

## КОНТРОЛЬ СТАНУ ПОСІВІВ ЗА ФЛУОРЕСЦЕНІЄЮ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ОРГАНОГЕНЕЗУ

**В. М. СТАРИЧЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук  
ННЦ «Інститут землеробства НААН»

**М. В. ПАТИКА**, доктор сільськогосподарських наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування  
України

**Л. М. ГОЛИК**, кандидат сільськогосподарських наук  
ННЦ «Інститут землеробства НААН»  
E-mail: n\_patyka@mail.ru

**Анотація.** Вивчено фізіологічний стан пшениці м'якої озимої на різних етапах органогенезу через визначення вмісту і активності хлорофілу в досліджуваних рослинах шести сортів методом фотоіндукції флуоресценції хлорофілу і реакцію цих сортів на умови перезимівлі. У результаті досліджень встановлено суттєву різницю за вмістом та активністю хлорофілу між сортами на різних етапах органогенезу. Показано можливість оцінювання зимостійкості за допомогою методу індукції флуоресценції хлорофілу.

**Ключові слова:** флуоресценція хлорофілу, фотосинтез, сортова різниця, зимостійкість.

**Актуальність.** Одним із сучасних та інформативних методів визначення впливу факторів довкілля й антропогенного навантаження на фізіологічний стан сільськогосподарських культур є застосування експресного методу фотоіндукції флуоресценції хлорофілу. Оскільки біохімічні реакції обумовлюють фотосинтез і флуоресценцію хлорофілу та є основними фізіологічними шляхами, що пов'язані з метаболічними перетвореннями поглиненої світлової енергії і передачі її до трофічних реакційних центрів фотосинтезу, переважно оперативна діагностика фізіологічного стану рослин безпосередньо в посівах дає можливість отримати важливу інформацію про стан рослин [1].

Принцип, що лежить в основі аналізу флуоресценції хлорофілу, є відносно простим і надійним. Світлова енергія, що поглинається хлорофілом у листі, може пройти один із трьох шляхів: бути використана для фотосинтезу (фотохімії), надлишкова енергія може розсіюватися у вигляді тепла або може повторно випромінюватися у вигляді флуоресценції хлорофілу. Ці три процеси відбуваються в певному балансі: будь-яке збільшення активності одного призведе до зниження двох інших. Отже, вимірявши вихід флуоресценції

Добавлено примечание ([A1]): Є назви п'яти розділів з шести.

Добавлено примечание ([A2]): Неправильне закінчення. З яким словом узгоджується слово «передачі»?

хлорофілу, можна отримати інформацію про зміни в ефективності фотохімії та розсіювання тепла. Хоча загальна кількість флуоресценції хлорофілу дуже мала (тільки 1-2% від загального поглиненого світла), виміряти її досить легко. Спектр флуоресценції відрізняється від поглиненого світла піком випромінювання флуоресценції з більшою довжиною хвилі, ніж поглинання. Отже, вихід флуоресценції хлорофілу може бути кількісно визначено через освітлення листа певної довжини хвилі і вимірювання кількості відбитого світла [2, 3, 4].

У більшості наукових досліджень для вимірювання параметрів фотосинтезу рослин використовують показник швидкої флуоресценції, тобто вимірювання енергії, яка не вступила в реакцію фотосинтезу і не перейшла в тепло після поглинання клітиною кванта світла [5]. Залежність флуоресценції від часу після початку освітлення називають кривою індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) або індукційною кривою [6, 7].

Фотосинтез – це процес, який забезпечує метаболічні перетворення в клітині, тому збереження фотосинтетичної активності в різних умовах визначає стійкість рослин до чинників навколишнього середовища. Основна увага дослідників була спрямована на вивчення реакції рослини на різноманітні стресогенні чинники [8, 9, 10], натомість перспективним є дослідження особливостей сортів за активністю фотосинтетичного апарату в селекції. На пшениці м'якій метод індукції хлорофілу також застосовувався для оцінювання їхньої посухостійкості та жаростійкості [12].

