

УДК 633.111.5:631.547

Особливості фотосинтезу спельти (*Triticum spélta* L.) в умовах Лісостепу України

 Л. М. Карпук*, Н. В. Заїка

Білоцерківський національний аграрний університет, пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09100, Україна, *e-mail: lesya_karpuk@ukr.net

Мета. Виявити особливості впливу елементів технології вирощування сортів спельти на перебіг фотосинтетичних процесів посівів. **Методи.** Дослідження проводили протягом 2019–2022 рр. на дослідному полі НВЦ Білоцерківського національного аграрного університету (Київська обл.), що розташоване у зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Сорти спельти ‘Зоря України’, ‘Європа’ та ‘Аттергауер Дінкель’ вирощували із застосуванням у фазах колосіння й молочної стиглості позакореневого удобрення Гумат калію ГК-17 (400 г/га), а також регулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння (200 г/га). **Результати.** У фазі цвітіння площа листя в середньому по досліді становила 44,9 тис. м²/га, зокрема в сорту ‘Зоря України’ – 45,3, ‘Європа’ – 45,5, ‘Аттергауер Дінкель’ – 43,8 тис. м²/га. Було встановлено позитивний ефект від позакореневого удобрення препаратом Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння, внесення якого сприяло зростанню площі листя у фазі цвітіння на 2,1 тис. м²/га, а приріст від застосування Agriflex Amino у фазі колосіння становив 1,0 тис. м²/га. У фазі молочної стиглості зерна площа листя в середньому була 27,1 тис. м²/га: ‘Зоря України’ – 27,6, ‘Європа’ – 27,8, ‘Аттергауер Дінкель’ – 25,9 тис. м²/га. Внесення Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння сприяло отриманню площі листя на 0,98 тис. м²/га, а Agriflex Amino – на 0,48 тис. м²/га більшої. Водночас застосування Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості не позначилось на зміні цього показника. Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу в сорту ‘Зоря України’ відзначено у варіанті застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості – 1,07–1,08 г/м² за добу сухої речовини. Натомість у сорту ‘Європа’ кращим виявився варіант застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості в поєднанні зі внесенням регулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння – 1,17 г/м² за добу сухої речовини. Найвищі ж показники ЧПФ спостерігались у посівах сорту ‘Аттергауер Дінкель’, попри те, що він мав дещо меншу площу листя. Зокрема, у разі застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості ЧПФ була на рівні 1,18, а за поєднання цього агрозаходу зі внесенням стимулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння – 1,21 г/м² за добу сухої речовини. **Висновки.** Проведені дослідження підтверджують доцільність застосування в технології вирощування спельти позакореневого підживлення Гумат калію ГК-17 та застосування регулятора росту Agriflex Amino, що поліпшують перебіг фотосинтетичних процесів у посівах у період вегетації і таким чином дають змогу забезпечити оптимальні умови для формування високої продуктивності культури.

Ключові слова: пшениця спельта; сорт; регулятор росту рослин; гумат калію; площа листкової поверхні; вміст хлорофілів; фотосинтетичний потенціал посівів; чиста продуктивність фотосинтезу.

Вступ

Роль фотосинтезу важко переоцінити, оскільки насамперед вона полягає в ефективному забезпеченні рослин енергією для поглинання вологи з ґрунту та мінеральних форм елементів живлення. За відсутності фотосинтезу рослини здатні, використовуючи запаси поживних речовин з насіння, робити це доволі обмежений час [1–3]. Надалі енергія, отримана від фотосинтезу, витрачається не лише на підтримання життєдіяльності клітин рослин, а й на розбудову організму, його ріст і розвиток та накопичення запасних поживних речовин, що є основою формування врожайності [4–6].

Відтік білкових сполук на формування зерна спостерігається після настання генеративної частини розвитку рослин, і він також потребує додаткових затрат енергії [7–9].

Дослідження ефективності роботи фотосинтезу є актуальним не лише з погляду формування посівів з високими показниками роботи фотосинтезу, а й отримання нових знань щодо закономірностей утворення площі листової поверхні, накопичення сухої речовини, вмісту хлорофілів тощо. Тобто всіх тих базисних елементів, здатних сформувати високопродуктивні посіви [10–15].

Традиційно для вивчення ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин використовуються такі показники, як площа листової поверхні, концентрація хлорофілів *a* та *b* в листових пластинках, фотосинтетичний потенціал посівів (ФП), накопичення сухої речовини та чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посівів спельти [3, 5, 7]. А тому в статті докладніше зупинимось на аналізуванні показників ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин.

Мета досліджень – виявити особливості впливу елементів технології вирощування сортів спельти на перебіг фотосинтетичних процесів посівів.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2019–2022 рр. на дослідному полі НВЦ Білоцерківського національного аграрного університету (Київська обл.), що розташоване у зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Погодні показники в роки проведення досліджень (2019–2022 рр.) відрізнялись від середніх багаторічних значень, проте загалом були сприятливими для вегетації рослин культури.

Схему виявлення впливу агротехнічних елементів на врожайність сортів спельти наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема вивчення впливу гуматів та регуляторів росту рослин на продуктивність сортів спельти

Сорт	Позакореневе удобрення	Регулятор росту рослин (PPP)
'Зоря України'	Контроль	Контроль
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння, 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості, 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості, 400 г/га + 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
'Європа'	Контроль	Контроль
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння, 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості, 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості, 400 г/га + 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
'Аттергауер Дінкель'	Контроль	Контроль
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння, 400 г/га	Без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості, 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості, 400 г/га + 400 г/га	без PPP Agriflex Amino у фазі колосіння, 200 г/га

Площа посівної ділянки становила 100 м², а облікової – 90 м²; повторність – триразова. Препарати застосовували в рекомендованих виробником нормах витрати.

У досліді вивчали три сорти спельти, оригінатором двох з яких – 'Зоря України' і 'Європа' – є Всеукраїнський науковий інститут селекції (ВНІС). Третій культивар – 'Аттергауер Дінкель' створений компанією Пробстдорфер Заатцухт Гез.м.б.Х. енд КоКГ, і вважається, що саме він є класичним сортом, генетично чистим, без схрещувань із пшеницею м'якою озимою.

Дослідження проводили згідно з методиками польового дослідження та методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур.

