

## Gyümölcs-félék enzimes barnulásának mérése Spektrólóriméterrel\*

GAJZÁGÓ ILDIKÓ ÉS VAMOSNÉ VIGYÁZÓ LILLY

Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet, Budapest

A növényi szövetek enzimes barnulását, mint ismeretes, a polifenoloxidáz enzim (o-difenoloxidáz, o-difenol: O<sub>2</sub>-oxidoreduktáz) okozza. A reakció szubsztátuma számos szöveti fenolvegyület, amelyek szerkezetüktől és mennyiségüktől viszonyaiktól függően vesznek részt az enzimreakcióban.

A gyümölcsök barnulását egyéb tényezők, mint például a pH, vagy az aszkorbinsavtartalom is befolyásolja. Ennek következtében a szubsztátum-koncentráció és a barnulás sebessége, ill. mértéke között sok esetben nem találtak egyértelmű összefüggést (1, 2, 3, 4).

A gyümölcsök konzerv- vagy hűtőipari feldolgozhatósága szempontjából, valamint a barnulás-gátlók értékelésekor az elszíneződés közvetlen mérése tehát lényegesen jobb felvilágosítást ad.

Közleményünkben remissziómérésen alapuló módszert ismertetünk, amely alkalmas gyümölcs-fajták enzimes barnulási sebességének objektív meghatározására.

### Anyagok és módszerek

#### *A gyümölcsfajták és előkészítések*

Két-fajta őszibarack (Ford és Elberta), sárgabarack, alma- és körtefajták enzimes barnulását mértük pépben, ill. szeletben a gyümölcs konzisztenciájától függően. Alma és körte mindkét alakban mérhető. Érett őszibarackból nem tudunk szeletet vágni, sárgabarackból a mérés nem végezhető pépben a gyors barnulás miatt.

A gyümölcspépet Labor-MIM, Budapest gyártmányú, hűtőköpennyel ellátott „Biomix” homogenizátorban készítettük, jeges vízzel történő hűtés mellett, maximális fordulatszámmal 1,5 percig. A meghámozott és felaprított, hűtött (4 °C-os) alma és körte 50–50 g-ját 20–20 cm<sup>3</sup> desztillált vízzel, az őszibarackot pedig adalék nélkül homogenizáltuk.

A gyümölcsszeletek 3×3×1 cm-es darabok voltak, amelyeket úgy vágunk ki, hogy a magház a felületet ne zavarja.

Az előkészítés alatt fellépő barnulás elkerülésére a gyümölcsöt célszerű 4 °C-ra előhűteni.

A gyümölcsszeletek enzimes barnulásának mérése szubsztátumfeleslegben is elvégezhető (potenciális barnulás). Ilyen méréseink közül a körte-szeleteken végzettedek ismertetjük. Szubsztátumként 2%-os klorogénsav-, ill. 5, 8 és 10%-

\* Német nyelven megjelent a NAHRUNG című folyóiratban.

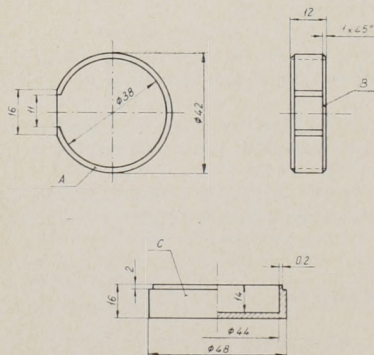
os pirogallol-oldatokat alkalmaztunk. A szubsztrátum-oldatokba a gyümölcs-szeleteket 0,5 percre bemártottuk, majd szűrőpapírral a felületet leitattuk. A szubsztrátumoldatokat csak egyszer használtuk fel bemártásra.

Az őszibarack barnulásának gátlására a különböző ismert inhibitorok közül az aszkorbinsav, citromsav és cukor (szacharóz) hatását vizsgáltuk. 100–100 g gyümölcsből 10 cm<sup>3</sup> 10%-os inhibitor oldattal az ismertetett módon pépet készítettünk.