**Метою наших досліджень** було вивчення фізіологічного стану пшениці м'якої озимої на різних етапах органогенезу через визначення вмісту хлорофілу в досліджуваних рослинах різних сортів і реакцією їх на умови перезимівлі.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводили протягом вегетаційного періоду в польових дослідах у селекційній сівозміні ДПДГ «Чабани» Києво-Святошинського району Київської області. Предметом досліджень стали спектри відбиття флуоресценції хлорофілу сортів пшениці озимої Миронівська 808 – St., Перлина Лісостепу (к/с 1), Поліська 90 (к/с 2), Аналог (к/с 3), Столична (к/с 4), Артеміда (к/с 5), Бенефіс (к/с 6). Для вимірювання використовували по десять рослин із трьох рандомізовано розміщених ділянок кожного сорту. Вимірювання проводили у фазі кущення (29.03.2014), у фазі трубкування (29.04.2014) та у фазі цвітіння (29.05.2014).

Для вивчення стану фотосинтетичного апарату рослин застосовували метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) у листках, для чого вимірювали спектри відбиття і поглинання світла листками. Результати отримували у вигляді кривої Каутського, яка відображає часову залежність інтенсивності флуоресценції хлорофілу. Форма цієї кривої досить чутлива до змін, які відбуваються у фотосинтетичному апараті рослин при адаптації до різних умов навколишнього середовища

Добавлено примечание ([A3]): Неправильне закінчення.  
З яким словом узгоджується слово «реакцією»?

[1, 2]. Суть методу в тому, що рослину тримають в темноті, а потім на деякий час освітлюють. Хлорофіл, який міститься в хлоропластах листків, починає світитися (флуоресціювати). Сила світіння спочатку швидко зростає, досягає максимуму, а потім знижується за досить складною траєкторією, поки не досягне сталого рівня. Графік змін флуоресценції від моменту початку освітлення до досягнення стаціонарного рівня (крива ІФХ) передає інформацію про стан фотосинтезувального апарату. З практичною метою використовують декілька стандартних кількісних показників, вирахованих за цим графіком [8].

Визначення проводили однопроменевим флуорометром «Флоратест» у трихвилинному режимі. Фізіологічно значущі дані отримували на основі аналізу таких кінетичних параметрів, як фонова, або мінімальна флуоресценція ( $F_0$ ), плато ( $F_p, F_{pl}$ ), максимальна флуоресценція ( $F_m$ ) і стаціонарна флуоресценція ( $F_s, F_t, F_{st}$ ) [1, 2, 10, 11, 12]. Для розрахунків консенсусом прийняли позначення стаціонарної флуоресценції  $F_s$ , оскільки саме в такому вигляді позначення найчастіше трапляється в літературі, опублікованій кирилицею. У літературі на латиниці консенсусним вважають позначення  $F_t$  [2]. Обчислювали параметри  $F_v = F_m - F_0$  (варіабельна флуоресценція) [11] та індекс життєздатності  $RF_d = F_d / F_s = (F_m - F_s) / F_s$  [8, 13]. Найкориснішим є параметр, який вимірює ефективність фотосистеми II фотохімії,  $\Phi_{PSII}$ , який обчислюють як  $\Phi_{PSII} = (F_m - F_t) / F_m$ . Цей параметр вимірює частку світла, поглиненого хлорофілом, пов'язаним з PSII (фотосистемою II), який використовують у фотохімії. Отже, він може визначати міру швидкості лінійного транспорту електронів і відповідно значення загального фотосинтезу [2]. Згідно з настановою з експлуатації застосованого флуорометра [11], цей показник позначають  $K_2$  – коефіцієнт індукції флуоресценції. У лабораторних умовах є сильна лінійна залежність між цим параметром і ефективністю фіксації вуглецю. Оскільки  $\Phi_{PSII}$  є квантовим виходом ФС II фотохімії, вона може бути використана для розрахунку лінійної швидкості перенесення електронів і, отже, загальної здатності до фотосинтезу в природних умовах [2].

