

РОСЛИННИЦТВО ТА КОРМОВИРОБНИЦТВО

УДК 581.132:631.816

<https://doi.org/10.31548/agr2021.03.007>

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

З. В. Білоусова, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9687-7920>

E-mail: zoiazolotukhina@gmail.com

В. А. Кенєва, аспірант*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4890-651X>

E-mail: viktoriiia.kenieva@tsatu.edu.ua

Ю. О. Кліпакова, кандидат сільськогосподарських наук

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7054-9707>

E-mail: yu.klipakova@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Анотація. Для отримання максимального врожаю пшениці озимої необхідна подальша оптимізація сучасних технологій вирощування в напрямі їхньої адаптації до мінливих умов середовища. Одним із напрямів пристосування рослин до несприятливих абіотичних чинників є активне функціонування фотосинтетичного апарату, яке залежить від кількості внесених поживних речовин.

Досліджено вплив внесення добрив на стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої в умовах Південного Степу України. Для дослідження було обрано два сорти пшениці озимої: Шестопалівка та Мейсон. Схема досліду передбачала внесення добрив за посіву (K_0 ; K_{12}) та позакореневу обробку різними баковими сумішами (карбамід; карбамід + сульфат магнію; карбамід + сульфат магнію + монофосфат калію). Уміст пігментів визначали розтиранням свіжих листків пшениці озимої з подальшим додаванням розчинника у вигляді ацетону. Вимірювання пігментів проводили за допомогою приладу спектрофотометр.

За результатами проведених досліджень встановлено, що до проведення позакореневої обробки вміст хлорофілу *a* та каротиноїдів був вищим у листках рослин сорту Шестопалівка. Водночас вміст хлорофілу *b* навпаки був вищим для рослин сорту Мейсон – на 17 %, що може бути наслідком адаптації рослин цього сорту до нестачі світла.

* Науковий керівник – кандидат с.-г. наук, доцент З. В. Білоусова

На 3 день після проведення позакореневої обробки було відмічено зменшення вмісту пігментів у листках рослин усіх дослідних варіантів, що було зумовлено активним ростом фотосинтезуючої поверхні та зменшенням загальної маси сухої речовини. Суттєвої різниці між сортами за вмістом фотосинтезуючих пігментів у цей період відмічено не було.

На 10-й день після позакореневої обробки спостерігалось зростання вмісту хлорофілу *a* і *b* для обох досліджуваних сортів, що може бути результатом адаптації фотосинтетичного апарату рослин пшениці озимої до умов освітлення. Позакоренева обробка рослин пшениці озимої баковою сумішшю карбаміду із сульфатом магнію та монофосфатом калію сприяла подальшому зростанню вмісту хлорофілу *a* на 12-23 %, а хлорофілу *b* – на 5-37 % залежно від сорту проти контролю.

Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність комплексного застосування азотно-фосфорно-калійних добрив для позакореневої обробки рослин пшениці озимої в стадію ВВСН 31 як на фоні прищипового внесення калійних добрив, так і без нього.

Ключові слова: *Triticum aestivum*, позакоренева обробка, хлорофіли *a* і *b*, каротиноїди, СЗК

Актуальність.

З кожним роком відбувається подалше вдосконалення технології вирощування такої важливої продовольчої культури як пшениця озима. Однак усе ще залишається низка чинників, які відіграють важливий вплив на формування якості та величину майбутнього врожаю. Одним із них виступає раціональне внесення мінеральних добрив, за оптимального поєднання яких забезпечується збільшення врожаю та поліпшення якісних показників зерна пшениці озимої (Kalytka & Zolotukhyna, 2013).

