



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 83752

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 21/64

A01G 7/00

A01G 1/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ СУМІСНОСТІ КОМПОНЕНТІВ СОРТО-ПІДЩЕПНИХ КОМБІНУВАНЬ РОСЛИН

1

2

(21) а200613779

(22) 25.12.2006

(24) 11.08.2008

(46) 11.08.2008, Бюл.№ 15, 2008 р.

(72) КИТАЄВ ОЛЕГ ІГОРОВИЧ, UA, ДОЛІД АНАТОЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, МАТВІЄНКО МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA, РОМАНОВ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, КЛОЧАН ПЕТРО СТЕПАНОВИЧ, UA, КИЩАК ОЛЕНА АНАТОЛІВНА, UA, КОЛЕСНИК ЮРІЙ СТЕПАНОВИЧ, UA, ФЕДАК ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA

(73) ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМ. В.М.ГЛУШКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, UA, ІНСТИТУТ САДІВНИЦТВА УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК, UA

(56) SU 1254360 A1, 30.08.1986

SU 1630681 A1, 28.02.1991

UA 61148 C2, 15.11.2003

(57) Спосіб визначення сумісності компонентів сорто-підщепних комбінувань рослин, який включає щеплення сорту на підщепу, вимірювання та порівняння діагностичних показників дослідної та зразкової рослини з відомою сумісністю, який **відрізняється** тим, що в ньому перед вимірюванням показників сумісності проводять темнову адапта-

цію листків дослідної та зразкової рослин, потім їх опромінюють світлом у діапазоні хвиль від 400 до 700нм, приймають, виділяють, вимірюють та реєструють сигнали наведеної флуоресценції у діапазоні хвиль від 670 до 770нм і після досягнення стаціонарного значення флуоресценції листки рослин нагрівають з постійною швидкістю підвищення температури нагрівання до $8 \div 10^\circ \text{C/хв.}$, визначають проміжок часу між піковими значеннями хвиль флуоресценції термоіндукції для дослідної

τ^d та зразкової τ^k рослин, у діапазоні температур від 35 до 70°C , а також визначають максимальне значення флуоресценції термоіндукції у діапазоні хвиль від 510 до 560 нм для дослідної F_m^d та зразкової F_m^k рослин, а сумісність компонентів сорто-підщепної комбінації оцінюють за коефіцієнтом

сумісності $K = \frac{\tau_d F_m^k}{\tau_k F_m^d}$, де при $K \leq 0,35$ комбінування погано сумісне, при $0,35 < K < 0,65$ - середньо сумісне, при $K \geq 0,65$ - добре сумісне.

Спосіб належить до області дослідження матеріалів шляхом визначення фізичних властивостей нативного хлорофілу рослин, зокрема світлової індукції та термоіндукції флуоресценції, і може бути застосований у садівництві та селекційній роботі для експресної діагностики прихованої не-сумісності компонентів сорто-підщепних комбінувань плодівих культур.

Відомо «Способ исследования биологических объектов» SU 1254360, G01N21/64, що включає опромінення фотосинтезуючого об'єкта світлом у діапазоні хвиль від 400 до 500нм, одночасне нагрівання об'єкта, реєстрацію інтенсивності флуоресценції у діапазоні хвиль від 650 до 770нм, виділення піків флуоресценції при температурах від 50

до 60°C і від 60 до 70°C , які відповідно характеризують фотосистеми II і I, та визначають за формулами відносний вміст фотосистем, функціональну активність хлоропластів і генетичну стійкість рослин.

Спільними рисами аналогу та запропонованого способу є опромінення фотосинтезуючого об'єкта (листка рослини) у діапазоні хвиль від 400 до 500нм, одночасне нагрівання об'єкта, реєстрація інтенсивності флуоресценції у діапазоні хвиль від 650 до 770нм та виділення піків флуоресценції термоіндукції. Причиною, що заважає досягненню очікуваного результату є те, що в способі аналого-ві не виділяються діагностичні ознаки сумісності

(13) C2

(11) 83752

(19) UA

компонентів сорто-підщепних комбінуваних, та немає методів їх визначення та оцінювання.