Іншим широко використовуваним параметром флуоресценції, вимірюванням фотохімії, є «фотохімічне гасіння»,  $QP$ . Його обчислюють як  $QP = (F_m - F_t) / (F_m - F_0)$ , що дає уявлення про співвідношення реакційних центрів ФС II, які є відкритими.  $\Phi_{PSII}$  і  $QP$  можуть бути пов'язані між собою за допомогою третього параметра –  $F_v / F_m$ . Він є мірою внутрішньої (або максимальної) ефективності PSII (тобто квантової ефективності, якщо всі PSII центри були відкриті).  $F_v / F_m$  обчислюють як  $F_v / F_m = (F_m - F_0) / F_m = \Phi_{PSII} / QP$ . Отже, в той час як  $\Phi_{PSII}$  стосується досягнутої ефективності,  $QP$  і  $F_v / F_m$  надають інформацію про процеси, що лежать в основі зміни ефективності фотосинтезу. Зміна  $QP$  відбувається через закриття реакційних

Добавлено примечание ([A4]): До якого слова?

Добавлено примечание ([A5]): Хто вона? Фотохімія

Добавлено примечание ([A6]): Із чим узгоджуються ці слова?

центрів унаслідок насичення фотосинтезу світлом. Зміна  $F_v/F_m$  обумовлена зміною ефективності нефотохімічного гасіння. Значення  $F_v/F_m$  відображають потенційну квантову ефективність PSII і використовуються як чутливий індикатор продуктивності фотосинтетичного апарату рослин з оптимальними значеннями приблизно 0,83, вимірними для більшості видів рослин. Значення нижче ніж 0,83 означає, що рослина піддалася впливу стресу, про що свідчить, зокрема, явище фотоінгібування [2].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Вимірювання флуоресценції хлорофілу в листках у фазі кущення озимої пшениці у третій декаді березня показали, що за всіма основними показниками кращими є сорти пшениці озимої Бенефіс і Миронівська 808 (табл. 1). Параметри максимальної флуоресценції  $F_m$ , індексу життєздатності  $RF_d$ , загального фотосинтезу  $\Phi_{PSII}$ , фотохімічного гасіння  $QP$  були найвищі у сорту Бенефіс і становили 1496 відносних одиниць, 0,93, 0,48 та 0,85 відповідно, проте індекс потенційної ефективності фотосинтезу  $F_v/F_m$  найвищим був у сорту Миронівська 808 і становив 0,57. Крива флуоресценції сорту Столична (рис. 1) свідчить, що цей сорт на момент вимірювання був у пригніченому стані, на що вказує і низький коефіцієнт життєздатності  $RF_d = 0,38$ . Сорти з найвищою кількістю й активністю хлорофілу на зазначену дату, Бенефіс та Миронівська 808, водночас мають високу зимостійкість, сорт Миронівська 808 є стандартом за зимостійкістю.

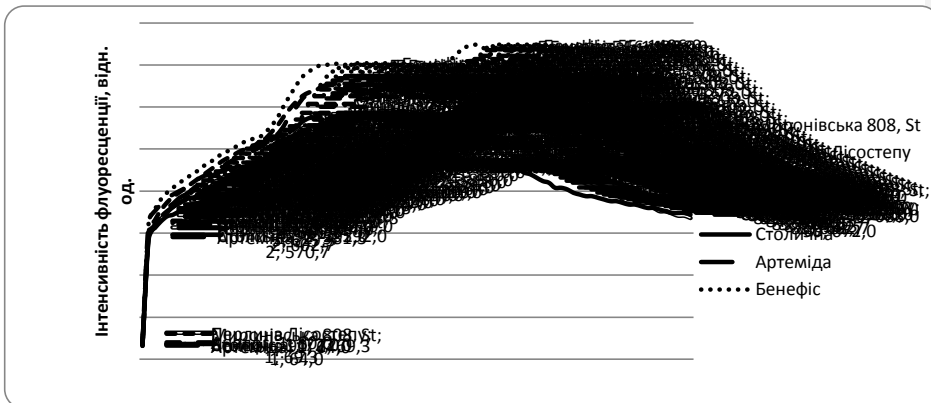
#### 1. Параметри флуоресценції хлорофілу в листках пшениці м'якої озимої у фазу кушіння