Результати досліджень

Параметри формування площі листкової поверхні спельти залежно від впливу факторів досліджу наведено в таблицях 2 та 3.

Таблиця 2

Площа листкової поверхні пшениці спельти у фази кущення та виходу в трубку, тис. м²/га (середнє за 2020–2022 рр.)

Сорт	Позакореневе удобрення	PPP	Фаза розвитку	
			кущення	вихід у трубку
'Зоря України'	Контроль	Контроль	7,0	23,0
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	7,1	23,0
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	6,9	22,9
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	7,0	22,8
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	7,2	23,2
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	7,0	23,4
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	7,1	23,1
	Контроль	Контроль	7,3	23,6
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	7,2	23,5
'Європа'	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	7,0	23,3
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	без PPP	7,3	23,6
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	7,1	23,4
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	7,2	23,7
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	7,3	23,4
	Контроль	Контроль	6,4	22,7
'Аттергауер Дінкель'	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	6,4	22,9
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	6,6	22,5
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	без PPP	6,5	22,2
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	6,3	22,4
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	6,4	22,6
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	6,5	22,5
HP _{0,05}			0,2	2,3

За формуванням площі листкової поверхні посіви пшениці спельти розвиваються аналогічно іншим видам пшениці й у фазі кущення утворюється площа, достатня для ефективного формування вегетативних органів рослин та закладання генеративних. А тому, в середньому по досліді, мали площу 6,9 тис. м²/га, а різниця між варіантами досліді спиралась виключно на показники формування сортових відмінностей.

У сорту спельти 'Зоря України' площа листкової поверхні становила в середньому 7,0 тис. м²/га, у 'Європа' – 7,2 тис. м²/га. Найменшою вона була в сорту 'Аттергауер Дінкель' – 6,4 тис. м²/га, що спричинене сівбою з меншою густотою посівів, а на час визначення показника кущення рослин, а відповідно й утворення повноцінних листочків на бічних стеблах не було завершено.

На час виходу в трубку площа листкової поверхні спельти зроста в середньому до 23,0 тис. м²/га, що було на 16,1 тис. м²/га більше попередньої фази. При цьому чітко вираженої відмінності між варіантами досліді не прослідковувалось, оскільки обробку посівів проводили в більш пізні фази розвитку рослин.

У фазі виходу в трубку в сорту 'Зоря України' площа листя формувалась у середньому на рівні 23,1 тис. м²/га, у 'Європа' – 23,5 тис. м²/га. Істотніші біологічні відмінності та найменша площа листкової поверхні утворювалася в сорту 'Аттергауер Дінкель' – 22,5 тис. м²/га.

За даними І. І. Середи [16] у фазі виходу в трубку площа листкової поверхні пшениці озимої варіювала від 27,5 до 47,1 тис. м²/га, а максимум забезпечувало застосування мінеральних добрив у дозі N₁₅₀P₆₀K₆₀. У дослідженнях В. П. Ткачука та Т. М. Тимощука [17], у фазі виходу в трубку площа листя пшениці озимої змінювалась від 24,5 до 35,5 тис. м²/га. Тобто цей показник є досить лабільний, і сильно залежить як від впливу факторів навколишнього середовища, так і застосування елементів технології вирощування пшениці.

**Площа листової поверхні пшениці спелти у фазі ВВСН 57–75, тис. м²/га
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Сорт	Позакореневе удобрення	PPP	Фаза розвитку		
			колосіння	цвітіння	молочна стиглість
'Зоря України'	Контроль	Контроль	37,2	44,0	27,0
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	37,4	45,8	27,8
		Agriflex Amino у фазі колосіння	36,9	46,3	28,2
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	без PPP	37,0	44,1	27,0
		Agriflex Amino у фазі колосіння	37,3	44,5	27,2
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	37,0	46,0	28,0
	Agriflex Amino у фазі колосіння	37,3	46,5	28,3	
'Європа'	Контроль	Контроль	37,0	44,2	27,1
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	37,2	46,0	28,0
		Agriflex Amino у фазі колосіння	37,3	46,7	28,3
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	без PPP	37,6	44,0	27,1
		Agriflex Amino у фазі колосіння	37,8	44,5	27,3
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	37,1	46,0	28,1
	Agriflex Amino у фазі колосіння	37,4	47,0	28,4	
'Аттергауер Дінкель'	Контроль	Контроль	35,8	42,3	25,3
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	36,0	44,0	26,0
		Agriflex Amino у фазі колосіння	35,6	45,0	26,4
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	без PPP	35,8	42,2	25,2
		Agriflex Amino у фазі колосіння	35,5	43,0	25,6
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	без PPP	36,0	44,3	26,1
	Agriflex Amino у фазі колосіння	36,1	45,6	26,6	
HP _{0,05}			2,6	3,0	2,0

У фазі колосіння, у середньому по досліді, площа листової поверхні посівів була 36,8 тис. м²/га. У сортів 'Зоря України' та 'Європа' цей показник становив 37,2 та 37,3 тис. м²/га відповідно, тобто статистично вони достовірно не відрізнялись один від одного. При цьому площа листової поверхні в сорту 'Аттергауер Дінкель' становила 35,8 тис. м²/га.

Оскільки обробку посівів Гумат калію ГК-17 та регулятором росту Agriflex Amino проводили саме у фазі колосіння, то відмінності між дослідними варіантами мали незначні відхилення, пов'язані з похибкою досліді.

За даними І. І. Середи [16], у фазі колосіння площа листової поверхні пшениці становила від 39,7 до 58,9 тис. м²/га, у разі застосування мінерального удобрення в дозі N₁₅₀P₆₀K₆₀ [16]. У дослідженнях В. П. Ткачука й Т. М. Тимошука [17] рослини пшениці озимої у фазі колосіння сформували площу листя від 37,7 до 43,8 тис. м²/га.

У фазі цвітіння площа листя в середньому по досліді становила 44,9 тис. м²/га: 'Зоря України' – 45,3, 'Європа' – 45,5, 'Аттергауер Дінкель' – 43,8 тис. м²/га. Було встановлено позитивний ефект від позакореневого удобрення препаратом Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння, внесення якого сприяло зростанню площі листя у фазі цвітіння на 2,1 тис. м²/га, а приріст від застосування Agriflex Amino у фазі колосіння становив 1,0 тис. м²/га.

