ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ РОСЛИН КОЛОНОПОДІБНИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ

О. С. ГАВРИЛЮК, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Т. Є. КОНДРАТЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор
кафедри садівництва ім В. Л. Симиренка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

О. І. КИТАЄВ, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Інститут садівництва НААН

E-mail: oleksandr.havryljuk@gmail.com; hortdep@gmail.com; O_kitaev@i.ua

Анотація. Дослідження функціонального стану листкового апарату рослин шести сортів колоноподібної яблуні було проведено в лабораторії фізіології рослин та мікробіології Інституту садівництва НААН за допомогою портативного приладу «Floratest». Визначено показники, які відображають перебіг процесу фотосинтезу в листі рослин. За змінами ІФХ (індукція флуоресценції хлорофілу) листків охарактеризовано ефективність проходження світлових фаз фотосинтезу та фотохімічних процесів темної фази; за змінами параметрів ІФХ встановлено малу їхню мінливість у часі в листках колоноподібних яблунь. Комплексним аналізом функціональних показників відзначено високу стабільність фотосинтетичних процесів в листках усіх колоноподібних сортів яблуні. За порівняльним аналізом параметрів ІФХ листків не виявлено негативного впливу комплексу зовнішніх факторів довкілля на активність реакційних центрів і ефективність темнових фотохімічних процесів. Визначено зменшення на 8-35 % кількості неактивних реакційних центрів ФС2 в третій декаді липня порівнянно з початком цього місяця. Ефективність світлової фази фотосинтезу у третій декаді липня в листках колоноподібних яблунь змінюється не суттєво щодо аналогічних показників, отриманих в першій декаді. Відмічено стабільність світлової фази фотосинтезу щодо темнових фотохімічних процесів у рослинах та достатньо високий адаптивний потенціал досліджуваних сортів до умов вирощування, а також їх високий потенціал продуктивності.

Ключові слова: яблуня, колоноподібні сорти яблуні, індукція флуоресценції хлорофілу, фотосинтез.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Т. Є. Кондратенко

Актуальність.

Абсолютно нові перспективи в еволюції яблуневого саду відкрились у зв'язку з появою спонтанного мутанта «Важак» (Mcintosh Wijcik), який став основою в селекції колоноподібних сортів у всьому світі. Мутація характеризується незвичним типом крони та габітусом рослини, а також посиленням закладанням генеративних органів. Ідентифікація гену колоноподібності (Co) у «Важака» відкрила принципово нові можливості в селекції яблуні за будовою рослин з колоноподібним габітусом росту та потенційною врожайністю понад 400 т / га [7].

іологічною особливістю колон є майже повна відсутність бічного гілкування, формування врожаю на простих і складних кільцївках, що розташовуються на стовбурі дерева, карликовий тип росту, скороплідність і висока врожайність [4, 7]. Українськими селекціонерами створено понад 20 колоноподібних сортів яблуні. Деякі з них успішно витримали первинне і державне сортовивчення, у теперішній час проходять технологічне оцінювання у невеликих промислових насадженнях різного типу. Ці дослідження свідчать про спроможність «колон» формувати високу врожайність плодів одномірних за формою і розміром, які розташовані на 2-15-річних складних кільцївках, що не є характерним для звичайних сортів яблуні. Цю незвичність у деяких властивостях колоноподібних сортів яблуні ми досліджували, оцінюючи функціональний стан їхнього фотосинтетичного апарату за допомогою методу індукції флуоресценції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) все частіше використовують для аналізу фотосинтетичних процесів у листі, оскільки існує безпосередній зв'язок між інтенсивністю флуоресценції нативного хлорофілу та фотосинтетичними реакціями [13]. Тому цей метод застосовують у діагностиці функціонального стану рослин та цілих екосистем [2, 11]. За допомогою ІФХ відзначають також чутливість процесу фотосинтезу до дії різних стресових чинників, таких як температура, важкі метали, інтенсивність світла, забруднення атмосферного повітря [3], дія токсинів та зміна вертикальної зональності.