Сорти	Показники, відносних одиниць				Індекси				
	$F_o$	$F_p$	$F_m$	$F_s$	$F_v$	$RF_d$	$\Phi_{PSII}$	$QP$	$F_v/F_m$
Миронівська 808, St	602,7	1290,7	1418,7	752,0	816,0	0,89	0,47	0,82	0,58
Перлина									
Лісостепу	570,7	1114,7	1162,7	672,0	592,0	0,73	0,42	0,83	0,51
Поліська 90	592,0	1104,0	1216,0	709,3	624,0	0,71	0,42	0,81	0,51
Аналог	656,0	1304,0	1320,0	776,0	664,0	0,70	0,41	0,82	0,50
Столична	592,0	952,0	952,0	688,0	360,0	0,38	0,28	0,73	0,38
Артеміда	581,3	1162,7	1200,0	720,0	618,7	0,67	0,40	0,78	0,52
Бенефіс	648,0	1408,0	1496,0	776,0	848,0	0,93	0,48	0,85	0,57

Криві індукованої флуоресценції хлорофілу, отримані у фазу цвітіння (29 травня 2014 р.), мали форму, подібну до кривих, отриманих раніше, з чітко вираженими показниками  $F_p$  та  $F_m$  (рис. 2). Видно, що інтенсивність фотосинтезу сорту Миронівська 808 значно знизилась,  $F_m$ , що становить менше ніж 1000 відносних одиниць. Варто зазначити, що цей сорт належить до попередньої сортозміни і, відповідно, мав нижчу урожайність порівняно з іншими

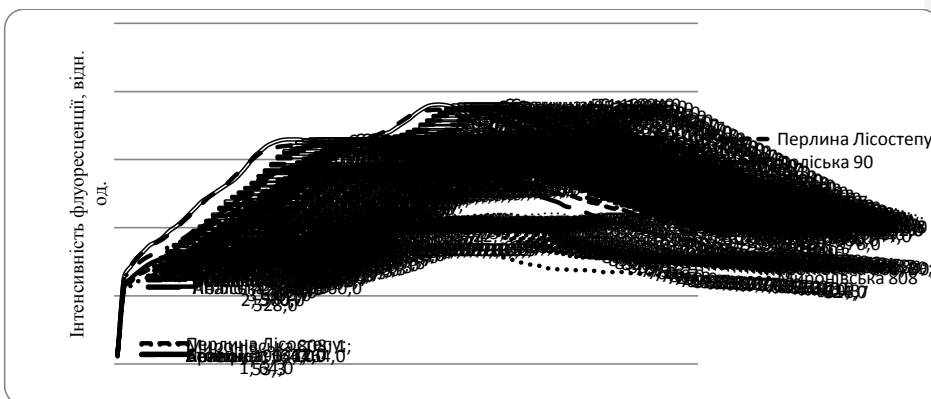
Добавлено примечание ([A7]): немає зв'язку.

досліджуваними сортами. Ймовірно, низька інтенсивність фотосинтезу в період цвітіння є однією з передумов зниження урожайності.



**Рис. 1. Крива індукованої флуоресценції хлорофілу в листках пшениці озимої, фаза кущіння**

Добавлено примечание ([A8]): Сканований рисунок.



**Рис. 2. Крива індукованої флуоресценції хлорофілу в листках пшениці озимої, фаза цвітіння**

Добавлено примечание ([A9]): Сканований рисунок.

Найвищий уміст хлорофілу та інтенсивність фотосинтезу в цей період відзначено в сортів Столична й Артеміда, дещо гірший – у сортів Бенефіс і Поліська 90, про що свідчить високий показник  $F_m$ , а також високі індекси життєздатності та загального ефективного фотосинтезу (табл. 2). Найнижчий індекс життєздатності в цей період спостерігався у сортів Перлина Лісостепу й Аналог, а найнижчий індекс продуктивності фотосинтетичного апарату  $F_v/F_m$  – у сорту Миронівська 808.