У фазі молочної стиглості зерна площа листя в середньому була 27,1 тис. м²/га: 'Зоря України' – 27,6, 'Європа' – 27,8, 'Аттергауер Дінкель' – 25,9 тис. м²/га. Внесення Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння сприяло отриманню площі листя на 0,98 тис. м²/га, а Agriflex Amino – на 0,48 тис. м²/га більшої. Водночас застосування Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості не позначилось на зміні цього показника.

Параметри вмісту хлорофілів *a* і *b* в листках спельти у фазі колосіння наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

**Вміст хлорофілів у листках спельти у фазі колосіння, мг/г
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Сорт	Позакореневе удобрення	PPP	Хлорофіли		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a + b</i>
'Зоря України'	Контроль	Контроль	10,25	3,95	14,20
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,30	4,00	14,30
	у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,50	4,10	14,60
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,30	4,00	14,30
	у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,42	4,05	14,47
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,55	4,11	14,66
'Європа'	у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,63	4,15	14,78
	Контроль	Контроль	10,20	3,95	14,15
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,27	4,00	14,27
	у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,48	4,08	14,56
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,31	4,03	14,34
	у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,40	4,04	14,44
'Аттергауер Дінкель'	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,52	4,08	14,60
	у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,60	4,10	14,70
	Контроль	Контроль	11,20	3,58	14,78
	Гумат калію ГК-17	без PPP	11,45	3,62	15,07
	у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	11,56	3,67	15,23
	Гумат калію ГК-17	без PPP	11,22	3,58	14,80
	у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	11,29	3,60	14,89
	Гумат калію ГК-17	без PPP	11,50	3,68	15,18
	у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	11,55	3,70	15,25
	НІР _{0,05}			0,23	0,11

У фазі цвітіння, в середньому по досліді, вміст хлорофілу *a* становив 11,0 мг/г ('Зоря України' та 'Європа' – 10,5, 'Аттергауер Дінкель' – 12,0 мг/г), а хлорофілу *b* – 4,4 мг/г ('Зоря України' та 'Європа' – 4,5, 'Аттергауер Дінкель' – 4,1 мг/г).

Щодо суми хлорофілів, то в середньому по досліді цей показник становив 15,4 мг/г: 'Зоря України' – 14,99 мг/г, 'Європа' – 15,03, 'Аттергауер Дінкель' – 16,07 мг/г.

Параметри вмісту хлорофілів у фотосинтезувальних органах рослин дають змогу визначити активність фотосинтетичного апарату рослин і певною мірою охарактеризувати внесок цього показника в накопичення сухої речовини та формування кінцевої продуктивності. Хоча, загалом, питання вмісту фотосинтетичного компоненту та ефективності його роботи не завжди корелює між собою. Однак вважається, що на час припинення осінньої вегетації вміст хлорофілів має становити від 8,4 до 9,2 мг/г абсолютно-сухої речовини, а на час активної вегетації рослин – збільшуватись задля максимально ефективного засвоєння сонячної енергії [18].

Установлено, що у фазі колосіння, в середньому по досліді, вміст хлорофілу *a* становив 10,7 мг/г. При цьому не відзначено різниці між сортами 'Зоря України' та 'Європа' – 10,4 мг/г. Натомість у сорту 'Аттергауер Дінкель' цей показник був на рівні 11,4 мг/г.

У цій фазі в середньому по досліді вміст хлорофілу *b* становив 10,7 мг/г, зокрема 'Зоря України' – 4,1 мг/г, 'Європа' – 4,0, і найменшим він був у сорту 'Аттергауер Дінкель' – 3,6 мг/г.

Сумарний вміст хлорофілів (*a + b*) у фазі колосіння в середньому по досліді був 14,6 мг/г, зокрема в сорту спельти 'Зоря України' він становив 14,5 м/г, 'Європа' – 14,4, 'Аттергауер Дінкель' – 15,0 мг/г. При цьому достовірних відмінностей між варіантами досліді виявлено не було, оскільки перші фактори застосовували якраз у фазі колосіння пшениці, і вони не могли подіяти на фотосинтетичні пігменти рослин так швидко.

Для того щоб зрозуміти, чи впливають фактори досліді, а саме позакореневе удобрення та застосування регулятора росту, на формування хлорофілів у листках різних сортів спельти проаналізуємо їх вміст у фазі цвітіння (табл. 5).

**Вміст хлорофілів у листках спелти у фазі цвітіння, мг/кг
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Сорт	Позакоренево удобрення	PPP	Хлорофіли		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a + b</i>
'Зоря України'	Контроль	Контроль	10,41	4,39	14,80
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,50	4,51	15,01
	у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,60	4,54	15,14
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,45	4,44	14,89
	у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,50	4,50	15,00
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,52	4,50	15,02
'Європа'	Контроль	Контроль	10,43	4,41	14,84
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,52	4,50	15,02
	у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,57	4,55	15,12
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,53	4,46	14,99
	у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	10,60	4,49	15,09
	Гумат калію ГК-17	без PPP	10,55	4,50	15,05
'Аттергауер Дінкель'	Контроль	Контроль	11,85	4,00	15,85
	Гумат калію ГК-17	без PPP	12,05	4,10	16,15
	у фазі колосіння	Agriflex Amino у фазі колосіння	12,14	4,15	16,29
	Гумат калію ГК-17	без PPP	11,86	4,01	15,87
	у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	11,92	4,06	15,98
	Гумат калію ГК-17	без PPP	12,02	4,10	16,12
	у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	12,13	4,13	16,26
	НІР _{0,05}		0,24	0,10	0,28

Якщо аналізувати відхилення показника залежно від впливу факторів досліду, то здебільшого відмічаються тенденційні зміни, не пов'язані з кардинальними впливами на якісно нове спрямування ознаки. Однак, застосування гумат калію ГК-17 у фазі колосіння позитивно позначилось на фізіологічному стані рослин та сприяло збільшенню концентрації фотопігментів *a* в листках рослин. Водночас найістотніший вплив на формування вмісту хлорофілів спостерігали саме для їхньої суми. За таких умов застосування у фазі колосіння Гумат калію ГК-17 сприяло збільшенню хлорофілів *a + b* на 0,10–0,11 мг/г, а Agriflex Amino – на 0,11 мг/г.