### A mérés kivitelezése

**A mérőfeltét.** A „Spekol” (Zeiss, Jena) spektrokoloriméter R 45/0 típusú remissziós feltétjét korong alakú üvegküvettaből és leárnyékoló, fekete műanyagból készített küvettaházból álló, házilag gyártott kiegészítéssel láttuk el, amelynek felül- és oldalnézetét, valamint pontos méreteit az 1. ábrán szemléltetjük.

A gyümölcspépet a homogenizálás után a küvettaába töltjük, amelyet nyílásával felfelé helyezünk a fekete küvettaháza. A gyümölcsszeleteket közvetlenül a küvettaháza helyezzük és 42 mm átmérőjű, 1 mm falvastagságú üveglappal fedjük le.



1. ábra

A mérőküvetta elől- és oldalnézete, a küvettaház oldalnézete. „A” küvetta előlnézet; „B” küvetta oldalnézet; „C” küvettaház oldalnézet

A küvettaház kiálló pereme a remissziós feltét mérőnyílása körül elhelyezkedő horonyba szorosan beleillik. A küvettaház felerősítése előtt a mérőfeltétet úgy kell elfordítani, hogy a mérőnyílás oldalt legyen, a mérést ebben az állásban végezzük.

**A hullámhossz megválasztása.** A hullámhosszt, amelynél a barnulás a leovasó műszer mutatójának legnagyobb kitérését eredményezi, a következő módon állapítottuk meg:

Egy-egy gyümölcsöt (kisebb gyümölcs pl. sárgabarack esetében két, ill. három gyümölcsöt) elfeleztünk. Egyik felét az ismertetett módon homogenizáltuk, és 1 óráig szobahőmérsékleten hagytuk barnulni. A másik felet a barnulás gátlására 3 s% aszkorbinsavval homogenizáltuk.

Az aszkorbinsavtartalmú gyümölcspépet a küvettaába töltöttük, majd a mérőfeltétre erősítettük és a műszer mutatóját 100-ra állítottuk. Utána a megbarnult gyümölcspépet töltöttük a küvettaába és feljegyeztük a mutató állását. A mérést különböző hullámhosszakon és erősítéseken megismételtük. A barnulás mérésére azt a hullámhosszat választottuk, amelynél a legkisebb erősítéssel a műszer mutatója a legnagyobb kitérést mutatta.

A különböző alapszínű gyümölcsfajtáknál alkalmazott hullámhosszakat és erősítéseket az 1. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat

**Az enzimes barnulás műszeres méréséhez alkalmazott hullámhosszak és mérési érzékenységek**

A gyümölcs fajtája	A gyümölcs színe	Hullámhossz, nm	Érzékenység (erősítés)
Őszibarack, Ford (pép) .....	zöld	470	10
Őszibarack, Elberta (pép) .....	sárga	580	20
Alma, Jonathan (pép) .....	világos sárga	540	20
Alma, Jonathan (szelet) .....	világos sárga	540	20
Körte, Alexander (pép) .....	világos sárga	540	20
Körte, Alexander (szelet) .....	világos sárga	540	20
Kajsziabarack (szelet) .....	sötét sárga	580	50

A mérés. A műszer nullázása után a küvetát, ill. küvetaházat a mintával a remissziós feltétre erősítjük és a leolvasó műszer mutatóját pontosan 3 perccel a gyümölcs hámozása után a „100”-as értékre állítjuk, egyidejűleg stopperórát indítunk. A remissziós értékeket először 30, két perc után pedig 60 sec-enként feljegyezzük addig, míg három egymást követő leolvasásnál nem tapasztalunk remisszióváltozást. A leolvasott értékeket 100-ból levonva, kapjuk a remisszióváltozást (ΔR) skálaosztásban.

Mindenkor 4–10 (a legtöbb esetben 6) párhuzamos mérést végeztünk és az eredményeket statisztikailag értékeltük.

