

УДК 631.526.32:634.
23:581.144.4
© 2014

В.І. Василенко

О.І. Кутаєв,
кандидат
біологічних наук

Інститут
садівництва НААН

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ДЕРЕВ ВИШНІ

Проведено аналіз впливу умов довкілля на фізіологічний стан 11 сортів вишні із застосуванням індукції флуоресценції хлорофілу. За допомогою приладу «Флоратест» визначено комплекс її параметрів, що дало змогу виявити зміни фотосинтетичної активності листків і дати загальну характеристику адаптованості досліджуваних сортів до правобережної підзони Західного Лісостепу України. За показниками фотоіндукції флуоресценції, найбільш пристосованими до навколишнього середовища та потенційно продуктивними є сорти Богуславка, Петрова родінка та Хейман.

Ключові слова: сорти вишні, індукція флуоресценції хлорофілу, адаптивність, фотосинтетична активність.

Запас хімічної енергії в органічних молекулах тканин рослин забезпечує урожай, який у свою чергу залежить від інтенсивності процесів фотосинтезу, співвідношення між асиміляцією та дисиміляцією, ефективності використання органічних речовин, і від того, на які потреби вони переважно витрачаються. Розвиток цих процесів відображається тісним зворотним зв'язком між інтенсивністю флуоресценції хлорофілу та фотосинтетичними реакціями. Це допомагає вивчити структурно функціональні характеристики фотосинтетичного апарату кожного сорту окремо.

Мета досліджень — визначення потенціалу адаптивності до умов існування та особливостей функціонування листового апарату при формуванні врожаю з використанням методу індукційних переходів флуоресценції хлорофілу, що має такі переваги: інформативність, експресність, високу чутливість [1, 2].

Матеріал і методи досліджень. Об'єктами досліджень були листки сортів вишні Встреча, Солідарність, Богуславка, Хейман, Муза, Гріот Джеллі, Оліве, Волжаночка, Дочь Ярославни, Петрова родінка, Подбельська (к). Зразки відбирали з центральної та периферійної частин крони в насадженнях на підщепі дика черешня, висаджених 2000 р. за схемою 5×2,5 м. Догляд за садом проводили згідно з методикою Державного сортовипробування за відсутності обробки насадження фунгіцидами та інсектицидами. Для визначення загального стану дерев

в умовах дії як абіотичних, так і біотичних чинників було застосовано метод індукції флуоресценції, що дало змогу визначити їх вплив на окремі фази перебігу фотосинтетичних процесів [1].

Для діагностики загального стану сортів (фотосинтетичного апарату) використовували цілий комплекс параметрів індукції флуоресценції хлорофілу, яку вимірювали за допомогою приладу «Флоратест». Основними з показників були: F_0 — початкове значення флуоресценції після ввімкнення освітлення; F_pL — рівень її на час тимчасового сповільнення зростання її сигналу (плато); F_p1 — максимальне значення флуоресценції; F_p2 — другий її максимум; F_t — стаціонарний рівень флуоресценції через 1,5–3 хв після початку освітлення. Всі показники індукційної кривої наведено у відносних одиницях еталона флуоресценції (світлофільтр ОС-14) з емісією в тому самому спектральному діапазоні, що й флуоресценція хлорофілу листка. Інтенсивність збуджувального світла для приладу «Флоратест» становила 50–60 Вт/м².

Під час визначення ефективності роботи фотосинтетичного апарату листя використовують коефіцієнти K_pL , K_1 та K_2 , які обчислюють за формулами: $K_pL = (F_pL - F_0) / (F_p1 - F_0)$ — частка центрів, що не відновлюють первинний акцептор електронів Qa. Коефіцієнт плато відображає частку неактивних центрів лише за насичувальної інтенсивності збуджувального світла (400–600 Вт/м²).

Показники фототіндуції флуоресценції листків сортів вишні (середнє за 2009–2012 рр.) (ІС НААН)