Важливою складовою процесу формування вегетативних та генеративних органів культури є фотосинтетична діяльність посівів (Cherenkov et al., 2015). Підтримання активного функціонування фотосинтетичного апарату листків пшениці озимої упродовж фази виходу в трубку, на яку припадає період інтенсивного росту й розвитку рослин та максимального

поглинання вологи та поживних речовин, є одним із вирішальних чинників формування високого і якісного врожаю культури (Gharanjik et al., 2019). Важливим у цей період є посилене забезпечення рослин азотом завдяки позакореному підживленню, яке в основному проводиться таким добривом, як карбамід. Такий агроприйом широко застосовується у виробництві, адже вказане добриво легко засвоюється та поєднується з іншими препаратами для позакореневої обробки (Sokolovska-Serhiienko et al., 2016).

Також важливою ланкою на шляху до високого врожаю є оптимальне забезпечення рослин фосфорно-калійним живленням. Застосування калійних добрив під час посіву має значний вплив на рослини в процесі вегетації, що надалі впливає на майбутній урожай (Kudriavyt'ska & Karabach, 2020). Між тим останнім часом зростає інтерес до позакореного внесення фосфорно-калійних добрив у фазу початку виходу в трубку (Huliaieva et al., 2015).

Активне проходження процесу фотосинтезу слугує кращому надходженню азоту з коренів у надземну частину рослини. Фотосинтетичний апарат – об’ємний резервуар для зберігання органічних форм азоту. Саме тому ефективність його роботи визначає майбутній потенціал врожайності рослин (Sheheda et al., 2018), є основою їхньої продуктивності і значною мірою залежить від умісту та співвідношення пігментів у листках рослин. Хлорофіли а і b являються індикаторами фізіологічного стану рослин, функціонування й активність яких є показниками потенційної здатності рослин формувати урожай. Також обов’язковим компонентом пігментних систем є каротиноїди – світлолюбні пігменти, які захищають хлорофіл від руйнування під час окиснювального стресу. Загалом основні функції, які виконують каротиноїди, це: антиоксидантна, антенна, фотопротекторна та структурна.

Уміст фотосинтетичних пігментів (хлорофіла а і b та каротиноїдів) показує фізіологічний стан рослин, їхній фотосинтетичний потенціал і вимірювання ємності, моделювання та прогнозування ефективності застосованої технології вирощування (Vagusevičienė et al., 2012). Кількість пігментів у рослинах залежить від низки чинників: генетичних властивостей сорту, стадії росту й розвитку, впливу довкілля, а також щільності посіву (Juchnevičienė & Vagusevičienė, 2015). Умови вирощування рослин впливають на механізми дії пігментів. Так дефіцит добрив може призвести до зменшення вмісту пігментів у листках рослин (Smolikova & Medvedev, 2015). Водночас покращення фотосинтетичних характеристик прапорцевого листка, який утворюється

наприкінці фази виходу в трубку, сприяють отриманню високого врожаю (Noor et al., 2021)

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Підживлення азотними добривами у фазу виходу в трубку значно підвищує вміст хлорофілу а і b та каротиноїдів. Раніше встановлено, що синтез хлорофілу залежить від мінерального живлення. Проведення такого заходу впливає на динаміку формування листової поверхні й ступінь поверхні листя, яка відображається на загальній поверхні листа, фотосинтетичному потенціалі та чистій продуктивності фотосинтезу. Найвища концентрація хлорофілів накопичується в листі незадовго до цвітіння (Vagusevičienė et al., 2012).

За результатами досліджень Aistė Juchnevičienė та Ilona Vagusevičienė встановлено, що підживленнями азотними добривами стимулює накопичення фотосинтетичних пігментів та продовжує період активного фотосинтезу. Хлорофіл надзвичайно чутливий до змін вмісту азоту в ґрунті, бо більша частина азоту входить до складу пігментів. Правильно підібрана система удобрення, у тому числі й позакоренева обробка рослин, відкладає деградацію фотосинтетичних пігментів і подовжує період активного фотосинтезу та забезпечує активне транспортування асимілатів до насіння, тим самим визначаючи урожай (Juchnevičienė & Vagusevičienė, 2015).

Позакореневі обробки все частіше застосовуються в сільському господарстві для підвищення врожайності. Вони можуть ефективно заповнити дефіцит поживних речовин і їх можна використовувати як основний метод

забезпечення рослин необхідними мікроелементами (Jankowski et al., 2016).