Загалом застосування позакоренево Гумат калію ГК-17 та Agriflex Amino у фазі колосіння сприяло формуванню вищого вмісту в листкових пластинках як хлорофілу *a*, так і *b*, а відповідно і їхньої суми.

Показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин є накопичення ними сухої речовини. Причому це стосується не лише врожаю зерна, а й загальної біомаси, адже від ефективної роботи всієї рослини залежить безпосередньо врожай зерна. Тому проаналізуємо особливості формування сухої речовини однією рослиною спелти від фази колосіння до молочної стиглості зерна (табл. 6).

Отже, на час колосіння суха маса однієї рослини спелти, в середньому по досліді, становила 1,62 г, зокрема в сорту 'Зоря України' – 1,49 г, 'Європа' – 1,71, 'Аттергауер Дінкель' – 1,65 г.

Щодо додаткових факторів впливу, які вивчали в досліді, то станом на фазу колосіння маса однієї рослини формувалась виключно на засадах отриманого рівня впливу факторів технології загалом і не залежала від наших змінних досліді, оскільки застосування цих елементів було проведено найраніше саме у фазі колосіння.

На час цвітіння суха маса однієї рослини спелти, в середньому по досліді, становила 1,97 г, зокрема в сорту 'Зоря України' – 1,85 г, 'Європа' – 2,05, 'Аттергауер Дінкель' – 2,01 г.

У разі застосування позакореневого удобрення рослин Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння загалом у досліді можна було спостерігати ліпші показники формування маси однієї рослини. При цьому за поєднання гумату з регулятором росту Agriflex Amino у фазі колосіння в сорту 'Зоря України' маса рослини становила 2,05 г, 'Аттергауер Дінкель' – 2,16, 'Європа' – 2,26 г.

На час настання молочної стиглості суха маса однієї рослини пшениці спельти, в середньому по досліді, становила 2,29 г, зокрема в сорту 'Зоря України' вона була на рівні 2,15 г, 'Європа' – 2,39, 'Аттергауер Дінкель' – 2,34 г.

Таблиця 6

Формування сухої речовини однією рослиною спельти від колосіння до молочної стиглості зерна, г (середнє за 2020–2022 рр.)

Сорт	Позакореневе удобрення	PPP	Фаза розвитку			
			колосіння	цвітіння	молочна стиглість	
'Зоря України'	Контроль	Контроль	1,47	1,75	2,03	
	Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	1,50	1,79	2,08	
		Agriflex Amino у фазі колосіння	1,50	1,79	2,08	
		без PPP	1,45	1,74	2,02	
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	1,49	1,78	2,07	
		без PPP	1,50	2,03	2,37	
		Agriflex Amino у фазі колосіння	1,52	2,05	2,38	
	'Європа'	Контроль	Контроль	1,69	2,02	2,36
		Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	1,69	2,02	2,35
Agriflex Amino у фазі колосіння			1,71	2,06	2,39	
без PPP			1,72	2,01	2,34	
Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості		Agriflex Amino у фазі колосіння	1,69	1,93	2,25	
		без PPP	1,72	2,06	2,39	
		Agriflex Amino у фазі колосіння	1,72	2,26	2,63	
'Аттергауер Дінкель'		Контроль	Контроль	1,65	1,97	2,29
		Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння	без PPP	1,64	1,96	2,27
	Agriflex Amino у фазі колосіння		1,68	2,00	2,33	
	без PPP		1,63	1,94	2,26	
	Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості	Agriflex Amino у фазі колосіння	1,64	1,95	2,27	
		без PPP	1,64	2,07	2,41	
		Agriflex Amino у фазі колосіння	1,68	2,16	2,51	
	HP _{0,05}			0,16	0,12	0,14

Аналогічно попередньому періоду, за поєднання Гумат калію ГК-17 з Agriflex Amino у фазі колосіння в сорту 'Зоря України' маса рослини становила 2,38 г, 'Аттергауер Дінкель' – 2,51, 'Європа' – 2,63 г. Фактично застосування Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості не мало впливу на формування показників накопичення сухої речовини спельти, оскільки це внесення співпадало з обліковим періодом. До того ж, основне призначення цього позакореневого підживлення полягало у формуванні високих якісних показників зерна пшениці, а не в підвищенні маси однієї рослини.

Фотосинтетичний потенціал посівів дає змогу встановити доступні площі листкової поверхні, які потенційно можуть бути задіяні в процесах засвоєння вуглекислого газу та власне синтезування органічної речовини. Визначення цього показника не позбавлене недоліків, однак власне в його назві й закладено інформацію, що це потенційні можливості до фотосинтезування, за відсутності яких не можна отримати високого рівня утворення сухої речовини одиницею площі листкової поверхні.

Основні параметри формування фотосинтетичного потенціалу посівів (ФПП) пшениці спельти наведено на рисунку 1.

Загалом по досліді, за період від відновлення вегетації навесні до молочної стиглості зерна середній показник фотосинтетичного потенціалу був на рівні 2,04 млн м²/га × діб, зокрема за сортами: 'Зоря України' – 2,08, 'Європа' – 2,10, 'Аттергауер Дінкель' – 1,94 млн м²/га × діб.