Найближчим за суттю до запропонованого способу є «Спосіб ранньої діагностики сумісності підщепи і прищепи плодкових культур» SU 1630681, A01G7/00, A01G1/06. В способі-прототипі передбачається щеплення прищепи (сорту) на підщепу, вимірювання діагностичного показника, зокрема біохімічного, одночасно в рослинних тканинах прищепи і еталону та їх порівняння. В якості діагностичного біохімічного показника вимірюють вміст бору в листі, а в якості еталону використовують сорто-підщепну комбінацію з відомою сумісністю. Коефіцієнт сумісності обчислюють за формулою $K = \frac{B_d}{B_e}$, де B_d і B_e - вміст бору в листках відповідно дослідної та еталонної рослини.

Спільними рисами прототипу і запропонованого способу є щеплення сорту на підщепу, вимірювання і порівняння діагностичних показників дослідної і зразкової рослини з відомою сумісністю.

Причиною, що гальмує досягнення очікуваного технічного результату є те, що в способі-прототипі містяться діагностичні показники визначення сумісності, засновані на складних хімічних аналізах, що ускладнює їх експресне визначення в польових умовах.

В основу винаходу покладена технічна задача створення такого способу, тобто вибору, вимірювання і інтерпретації діагностичних ознак, який на основі визначення фізичних показників, зокрема флуоресценції термоіндукції хлорофілу, дозволить з мінімальними витратами праці, коштів, матеріалів та обладнання надійно і експресно діагностувати в польових умовах приховану несумісність сорту і підщепи на ранніх стадіях розвитку саджанця.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що запропонований спосіб включає щеплення сорту на підщепу, вимірювання та порівняння діагностичних показників дослідної та зразкової рослини з відомою сумісністю, а також тим, що в ньому перед вимірюванням показників сумісності проводять темнову адаптацію листків дослідної та зразкової рослини, потім їх опромінюють світлом у діапазоні хвиль від 400 до 700нм, приймають, виділяють, вимірюють та реєструють сигнали наведеної флуоресценції у діапазоні хвиль від 670 до 770нм і після досягнення стаціонарного значення флуоресценції листки рослин нагрівають з постійною швидкістю підвищення температури нагрівання до $8 \pm 10^\circ\text{C/хв.}$, визначають проміжок часу між піковими значеннями хвиль флуоресценції термоіндукції для дослідної τ^d та зразкової τ^k рослин у діапазоні температур від 35 до 70°C , а також визначають максимальне значення флуоресценції термоіндукції у діапазоні хвиль від 510 до 560нм для дослідної F_m^d та зразкової F_m^k рослин, а сумісність компонентів сорто-підщепної комбінації оцінюють за коефіцієнтом сумісності $K = \frac{\tau_d F_m^k}{\tau_k F_m^d}$, де при $K \leq 0,35$ комбінування погано сумісне, при

$0,35 < K < 0,65$ - середньо сумісне, при $K \geq 0,65$ - добре сумісне.

Відмінними ознаками запропонованого способу є те, що в ньому перед вимірюванням показників сумісності здійснюють темнову адаптацію листків дослідної та зразкової рослин, потім їх опромінюють світлом у діапазоні хвиль від 400 до 700нм, приймають, виділяють, вимірюють та реєструють сигнали наведеної флуоресценції у діапазоні хвиль від 670 до 770нм і після досягнення стаціонарного значення флуоресценції листки рослин нагрівають з постійною швидкістю підвищення температури нагрівання до $8 \pm 10^\circ\text{C/хв.}$, визначають проміжок часу між піковими значеннями хвиль флуоресценції термоіндукції для дослідної τ^d та зразкової τ^k рослин, у діапазоні температур від 35 до 70°C , а також визначають максимальне значення флуоресценції термоіндукції у діапазоні хвиль від 510 до 560нм для дослідної F_m^d та зразкової F_m^k рослин, а сумісність компонентів сорто-підщепної комбінації оцінюють за коефіцієнтом