Результати досліджень І. Б. Ковалишина і В. В. Шевченко підтверджують, що за позакореневої обробки фосфоровмісними добривами відбувається збереження активності фотосинтетичного апарату й уповільненню процесів старіння за репродуктивного розвитку рослин пшениці озимої (Kovalyshyn & Shevchenko, 2020).

Мета дослідження – визначення впливу способу внесення добрив на стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводили в умовах провідних підприємств Мелітопольського району Запорізької області впродовж 2019–2021 рр. Використовували два сорти пшениці озимої: Шестопалівка – найбільш поширений у південно-східному регіоні України (Bilousova, 2018), який належить до сортів із фізіологічно подвійною природою та сорт Мейсон – канадський трансгенний озимий сорт пшениці, науково розроблений у 2016 році на основі нанотехнологій внаслідок трансформації клітин ДНК пшениці. Схема двофакторного дослідження передбачала встановлення впливу припосівного внесення калійних добрив (K_0 ; K_{12}) та позакореневої обробки рослин різними баковими сумішами у фазу початку виходу в трубку: карбамід (N (контроль)); карбамід + сульфат магнію (N+Mg); карбамід + сульфат магнію + монофосфат калію (N+Mg+PK) на вміст основних фотосинтетичних пігментів. Норма витрати карбаміду – 10 кг/га, сульфату магнію – 2 кг/га, монофосфату калію – 1 кг/га.

Для визначення вмісту пігментів свіжі листки пшениці озимої подрібнювали ножицями та наважку масою 0,1–0,2 г розтирали у фарфоровій ступці, додаючи $CaCO_3$. Додавали 5 мл розчинника ацетон та перемішували. Після цього отриману суспензію фільтрували в суху мірну колбочку через фільтр. У ступку повторно додавали 10 мл ацетону, споліскували та фільтрували. Промивали фільтр ацетоном до повного вилучення пігментів. Отриману витяжку переливали в колбу на 50 мл та доводили розчинником до мітки і зберігали в темному місці до визначення пігментів. Уміст пігментів визначали за допомогою спектрофотометра 2800 UV/VIS СРЕКТРОФОТОМЕТР за довжини хвиль 440,5; 644 та 662 нм (Hrytsaienko et al, 2003). Отримані дані обчислювали статистично за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати дослідження.

Уміст хлорофілу в листках пшениці озимої впливає на процес поглинання сонячної енергії рослинами. В той же час каротиноїди є важливими пігментами, які характеризують фотосинтетичний апарат рослин та передають енергію поглиненого кванту світла хлорофілу для здійснення фотохімічної роботи і захищають хлоропласти від фотоокислення. Як показують результати проведених досліджень (табл.1) аналізовані сорти пшениці озимої різнилися за вмістом пігментів та їх співвідношенням.

Так, до проведення позакореневої обробки вміст хлорофілу а в листках рослин пшениці озимої сорту Шестопалівка був на 15%, а каротиноїдів – на 16 % більше у порівнянні із сортом Мейсон. Водночас уміст хлорофілу *b*

1. Стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 до проведення позакореневої обробки, середнє за 2020 – 2021 рр.