Мета дослідження. Дослідження ефективності функціонування фотосинтетичного апарату колоноподібних сортів яблуні, на наш погляд, дадуть змогу встановити потенціал продуктивності рослин та причини довговічності складних кільцївок і в подальшому обґрунтувати перспективи використання виду в певних моделях інтенсивного саду. Тому мета дослідження полягала у визначенні функціонального стану і фотосинтетичного потенціалу рослин колоноподібних сортів яблуні методом аналізу флуоресцентних показників фотосинтетичної активності листя.

Матеріали і методи дослідження.

Експериментальні дослідження з визначення функціонального стану листків колоноподібних сортів яблуні проводили в лабораторії фізіології рослин та мікробіології Інституту садівництва НААН (ІС НААН). Об'єк-

тами дослідження були шість сортів яблуні колоноподібного типу трьох еколого-географічних груп вітчизняної та зарубіжної селекції в насадженнях яблуні первинного сортовивчення ІС НААН. Насадження (не зрошуване) закладено в 2002 та 2010 рр. згідно методики первинного сортовипробування. Деревя на підщепі 54-118 висаджено за схемою 4х1м. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на карбонатному лесі, типовий на правобережній частині західного Лісостепу. Система утримання ґрунту у міжряддях саду – дерново-перегнійна, у пристовбурних смугах – гербіцидний пар. Клімат – помірно-континентальний. Середньорічна температура повітря становить 7,3°С з кількістю опадів за рік 657 мм [12].

Експрес-діагностику стану рослин проводили за допомогою портативного хронофлуорометра «Floratest», що дозволяло контролювати роботу фотосистеми 2 (ФС2) хлоропластів [6]. Даний прилад реєструє «криву Каутського» (індукційні зміни флуоресценції), форма якої повністю віддзеркалює перебіг процесів фотосинтезу в хлоропластах листків [1]. Рослинні зразки аналізували в першій та третій декадах липня 2018 року, у двадцятикратному повторенні у період, коли листові пластинки повністю сформувались; тривалість циклу одного вимірювання становила 3 хв.

Під час оцінювання функціонального стану фотосинтетичного апарату за індукційними змінами флуоресценції хлорофілу використали комплекс параметрів, які дозволили проаналізувати зміни фотосинтетичних процесів у листках, а саме:

F_o – “фоновий” рівень флуоресценції; залежить від втрат енергії збудження

під час міграції пігментною матрицею, а також від вмісту молекул хлорофілу, які не мають функціонального зв’язку з реакційними центрами (РЦ);

F_pL («плато») – рівень флуоресценції на час досягнення тимчасового сповільнення зростання її сигналу (F_pL), зумовлений швидким насиченням енергією реакційних центрів ФС2, які не відновлюють первинний акцептор Q_a , тобто не передають енергію на електронно-транспортний ланцюжок (біохімічні реакції, виробництво АТФ – основного «палива» клітини, необхідного для її роботи);

F_p – максимальне значення флуоресценції;

F_t – стаціонарний рівень, який характеризується динамічною рівновагою між процесами, які зумовлюють збільшення флуоресценції, та процесами, які призводять до її зменшення.

Аналітичним методом було розраховано такі показники:

K_{pl} – коефіцієнт плато за насичуючий фотосинтез інтенсивності збуджуючого світла (вище 400 Вт / м²), характеризує частку первинних акцепторів електронів ФС2 – Q_a , що не відновлюють реакційні центри:

$$K_{pl} = \Delta F_{pL} / F_v, \quad (1)$$

$$\text{де } \Delta F_{pL} = F_{pL} - F_o, F_v = F_{max} - F_o.$$

За умови нашого експерименту, за інтенсивності збуджуючого світла менше 100 Вт / м² розраховуємо «діагностичний» K^*_{pL} :

$$K^*_{pL} = \Delta F_{pL} / F_v, \quad (2)$$

$$\text{де } \Delta F_{pL} = F_{pL} - F_o, F_v = F_p - F_o.$$

K_i – коефіцієнт індукції флуоресценції хлорофілу показує частку хлорофілів, які беруть участь у фотосинтезі, від загальної їхньої кількості та визначає ефективність світлової фази фотосинтезу: F_v / F_p ;