A barnulás érzékszervi értékelése. A műszeres mérési eredményeket egyidejűleg végzett érzékszervi értékeléssel hasonlítottuk össze, amelyet 5 személy végzett ugyanazon gyümölcs párhuzamos mintáin. A bírálók gyümölcsszeletek színét szabad szemmel hasonlították olyanokéhoz, amelyek barnulását 3%-os aszkorbinsavval gátoltuk. A megfigyelési időszak – éppen úgy, mint a műszeres mérésnél – 3 perccel a hámozás befejezése után kezdődött, és a két minta közötti szinkülönbség észleléséig tartott. Stopperórával mérték a barnulás észlelhetőségének időpontját, amelyből a középértéket és a szórást kiszámítottuk.

## Eredmények

### A barnulási sebesség meghatározása

A remisszióváltozást az idő függvényében ábrázolva, a barnulást jellemző görbét kapunk. A 2. ábrán tipikus barnulási görbe látható.

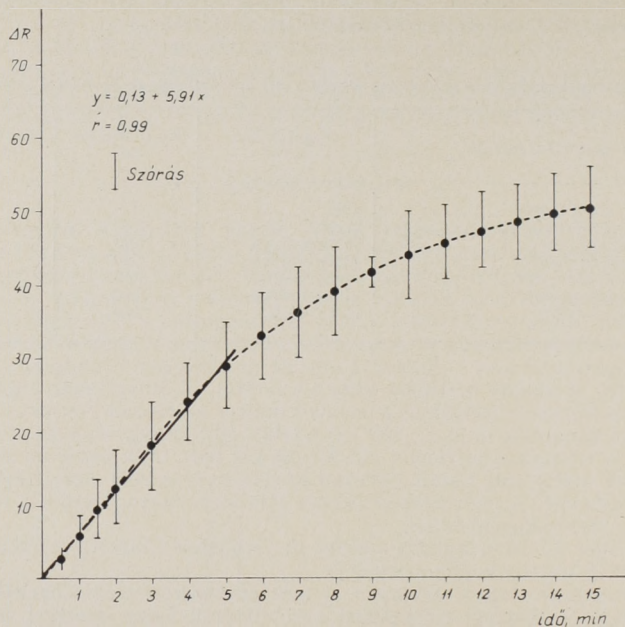
A barnulás kezdetében az idővel arányosan változik, majd a reakciósebesség fokozatosan csökken, és végül a keletkezett szín állandó marad. A lineáris szakasz általában 3–5 perccig tart. Ennek a szakasznak mérési pontjaiból lineáris regresszió segítségével számítjuk ki a regressziós egyenes egyenletét. A regressziós koefficiens az 1 perc alatt bekövetkező remisszióváltozást, tehát a barnulás sebességét adja meg.

A barnulási aktivitás (BA) egységként (E) az 1 perc alatt bekövetkező 1 skálaosztásnyi remisszióváltozást tekintjük.

Így az 1. ábrán feltüntetett példában

$$BA_{470/10} = 5,91 E$$

$$BA_{470/10} = \text{a 470 nm-en fízszeres erősítéssel mért barnulási aktivitás.}$$



2. ábra

Ford-őszibarackpép barnulási görbéje

Mérési körülmények: 470 nm, 10-szeres erősítés, a párhuzamos mérések száma:  $n = 7$ .  $\Delta R$  = remisszióváltozás (skálaosztás); --- mért görbe; ——— számított regressziós egyenes (az első öt percben meghatározott mérési értékekből);  $x$  = mérési idő, min.;  $y = \Delta R$  = remisszióváltozás;  $r$  = korrelációs koefficiens

Az ismételt meghatározások szórásának számításakor figyelembe kell venni hogy a középértékek regressziós koefficiensek, tehát a szabadsági fok:

$$\text{SzF} = n - 4$$

$n$  = a párhuzamos meghatározások száma.

A különböző erősítésekkel kapott mérési eredmények egymásba átszámíthatók (pl.  $BA_{580/50} = 2,5 BA_{580/20}$ ). Ez lehetővé teszi a hasonló alapszínű, különböző gyümölcs-fajták összehasonlítását is (pl. sárgahúsú őszibarack és sárgabarack).