Сорт (фактор А)	Припосівне внесення добрив (фактор В)	Позакорене- ва обробка рослин (фактор С)	Вміст пігментів, мг/г сухої речовини			Хл. а Хл. b	Хл Кар
			хлорофіл а	хлорофіл b	каротино- їди		
Шестопапівка	K ₀	N (к)	4,94 ± 0,76	1,46 ± 0,17	1,91 ± 0,30	3,38	3,35
		N +Mg	4,92 ± 0,66	1,49 ± 0,30	1,88 ± 0,21	3,30	3,41
		N +Mg+PK	4,98 ± 0,50	1,52 ± 0,12	1,88 ± 0,26	3,28	3,46
	K ₁₂	N (к)	4,20 ± 0,99	1,64 ± 0,40	1,74 ± 0,33	2,56	3,36
		N +Mg	4,19 ± 0,94	1,64 ± 0,45	1,64 ± 0,24	2,55	3,55
		N +Mg+PK	4,21 ± 0,95	1,69 ± 0,58	1,67 ± 0,33	2,49	3,53
Мейсон	K ₀	N (к)	4,22 ± 0,91	1,71 ± 0,46	1,61 ± 0,32	2,47	3,68
		N +Mg	4,33 ± 0,89	1,78 ± 0,62	1,70 ± 0,37	2,43	3,59
		N +Mg+ PK	4,28 ± 0,94	1,77 ± 0,32	1,69 ± 0,23	2,42	3,58
	K ₁₂	N (к)	3,87 ± 1,22	1,64 ± 0,41	1,50 ± 0,44	2,36	3,67
		N +Mg	3,92 ± 1,26	1,72 ± 0,60	1,45 ± 0,37	2,28	3,89
		N +Mg+ PK	3,83 ± 1,27	1,70 ± 0,44	1,48 ± 0,26	2,25	3,74

навіки був вищим для сорту Мейсон – на 17 %, що може бути наслідком адаптації рослин даного сорту до нестачі світла (Кіракова et al, 2021). Співвідношення Хл. а/Хл. b підтверджує вказану інформацію.

Припосівне внесення калійних добрив призвело до зменшення концентрації пігментів у стадію ВВСН 31 у листках рослин обох сортів пшениці озимої, що можна пояснити активним зростанням площі листкової поверхні та їхнім відповідним ростом розбавленням.

На 3 день після проведення позакореневої обробки (табл. 2.) було відмічено зменшення вмісту пігментів у листках рослин усіх дослідних варіантів, що знову ж таки було зумовлено активним ростом фотосинтезуючої поверхні та зменшенням загальної маси сухої речовини. Водночас суттєвої різниці між сортами за

вмістом фотосинтезуючих пігментів у цей період відмічено не було.

Потрібно зазначити, що на 3 день після обробки, на відміну від попереднього періоду, достовірної різниці за вмістом пігментів між варіантами із припосівним внесенням калійних добрив та без застосування такого агроприйому відмічено не було.

Позакоренева обробка рослин сприяла зростанню як вмісту хлорофілів, так і каротиноїдів для листків рослин обох досліджуваних сортів. Причому найвища ефективність вказаного агроприйому була зафіксована у варіантах комплексного застосування карбаміду із сульфатом магнію та монофосфатом калію як на фоні припосівного внесення калійних добрив, так і без нього.

У цей період також було відмічено зменшення співвідношення Хл.а / Хл.б у порівнянні з попереднім етапом на

2. Стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 на 3-й день після проведення позакореневої обробки, середнє за 2020 – 2021 рр.

Сорт (фактор А)	Припосівне внесення добрив (фактор В)	Позакоренева обробка рослин (фактор С)	Вміст пігментів, мг/г сухої речовини			Хл. а Хл. b	Хл Кар
			хлорофіл а	хлорофіл b	каротиноїди		
Шестопалівка	K ₀	N (κ)	3,67 ± 0,92	1,79 ± 0,49	1,50 ± 0,87	2,05	3,64
		N +Mg	3,99 ± 0,83	1,89 ± 0,73	1,79 ± 0,25	2,11	3,28
		N +Mg+PK	4,29 ± 0,86	1,96 ± 0,46	1,55 ± 0,24	2,19	4,03
	K ₁₂	N (κ)	3,81 ± 0,83	1,75 ± 0,29	1,93 ± 0,12	2,18	2,88
		N +Mg	4,08 ± 0,78	1,78 ± 0,54	1,76 ± 0,04	2,29	3,33
		N +Mg+PK	4,19 ± 0,24	1,80 ± 0,50	1,74 ± 0,25	2,33	3,44
Мейсон	K ₀	N (κ)	3,50 ± 0,57	1,74 ± 0,41	1,51 ± 0,28	2,01	3,47
		N +Mg	3,68 ± 0,68	2,01 ± 0,52	1,80 ± 0,21	1,83	3,16
		N +Mg+ PK	4,19 ± 0,75	2,05 ± 0,31	1,47 ± 0,16	2,04	4,24
	K ₁₂	N (κ)	3,61 ± 0,74	1,87 ± 0,74	1,55 ± 0,22	1,93	3,54
		N +Mg	3,99 ± 0,70	1,96 ± 0,38	1,69 ± 0,20	2,04	3,52
		N +Mg+ PK	4,11 ± 0,54	1,98 ± 0,33	1,60 ± 0,23	2,08	3,81