Rfd – коефіцієнт ефективності темнових фотохімічних процесів або

коефіцієнт спаду флуоресценції, який характеризує квантову ефективність фотосинтезу (індекс життєздатності):

$$(F_p - F_t) / F_t \quad (3)$$

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою пакета програм Microsoft Office (Excel 2010).

Результати дослідження та їх обговорення.

Фоновий рівень флуоресценції (F_0) зумовлений емісією світла, яке випромінюється хлорофілами листя. Енергія останніх не надходить до реакційних центрів. У першій та третій декадах липня F_0 листя у всіх колоноподібних сортів яблуни варіював у межах 363-448 та 266-332 у. о. відповідно (табл. 1, 2).

Враховуючи те, що для листя рослин, які культивуються в сприятливих умовах, даний показник (F_0) невеликий, більш ефективно використання листям квантів енергії поглинутого світла відмічено нами в третій декаді липня у порівняння з першою на 24-31 % від F_p (рис. 1).

Значення флуоресценції на рівні F_{pL} опосередковане швидким насиченням енергією реакційних центрів ФС2, які не відновлюють первинний акцептор Q_a , що характеризує їх як не активні. Параметр ΔF_{pL} визначається величиною наростання флуоресценції від F_0 до F_{pL} (першого квазістаціонарного максимуму або, так званого, «плато» на індукційній кривій) і опосередкований періодом швидкого відновлення первинного акцептора в комплексах фотосистеми 2 (ФС2) (табл. 1, 2). Інтенсивність флуоресценції на рівні «плато» ($\Delta F_{pL} = F_{pL} - F_0$) була нижчою у третій декаді липня. Найвищий показник ΔF_{pL} є характерним для рослин сорту Президент, а найнижчий для сорту Валюта. Сорти Президент та Фаворит недостатньо ефективно використовують кванти світла.

Показник F_p характеризує найвищий рівень флуоресценції хлорофілу a і відображається у вигляді максимуму на індукційній кривій. Адаптивними змінами в структурі пігментного комплексу до умов освітлення зумовлено те, що даний показник є

Рис. 1. Відношення F_0 до F_p , %: 1 – перша декада липня; 2 – третя декада липня

Т1. Параметри (у. о.) показників функціонального стану листків колоноподібних яблунь (перша декада липня)

Показники функціонального стану	Параметри показників за сортами						
	Валюта	Президент	Танцівниця	Фаворит	Спарта	Болеро	НІР 05
F_o	400	443	363	448	404	390	45
F_{pl}	743	786	558	681	650	650	106
ΔF_{pl}	344	342	195	233	245	260	68
F_p	1 576	1 503	1 078	1 471	1 369	1 416	271
F_v	1 177	1 060	714	1 022	965	1 026	159
$K^*pL = \Delta F_{pl} / F_v$	0,293	0,333	0,28	0,233	0,258	0,27	0,066
$K_i = F_v / F_p$	0,743	0,698	0,655	0,688	0,703	0,71	0,052
F_t	493	569	378	536	467	503	90
$Rfd = (F_p - F_t) / F_t$	2,19	1,67	1,85	1,8	1,93	1,78	0,4

Таблиця 2. Параметри (у. о.) показників функціонального стану листків колоноподібних яблунь (третя декада липня)