На рис. 3 показано криві Каутського для кожного з досліджуваних сортів на трьох етапах органогенезу. Оскільки вимірювання

проводилися одночасно на всіх сортах, які належать до різних груп стиглості, етапи розвитку окремих сортів можуть бути дещо зміщені. Показано, що максимальна кількість хлорофілу в листках та інтенсивність фотосинтезу в більшості сортів спостерігались у фазі трубкування, дещо нижчі – у фазі цвітіння та мінімальні – у фазі кушення. У сорту Столична найвища інтенсивність фотосинтезу спостерігалась у фазі цвітіння. Скоростиглий сорт Аналог мав найвищу інтенсивність фотосинтезу порівняно з іншими сортами за вимірювання в третій декаді квітня, що ми пов'язуємо з його прискореним розвитком у цей період. Високоврожайні сорти Столична та Артеміда мали підвищену інтенсивність фотосинтезу під час цвітіння. Сорти Бенедіс і Миронівська 808 характеризуються найбільш вирівняними за етапами органогенезу кривими Каутського. Можна припустити, що поєднання в одному генотипі високої інтенсивності фотосинтезу на всіх етапах органогенезу через схрещування відповідних батьківських пар та подальший селекційний добір дозволить отримати зразки з підвищеною продуктивністю фотосинтетичного апарату.

## 2. Параметри флуоресценції хлорофілу в листках пшениці м'якої озимої у фазу цвітіння

Сорти	Показники, відносних одиниць					Індекси			
	$F_o$	$F_p$	$F_m$	$F_s$	$F_v$	$RF_d$	$\Phi_{PSII}$	$QP$	$F_v/F_m$
Миронівська									
808, St	528,0	938,7	986,7	618,7	458,7	0,59	0,37	0,80	0,46
Перлина									
Лісостепу	560,0	1350,0	1454,0	976,0	894,0	0,49	0,33	0,53	0,61
Поліська 90	560,0	1477,0	1584,0	901,3	1024,0	0,76	0,43	0,67	0,65
Аналог	565,0	1472,0	1637,0	1056,0	1072,0	0,55	0,35	0,54	0,65
Столична	632,0	1440,0	1909,0	992,0	1277,0	0,92	0,48	0,72	0,67
Артеміда	629,0	1648,0	1866,7	992,0	1237,7	0,88	0,47	0,71	0,66
Бенедіс	613,0	1145,3	1637,3	944,0	1024,3	0,73	0,42	0,68	0,63

Оскільки відомо декілька параметрів, які розраховують за кривою флуоресценції хлорофілу, було досліджено кореляційні зв'язки між цими параметрами з метою визначення доцільності обчислення кожного з них. Результати наведено у таблиці 3, де у правій частині таблиці показано коефіцієнти кореляції між параметрами, отриманими у фазу кушення пшениці озимої, а у лівій частині – у фазу цвітіння. У фазу кушення зв'язок між усіма обчисленими індексами був досить тісним, проте у фазу цвітіння тільки індекси  $RF_d$  та  $\Phi_{PSII}$  показали тісну залежність ( $r = 1$ ). Отже, оскільки ці параметри дублюють один одного, проводячи дослідження, можна знехтувати одним із них.



Рис. 3. Флуоресценція хлорофілу у фазу:  
 ----- кущення; — трубкування; ..... цвітіння

Добавлено примечание ([A10]): Сканий рисунок.

**3. Кореляційні зв'язки між параметрами та індексами флуоресценції хлорофілу на різних фазах органогенезу**

Параметр	$F_o$	$F_p$	$F_m$	$F_s$	$F_v$	$RF_d$	$\Phi_{PSII}$	$QP$	$F_v/F_m$
$F_o$		0,74	0,63	0,89	0,49	0,37	0,34	0,43	0,28
$F_p$	0,51		0,76	0,89	0,93	0,87	0,85	0,79	0,83

$F_m$	0,88	0,81		0,83	0,99	0,95	0,93	0,83	0,91
$F_s$	0,60	0,79	0,85		0,74	0,60	0,58	0,49	0,49
$F_v$	0,84	0,84	1,00	0,87		0,98	0,96	0,83	0,96
$RF_d$	0,80	0,42	0,68	0,20	0,65		0,99	0,90	0,98
$\Phi_{PSII}$	0,78	0,39	0,66	0,17	0,63	1,00		0,91	0,84
$QP$	0,11	-0,41	-0,24	-0,70	-0,28	0,54	0,56		0,84
$F_v/F_m$	0,69	0,86	0,94	0,94	0,96	0,46	-0,50	-0,50	

**Висновки і перспективи.** Отже, встановлено диференціацію сортів за інтенсивністю фотосинтезу на різних етапах органогенезу. Визначено сорти з підвищеною інтенсивністю фотосинтезу на окремих етапах.