6-39 % залежно від варіанту досліду, що зумовлено зростанням вмісту хлорофілу *b* у відповідь на збільшення площі листової поверхні та погіршення умов освітлення. Комплексне застосування добрив для позакореневої обробки (N + Mg + PK) на фоні припосівного внесення K₁₂ сприяло більш стабільній роботі фотосинтетичного апарату рослин обох досліджуваних сортів, у результаті чого вказане співвідношення хлорофілів відрізнялося лише на 6-8 % порівняно із попереднім періодом.

На 10 день після позакореневої обробки спостерігалось зростання вмісту хлорофілів (табл. 3), що свідчить про поступову адаптацію фотосинтетичного апарату рослин пшениці озимої до умов середовища існування. Причому для сорту Шестопалівка було відмічено збільшення вмісту як хлорофілу *a*, так і хлорофілу *b* на

6-22% та 3-7 % відповідно залежно від варіанту обробки в порівнянні із попереднім етапом. Водночас для сорту Мейсон було характерним зростання вмісту лише хлорофілу *b* на 9-32% в порівнянні з 3 днем після обробки.

Позакоренева обробка рослин пшениці озимої фосфорно-калійними добривами (N + Mg + PK) сприяла подальшому зростанню вмісту хлорофілу *a* на 12-23 %, а хлорофілу *b* – на 5-37 % залежно від сорту порівняно з контролем. Тим часом найвища ефективність від вказаного агроприйому була відмічена для рослин сорту Мейсон як на фоні внесення калійних добрив, так і без них.

Уміст каротиноїдів у порівнянні з попереднім аналізованим періодом практично не змінився, що також підтверджує стабільну роботу листового апарату на цьому етапі розвитку рослин.

3. Стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 на 10-й день після проведення позакореневої обробки, середнє за 2020 – 2021 рр.

Сорт (фактор А)	Приписівне внесення добрив (фактор В)	Позакоренева обробка рослин (фактор С)	Вміст пігментів, мг/г сухої речовини			Хл. а Хл. б	Хл Кар
			хлорофіл а	хлорофіл b	каротиноїди		
Шестопалівка	K ₀	N (κ)	4,47 ± 0,14	1,96 ± 0,10	1,48 ± 0,01	2,28	4,34
		N +Mg	4,80 ± 0,49	1,94 ± 0,17	1,94 ± 0,10	2,47	3,47
		N +Mg+PK	5,08 ± 0,32	2,06 ± 0,04	1,56 ± 0,14	2,47	4,58
	K ₁₂	N (κ)	4,30 ± 0,14	1,92 ± 0,11	1,74 ± 0,09	2,24	3,57
		N +Mg	4,32 ± 0,25	1,94 ± 0,15	1,63 ± 0,30	2,23	3,84
		N +Mg+PK	4,80 ± 0,07	2,11 ± 0,09	1,59 ± 0,05	2,27	4,35
Мейсон	K ₀	N (κ)	3,56 ± 0,22	1,90 ± 0,24	1,48 ± 0,04	1,87	3,69
		N +Mg	3,80 ± 0,14	2,40 ± 0,28	1,65 ± 0,15	1,58	3,76
		N +Mg+ PK	4,38 ± 0,29	2,60 ± 0,13	1,45 ± 0,06	1,68	4,81
	K ₁₂	N (κ)	3,79 ± 0,67	2,08 ± 0,27	1,51 ± 0,27	1,82	3,89
		N +Mg	4,05 ± 0,90	2,42 ± 0,39	1,77 ± 0,27	1,67	3,66
		N +Mg+ PK	4,37 ± 0,67	2,62 ± 0,22	1,59 ± 0,30	1,67	4,40