сумісності $K = \frac{\tau_d F_m^k}{\tau_k F_m^d}$, де при $K \leq 0,35$ комбінування погано сумісне, при $0,35 < K < 0,65$ - середньо сумісне, при $K \geq 0,65$ - добре сумісне.

Введення у спосіб нових діагностичних ознак, зокрема характерних значень флуоресценції термоіндукції, способу їх визначення та інтерпретації дозволило експресно визначати в польових умовах сумісність сорту і підщепи на ранніх стадіях розвитку саджанця.

Запропонований спосіб визначення сумісності сорту і підщепи ґрунтується на використанні в якості діагностичних ознак біофізичних властивостей нативного хлорофілу, а саме: флуоресценції термоіндукції.

На Фіг.1 зображено криві флуоресценції і термоіндукції суцільно для діапазону хвиль від 670 до 770нм, пунктиром - для діапазону хвиль від 510 до 560нм, температурну пряму та характерні їх значення.

Запропонований спосіб включає, щеплення сорту на підщепу, яке виконують перед початком вегетації будь яким з відомих способів з використанням існуючих технологій.

Перед вимірюваннями здійснюють темнову адаптацію листка рослини. Це необхідно для приведення системи фотосинтезу в початковий стан та для одержання сигналів індукції флуоресценції. Тривалість адаптації від 3 до 120хв впливає на точність визначення показників індукції флуоресценції, в основному в швидкій її фазі. В нашому випадку для визначення початку нагрівання з метою одержання сигналів термоіндукції використовують стаціонарне значення флуоресценції, яке досягається в кінці повільної фази. Тому, для надійного становлення стаціонарної флуоресценції потрібна темнова адаптація на протязі не менше 3хв.

Збудження флуоресценції хлорофілу виконують у спектральному діапазоні його поглинання, тобто в діапазоні фотосинтетично активної радіації (ФАР) від 390 до 730нм. В цьому діапазоні існують

два основні максимуми поглинання нативного хлорофілу на хвилях 430 і 660нм та два слабо виражених (500 і 600нм). За межами цього діапазону збудження флуоресценції хлорофілу взагалі малоефективне. Крім того, інші пігменти рослин, що поглинають світло і передають енергію на реакційні центри хлорофілу, характеризуються максимумами поглинання у тому ж діапазоні. При збудженні флуоресценції на хвилях більше 500нм виникають значні суто технічні труднощі при виділенні сигналів флуоресценції у діапазонах хвиль від 670 до 770нм та від 510 до 560нм на фоні збуджуючого опромінення, оскільки в цьому випадку потрібні вузькополосні світлофільтри. Вибираючи хвилю збудження флуоресценції нативного хлорофілу, враховують, з одного боку, максимум поглинання ($\lambda=430\text{нм}$), а з іншого, технічні складнощі виділення сигналу флуоресценції на фоні опромінення, тобто $\lambda < 500\text{нм}$. Тому оптимальним для збудження флуоресценції хлорофілу є діапазон від 400 до 500нм. Джерелами збудження можуть служити сонячне проміння, ртутна лампа або лампа розжарення з відповідним фільтром, а також суперяскраві світлодіоди з необхідною довжиною хвилі.