A kezdeti reakciósebéségen kívül célszerű a folyamat jellemzésére a barnulási görbe alakját is figyelembe venni, különösen az inhibitorok hatásának tanulmányozásakor. Megvizsgáltuk, hogy a remissziós görbe állandó végértékét nem oxigénhiány okozza-e. A remisszió állandó értékének elérése után a mintákat 5 percre levegő atmoszférába helyeztük, majd ezután a remisszió értékét még további 20 percig megfigyeltük. Ez alatt az idő alatt azonban már nem következett be szignifikáns remisszióváltozás. Tehát a remisszió állandóvá válása valószínűleg inkább a reakciótermékek gátló hatásának tulajdonítható, bár az enzim irreverzibilis inaktíválódása is lehetségesnek látszik, átmeneti oxigénhiány következtében.

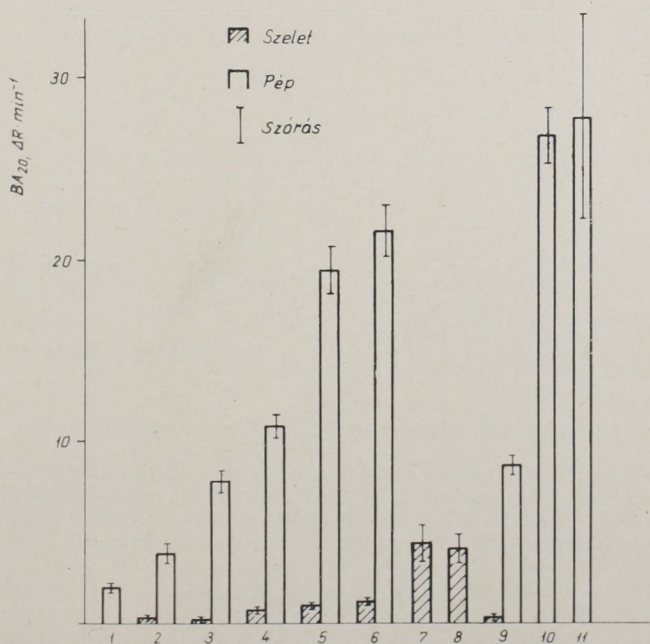
A 2. ábrán látható, hogy a remisszióváltozások szórásai a gyümölcs inhomogenitásának következtében jelentősek. A barnulási aktivitás értékei ezzel szemben lényegesen kisebb ingadozásokat mutatnak, mivel a regressziós koefficienseket mindenkor az egyenes szakasz összes mérési pontjából, azaz a mérési eredmények sokaságából számítjuk, ami a statisztikus biztonságot növeli.

A 3. ábrán különböző gyümölcsfajták barnulási aktivitását szemléltetjük a szórásokkal együtt.

Látható, hogy az ismertetett eljárással széles tartományban mérhető a barnulási aktivitás. A szórások nagyságát a gyümölcs fajtája is befolyásolja, pl. a sárgabarack-szeleteknél és az őszibarack-pépnél a szórások viszonylag nagyok. Ez a két fajta gyümölcs húsának rostos szerkezetével függ össze.

A pép és szelet barnulási aktivitásértékei ugyanazon gyümölcsfajtánál szoros összefüggésben vannak egymással. Ezt a 4. ábrán öt almafajtára vonatkozó értékekkel szemléltetjük.

A lineáris korreláció (az igen erősen szignifikáns 0,87 értékű korrelációs koefficienssel) lehetővé teszi a szeletekben mért barnulási aktivitás átszámítását a pép esetében várható értékekre és fordítva.