Показники функціонального стану	Параметри показників за сортами						
	Валюта	Президент	Танцівниця	Фаворит	Спарта	Болеро	НІР ₀₅
F_o	277	321	266	332	307	286	43
F_{pl}	436	583	429	572	499	509	106
ΔF_{pl}	159	262	163	240	192	223	84
F_p	1 163	1 269	1 097	1 437	1 333	1 313	228
F_v	886	947	831	1 105	1 027	1 027	197
$K^*pL = \Delta F_{pl} / F_v$	0,191	0,267	0,195	0,214	0,19	0,212	0,066
$K_i = F_v / F_p$	0,759	0,739	0,753	0,767	0,768	0,78	0,032
F_t	399	429	376	425	432	411	107
$Rfd = (F_p - F_t) / F_t$	2,01	2,14	1,93	2,41	2,08	2,21	0,31

найбільш варіабельним. Максимальне значення флуоресценції у листі колоноподібних сортів у першій декаді липня було значно вищим, ніж у третій декаді, що зумовлено недостатньою інсоляцією в перший строк вимірювань [8]. Процес фотосинтезу за таких умов лімітується інтенсивністю світла, що надходить до рослини. Значення F_p у сорту Президент в

першій декаді липня був на рівні 1503 у. о., що є вищим, ніж у третій декаді липня на 15,6 % (рис. 2; табл. 1; 2).

Вважається, що у точці F_p за максимального рівня флуоресценції фотосинтез знаходиться на мінімальному рівні [6]. Так, у третій декаді липня інтенсивність фотосинтезу вища, ніж у першій декаді в сорту Валюта на 26 %; Президент – на 16 %; Фаворит – 2 %; Спарта

– 2 %; Болеро – 7 %. Сорт Танцівниця відзначається дещо вищим значенням F_p в третій декаді липня (на 2 %).

За даними М. М. Кирика, Ю. М. Таранухо [5], підняття рівня «діагностичного» K^*pl вище за 0,4 вказує на вірогідність ураження рослин вірусною інфекцією. Значення даного показника у досліджуваних сортів яблуні в першій декаді липня коливалися в межах 0,233-0,333, в третій

– 0,190-0,267. Це свідчить про те, що рослини досліджуваних сортів не інфіковані вірусом (рис. 3; табл. 1; 2).

ефективним засобом моніторингу стресових впливів довкілля на рослину є розрахунковий показник K_i . Зниження значень даного показника зумовлено пригніченням ФС2 і зменшенням частки реакційних центрів цієї системи, не здатних до відновлення [9]. За отриманими даними, показ-

Рис. 2. Максимальне значення флуоресценції у листках колоноподібних сортів яблуні: 1 – перша декада липня; 2 – третя декада липня

Рис. 3. Інтенсивність флуоресценції листків колоноподібних яблунь на рівні «діагностичного» коефіцієнта плато : 1 – перша декада липня; 2 – третя декада липня

ник K_i в листках колоноподібних сортів в першій декаді липня коливався у межах 0,655-0,743 у. о., а в третій декаді – 0,739-0,780 у. о., що вказує на високий рівень ефективності фотофізичних процесів поблизу реакційних центрів ФС2. Чим вище даний показник, тим краще відбувається поглинання CO_2 та вища інтенсивність фотосинтезу. У третій декаді липня в залежності від сорту даний коефіцієнт був вищим на 2,1-13,0 % (рис. 4).

Враховуючи те, що коефіцієнт індукції флуоресценції хлорофілу характеризує функціональну активність листків, і що з його допомогою можливо діагностувати потенційну продуктивність плодових утворень рослин, відзначаємо, що вона в усіх сортів знаходилась на високому рівні. Водночас найвищий рівень потенційної продуктивності наприкінці липня за величиною K_i спостерігався в сорту Болеро. Істотної різниці в ефективності світлової фази фотосинтезу в листках Болеро у порівнянні із сортами Спарта, Фаворит, Танцівниця та Валютане було виявлено, крім сорту Президент.

Останній суттєво поступався за даним показником лише сорту Болеро.

Коефіцієнт адаптивності або «індекс життєздатності» (Rfd) характеризує ефективність фотосинтетичних процесів [9], тому ми використовували його для оцінювання впливу умов вирощування на стан рослини. Зниження розрахункового показника Rfd до 1,47–1,91 у. о. свідчить про негативний вплив умов зростання або можливу дію стресового фактора на ефективність перебігу циклу Кальвіна. У рослин колоноподібних сортів в першій декаді липня індекс життєздатності перебував у межах 1,67-2,19 у. о. (рис. 5).