Флуоресценцію хлорофілу спостерігають в усьому діапазоні хвиль від 670 до 770нм з вираженими максимумами на 680 та 730нм. На хвилі 680нм її пов'язують здебільшого з роботою фотосистеми II, а флуоресценцію на хвилі 730нм - з фотосистемою I. Тому вимірювання флуоресценції в усьому діапазоні від 670 до 770нм посередньо охоплює роботу обох фотосистем фотосинтезу. Сигнали флуоресценції на фоні опромінення виділяють з допомогою спектральних приладів, зокрема світлофільтрів з відповідною смугою пропускання від 670 до 770нм, наприклад, скляних або майларових. Приймоч оптичних сигналів флуоресценції та перетворення їх для подальшого вимірювання в сигнали електричні здійснюють з допомогою фотоприймачів, якими слугують фотоелектронні перемножувачі або напівпровідникові фоточутливі елементи, зокрема фотодіоди чи фототранзистори.

Індукована флуоресценція хлорофілу проходить фазу плато 1 (Фіг.1), швидко наростаючу фазу 2 (Фіг.1), повільну спадаючу фазу 3 (Фіг.1) і виходить на стаціонарне значення 4 (Фіг.1). Орієнтовно стаціонарна фаза починається після 90сек з початку опромінення листка. З досягненням стаціонарного рівня 4 починають нагрівання листка і вимірювання флуоресценції термоіндукції. Стаціонарну флуоресценцію 4 (Фіг.1) визначають шляхом порівняння двох її поточних значень на відстані більше 20сек між ними.

Освітлену зону листка нагрівають з постійною швидкістю підвищення температури в межах $8\div 10^\circ\text{C}/\text{хв}$. При нагріванні проявляються так звані хвилі термоіндукції α , β , γ , δ (Фіг.1), тобто поточні значення флуоресценції у діапазоні від 670 до 770нм проходять ряд пікових значень. Кожна з хвиль термоіндукції викликана певними фізіологічними процесами і проявляється в певному діапазоні температур. Так, у діапазоні фізіологічних температур від 20 до 35°C (до 90сек) виникає α

хвиля (Фіг.1), пов'язана з впливом водного та світлового режиму на фотосинтетичні реакції. В діапазоні передстресових температур від 35 до 45°C ($90\div 150\text{сек}$) виникає β хвиля (Фіг.1), пов'язана із зміною проникності мембран, а в діапазоні сублетальних температур від 50 до 70°C ($150\div 300\text{сек}$) - виникає γ хвиля (Фіг.1), пов'язана з блокуванням переносу енергії від пігментної матриці до реакційних центрів. При подальшому нагріванні $>70^\circ\text{C}$ ($>300\text{сек}$) до зони летальних температур, виникає δ хвиля (Фіг.1), зумовлена пероксидацією мембран. Визначення пікових значень флуоресценції термоіндукції та часу між ними дозволяє встановити основну діагностичну ознаку - час τ між піками β і γ хвиль (Фіг.1). Показник τ є ознакою зміни стабільності пігмент-білкового комплексу та донорно-акцепторної взаємодії, що викликає підвищення проникності мембран поблизу реакційних центрів фотосистеми II.

У процесі нагрівання листка продовжують вимірювання флуоресценції у діапазоні хвиль від 670 до 770нм. Після 90сек від початку нагрівання, що відповідає температурі більше 35°C , починають виділення піку β хвилі, який визначають як значення одного з трьох послідовних вимірювань, яке більше за попереднє і наступне значення. Умовою визначення піку є співвідношення $F_{i-1} < F_i > F_{i+1}$, де F_i - поточне значення. Момент появи піку β хвилі фіксують і починають відлік часу до появи наступного піку γ хвилі, який визначають аналогічним способом. Час τ між піками β та γ хвиль використовують для обчислення коефіцієнта сумісності.