Сорт	F ₀	Fp1	Fp2	Ft	Fv1=Fp1-F ₀	Fv2=Fp2-Ft	KpL=ΔFpL/Fv1	K1=Fv1/Fp1	K2=(Fp2-Ft)/Ft
Встреча	30,99±0,59	62,08±8,37	59,05±8,27	22,00±1,32	31,09±8,96	37,05±9,28	0,26±0,04	0,50±0,07	1,60±0,46
Волжаночка	26,29±0,20	57,65±6,54	54,95±7,08	22,60±0,24	31,36±6,62	32,35±6,94	0,29±0,05	0,54±0,05	1,43±0,30
Дочь	30,30±1,15	69,12±11,12	66,10±11,09	27,33±3,90	38,81±10,17	38,77±7,66	0,32±0,07	0,56±0,07	1,42±0,15
Ярославни	37,12±12,68	85,52±33,41	81,68±32,40	37,37±14,52	48,39±20,73	44,32±17,88	0,23±0,02	0,57±0,04	1,19±0,02
Муза	34,45±7,51	75,47±16,62	71,78±16,52	27,15±4,98	41,02±9,11	44,63±11,54	0,34±0,09	0,54±0,03	1,60±0,14
Оліве	29,55±0,56	67,69±11,21	64,90±11,35	24,55±2,06	38,14±11,78	40,35±9,29	0,30±0,06	0,56±0,08	1,64±0,24
Пірога	25,45±2,30	63,90±5,82	60,90±6,27	23,07±1,65	38,46±6,81	37,84±5,95	0,34±0,09	0,60±0,07	1,66±0,33
Подбельська	29,73±3,37	60,62±7,53	58,65±7,55	21,77±0,51	30,89±9,41	36,88±7,92	0,23±0,07	0,51±0,10	1,70±0,40
Солідарність	30,05±4,35	53,69±4,95	54,58±6,08	22,15±2,27	23,64±9,30	32,43±3,80	0,27±0,16	0,44±0,14	1,46±0,07
Хейман	28,03±2,32	64,61±3,25	61,46±3,65	22,68±1,39	36,58±4,22	38,78±3,58	0,22±0,01	0,57±0,04	1,73±0,21
Богуславка	26,20±1,93	62,27±9,54	58,74±9,56	22,29±1,54	36,07±7,61	36,46±8,02	0,32±0,02	0,58±0,03	1,60±0,23
Гріот Желлі									

Примітка. F₀ — початкове значення флуоресценції після вимкнення освітлення; Fp1 — максимальне значення флуоресценції; Fp2 — другий її максимум; Ft — стаціонарний рівень флуоресценції через 1,5–3 хв після початку освітлення; Fv1 — варіабельна флуоресценція; Fv2 — спад; KpL, K1 та K2 — коефіцієнти.

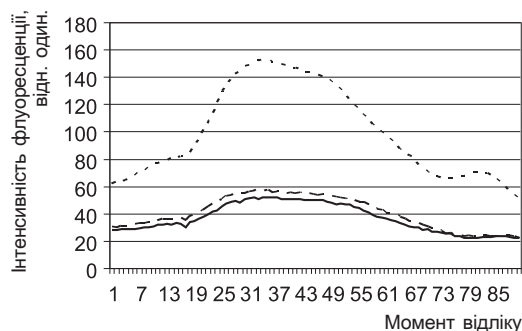
$K_1 = (Fp1 - F_0) / Fp1$ — коефіцієнт ефективності електронного транспорту поблизу реакційних центрів фотосистеми 2 (ФС II); $K_2 = (Fp2 - Ft) / Ft$ — коефіцієнт ефективності темнових фотохімічних процесів.

Роботу виконано на інструментальній базі сертифікованої лабораторії фізіології рослин та мікробіології Інституту садівництва НААН з 2009 по 2012 рр.

Результати досліджень. Для загального висвітлення отриманих даних за сортами обчислено середні значення за кожним параметром флуоресценції. Так, початковий її рівень (F₀), залежить від втрат енергії збудження під час міграції та вмісту молекул хлорофілу, які не беруть участі у фотосинтезі. Низький параметр F₀ свідчить про достатньо ефективну організацію фотосинтетичних процесів і як наслідок — на високоактивний функціональний стан і ймовірно високу продуктивність сорту. За даними в різні роки досліджень, цей параметр був неоднаковий. Загалом найвищий результат і найбільшу різницю за роками виявлено в сортів Муза (37,12±12,68) і Оліве (34,45±7,51), найнижчий показник — у Подбельської (25,45) (контроль), Гріота Желлі (26,20±1,93) і Волжаночки (26,29±0,20). Найменше коливання за роками спостерігали у Встречі (30,99±0,59), Петрової родинки (29,55±0,56) і Волжаночки (26,29±0,20) (таблиця).

За даними досліджень фітовірусологів, параметр KpL найдоцільніше використовувати для діагностики наявності вірусної інфекції за помірної інтенсивності збуджувального світла в межах 40–80 Вт/м². За вищої його інтенсивності значення KpL зменшуватимуться за більш швидкого насичення енергією неактивних реакційних центрів хлоропластів. Були випробувані різні параметри збуджувального світла і визначено, що саме для інтенсивностей 40–80 Вт/м² показники KpL, які перевищують 0,4–0,5, є ознакою наявності у рослин вірусної інфекції [2, 3]. У наших експериментах визначено зміни рівня параметра KpL у межах 0,34–0,22. За період досліджень найвищий показник був у Оліве та Подбельської (по 0,34). Нижчий — у Музи (0,23), Солідарності (0,23) і Богуславки (0,22). У сортів вишні коливання за цим показником були незначні. Отже, в дослідних зразках вірусної інфекції не виявлено.