Для цього етапу розвитку характерним було зростання співвідношення хлорофілів до каротиноїдів (Хл./кар.) – із 2,88-4,24 на 3 день після обробки до 3,47-4,81 на 10 день, що свідчить про переважання зелених пігментів у фотосинтетичному апараті рослин пшениці озимої та активне його функціонування.

Світлозбиральний комплекс (СЗК) характеризує кількість хлорофілів, які беруть участь у передачі поглинутої енергії на пігментно-білковий комплекс і відіграють важливу роль у регуляції світлової стадії фотосинтезу.

Як показують отримані дані, позакоренева обробка рослин пшениці озимої в

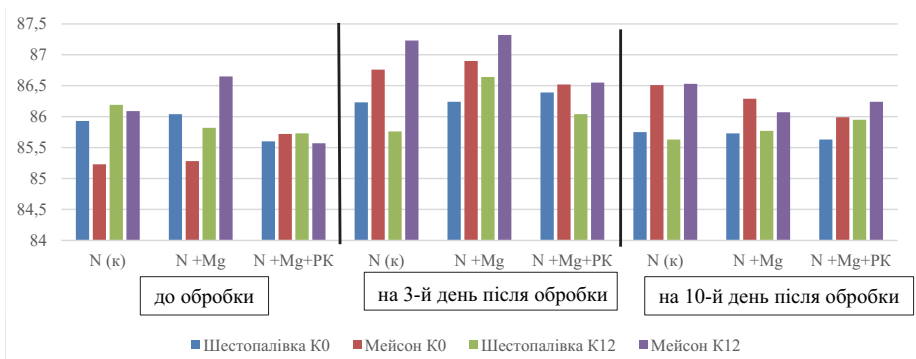


Рис. 1 Активність світлозбирального комплексу рослин пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2020 – 2021 р, %

стадію ВВСН 31 сприяла зростання кількості пігментів, які входять до СЗК на 3 день із поступовим зменшенням їхнього вмісту на 10 день (рис. 1). Такий сплеск активності поглинання пігментами сонячного світла, напевно, зумовлений зростанням активності роботи ферментної системи рослин внаслідок позакореневої обробки (Bilousova et al, 2019).

Найвища активність СЗК на всіх проаналізованих етапах була відмічена для рослин сорту Мейсон, що може бути наслідком адаптації до погіршення умов освітлення внаслідок активного зростання площі листової поверхні та узгоджується із представленою вище інформацією.

Висновки і перспективи.

Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність комплексного застосування азотно-фосфорно-калійних добрив для позакореневої обробки рослин пшениці озимої в стадію ВВСН 31 як на фоні припосівного внесення калійних добрив, так і без нього. Так, для рослин сорту Шестопалівка за використання такого агроприйому було відмічене зростання вмісту хлорофілу а на 10-17 %, а хлорофілу b – на 3-10 % проти контролю. Водночас для сорту Мейсон таке зростання становило 14-23% та 6-37% відповідно.

Корегування системи живлення рослин на різних етапах росту й розвитку сприяє збільшенню вмісту фотосинтетичних пігментів у листках рослин пшениці озимої, що в майбутньому впливає на продуктивність рослин та на формування якості отриманого зерна.

References

1. Bilousova, Z. (2018). Otsinka adaptivnoho potentsialu sortiv pshenytsi ozymoi (Triti-

cum Aestivum L.) v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Evaluation of adaptive potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in the conditions of southern steppe of Ukraine]. *Naukovi visnyk NUBiP Ukrainy* [Scientific reports of NULES of Ukraine], 3(73).