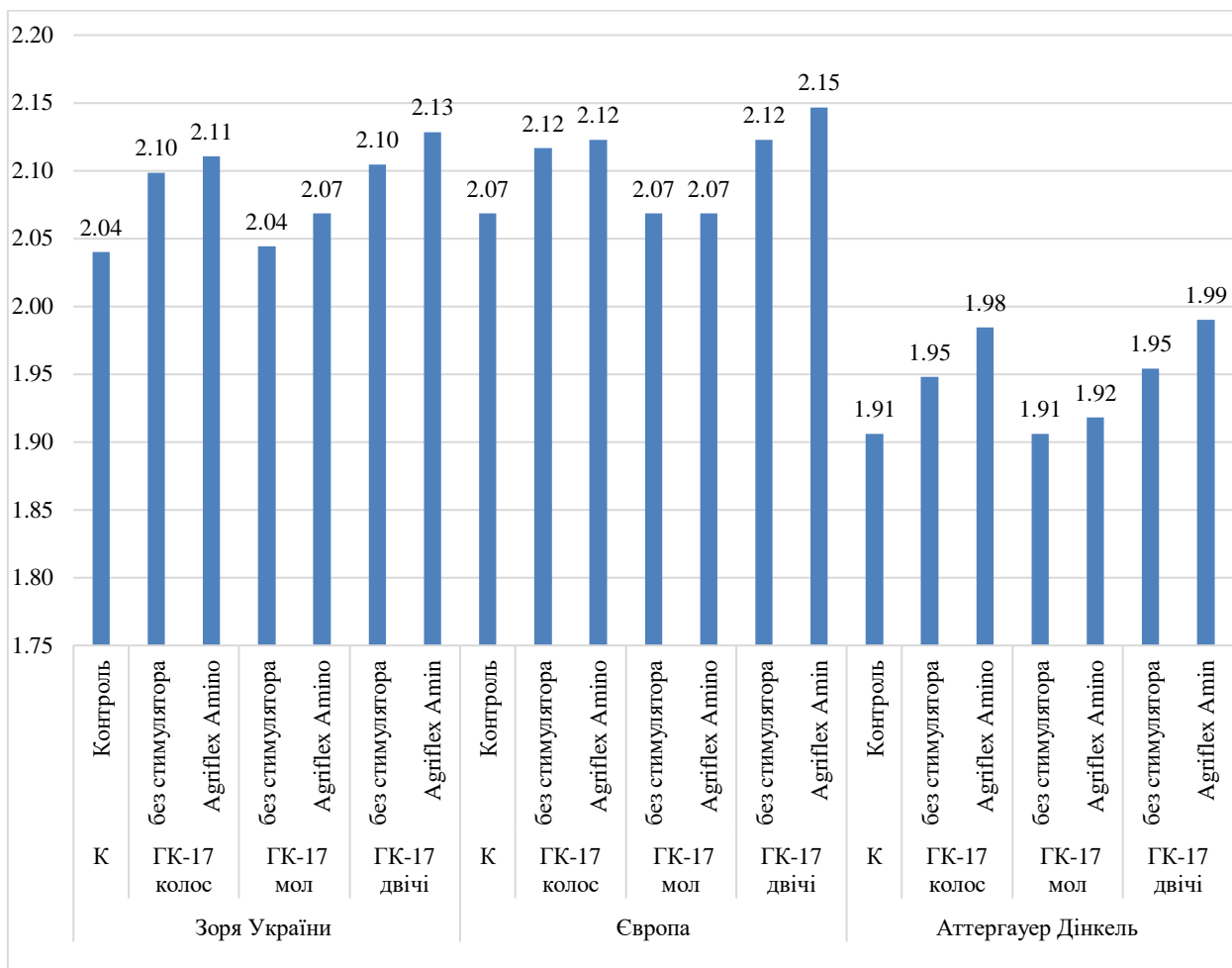


Рис. 1. Фотосинтетичний потенціал посівів спельти, млн м²/га × діб (у середньому за 2020–2022 рр.)

При цьому, за даними інших дослідників [19], для пшениці м'якої озимої високим вважається фотосинтетичний потенціал понад 2,2 млн м²/га × діб за період не менше 100 діб [0].

За вирощування сорту 'Зоря України' у варіанті застосування у фазі колосіння Гумат калію ГК-17 добрі показники ФПП отримано як без, так і із застосуванням регулятора росту – 2,10–2,13 млн м²/га × діб. Причому застосування Гумат калію як одноразово, так і за комбінованого внесення (двічі), було ефективним агрозаходом завдяки ранньому використанню препарату.

За аналогічних умов у сортів 'Європа' та 'Аттергауер Дінкель' також відзначено досить високі показники ФПП – 2,12–2,15 та 1,95–1,99 млн м²/га × діб відповідно.

Отже, загалом щодо поліпшення показників фотосинтетичного потенціалу посівів ефективним виявилось застосування позакореневого підживлення та поєднання його з обробкою посівів стимулятором росту на більш ранніх фазах розвитку культури. Внесення Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості не сприяє формуванню більших показників фотосинтетичного потенціалу посівів.

За даними І. І. Середи [16], фотосинтетичний потенціал пшениці на контролі становив 1,5 млн м²/га × діб, а найвищий показник його отримано за внесення N₁₅₀P₆₀K₆₀ – 2,7 млн м²/га × діб. Отже, отримані в нами результати за показниками ФПП є близькими до даних інших науковців.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) по суті відображає інтенсивність нагромадження сухої біомаси одиницею площі листової поверхні, й досить істотно ця ознака залежить від біологічних особливостей досліджуваних сортів пшениці, а також застосовуваних агрозаходів [20].

З огляду на це, оцінимо зміни показників ЧПФ відповідно до застосування заходів догляду за посівами пшениці спельти (рис. 2).

Загалом посіви спельти були менш продуктивні, ніж пшениці м'якої озимої, та формували 1,07 г/м² за добу сухої речовини: 'Зоря України' – 0,98, 'Європа' – 1,08, 'Аттергауер Дінкель' – 1,15 г/м² за добу сухої речовини.