Ефективність фотосинтетичних процесів за коефіцієнтом адаптивності у сортів Президент, Танцівниця, Фаворит та Болеро вказує на низьку інтенсивність фотохімічних процесів у цих рослин в першій декаді липня (рис. 5). Значення Rfd в третій декаді липня для сортів Болеро, Спарта, Фаворит, Танцівниця та Президент було на рівень вище, ніж у першій декаді, а саме на 4,5-25,2 % (в залежності від сорту), що свідчить про високу інтенсивність

Рис. 4. Ефективність світлової фази фотосинтезу в листках колоноподібних сортів яблуні: 1 – перша декада липня; 2 – третя декада липня

Рис. 5. Ефективність темнових фотохімічних процесів в листках колоноподібних сортів яблуни : 1 – перша декада липня; 2 – третя декада липня

фотохімічних процесів у цих сортів. Значення Rfd лише в сорту Валюта в третій декаді липня зменшилося у порівнянні з першою декадою на 8,4 %.

Висновки і перспективи.

У результаті діагностики функціонального стану листової поверхні було визначено показники, які відображають перебіг процесу фотосинтезу в рослинах колоноподібних сортів яблуни. За змінами ІФХ листків охарактеризовано сорти щодо ефективності проходження світлових фаз фотосинтезу та фотохімічних процесів темної фази.

Дослідженнями змін параметрів індукції флуоресценції хлорофілу листків встановлено малу мінливість параметрів ІФХ в листках колоноподібних яблунь протягом місяця: у середньому наприкінці липня інтенсивність флуоресценції в максимумі F_p збільшилась на 2-26 % по відношенню до початку місяця.

За аналізом комплексу функціональних показників встановлено високу стабільність фотосинтетичних процесів

в листках усіх колоноподібних сортів яблуни. Найвищу квантову ефективність фотосинтезу (показник Rfd) наприкінці липня відмічено в сорту Фаворит (2,411), а найнижчу – в Танцівниці (1,939).

За індукцією флуоресценції хлорофілу листків не встановлено негативного впливу навколишнього середовища на активність реакційних центрів і ефективність темнових фотохімічних процесів. Визначено зменшення на 8-35 % кількості неактивних реакційних центрів ФС2 в третій декаді липня порівнянно з початком цього місяця. Найвищий «діагностичний» коефіцієнт плато (K^*pL) в кінці липня відзначено в листках рослин сорту Президент (0,267), а найнижчий – у Танцівниці (0,190) та Валюти (0,191).

Ефективність світлової фази фотосинтезу у третій декаді липня в листках колоноподібних яблунь змінюється не суттєво щодо аналогічних показників, отриманих в першій декаді. Відмічено стабільність світлової фази фотосинтезу щодо темнових фотохімічних процесів у рослинах та достатньо високий адаптивний потенціал досліджуваних

сортів до умов вирощування, а також їх високий потенціал продуктивності. Найвищу потенційну продуктивність за коефіцієнтом індукції флуоресценції хлорофілу відмічено в рослин сорту Болеро (0,780), а найнижчу – в сорту Президент (0,739). Вважаємо за доцільне провести дослідження методом ІФХ потенційної продуктивності окремих складних кільців, які розташовані на різнорічкових ділянках стовбура.