2. Bilousova, Z., Klipakova, Y., Keneva, V., & Kuleshov, S. (2019). Influence of the Growth Regulator Application Method on Antioxidant Plant System Activity of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, Cham, 615-622.
3. Gharanjik, A., Kambouzia, J., Soufizadeh, S. (2019). Study of the phenological response of different wheat genotypes to levels of nitrogen consumption during two consecutive years. *Environmental Sciences*, 17(2), 1-14.
4. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biologichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i hruntiv* [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kyiv: ZAT "Nichlava", 320.
5. Huliaieva, H. B., Bohdan, M. M., & Karpenko, V. P. (2015). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia kompleksnymy mikrodo-bryvamy na fotokhimichnu aktyvnist lystkiv pshenytsi m'iakoi [Effect of foliar treatment with complex micro fertilizers on the photochemical activity of the leaves with a soft wheat]. *Zakhyst i karantyn roslin* [Plant Protection and Quarantine], (61), 64-71.
6. Cherenkov, A. V., Zheliazkov, O. I., Khorishko, S. A., & Kozelskyi, O. M. (2015). Fotosyntetychna diialnist roslin pshenytsi ozymoi zalezho vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Photosynthetic activity of winter wheat plants depending on technological methods of cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu silskoho hos-*

- podarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone], (8), 73-77.
7. Jankowski, K. J., Hulanicki, P. S., Sokólski, M., Hulanicki, P., & Dubis, B. (2016). Yield and quality of winter wheat (*triticum aestivum* L.) in response to different systems of foliar fertilization. *Journal of Elementology*, 21(3), 715-728.
 8. Juchnevičienė, A., & Vagusevičienė, I. (2015). The dynamics of photosynthetic pigments in winter wheat leaves when using nitrogen fertilisers. In 7th International Scientific Conference "Rural Development 2015: Towards the Transfer of Knowledge, Innovations and Social Progress": Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development 2015 (pp. 1-6). Kaunas: Aleksandras Stulginskis University.
 9. Kalytka, V. V., & Zolotukhyna, Z. V. (2013). Formuvannya vrozhaivosti ta yakosti zerna ozymoi pshenytsi pid chas zastosuvanni reholiatora rostu v umovakh suchohoho stepu Ukrainy [Formation of yield and quality of winter wheat grain during the application of the growth regulator in the conditions of the dry steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*, [Scientific reports of NULES of Ukraine], 2(183), 67-74.
 10. Klipakova, Y. O., Bilousova, Z. V., Korotka, I. O., & Kenieva, V. A. (2021). Vplyv peredposivnogo obroblennia nasinnia rizno-komponentnyimi protruinykamy na stan pihmentnogo kompleksu pshenytsi ozymoi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Influence of seed pre-sowing treatment with multi-component treaters on the condition of winter wheat pig-ment complex in the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, (1), 59-67.
 11. Kovalyshyn, I. B., & Shevchenko, V. V. (2020). Vplyv fosfatu i fosfitu na stan fotosyntetichnoho aparatu roslyn pshenytsi [Phosphate and phosphite: influence on the state of wheat photosynthetic apparatus]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka [Plant physiology and genetics]*, 52(6), 507-517.
 12. Kudriavtyska, A. M., & Karabach, K. S. (2020). Vplyv dobryv na vmist elementiv mineralnogo zhyvlennia v roslynakh pshe-nytsi ozymoi ta yaroi [Effect of fertilizers on the content of mineral nutrition elements in winter and spring wheat plant]. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo [Plant and Soil Science]*, 11(4), 68-77.
 13. Noor, H., Zhao, Q. L., Zhang, R. R., Wang, Z. X., Li, L., Wang, P. R., ... Gao, Z. Q. (2021). Effects of sowing methods and nitrogen rates on photosynthetic characteristics, yield, and quality of winter wheat. *International Journal for Photosynthesis Research*, 59(2), 277-285.
 14. Sheheda, I. M., Pochynok, V. M., Kirizii, D. A., & Mamenko, T. P. (2018). Vplyv umov azotnogo zhyvlennia na fotosyntezy, produktyvnist i bilkovist zerna ozymoi pshenytsi [Influence of nitrogen supply on photosynthesis, grain productivity and protein content of winter wheat]. *Fyzyolohiia rastenyi y henetyka [Plant physiology and genetics]*, 50(2), 105-114.
 15. Sokolovska-Serhiienko, O. H., Kirizii, D. A., Stasyk, O. O., & Sheheda, I. M. (2016). Fotosyntezy i aktyvnist antyoksydantnykh fermentiv khloroplastiv praportsevoho lystka roslyn ozymoi pshenytsi za pozakorenevoho pidzhyvlennia karbamidom [Photosynthesis and flag leaf chloroplasts antioxidant enzymes]. *Fyzyolohiia rastenyi y henetyka [Plant physiology and genetics]*, 48(6), 519-529.
 16. Smolikova, G. N., & Medvedev, S. S. (2015). Karotinoidy semyan: sintez, raznoolozhenie i funktsii [Seed carotenoids: synthesis, diversity, and functions]. *Fiziologiya rasteniy [Plant Physiology]*, 62(1), 3-16.
 17. Vagusevičienė, I., Burbulis, N., Jonytienė, V., & Vasinauskienė, R. (2012). Influence of nitrogen fertilization on winter wheat physiological parameters and productivity. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3&4), 733-736.