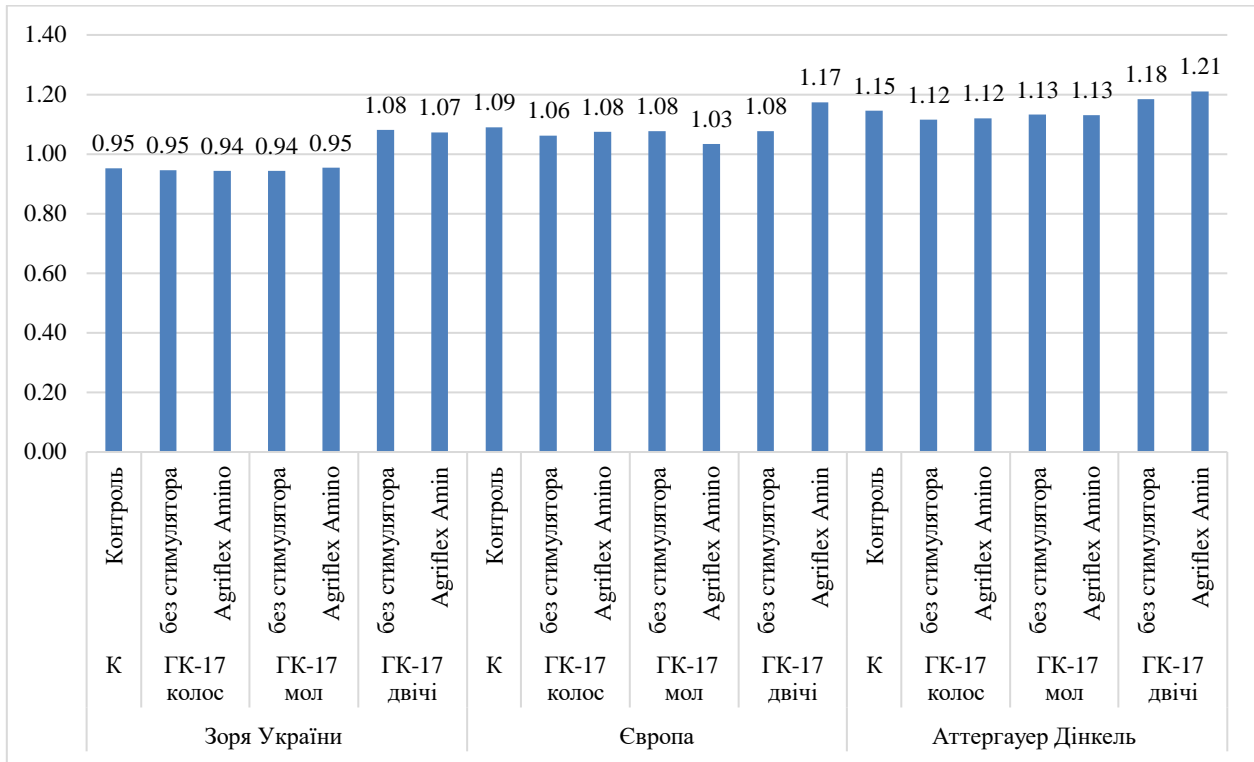


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів спельти, г/м² за добу (у середньому за 2020–2022 рр.)

У сорту 'Зоря України' найвищі показники ЧПФ відзначено у варіанті застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості – 1,07–1,08 г/м² за добу сухої речовини. Натомість у сорту 'Європа' кращим виявився варіант застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості в поєднанні зі внесенням регулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння – 1,17 г/м² за добу сухої речовини.

Найвищі ж показники чистої продуктивності фотосинтезу спостерігались у посівах сорту 'Аттергауер Дінкель', попри те, що він мав дещо меншу площу листя. Зокрема, у разі застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості ЧПФ була на рівні 1,18, а за поєднання цього агрозаходу зі внесенням стимулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння – 1,21 г/м² за добу сухої речовини.

Висновки

У фазі цвітіння площа листя в середньому по досліді становила 44,9 тис. м²/га, зокрема в сорту 'Зоря України' – 45,3, 'Європа' – 45,5, 'Аттергауер Дінкель' – 43,8 тис. м²/га. Було встановлено позитивний ефект від позакореневого удобрення препаратом Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння, внесення якого сприяло зростанню площі листя у фазі цвітіння на 2,1 тис. м²/га, а приріст від застосування Agriflex Amino у фазі колосіння становив 1,0 тис. м²/га. У фазі молочної стиглості зерна площа листя в середньому була 27,1 тис. м²/га: 'Зоря України' – 27,6, 'Європа' – 27,8, 'Аттергауер Дінкель' – 25,9 тис. м²/га. Внесення Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння сприяло отриманню площі листя на 0,98 тис. м²/га, а Agriflex Amino – на 0,48 тис. м²/га більшої. Водночас застосування Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості не позначилось на зміні цього показника.

Сумарний вміст хлорофілів (*a + b*) у фазі колосіння в середньому по досліді був 14,6 мг/г, зокрема в сорту спельти 'Зоря України' він становив 14,5 мг/г, 'Європа' – 14,4, 'Аттергауер Дінкель' – 15,0 мг/г. При цьому достовірних відмінностей між варіантами досліді виявлено не було, оскільки перші фактори застосовували якраз у фазі колосіння пшениці, і вони не могли подіяти на фотосинтетичні пігменти рослин так швидко. Обробка рослин позакоренево Гумат калію ГК-17 та Agriflex Amino у фазі колосіння сприяла інтенсивнішому формуванню в листових пластинках хлорофілів. У середньому по досліді цей показник становив 15,4 мг/г ('Зоря України' – 14,99 мг/г, 'Європа' – 15,03, 'Аттергауер Дінкель' – 16,07 мг/г), тоді як застосування у фазі колосіння Гумат калію ГК-17 сприяло збільшенню хлорофілів *a + b* на 0,10–0,11 мг/г, а Agriflex Amino – на 0,11 мг/г.

Щодо поліпшення показників фотосинтетичного потенціалу посівів, то ефективним виявилось застосування позакореневого підживлення та поєднання його з обробкою посівів регулятором росту на більш ранніх фазах розвитку культури. Внесення Гумат калію ГК-17 у фазі молочної стиглості не сприяє формуванню більших показників фотосинтетичного потенціалу посівів. За вирощування сорту 'Зоря України' у варіанті застосування у фазі колосіння Гумат калію ГК-17 добрі показники ФПП отримано як без, так і із застосуванням регулятора росту – 2,10–2,13 млн м²/га × діб. Причому застосування гумат калію як одноразово, так і за комбінованого внесення (двічі), було ефективним агрозаходом завдяки ранньому використанню препарату. За аналогічних умов у сортів 'Європа' та 'Аттергауер Дінкель' також відзначено досить високі показники ФПП – 2,12–2,15 та 1,95–1,99 млн м²/га × діб відповідно.

Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу в сорту 'Зоря України' відзначено у варіанті застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості – 1,07–1,08 г/м² за добу сухої речовини. Натомість у сорту 'Європа' кращим виявився варіант застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості в поєднанні зі внесенням регулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння – 1,17 г/м² за добу сухої речовини. Найвищі ж показники ЧПФ спостерігались у посівах сорту 'Аттергауер Дінкель', попри те, що він мав дещо меншу площу листя. Зокрема, у разі застосування Гумат калію ГК-17 у фазі колосіння та повторно у фазі молочної стиглості ЧПФ була на рівні 1,18, а за поєднання цього агрозаходу зі внесенням стимулятора росту Agriflex Amino у фазі колосіння – 1,21 г/м² за добу сухої речовини.