Два максимуми індукції флуоресценції Fp1 і Fp2 відображають загальний стан структурно-функціональної організації фотосинтетичних процесів і передусім вплив світлового факто-



Індукція флуоресценції хлорофілу листків сортів вишні, 2010 р.: --- — Муза; — — Подбельська; — — Богуславка

ра. Підвищення показників Fp1 і Fp2 може бути зумовлено грибовими захворюваннями, які, потрапивши в рослинні судини, зменшують відтік метаболітів, через що зростає рівень відновлення реакційних центрів хлоропластів. Результати, отримані за обома параметрами, підтвердили дані польових і лабораторних досліджень в Інституті садівництва НААН щодо стійкості сортів до хвороб. Особливо це стосувалося сорту Муза, показники якого на фоні інших сортів знизилися до (54,08 і 51,08 відповідно). У Солідарності і Встречі в 2011 р. рівень Fp1 і Fp2 також підвищився, але сорти в цей період були досить продуктивні, що свідчить про їх стійкість до біотичних і абіотичних чинників. Це підвищення було пов'язане з надмірною кількістю опадів у період досягання плодів. У сорту Солідарність підвищення Fp1 і Fp2 цілком пов'язано з погіршенням стану дерев унаслідок ураження моніліозом у попередньому році та різким зниженням температури через 2 доби після потепління (+9,9°C) до -29°C у лютому 2011 р. Сорт Встреча характеризується достатньою чутливістю до підвищення температури в зимовий період. Його дерева швидко виходять зі стану спокою, особливо під час тривалих відлиг. Висока збудженість бруньок узимку призводить до втрати їх життєздатності. Отже, підвищення показників у цього сорту остаточно пов'язано з послабленням життєво важливих процесів.

Рівень освітлення крони дерев також впливає на їх функціональний стан. Як тестовий показник такого впливу визначають співвідношення параметрів темної та світлової фаз фотосинтезу. Якщо Fp2 нижче Fp1 на 10 — 15 %, то листки дослідних дерев освітлені достатньо, коли ж цей показник наближається до

рівня Fp1 і різниця між ними стає менше 5%, тоді крона є загущеною або затіненою іншими деревами. За багаторічними спостереженнями, в усіх дослідних сортів Fp2 становило 1,7–5,7% від Fp1, що свідчить про недостатність освітлення крони. Особливо це стосується сортів Хейман і Солідарність (1,7 і 3,3% відповідно), що характеризуються високим пробудженням бруньок та пагоноутворювальною здатністю. Дещо вищі показники за співвідношенням Fp2 та Fp1 були в сортів Встреча, Оліве, Богуславка та Гріот Джеллі (4,9–5,7%), що характеризує їх крони як достатньо освітлені.

Ефективність темнових процесів характеризували також за рівнем зниження інтенсивності флуоресценції від Fp2 до Ft. Чим нижче Ft, тим вище ефективність цих процесів. Так, високий рівень їх, що зумовлює і вищу потенційну продуктивність виявлено у Встречі (22), Солідарності (21,77) і Хеймана (22,15), низький — у Музи (37,37) і Оліве (27,15), незначні коливання за роками — у Волжаночки (22,60±0,24) і Солідарності (21,77±0,51), істотні — у Музи (37,37±14,52).

Підвищення рівня флуоресценції у 2010 р. зафіксовано в сортів Муза (рисунок) та Оліве, що характеризувалися сильним послабленням усіх життєвих процесів. Це значно підвищило Fp1 і Fp2 (у Музи — 152,34 і 146,48; Оліве — 108,72 і 104,82). В тому році дерева сорту Муза були ушкоджені моніліозом до 3,5, а Оліве — кокомікозом до 2 балів. У Дочері Ярославни в 2009 і 2011 рр. спостерігалось підвищення практично за всіма головними показниками, особливо за Fp1 і Fp2. Сорт зараховано до посухостійких. В нього достатньо розвинуті мікрокапіляри, що утримують воду. Тому він її накопичує ближче до осені, особливо за дощової погоди, що є потенційно небезпечним для перезимівлі. Таке явище спостерігалось у 2008 р. у вересні (143 мм), у 2010 р. — у липні (117,5 мм) та у 2011 р. (червень — 181,6, липень — 140,7 мм).