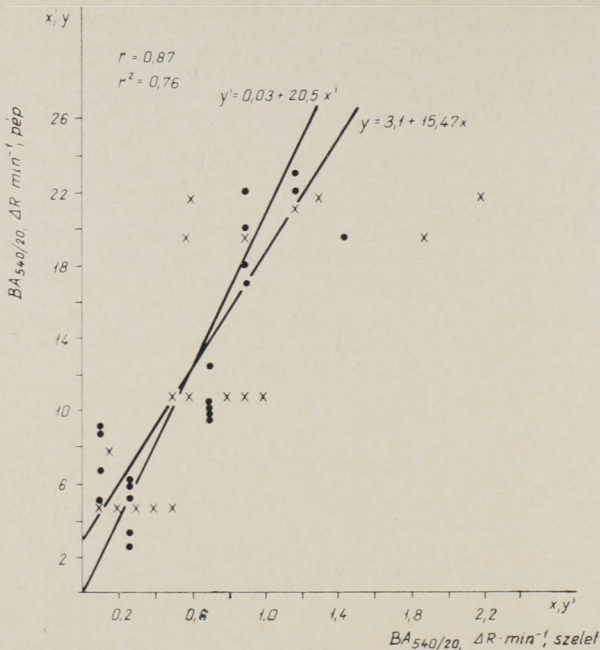


3. ábra

Különböző gyümölcsfajták barnulási aktivitásai (barnulási sebességek)

1–6: alma-fajták: 1 Jonathan, 1972-es termés, 2 Jonathan, 1973-as termés, 3 Staymared, 4 Starking, 5 Jonared, 6 Golden delicious; 7–8: sárgabarack, 9 Alexander körte, 10–11 őszibarack: 10 Ford, 11 Elberta. 7 és 8 esetében 50-szeres, 10 esetében 10-szeres erősítéssel mért adatokat 20-szorosra számítottunk át. BA<sub>20</sub> = barnulási aktivitás 20-szoros erősítésnél.

ΔR = remisszióváltozás



4. ábra

Korreláció 5 alma-fajta szeletben és pépben mért barnulási aktivitása között. A regressziós egyenest 5–5 mérési pontból, egyenként 4–8 párhuzamos barnulási aktivitás-értékből (összesen 59 adatból) határoztuk meg.

$x, y'$  = a szeletben mért barnulási aktivitás,

$x', y$  = a pépben mért barnulási aktivitás,

$r$  = korrelációs koefficiens. Alma-fajták: lásd a 3. ábrán.  $BA_{540/20} = 540 \text{ nm-en } 20\text{-szoros}$  erősítéssel mért barnulási aktivitás;  $\Delta R$  = remisszióváltozás

#### A műszeres mérés összehasonlítása az érzékszervi megfigyeléssel

Az elszíneződést a bírálók szabad szemmel  $97 \pm 20,4$  sec elteltével észlelték. Arra a kérdésre, hogy melyik az elszíneződött minta, mindegyik bíráló helyes választ adott. A párhuzamosan végzett műszeres méréseknél 97 másodperc alatt jól mérhető remisszióváltozást kaptunk:  $1,45 \pm 0,48$  skálaosztást ( $n = 5$ ).

#### Mérések szubsztrátumfeleslegben

A körte-szeletek szubsztrátumfeleslegben mért barnulási aktivitását a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A szubsztrátum hozzáadása nélkül mért tényleges barnuláshoz képest mind a klorogénsav, mind a pirogallol sokszorosára növelte a barnulási aktivitást, különösen erős hatás mutatkozott a klorogénsavnál. A pirogallol-koncentráció növelése 5-ről 10%-ra azonban nem növelte szignifikánsan a barnulási aktivitást.

Alexander körte természetes és potenciális barnulási aktivitása

Szubsztrátum	A. szubsztrátum koncentrációja, %	Barnulási aktivitás	
		E	s
—	—	0,19	0,02
Klorogénsav .....	2	1,86	0,05
Pirogallol .....	5	1,38	0,16
Pirogallol .....	8	1,50	0,10
Pirogallol .....	10	1,60	0,30

A méréseket 540 nm-en 20-szoros erősítéssel végeztük.

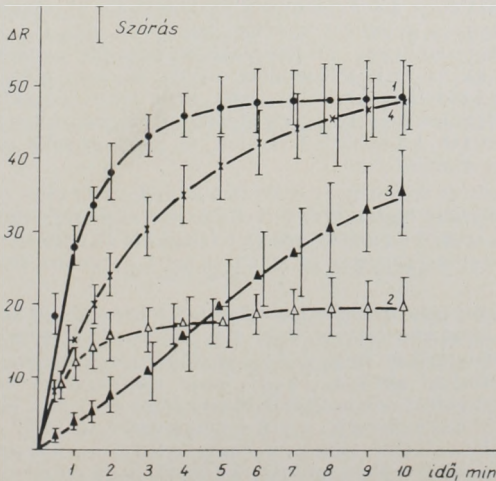
A párhuzamos mérések száma: 6.

s = szórás.