References

1. Braion, O. V., Korneev, D. Yu, Snegur, O. O., Kitaev, O. I. (2000). Instrumentalne vyvchennia fotosyntetichnogo aparatu za dopomogoiu induksii fluorestsentsii khlorofilu. Metodichni vkazivky dlia studentiv biologichnogo fakultetu [Instrumental study of the photosynthetic apparatus using chlorophyll fluorescence induction. Methodical instructions for students of biological faculty]. Kyiv : Vydavnycho-poligrafichniy tsentr Kyivskiy universytet, 15.
2. Venediktov, P. S., Volgin, S. L., Kazimirko, Y. V. (1999). Yspol'zovanye fluorestsentsyy khlorofylla dlya kontrolya fizyolohyicheskoho sostoyaniya zelenykh nasazhdeniy v horodskyykh ekosystemakh [Using chlorophyll fluorescence for monitoring the physiological state of green plantations in urban ecosystems]. Biophysics, 44 (6), 1037–1047.
3. Zavorueva, E. N., Zavoruev, V. V. (2010). Dynamika fluorestsentsyy y kontsentratsyy khlorofylov lyst'ev berez, rastushchykh vblizy avtomobil'nykh doroh [The dynamics of the fluorescence and the concentration of leaves chlorophyll of birch growing near roads]. Bulletin of KrasGAU, 9, 129–133.
4. Kachalkin, M. V. (2013). Yablonia 21 veka. [Apple tree of the 21st century].-P. 64.
5. Kirik, M. M., Taranukho, Y. M., Taranukho, M. P., Kitaev, O. I., Skryaga, V. A., Artemenko, D. M. (2011). Diahnostyka virusnoi infektsii smorodiny chornoj ta malyny metodom induksii fluorestsentsii khlorofilu lystiv [Diagnosis of black currant and raspberry viral infection by induction of chlorophyll fluorescence method]. Journal of Agricultural Science, 10, 26–28.
6. Kytaiev, O., Klochan, P., Romanov, V. (2005). Portativnyi hronofluorometr dlia ekspres-diaagnostyky fotosintezu «Floratest» [A portable device for the express diagnostics of photosynthesis – fluorometer "Floratest"]. Zb. dop. konf. – zvituu z kompleksnoi programy fundamentalnykh doslidzhen NAN Ukrainy u galuzi sensornykh system ta tekhnologiy (2-3 liutogo 2005 r., Kyiv)[Proceedings of conference reports on the integrated program of fundamental researches of NAS of Ukraine in the field of sensor systems and technologies (2-3 February 2005, Kyiv)]. Kyiv, 59.
7. Kichina, V. V. (2002). Kolonnovydneye yabloni: vsë o yabloniakh kolonnovydnogo typu. [Column-shaped apple trees: everything about apple-trees of columnar type]. P. 160.
8. Lukatkin, A. S., Rewin, V. V., Bashmakov, D. I., Krendeleva, T. E., Antal, T. K., Rubyn, A. B. (2011). Ekolohyicheskaya otsenka sostoyaniya drevesnykh rasteniy h. Saranska po fluorestsentsyy khlorofylla [The ecological assessment of the woody plants state of Saransk by chlorophyll fluorescence]. Povolzhskiy Journal of Ecology, 1, 87–92.
9. Lysenko, V. S., Varduni, T. V., Sowyer, V. G., Krasnov, V. P. (2013). Fluorestsentsyya khlorofylla rasteniy kak pokazately ekolohyicheskoho stressa: teoretycheskiye osnovy prymereniya metoda [The chlorophyll fluorescence of plants as indicators of environmental stress: the theoretical foundations of the method]. Fundamental research. Biological sciences, 4, 112–120.
10. Pinyaskina, E. V., Mammaev, A. T., Mamedova, M. H.-M. (2015). Yzuchenye fluorestsentnykh pokazateley fotosinteticheskoy aktivnosti berez v zavysymosti ot vertykal'noy zonal'nosti [The study of fluorescent indicators of birches photosynthetic activity depending on the

- vertical zoning]. Journal of "Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 17 (6), 248–252.
11. Rubin, A. B. (2000). Byofyzycheskye metody v ekolohycheskom monytorynhe [Biophysical methods in ecological monitoring]. Sorosovskyy Educational Journal, 6 (4), 7–13.
 12. Sylaieva, A. M. (2003). Osoblyvosti sezonnoho rozpodilu temperatury pryzemnoho sharu povitria po terytorii Ukrainy. Problemy monitorynhu u sadivnytstvi. Ahrarna nauka. [Features of the seasonal distribution of the temperature of the surface layer of air across the territory of Ukraine. Problems of monitoring in gardening], 34–44.
 13. Maxwell, K., Jonson, G. (2000). Fluorescenciia khlorofilu - praktychne kerivnytstvo. Zhurnal eksperymentalnoi botaniky. [Chlorophyll Fluorescence – A Practical Guide. Journal of Experimental Botany], 51, 659–668.