Другим діагностичним показником сорто-підщепної взаємодії, який є ознакою окисних процесів, пероксидації ліпідів мембран хлоропластів та мітохондрій вибрано максимальну флуоресценцію термоіндукції F_m (Фіг.1) у діапазоні хвиль від 510 до 560нм. Нагрівання викликає розпад перекисів і подальше окиснення ліпідів та накопичення флуорохромів непорфірованого ряду. Флуоресценція термоіндукції на хвилях від 510 до 560нм проявляється одночасно з флуоресценцією на хвилях від 670 до 770нм. Для збереження ідентичності умов її вимірювання та визначення максимального значення вимірювання на хвилях від 510 до 560нм здійснюють у межах від 35 до 70°C , що еквівалентно часовому інтервалу $90\div 300\text{сек}$.

Нагрівання вище 70°C (еквівалентно більше 300 сек) та вимірювання флуоресценції термоіндукції не доцільне, оскільки система фотосинтезу переходить у зону летальних температур. Тут відбуваються незворотні зміни окремих ланок фотосинтезу, а вибрані показники втрачають діагностичні властивості сумісності. Вимірювання на хвилях від 670 до 770нм припиняють після визначення піку γ хвилі, а вимірювання на хвилях від 510 до 560нм - при досягненні температури 70°C чи 300сек з початку підігріву, або визначення максимального значення F_m . Після закінчення вимірювань на зразковій і дослідній рослині результати запам'ятовують і обчислюють коефіцієнт сумісності.

Порівнюючи значення F_m^k зразкової і F_m^d дослідної рослин визначають коефіцієнт сумісності

$$K_2 = \frac{F_m^k}{F_m^d} \text{ окисних процесів, а } \tau^d \text{ дослідної та } \tau^k \text{ зразкової рослин визначають коефіцієнт сумісності}$$

$$K_1 = \frac{\tau_d}{\tau_k} \text{ донорно-акцепторної взаємодії.}$$

Показником сумісності взаємодій сорту і підщепи за двома діагностичними показниками обра-

$$\text{но коефіцієнт сумісності } K = K_1 K_2 = \frac{\tau_d F_m^k}{\tau_k F_m^d}.$$

Експериментально встановлено діапазони змін коефіцієнта для поганої, середньої і доброї сумісності компонентів сорто-підщепних комбінуваль.

$$\text{Замість коефіцієнта } K_1 = \frac{\tau_d}{\tau_k} \text{ можна викорис-}$$

$$\text{тати коефіцієнт } K_1' = \frac{t_d}{t_k}, \text{ де } t_d, t_k - \text{різниці темпера-}$$

тур, при яких значення флуоресценції досягають пікових значень β та γ хвиль термоіндукції відповідно для дослідної та зразкової рослин. Коефіцієнти сумісності K_1 та K_1' тотожні, бо температура і час нагрівання пов'язані залежністю $t^1 = t_0 + V\tau^1$ (5 Фіг.1), де t_0 - температура початку нагрівання, V - швидкість підвищення температури, τ^1 - час від початку нагрівання, t^1 - поточне значення температури. З нескладних перетворень випливає, що

$$K_1 = \frac{\tau_d}{\tau_k} = K_1' = \frac{t_d}{t_k}. \text{ Тоді загальний коефіцієнт сумі-}$$

$$\text{сності матиме вигляд } K = \frac{t_d F_m^k}{t_k F_m^d}.$$

При постійній швидкості підвищення температури нагрівання листка у діапазоні $8 \div 10^\circ\text{C}/\text{хв}$ коефіцієнт сумісності K при використанні як проміжку часу τ , так і різниці температур t визначають для поганої сумісності $K \leq 0,35$, середньої $0,35 < K < 0,65$ та доброї $K \geq 0,65$.