Z. Bilousova, V. Keneva, Y. Klipakova (2021). PECULIARITIES OF PIGMENT COMPLEX FUNCTIONING OF WINTER WHEAT PLANTS DEPENDING ON THE FERTILIZER APPLICATION METHOD PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(3): 7–16.

<https://doi.org/10.31548/agr2021.03.007>

Abstract. To obtain the maximum yield of winter wheat, it is necessary to further optimize the existing cultivation technologies in the direction of their adaptation to changing environmental conditions. One of the areas of adaptation of plants to adverse abiotic factors is the active functioning of the photosynthetic apparatus, which depends on the amount of nutrients introduced.

The influence of fertilizer application on the condition of the pigment complex of winter wheat plants in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine has been studied. Two varieties of winter wheat were selected for the study: Shestopalivka and Mason. The experiment scheme involved the application of fertilizers at sowing (K_0 ; K_{12}) and foliar treatment with various tank mixtures (urea; urea + magnesium sulfate; urea + magnesium sulfate + potassium monophosphate). The pigment content has been determined by grinding fresh leaves of winter wheat, followed by the addition of a solvent in the form of acetone. Measurements of pigments were performed using a spectrophotometer.

According to the research results, it was established that before the foliar treatment the a-chlorophyll content and carotenoids was higher in the plant leaves of the Shestopalivka variety. At the same time, the b-chlorophyll content on the contrary was higher for plants of the Mason variety by 17%, which may be due to the adaptation of plants of this variety to lack of light.

On the 3rd day after foliar treatment, a decrease in the pigment content in the plant leaves of all experimental variants has been observed, which was due to the active growth of the photosynthetic surface and a decrease in the total dry matter mass. There was no significant difference between the varieties of the content of photosynthetic pigments in this period.

On the 10th day after foliar treatment, an increase in a- and b-chlorophyll content has been observed for both studied varieties, which may be the result of adaptation of the photosynthetic apparatus of winter wheat plants to lighting conditions. Foliar treatment of winter wheat plants with a tank mixture of urea with magnesium sulfate and potassium monophosphate contributed to a further increase in the content of a-chlorophyll by 12-23%, and b-chlorophyll by 5-37% depending on the variety compared to the control.

The results of the research testify to the high efficiency of complex application of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers for foliar treatment of winter wheat plants in the BBCH 31 stage, both against the background of pre-sowing application of potassium fertilizers and without it.

Keywords: *Triticum aestivum*, foliar treatment, a- and b-chlorophylls, carotenoids, LHC