E = 1 skálaosztás:  $\text{min.}^{-1}$

### Mérések inhibitorokkal

Az őszibarack barnulásának mérését különböző inhibitorok jelenlétében az 5. ábrán szemléltettük.



5. ábra

Elberta őszibarack barnulásának mérése különböző inhibitorok jelenlétében 1. inhibitor nélkül, 2. 1 s% aszkorbinsavval, 3. 1 s% citromsavval, 4. 1 s% cukorral.

A lineáris szakaszok regressziós egyenletei és korrelációs koefficiensei:

$$1. y = 1,6 + 27,83 x \quad r = 0,92$$

$$2. y = 0,8 + 12,00 x \quad r = 0,92$$

$$3. y = 0,08 + 3,63 x \quad r = 0,99$$

$$4. y = 0,3 + 15,16 x \quad r = 0,97$$

x = mérési idő, perc; y =  $\Delta R$  = remisszióváltozás (skálaosztás); r = korrelációs koefficiens

Az inhibitorok alkalmazott koncentrációi a barnulást csak részlegesen gátolták. Az elszíneződési folyamat a minta előkészítése után azonnal megkezdődött, azonban lassabban ment végbe, mint inhibitor nélkül. A kezdeti reakciósebességet a kezeletlen mintához képest a citromsav 90, a cukor, ill. aszkorbinsav pedig mintegy 50%-kal csökkentette.

A barnulási görbék lefutása különböző inhibitorok alkalmazásakor eltérő volt. A cukorral kezelt őszibarack-pép remissziója ugyan kezdetben valamivel lassabban változott, azonban 10 perc alatt ugyanazt a végső értéket érte el, amelyet a kezeletlen pép 6–7 perc alatt.

Az aszkorbinsavval kezelt minta remisszióváltozásának maximális értéke 2,5-szer kisebb volt, mint a kezeletlené. A kezdeti reakciósebesség szempontjából leghatékonyabb citromsavas kezelés esetében a barnulási görbe a mérési idő teljes 10 perce alatt lineáris, anélkül, hogy konstans értéket érne el.

### Következtetések

Példáinkból látható, hogy a kidolgozott módszer a különböző gyümölcsfajták barnulási hajlamára közvetlen következtetéseket tesz lehetővé. Az irodalomban közölt egyes módszerek (1, 3) a gyümölcs barnulási hajlamára a gyümölcsből nyert lé extinkciójának méréséből következtetnek. Az így nyert eredmények érvényességét azonban a gyümölcslére kellene korlátozni, mivel az enzim nagyobb része általában a sejtrészecskékhez kötött (5, 6), ezenfelül a kötött és oldható rész aránya a gyümölcs érettségi fokától is függ (7). A gyümölcshús remissziójának méréséről (pép és szelet alakban) Zeiss-féle Leukométerrel többen beszámolnak (2, 8). Az itt közölt módszer előnye az, hogy a barnulást egyetlen mérőszámmal, a kezdeti reakciósebességgel, ill. a barnulási aktivitás értékével jellemzi. Ez a különböző helyeken vagy különböző időpontokban végzett mérések (pl. tárolási kísérletek, különböző évjáratok, ill. tájak gyümölcsei) objektív összehasonlításakor előnyös.

A remissziómérés eredményei közvetlen következtetéseket tesznek lehetővé a gyakorlatban várható barnulásra, mivel a műszeres mérés érzékenysége körülbelül azonos a szabad szemmel végzett értékeléssel. A műszeres mérés további előnye, hogy a gyümölcspéppel és szelettel mért barnulási értékek egymásba átszámíthatók.