Визначено, що після перезимівлі за результатами індукції флуоресценції хлорофілу в листках кращими є сорти пшениці озимої Бенефіс і стандарт Миронівська 808, відомі високою зимостійкістю. 29.04.2014, перед виходом рослин у трубку, найвища інтенсивність фотосинтезу спостерігалась у ранньостиглого сорту Аналог. У фазу цвітіння (29.05.2014) найінтенсивніший фотосинтез відзначено в сортів Столична та Перлина Лісостепу, які мають найвищу потенційну продуктивність за елементами структури колоса серед досліджуваних зразків.

Зроблено припущення про можливість поєднання в одному генотипі високої інтенсивності фотосинтезу на всіх етапах органогенезу.

#### Список використаних джерел

1. Патика, М. В. Моніторинг ростових процесів рослин в агрофітоценозах експрес-методом індукції флуоресценції хлорофілу/ М.В. Патика, В.В. Груша, Т. І. Гордієнко // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН», випуск 3. К., 2014. – С.49-55.
2. Maxwell Kate, Giles N. Johnson. Chlorophyll fluorescence – a practical guide / Kate Maxwell, Giles N. Johnson // Journal of experimental botany. – Volume 51, 2000. – Issue 345. – Pp. 659-668.
3. Сімейство портативних приладів «Флоратест»: підготовка до серійного виробництва / В. О. Романов, Д. М. Артеменко, Ю. О. Брайко та ін. // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2011. – №10. – С. 85-93.
4. Корнеев, Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д. Ю. Корнеев. – К.: Альтерпрес, 2002. – 188 с.
5. Рубин, А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге / А. Б. Рубин // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – 6, №4. – С. 7-13.
6. Брайон, О. В. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу. Методичні вказівки для студентів біологічного факультету / О. В. Брайон, Д. Ю. Корнеев, О. О. Снегур, О. І. Китаєв. – К.: Видавничо-поліграфічний центр Київського університету, 2000. – 15 с.

Добавлено примечание ([A11]): Оформление не відповідає вимогам. Використано табуляцію.



7. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. – Санкт-Петербург: Издательство С.-Пет. Университета, 2004. – 367 с.

8. Нестеренко, Т. В. Индукция флуоресценции хлорофилла и оценка устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям / Т. В. Нестеренко, А. А. Тихомиров, В. Н. Шихов // Журнал общей биологии. – Том 68, 2007. – №6, С.444-458.

9. Олексійченко, Н. О. Особливості індукції флуоресценції хлорофілу в листках деревних рослин в умовах урбанізованого середовища / Н. О. Олексійченко, О. І. Китаєв, М. О. Совакова, О. В. Соваков, М. О. Борщевський // Біоресурси і природокористування. – 2013. – 5, №5-6. – С. 107-112.

10. Сарахан, Є. В. Особливості практичного застосування портативних біосенсорних приладів сімейства «Флоратест» / Є. В. Сарахан // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2011. – №10. – С. 94-103.

11. Портативний флуорометр «Флоратест» (настанова з експлуатації) / Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України. – 2011. – 27 с.

12. Sayed O. H. Chlorophyll fluorescence as a tool in cereal crop research / *Photosynthetica*. – 2003. – 41 (3). – P. 321-330.

13. Годлевська, О. О. Застосування портативного флуориметра для оцінювання резистентності рослин до біотичних факторів / Годлевська, О. О., Залоїло, І. А., Кожем'яко, Я. В., Посудін, Ю. І. // Науковий вісник НУБіП України, 161 (2011).

#### References

1. Patika M.V. Monitoring of growing processes of plants in agrophytocenosis by express-methods of chlorophyll induction fluorescence / M.V. Patika, V.V. Grusha, T.I. Gordienko // Proceedings of the NSC "Institute of Agriculture NAAS», Vol. 3. Kyiv, 2014. – P. 49-55.

