ta biologichnyh preparativ. [Formulation of leafy surface roslin with total chlorophyll for integrated herbicide and biologic preparations]. *Agrobiologija – Agrobology*, 1, 43–50 [in Ukrainian].

15. Bunchak, O.M. (2018). Vplyv organichnyh dobryv, vygotovlenyh za novitnimi tehnologijamy, na produktyvnist' fotosyntezy pshenyци jaroї v umovah Zahidnogo Lisostepu. [Influence of organic fertilizers produced by the latest technologies on the productivity of spring wheat photosynthesis in the Western Forest Steppe]. *Agrobiologija – Agrobology*, 1, 171–178 [in Ukrainian].

16. Bazalij, V.V. (2016). Formuvannja produktyvnosti zerna jaroї m'jakoї i tvrdoї pshenyци, za riznyh strokiv sivy v umovah pivdnja Ukraї'ny. [Formation of spring productivity of spring soft and durum wheat under different sowing periods in southern Ukraine]. *Mizhnarodna konferenciya (10–11.06.2016 r.) Ontogenez – stan problemy ta perspektyva vyvchennja roslyn v kul'turnyh ta pryrodnyh cenozah*. Herson, 73–75 [in Ukrainian].

17. Usov, O.S., & Man'ko, K.M. (2015). Osoblyvosti formuvannja vrozhajnosti pshenyци tvrdoї jaroї zalezchno vid poperednyka ta osnovnogo obrobittu g'runtu. [Features of formation of productivity of wheat of a firm spring depending on the precursor and basic tillage of the soil]. *Naukovi praci Instytutu bioenergetychnyh kul'tur i cukrovyh burjakiv – Scientific papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet*, 23, 70–75 [in Ukrainian].

18. Pyda, S.V., Tryguba, O.V., & Grygorjuk, I.P. (2014). Dija bakterial'nyh preparativ ta regulatoriv rostu roslyn na fotosyntetychnyj aparat ljupynu bilogo (*Lupinus albus* L.). [The effect of bacterial preparations and plant growth regulators on the photosynthetic apparatus of white lupine (*Lupinus albus* L.)]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannja – Bioresources and environmental management*, 6, 12, 12–18 [in Ukrainian].

19. Sokolovskaja-Sergienko, O.G., & Kyryzj, D.A. (2010). Uglekyslotnyj gazoobmen y aktyvnost'

superoksyddysmutazy flagovyh lyst'ev razlychnyh sortov ozymoї pshenyци. [Carbon dioxide gas exchange and superoxide dismutase activity of flag leaves of various varieties of winter wheat]. *Visnyk Ukraї'ns'kogo tovarystva genetykiv i selekcioneriv – Bulletin of the Ukrainian Society of Genetics and Breeders*, 8 (1), 46–50 [in Russian].

20. Shadchyna, T.M., Guljajev, B.I., & Kirizij, D.A. et al. (2006). *Reguljacija fotosyntezy ta produktyvnist' roslyn: fiziologichni ta ekologichni aspekty*. [Regulation of photosynthesis and plant productivity: physiological and environmental aspects]. Kyiv: Fito-sociocentr, 384 [in Ukrainian].

21. Nichiporovich, A.A. (1956). *Fotosintez i teoriya poluchenija vysokih urozhaev*. [Photosynthesis and the theory of high yields]. Moskva: AN SSSR, 330 [in Russian].

22. Gudzenko, V.M., Vasyk'kivs'kyj, S.P., Demydov, O.A., Polishhuk, T.P., & Babij, O.O. (2017). Selekcija jachmenju jarogo na pidvyshhennja produktyvnogo ta adaptynogo potencialu. [Selection of spring barley to increase productive and adaptive capacity]. *Selekcija i nasynnyctv – Breeding and seed production*, 111, 51–61 [in Ukrainian].

23. Karasjuk, I.M., Homchak, M.Ju., & Homchak, O.M. (2005). Vyvchennja sposobiv zastosuvannja mikroelementiv u roslynnyctvi v umovah Lisostepu Ukraї'ny. [Study of the ways of application of microelements in plant growing in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.]. *Zb. nauk. pr. Umans'kogo DAU. Ser. Agronomija – Collection of scientific works of Uman State Agrarian University. Agronomy Series*, 61, 55–63 [in Ukrainian].

24. Panfilova, A.V., & Gamajunova, V.V. (2018). Fotosyntetychna dijaj'nist' posiviv pshenyци ozymoї zalezchno vid sortu ta zhyvlennja v umovah pivden-nogo Stepu Ukraї'ny. [Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on the variety and nutrition in the conditions of the southern steppe of Ukraine]. *Naukovyj zhurnal "Scientific horizons" – Scientific journal "Scientific horizons"*, 2 (65), 3–10 [in Ukrainian].

25. Panfilova, A., Korkhova, M., Gamajunova, V., Fedorchuk, M., Drobitko, A., Nikonchuk, N., & Kovalenko, O. (2019). Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*, 17 (2), 608–620. doi: 10.15159/AR.19.099. [in English].

26. Panfilova, A., Korkhova, M., Gamajunova, V., Drobitko, A., Nikonchuk, N., Markova, N. (2019). Formation of photosynthetic and grain yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrition. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 10 (2), 78–85. doi: 10.33887/rjpbcs. [in English].

27. Tokar, B.Ju. (2015). Fotosyntetychna dijaj'nist' posiviv jachmenju jarogo pyvovarnogo zalezchno vid udobrennja ta retardantnogo zahystu. [Photosynthetic activity of spring barley crops depending on fertilizer and retardant protection]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu. Serija Agronomija i biologija – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Agronomy & Biology Series*, 3 (29), 186–190. [in Ukrainian].