Використана література

1. Авраменко С., Тимчук В., Цехмейструк М. та ін. Формування якості зерна злакових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 14. С. 15.
2. Бордюжа Н. П. Акумуляція азоту листками пшениці озимої та прогноз вмісту білка у зерні під впливом позакорневих підживлень. *Науковий вісник НУБіП України*. 2011. Вип. 162, ч. 1. С. 165–174.
3. Жемела Г. П., Курочка А. О. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 33–36.
4. Конопльова Є. Л. Динаміка маси зерна та вмісту білкових сполук залежно від фази розвитку і тривалості перестоювання посівів пшениці озимої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2012. № 2. С. 152–156.
5. Моргун В. В., Швартау В. В., Кірізія Д. А. Фізіологічні основи формування високої продуктивності зернових злаків. *Фізіологія рослин: Проблеми та перспективи розвитку*. Київ : Логос, 2009. Т. 1. С. 11–42.
6. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від сорту. *Наукові праці ІБКіЦБ*. 2014. Вип. 21. С. 235–239.
7. Прядкіна Г. О. Фотосинтетичні пігменти, ефективність використання сонячної радіації та продуктивність рослин у агроценозах : автореф. ... дис. д-ра біол. наук / ІФРГ НАН України. Київ, 2013. 44 с.
8. Gaju O., Allard V., Martre P. et al. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars. *Field Crops Research*. 2014. Vol. 155. P. 213–223. doi: 10.1016/j.fcr.2013.09.003
9. Gyuga P., Demagante A. L., Paulsen G. Photosynthesis and growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *Journal of Plant Nutrition*. 2002. Vol. 25, No. 6. P. 1281–1290. doi: 10.1081/PLN-120004388
10. Lawlor D. W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany*. 2002. Vol. 53, Iss. 370. P. 773–787. doi: 10.1093/jexbot/53.370.773
11. McKendry A. L., McVetty P. B. E., Evans L. E. Selection criteria for combining high grain yield and high grain protein concentration in bread wheat. *Crop Science*. 1995. Vol. 35 Iss. 6. P. 1597–1602. doi: 10.2135/cropsci1995.0011183X003500060013x
12. Triboi E., Martre P., Girousse C. Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. *European Journal of Agronomy*. 2006. Vol. 25, Iss. 2. P. 108–118. doi: 10.1016/j.eja.2006.04.004
13. Vaguseviciene I., Burbulis N., Jonytiene V., Vasinauskiene R. Influence of nitrogen fertilization on winter wheat physiological parameters and productivity. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2012. Vol. 10, Iss. 3–4. P. 733–736.
14. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*. 1994. Vol. 144, Iss. 3. P. 307–313. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2

15. Zhang Y. H., Sun N. N., Hong J. P. et al. Effect of source-sink manipulation on photosynthetic characteristics of flag leaf and the remobilization of dry mass and nitrogen in vegetative organs of wheat. *Journal of Integrative Agriculture*. 2014. Vol. 13, Iss. 8. P. 1680–1690. doi: 10.1016/S2095-3119(13)60665-6
16. Середа І. І. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. Вип. 40. С. 144–147.
17. Ткачук В. П., Тимошук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. С. 38–44. doi: 10.31073/agrovisnyk202003-05
18. Гирка А. Д., Желязков О. І., Педаш О. О., Бойко О. В. Асиміляційна діяльність посівів озимої пшениці залежно від строків сівби та азотного живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. Вип. 39. С. 19–22.
19. Антал Т. В. Вплив добрив на урожайність сортів пшениці ярої твердої в умовах північної частини Лісостепу. *Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами клімату»* (м. Біла Церква, 26–28 лютого, 2008 р.). Біла Церква, 2008. С. 3.
20. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал Біо. *Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених* (м. Умань. 15–16 травня, 2008 р.). Умань, 2018. С. 43–44. doi: 10.13140/RG.2.2.35908.68485

References

1. Avramenko, S., Tymchuk, V., Tsehmeistruk, M., Hlybokyi, O., Sheliakin, V., & Manko, K. (2011). Formation of grain quality of cereal crops. *Agribusiness Today*, 14, 15. [In Ukrainian]
2. Bordiuzha, N. P. (2011). Nitrogen accumulation by leaves of winter wheat and prediction of protein content in grain under the influence of foliar fertilization. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 162(1), 165–174. [In Ukrainian]
3. Zhemela, H. P., & Kurochka, A. O. (2012). Influence of predecessors on elements of yield structure and grain quality of winter wheat depending on varietal properties. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 33–36. [In Ukrainian]
4. Konopliova, E. L. (2012). Dynamics of grain weight and protein content depending on the development phase and duration of standing of winter wheat crops. *Bulletin Institute of Agriculture of Steppe zone NAAS of Ukraine*, 2, 152–156. [In Ukrainian]
5. Morgun, V. V., Shvartau, V. V., & Kirizii, D. A. (2009). Physiological basis of formation of high productivity of cereals. In *Physiology of plants: Problems and prospects of development* (Vol. 1, pp. 11–42). Kyiv: Logos. [In Ukrainian]
6. Polianetska, I. O., Liubych, V. V., & Sukhomud, O. H. (2014). Protein content and its yield with grain yield of winter wheat depending on the variety. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 21, 235–239. [In Ukrainian]
7. Priadkina, H. O. (2013). *Photosynthetic pigments, efficiency of solar radiation use and plant productivity in agrocenoses* (Dr. Sci. Diss.). Institute of Plant Physiology and Genetics of the NAS of Ukraine, Kyiv. [In Ukrainian]
8. Gaju, O., Allard, V., Martre, P., Le Gouis, J., Moreau, D., Bogard, M., Hubbart, S., & Foulkes, M. J. (2014). Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars. *Field Crops Research*, 155, 213–223. doi: 10.1016/j.fcr.2013.09.003
9. Gyuga, P., Demagante, A. L., & Paulsen, G. M. (2002). Photosynthesis and growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *Journal of Plant Nutrition*, 25(6), 1281–1290. doi: 10.1081/PLN-120004388
10. Lawlor, D. W. (2002). Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 773–787. doi: 10.1093/jexbot/53.370.773
11. McKendry, A. L., McVetty, P. B. E., & Evans, L. E. (1995). Selection criteria for combining high grain yield and high grain protein concentration in bread wheat. *Crop Science*, 35(6), 1597–1602. doi: 10.2135/cropsci1995.0011183X003500060013x
12. Triboi, E., Martre, P., & Girousse, C. (2006). Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. *European Journal of Agronomy*, 25(2), 108–118. doi: 10.1016/j.eja.2006.04.004
13. Vaguseviciene, I., Burbulis, N., Jonytiene, V., & Vasinauskiene, R. (2012). Influence of nitrogen fertilization on winter wheat physiological parameters and productivity. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 10(3–4), 733–736.
14. Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144(3), 307–313. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2