Якщо в якості діагностичного показника використовують одну ознаку, наприклад час між піками термоіндукції у діапазоні хвиль флуоресценції від 670 до 770нм, то значенням коефіцієнта сумісності

$$\frac{\tau_d}{\tau_k} \text{ відповідають } K \leq 0,5 \div 0,6 - \text{погано, } 0,6 < K < 0,8 -$$

середньо, та $K > 0,8 \div 0,9$ - добре сумісні комбінації. При використанні в якості діагностичного показника тільки значення максимальної флуоресценції у діапазоні хвиль від 510 до 560нм неоднаковим сумісностям відповідають різні значення коефіціє-

$$\text{нта } \frac{F_m^d}{F_m^k} > 1,8 \div 2 - \text{погано сумісні, } 1,2 \leq \frac{F_m^d}{F_m^k} < 1,8 - \text{середньо-сумісні, } \frac{F_m^d}{F_m^k} < 1,2 - \text{добре сумісні. Викори-}$$

$$\text{стання тільки одного діагностичного показника дає}$$

грубу, неоднозначну, попередню оцінку прихованої несумісності, яка може проявитись частіше в стресових та критичних умовах, бо різні критичні умови

неоднаково впливають на обрані діагностичні ознаки.

Переваги комплексної оцінки коефіцієнта сумісності за різними ознаками, які представляють різні фізіологічні процеси, та способу їх визначення, тобто в діапазоні температур, які вищі за фізіологічні і нижчі за летальні, дозволяє однозначно виявити приховану несумісність сорту і підщепи вже на ранніх стадіях вегетації.

Запропонований спосіб дозволяє здійснювати багаторазове визначення сумісності компонентів одержаної щепи на протязі вегетації, починаючи з фази 3-4 листка. Це збільшує надійність визначень. Встановлення сумісності при несприятливих зовнішніх умовах дає можливість визначити стійкість сорто-підщепної комбінації до цих умов та вчасно вибракувати саджанці при масовому їх виробництві.

Приклад застосування способу: досліджувались щепи груші двох сортів. Зразковою вибрана щепка сорту Кюре на підщепі В-29. Дослідною вибрана щепка сорту Реалія Туринська на тій же підщепі. Дослідне і зразкове щеплення проводили одночасно, а щепи вирощували в однакових умовах ґрунту, повітря та освітлення. З кожною щепкою, починаючи з фази третього листка, одночасно здійснювали цикли операцій з визначення сумісності. Листок рослини витримували в темряві на протязі 5хв, розміщуючи його в сенсорі, який мав конструкцію «кліпси». Далі затемнений фрагмент листка опромінювали світлом на хвилі 470нм з інтенсивністю $20\text{Вт}/\text{м}^2$ в межах плями освітлення діаметром 5мм. Потім виконували, виділення, вимірювання і реєстрацію сигналів наведеної флуоресценції інтегрально по довжині хвилі у діапазоні хвиль від 670 до 770нм і визначали стаціонарне значення флуоресценції.

Ознакою стаціонарного значення була умова $F_2 - F_1 \leq 0,01 F_{\text{max}}$, де F_1 , F_2 - послідовні значення флуоресценції визначені на відстані більше 20сек між ними, F_{max} - максимальне значення флуоресценції індукції. Після досягнення стаціонарного значення флуоресценції листок нагрівали з постійною швидкістю підвищення температури $10^\circ\text{C}/\text{хв}$, та з одночасним вимірюванням флуоресценції термоіндукції. Через 90сек ($>35^\circ\text{C}$) після початку нагрівання з поточних значень флуоресценції виділяли два послідовних пікових значення і визначали проміжок часу між ними τ . Паралельно з вимірюванням флуоресценції в діапазоні хвиль від 670 до 770нм, вимірювали флуоресценцію на хвилі 530нм і виділяли її максимальне значення F_m . Операції з визначення τ і F_m здійснювали як для дослідної, так і для зразкової рослин і визначали

$$\tau_d, \tau_k, F_m^d, F_m^k. \text{ За формулою } K = \frac{\tau_d F_m^k}{\tau_k F_m^d} \text{ визначали}$$

коефіцієнт сумісності компонентів сорто-підщепної комбінації. Визначення показали, що коефіцієнт сумісності щеплення сорту Реалія Туринська на підщепу В-29 дорівнює $K=0,294$, тобто комбінація погано сумісна, що і проявилось при екстремальних умовах посухи 2001 року, коли щепка загинула.