A mérőmódszer előnyei mellett a mérés két hibaforrására szeretnénk rámutatni. Az egyik azzal kapcsolatos, hogy a mérőberendezés nem hűthető. Kísérleteinkben megállapítottuk, hogy a 4 °C-ra előhűtött gyümölcs jeges vízzel hűtött homogenizátorban aprítva, 14–15 °C-ra melegszik. A barnulás kezdeti sebességének meghatározásához általában szükséges 4–5 perc alatt a gyümölcspép további 2–3°-kal melegszik, a végső hőmérséklet tehát 17–18 °C. Mivel a remissziómérés alatt a hőmérsékletemelkedés csekély és a kísérleti körülmények szigorú betartása esetén mindig azonos, feltehető, hogy összehasonlító vizsgálataknál a hűtés hiányának nincs jelentősége.

A másik hibaforrás oka az, hogy a gyümölcs – különösen a pép – előkészítése oxigén jelenlétében történik és időt vesz igénybe, amely alatt már bizonyos barnulás következhet be. Az előkészítéskor a reakciósebességet a gyümölcs hűtésével lehetőleg visszaszorítjuk, és a hibát a hámozástól a mérésig beiktatott 3 percre várakozási idővel „standardizáljuk”. A barnulási görbék egyenes szakaszai azt mutatják, hogy a reakció a mérés kezdetén még nulladrendű, tehát valóban kezdeti reakciósebességet mérünk.



- (1) Walker, J. R. L.: New Zeal. J. Sci. 5, 316, 1962.
- (2) Täufel, K., Voigt, J.: Ernährungsforschung 8, 406, 1963.
- (3) Scheel Mahn, M.: An. Fac. Quim. Farm. Univ. Chile 19, 112, 1968.
- (4) Weurman, C., Swain, T.: J. Sci. Food Agric. 6, 186, 1955.
- (5) Voigt, J., Noske, R.: Z. U. L. 130, 9, 1966.
- (6) Yankov, S. J.: C. R. Acad. Bulg. Sci. 14, 455, 1961.
- (7) Harel, E., Mayer, A. M. Shain, Y.: Physiol. Plantarum, 17, 921, 1964.
- (8) Kádas L., Bánki, C.: ÉVIKE 17, 289, 1971.

## ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЗИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕМНЕНИЯ ПЛОДОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТР ОКОЛОРИМЕТРА „СПЕКОЛ”

*И. Гайзаго — Л. Вамош,*

Был разработан метод для объективного определения энзиматического потемнения мякоти плодов путем измерения ремиссии. Насадка ремиссии спектроколориметра „Спекол” фирмы Цеисс, Иена, ГРД, была дополнена дискообразной стеклянной кюветкой с черным кожухом для экранирования позволяющими измерения потемнения плодов в виде пульпа и на пластинках. Плоды приготавливаются к измерению при стандартизованных условиях и определения проводятся, в зависимости основного цвета плода, при разных длинах волн. Длительность определения начальной скорости потемнения вместе с приготавлением мякоти к измерению вообще не больше 8 или 10 минут. Однако, из-за негомогенности мякоти плодов, необходимо повторять определение несколько раз, чтобы получить достоверные результаты. Из измеренных данных, находящихся на линейной секции кривой потемнения, вычисляется регрессионное уравнение, причем регрессионный коэффициент указывает изменение ремиссии за минуту, т. е. величину „активности потемнения”. Результаты, полученные с помощью прибора, совпадают с наблюдением потемнения на глаз. Метод пригоден и к определению „потенциального потемнения”, определяющегося в присутствии избытка субстрата, а также к оценке ингибиторов.