15. Zhang, Y. H., Sun, N. N., Hong, J. P., Zhang, Q., Wang, C., Xue, Q., Zhou, S., Huang, Q., & Wang, Z. (2014). Effect of source-sink manipulation on photosynthetic characteristics of flag leaf and the remobilization of dry mass and nitrogen in vegetative organs of wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(8), 1680–1690. doi: 10.1016/S2095-3119(13)60665-6
16. Sereda, I. I. (2011). Leaf surface area and photosynthetic potential of winter wheat plants depending on growing conditions. *Bulletin of the Institute of Grain Management*, 40, 144–147.
17. Tkachuk, V. P., & Tymoschuk, T. M. (2020). Influence of terms of sowing on the productivity of winter wheat. *Bulletin of Agricultural Science*, 3, 38–44. doi: 10.31073/agrovisnyk202003-05 [In Ukrainian]
18. Hyrka, A. D., Zheliazkov, O. I., Pedash, O. O., & Boiko, O. V. (2010). Assimilatory activity of winter wheat crops depending on the timing of sowing and nitrogen nutrition. *Bulletin of the Institute of Grain Management*, 39, 19–22. [In Ukrainian]
19. Antal, T. V. (2008). The influence of fertilizers on the productivity of spring durum wheat varieties in the conditions of the northern part of the Forest Steppe. In *Abstracts of reports of the International scientific and practical conference "Problems of increasing the adaptive potential of the crop production system in connection with climate changes"* (p. 3). Bila Tserkva: N.p. [In Ukrainian]
20. Karpenko, V. P., & Pavlyshyn, S. V. (2008). Net photosynthetic productivity of common spelled wheat using Prima Forte 195 herbicide and plant growth regulator Vuksal Bio. In *Materials of the All-Ukrainian Conference of Young Scientists* (pp. 43–44). Uman: N.p. doi: 10.13140/RG.2.2.35908.68485

UDC 633.111.5:631.547

Karpuk, L. M.*, & **Zaika, N. V.** (2023). Peculiarities of photosynthesis in spelt (*Triticum spelta* L.) in the Forest Steppe Zone of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 11(3). <https://doi.org/10.47414/na.11.3.2023.288675> [In Ukrainian]

*Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna square, Bila Tserkva, Kyiv region, 09100, Ukraine, *e-mail: lesya_karpuk@ukr.net*

Purpose. To reveal the peculiarities of the influence of the cultivation technology elements on the course of photosynthetic processes in sowings. **Methods.** The research was carried out in the years 2019–2022 at the experimental field of the Scientific Research Center of Bila Tserkva National Agrarian University (Kyiv region) located in the zone of unstable soil moisture of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. Spelt varieties 'Zoria Ukrainy', 'Europe', and 'Atterhauer Dinkel' were grown with the application of foliar fertilizer potassium humate HK-17 (400 g/ha) in the earing and milk ripeness stages, and Agriflex Amino growth regulator (200 g/ha) in the earing stage. **Results.** In the flowering stage, the average leaf area in the experiment was 44.9 thousand m²/ha. In particular, in variety 'Zoria Ukrainy' it was 45.3 thousand m²/ha, 'Europe' 45.5 thousand m²/ha, and 'Atterhauer Dinkel' 43.8 thousand m²/ha. A positive effect of foliar application of potassium humate in the earing stage was determined. Potassium humate contributed to an increase in the leaf area in the flowering stage of 2.1 thousand m²/ha, while an increase in the leaf area provided by application of Agriflex Amino in the earing stage was 1.0 thousand m²/ha. In the stage of milky grain ripeness, the average leaf area was 27.1 thousand m²/ha: 27.6 thousand m²/ha in 'Zoria Ukrainy', 27.8 thousand m²/ha in 'Europe', and 25.9 thousand m²/ha in 'Atterhauer Dinkel'. The application of potassium humate HK-17 in the earing stage contributed to obtaining an additional leaf area of 0.98 thousand m²/ha and Agriflex Amino of 0.48 thousand m²/ha. At the same time, the application of potassium humate HK-17 in the stage of milk ripeness did not affect the change of this indicator. The highest indicators of net productivity of photosynthesis in variety 'Zoria Ukrainy' (1.07–1.08 g/m² of dry matter per day) were in the treatment with potassium humate HK-17 in the earing stage and repeated in the milk ripeness stage. On the other hand, in 'Europe' variety, the treatment with potassium humate in the earing stage repeated in the milk ripeness stage in combination with the application of Agriflex Amino growth regulator in the earing stage was 1.17 g/m² of dry matter per day: it appeared the best treatment. The highest indicators of NPP were in sowings of 'Atterhauer Dinkel' variety, despite the fact that it had a slightly smaller leaf area. In particular, in the case of application of potassium humate in the earing stage repeated in the milk ripeness stage, the NPP was 1.18 g/m² of dry matter per day, and for the combination with the application of Agriflex Amino growth stimulator in the earing stage it was 1.21 g/m² of dry matter per day. **Conclusions.** The conducted research confirms the expediency of the foliar application of fertilizer potassium humate HK-17 and growth regulator Agriflex Amino in cultivation of spelt, which improves the course of photosynthetic processes in sowings during vegetation and thus provides optimal conditions for the obtaining high crop productivity.

Keywords: spelt; variety; plant growth regulator; potassium humate; leaf area; chlorophyll content; photosynthetic potential of crops; net photosynthetic productivity.

Надійшла / Received 05.10.2023
Погоджено до друку / Accepted 24.10.2023