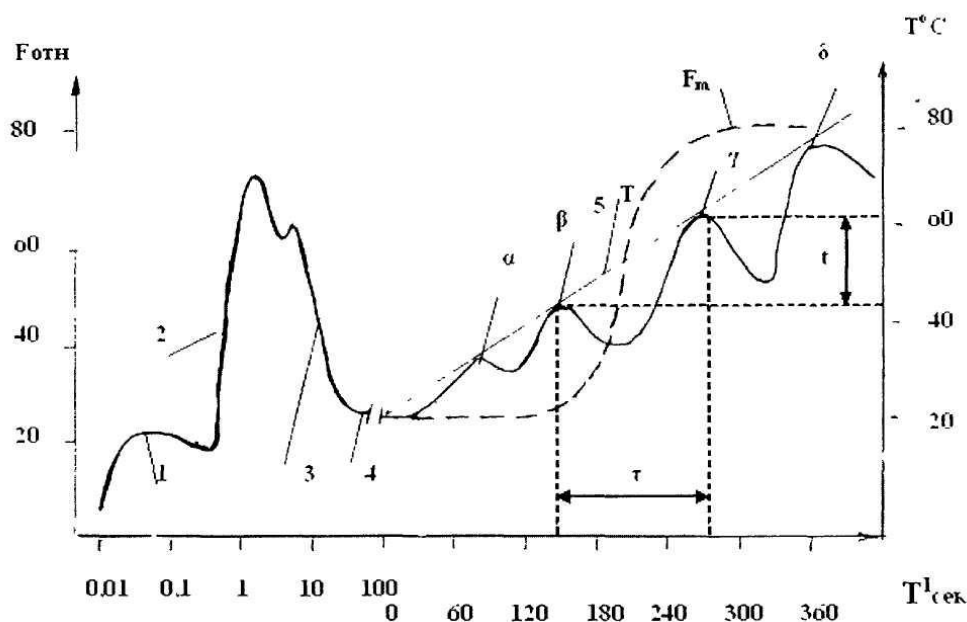
Крім того, досліджувалась сумісність 10 сортів груші з підщепкою ВА-29. Як зразковий вибрано

сорт Кюре на цій підщепі. До добре сумісних віднесено сорти Микола Крюгер, Деканка Майкопська, Яблунівська для яких $K \geq 0,65$, до середньосумісних віднесено Мадам Бюле, Треву Тегра, Флорана (K в межах $0,35 \div 0,65$), а до погано сумісних - Таврійську, Мелліну, Реалію Туринську для яких $K < 0,35$.

Запропонований спосіб дослідження сумісності компонентів сорто-підщепних комбінувань, як видно з його опису, може бути реалізовано у виробничих умовах з використанням серійних хронофлуорометрів, які здійснюють вимірювання та реєстрацію поточних значень флуоресценції. Для реалізації способу при тестуванні саджанців з розсадника Інституту садівництва УААН був застосований переносний флуорометр «Флоратест» [патент UA 12382], але можуть бути використані інші

прилади, наприклад, портативний хлорофіл-флуорометр PAM-2100 німецької фірми Heinz Walz GmbH або хлорофіл-флуорометр OS-30p фірми OPTI - Sciences USA. Як чутливий елемент був застосований опто-електронний сенсор [патент UA 13481] з незначними доробками.

Запропонований спосіб дозволяє надійно визначати приховану несумісність компонентів сорто-підщепних комбінувань вже на першому місяці розвитку саджанця-щепи. Разом з хронофлуорометром «Флоратест» та відповідним сенсором, запропонований спосіб матиме промислове застосування у виробничих умовах при масових тестуваннях посадкового матеріалу садових і ягідних культур у відповідних господарствах, розсадниках, сорто-випробувальних станціях, тощо.



Фіг. 1