2. Maxwell Kate, Giles N. Johnson. Chlorophyll fluorescence – a practical guide / Kate Maxwell, Giles N. Johnson // Journal of experimental botany. – Volume 51, 2000. – Issue 345. – P. 659-668.

3. Family of portable devices "Floratest": pre-production / V.A. Romanov, D.N. Artemenko, Y.O. Brayko and others // Computer means, networks and systems. – 2011. – №10. – P. 85-93.

4. Korneyev D.U. Information possibilities of method induction fluorescence of chlorophyll / D.U. Korneyev. – K.: Alterpress, 2002. – 188 p.

5. Rubin A.B. Biophysical methods in environmental monitoring / A.B. Rubin // Educational Journal by Soros. – 2000. – 6, №4. – P. 7-13.

6. Briyon O.V. Instrumental study photosynthetic apparatus using chlorophyll fluorescence induction. Guidance for students of biological faculty / O.V. Brayon, D.Y. Korneev, A. Snehur, A. Kitaev. - K.: Publishing and printing center of Kiev University, 2000. – 15 p.

7. Medvedev S.S. Plant physiology / S.S. Medvedev. – Sankt-Petersburg: Publishing of Sankt-Petersburg University, 2004. – 367 p.

8. Nesterenko T.V. Chlorophyll fluorescence induction and evaluation of plants for Stability negative impact / T.V. Nesterenko, A.A. Tikhomirov, V.N. Shyhov // Journal of Global biology – Vol. 68, 2007. – №6, P. 444-458.

Добавлено примечание ([A12]): Немає розділу «References».

9. Oleksiychenko N.O. Features of induction of chlorophyll fluorescence in leaves of woody plants under urban environment / N.O. Oleksiychenko, O.I. Kitaev, M.O. Sovakova, A.V. Sovakov, M.O. Borschevsky // Life and Environmental Sciences. - 2013. – 5, № 5-6. – P. 107-112.

10. Sarakhan E.V. Features practical application of a portable biosensor device family "Floratest" / E.V. Sarahan // Computer means, networks and systems. – 2011. – №10. – P. 94-103.

11. Portable fluorometer "Floratest" (manual adjustment) / Institute of Cybernetics. Glushkov NAS of Ukraine. – 2011. – 27 p.

12. Sayed O.H. Chlorophyll fluorescence as a tool in cereal crop research / Photosynthetica. – 2003. – 41 (3). – P. 321-330.

13. Godlevska O.O. The use of portable fluorimeters to evaluate the resistance of plants to biotic factors / Godlevska A.A., Zaloyilo I.A., Kozhemiako Y., Posudin Y. // Scientific Herald NUBiP Ukraine, 161 (2011).

### **КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ПО ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ОРГАНОГЕНЕЗА**

***V. H. Стариченко, Н. В. Патыка, Л. Н. Голик***

**Аннотация.** *Изучено физиологическое состояние пшеницы озимой мягкой на различных этапах органогенеза путём определения количества и активности хлорофилла в исследуемых растениях различных сортов методом фотоиндукции флюоресценции хлорофилла и реакцию этих сортов на условия перезимовки. В результате исследований установлено существенную разницу в количестве и активности хлорофилла между сортами на различных этапах органогенеза. Показана возможность оценивания зимостойкости с помощью метода индукции флюоресценции хлорофилла.*

**Ключевые слова:** *флюоресценция хлорофилла, фотосинтез, сортовая разница, зимостойкость.*

### **STATE CONTROL IN CROPS CHLOROPHYLL FLUORESCENCE IN WHEAT LEAVES SOFT WINTER AT VARIOUS STAGES OF ORGANOGENESIS**

***V. Starychenko, M. Patyka, L. Golyk***

**Abstract.** *The aim of research was to investigate the physiological condition of bread wheat at various stages of organogenesis by determining the content and activity of chlorophyll in plants of using method of induction chlorophyll fluorescence and reaction these varieties for wintering conditions. As a result of research found a significant difference in*

*chlorophyll content and activity among varieties in various stages of organogenesis. The possibility of winter resistance evaluation by the method of induction of chlorophyll fluorescence is shown.*

**Keywords:** *chlorophyll fluorescence, photosynthesis, varietal difference, winter resistance.*