За параметрами варіабельна флуоресценція Fv1 і спад Fv2 характеризують ефективність світлових і темнових процесів відповідно. В роки досліджень загальний середній показник Fv1 варіював за сортами від 23,64 до 48,39. Високе значення його виявлено в Музи (48,39±20,73) і Оліве (41,02±9,11), найнижче — у Хеймана (23,64±9,30), нижче — у Солідарності (30,89±9,41), Встречі (31,09±8,96) і Волжаночки (31,36±6,62). Істотна варіабельність за роками спостерігалась у Музи (±20,73), незначна — у Богуславки (36,58±4,22). За парамет-

ром Fv2 високий показник зафіксовано у Музи (44,32±17,88) і Оліве (44,63±11,54), низький — у Волжаночки (32,35±6,94) та Хеймана (32,43±3,80), значні коливання його в Музи та Оліве, більшу стабільність — у Хеймана і Богуславки (38,78±3,58).

Високий показник коефіцієнта ефективності електронного транспорту поблизу реакційних центрів фотосистеми (Kp1) у період досліджень був у сорту Подбельська (0,60±0,07), тому що у 2011 р. спостерігалось підвищення Kp1 до 0,70 одиниці. Низький — у Хеймана та Солідарності (0,44±0,14 і 0,51±0,10 відповідно). За Kp2 високим коефіцієнтом ефективності темнових фотохімічних процесів вирізнялися сорти Солідарність (1,70±0,40) і Богуславка (1,73±0,21), найнижчим він був у Музи (1,19±0,02), низьким — у Дочері Ярославни (1,42±0,15), Волжаночки (1,43±0,30) і Хеймана (1,46±0,07). В інших сортів цей показник був у межах контролю.

Потенційна продуктивність Солідарності висока, але через сильну чутливість до моніліозу в епіфітотійні роки урожайність знижується. У сорту Встреча також висока потенційна продуктивність. Однак і в нього врожайність зни-

жується внаслідок високої чутливості до перепадів температури, короткого періоду спокою та збудженості бруньок у зимовий і ранньовесняний періоди. У Дочері Ярославни загалом висока потенційна продуктивність у районах з достатньою вологістю знижується через особливості структури клітин ксилеми. Тому цей сорт придатніший до поширення в посушливих зонах країни. Щодо сорту Муза, то проведена діагностика підтверджує його загальну характеристику. Через чутливість до моніліозу його неможливо вирощувати без засобів захисту мідевісними препаратами в умовах підвищення вологості. Російський сорт Волжаночка чутливий до кокомікозу (до 3,5 бала), однак, за нашими даними, досить урожайний в зоні Лісостепу, що свідчить про відносну стійкість до хвороби. В умовах Лісостепу рекомендуємо вирощувати його на фоні застосування мідевісних препаратів. Сорти французької селекції Оліве і Гріот Джеллі недостатньо продуктивні через високу чутливість до перепадів температури. У Подбельської зниження врожайності пов'язане з посередньою зимостійкістю в Лісостепу.

Висновки

У результаті проведених нами досліджень було визначено фізіологічний стан 11 сортів вишні в умовах Лісостепу. За показниками фотомініндукції флуоресценції, найбільш пристосованими до навколишнього середовища та потенційно продуктивними є сорти Богуславка,

Петрова родінка та Хейман. Сорти Солідарність і Волжаночка зараховують до продуктивних, але можливість використовувати їх у виробництві пов'язана з обов'язковою обробкою мідевісними препаратами в роки підвищення епіфітотії.

Бібліографія

1. Брайон О.В. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу/Брайон О.В., Корнєєв Д.Ю., Снегур С.С., Китаєв О.І. / Методичні вказівки для студентів біологічного факультету. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. — 25 с.

2. Кирик М.М. Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків/М.М. Кирик, Ю.М. Тарануха, М.П. Тарануха та ін.//Вісн. аграр. науки. —

2011. — №. 10. — С. 26–28.

3. Тарануха Ю.М. Махровість смородини чорної /Ю.М. Тарануха, М.П. Тарануха, О.І. Китаєв та ін.//Карантин і захист рослин. — 2009. — № 8. — С. 13–15.

4. Kautsky H. Das Fluoreszenzverhalten grüner Pflanzen/H. Kautsky, A. Hirsch//Biochem. Z. — 1934. — 274. — S. 422–434.

5. Kautsky H. Neue Versuche zur Kohlenstoffassimilation/H.Kautsky, A. Hirsch//Naturwissenschaften. — 1931. — 19. — S. 964.

Надійшла 03.02.2014.