## MESSUNG DER ENZYMATISCHEN BRÄUNUNG VON FRÜCHTEN MIT DEM SPEKTROKOLORIMETER „SPEKOL”

*I. Gajzágó und L. Vámos-Vigyázó*

Eine auf die Messung der Remission fussende Methode wurde zur objektiven Bestimmung der Geschwindigkeit der enzymatischen Bräunung von Früchten entwickelt. Der zur Remissionsmessung dienende Aufsatz des Spektrokolorimeters „Spekol” (Zeiss, Jena) wurde mit einem aus einer scheibenförmigen Glasküvette und einem schwarzen beschattenden Küvettengehäuse bestehenden Ergänzungsteil versehen, um das Gerät zur Messung von Fruchtpulpe bzw. Fruchtschnitzeln gleicherweise geeignet zu machen. Die Frucht wird zur Messung unter genormten Bedingungen vorbereitet, und die Messungen — in Abhängigkeit von der Farbe der Frucht — bei verschiedenen Wellenlängen durchgeführt. Der Zeitbedarf der Messung der anfänglichen Bräunungsgeschwindigkeit beträgt — auch die Vorbereitung der Frucht inbegriffen — nicht mehr als 8 — 10 Minuten. Infolge der Inhomogenität der Frucht sind jedoch mehrere parallele Messungen nötig, um verlässliche Ergebnisse zu bekommen. Die Gleichung der Regressionsgerade wird aus den Messpunkten des linearen Abschnittes der als Funktion der Zeit gemessenen Remissionsänderung berechnet. Der Regressionskoeffizient

gibt die in einer Minute stattfindende Remissionsänderung d. h. die Bräunungsaktivität an. Die Messergebnisse stimmten mit der visuellen Bewertung der Bräunung gut überein. Die Methode ist zur Messung der (in einem Substratüberschuss gemessenen) „potentiellen Bräunung“ und der Wirkung von Inhibitoren geeignet.

## MEASUREMENT OF THE ENZYMATIC BROWNING OF FRUITS WITH THE SPECTROCOLORIMETER „SPEKOL”

*I. Gajzágó and L. Vámos-Vigyázó*

A method was developed for the objective determination, by the measurement of remission of the enzymatic browning of fruit flesh. The remission attachment of the spectrophotometer „Spekol” (Zeiss, Jena) was equipped with a disk-shaped glass cell and a black cell holder which made measurements of fruit pulp and slices equally possible. The fruit is prepared under standardized conditions and measurements are carried out at different wave lengths and attenuations according to the basic colour of the fruit. The overall time requirement of the measurement of the initial browning rate (i.e. changes in remission) including preparatory steps does not exceed 8 or 10 minutes. However, in order to obtain reliable results, measurements have to be repeated several times due to inhomogeneity of fruit flesh. From the points of measurement within the linear section of remission vs. time plots the regression equations may be calculated. The regression coefficient indicates the change in remission per minute which may be considered as „browning activity”. Measurements are in good agreement with sensory observations of browning. The procedure lends itself to the measurement of the „potential browning” (in the presence of excess substrate) as well as to the evaluation of the action of inhibitors.

## MEASURE DU BRUNISSEMENT ENZYMATIQUE DES FRUITS AVEC LE SPECTROCOLORIMÈTRE «SPEKOL»

*I. Gajzágó et L. Vámos-Vigyázó*

On a élaboré, afin de déterminer de façon objective la vélocité du brunissement enzymatique de fruits divers, une méthode de mesure de rémission. On a complété l'attache de rémission du spectrophotomètre «Spekol» (Zeiss, Iéna) d'une cuvette de verre discoïde et d'un écran noir. L'appareil équipé de cette façon se prête à la mesure du brunissement de pulpes et de tranches de fruits.

On prépare le fruit à la mesure entre conditions standardes en effectuant cette dernière à de longueurs d'onde variant selon la couleur de base du fruit. Le temps qu'exige la mesure de la vitesse initiale du brunissement, y compris la préparation du fruit, ne dépasse pas les 8 à 10 minutes. Il convient, cependant, afin de corriger les fautes dues à l'inhomogénéité des fruits, de répéter les mesures plusieurs fois.

On calcule l'équation de régression à partir des points de mesure de la section linéaire de la courbe qui représente le rapport entre la variation de la rémission et le temps. Le coefficient de régression indique la variation de la rémission par minute, c'est-à-dire, l'activité du brunissement. Les résultats de mesure sont en bon accord avec ceux de l'évaluation du brunissement à l'oeil nu.

La méthode se prête à la mesure du brunissement potentiel (dans la présence d'un excès de substrat) ainsi qu'à l'évaluation de l'action des inhibiteurs.