O. S. Havryliuk, T. E. Kondratenko, O. I. Kytaiev (2019). Diagnostics of the functional state of plants of colonial varieties of apple. PLANT AND SOIL SCIENCE, 10(1): 70–80. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.070>

Abstract. Study of the functional the apparatus state of plants of six sorts of columned apple-tree was undertaken in the Laboratory of Plant Physiology and Microbiology of the Institute of Horticulture of the National Academy of Sciences of Ukraine by means of portable device of "Floratest". Indexes that represent motion of process of photosynthesis in the leaves of plants are certain. By change of IFH (fluorescence induction of chlorophyll) leaves characterized the efficacy of passing light phases of photosynthesis and photochemical processes of the dark phase; for changes in the parameters of IFH, their small variability in time in the leaves of the columnar apple trees was established. A comprehensive analysis of functional parameters showed a high stability of photosynthetic processes in the leaves of all colonial apple varieties. The comparative analysis of the parameters of IFH leaves did not reveal the negative influence of the complex of external environmental factors on the activity of reaction centers and the effectiveness of dark photochemical processes. A decrease of 8–35% of inactive reactive centers of FS2 in the third decade of July was detected compared to the beginning of this month. The efficacy of the light phase of photosynthesis in the third decade of July in the leaves of colonial apple varies not significantly with respect to similar indicators obtained in the first decade. The stability of the light phase of photosynthesis in relation to the dark photochemical processes in plants and the sufficiently high adaptive potential of the investigated varieties to the conditions of cultivation, as well as their high potential of productivity, were noted.

Keywords: apple, colonial apple varieties, induction of fluorescence of chlorophyll, photosynthesis.

О. С. Гаврилюк, Т. Е. Кондратенко, О. И. Китаев (2019). Диагностика функционального состояния растений колонновидных сортов яблони. PLANT AND SOIL SCIENCE, 10(1): 70–80. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.070>

Аннотация. Исследование функционального состояния листового аппарата растений шести сортов колоннообразной яблони были проведены в лаборатории физиологии растений и микробиологии Института садоводства НААН с помощью портативного прибора «Floratest». Определены показатели, отражающие ход процесса

фотосинтеза в листьях растений. По изменениям ИФХ (индукция флуоресценции хлорофилла) листьев охарактеризованы эффективность прохождения световых фаз фотосинтеза и фотохимических процессов темновой фазы; по изменениям параметров ИФХ установлена малая их изменчивость во времени в листьях колоннообразных яблонь. Комплексным анализом функциональных показателей отмечена высокая стабильность фотосинтетических процессов в листьях всех колоннообразных сортов яблони. Согласно сравнительного анализа параметров ИФХ листьев не обнаружено негативное влияние комплекса внешних факторов окружающей среды на активность реакционных центров и эффективность темновых фотохимических процессов. Выявлено уменьшение на 8-35 % количества неактивных реакционных центров ФС2 в третьей декаде июля по сравнению с началом этого месяца. Эффективность световой фазы фотосинтеза в третьей декаде июля в листьях колоннообразных яблонь меняется не существенно по отношению к аналогичным показателям, полученных в первой декаде. Отмечены стабильность световой фазы фотосинтеза по отношению к темновым фотохимическим процессам в растениях и достаточно высокий адаптивный потенциал исследуемых сортов к условиям выращивания, а также их высокий потенциал производительности.

Ключевые слова: яблоня, коллоновидные сорта яблони, индукция флуоресценции хлорофилла, фотосинтез.