

# A gyümölcsökben található pektinbontó enzimek vizsgálatának módszertani kérdései

AL HIMDANI A. – MERÉSZ PÉTER – LÁSZTITY RADOMIR  
Budapesti Műszaki Egyetem. Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék

Érkezett: 1988. július 8.

A gyümölcsök érésének egyik jellemző folyamata a konzisztencia változás. Ez a jelenség összefügg azokkal a folyamatokkal, amelyek a gyümölcsök mechanikai szilárdságának biztosításában fontos szerepet játszó sejtfalokban játszódnak le. A bonyolult szerkezetű sejtfalak fő alkotórészei a cellulóz, a pektin és a hemi-cellulózok. A legtöbb kutató a sejtfal poliszacharid alkotórészei közül a pektinek változását tartja döntőnek az érés és tárolás alatti konzisztencia változás szempontjából. A pektinkomponensek enzimes lebontódását, oldhatóságuk és sok esetben mennyiségük változását az érés és a tárolás, valamint a feldolgozás közbeni sok kísérleti adat bizonyítja. Tekintve, hogy a megfelelő konzisztencia mind a gyümölcsök (és zöldségfélék), mind a belőlük készült termék fontos minőségi követelménye, mindenképpen káros, ha az említett lebontási folyamat az optimális konzisztencia elérése után is folytatódik. Az átalakulási folyamatok mechanizmusának pontosabb megismerése így elősegítheti egyrészt jobban tárolható és feldolgozható fajták kiválasztását, illetve a tárolás, technológiai paraméterek olyan megválasztását, amelyek a legkisebb nemkívánatos elváltozást okozzák. A pektinek enzimes bontása fontos szerepet játszik a gyümölcslevek derítésében is, amit enzimmészitmények adagolásával érnek el.

Az International Union of Biochemistry (Nemzetközi Biokémiai Unió) nomenklatúrája szerint az alábbi pektinbontó enzimeket különböztethetjük meg (Barman 1969):

- 3.1.1.11. Pectin-pectyi-hydrolase (pektinészteráz PE): A pektin metilezetkarboxilcsoportjainak észterkötéseit hidrolizálja. Rendkívül specit fikus enzim. Kizárólag a metilezett poligalakturonsavat hidrolizálja.
- 3.2.1.15. Poly- $\alpha$ -1,4-D-galacturonide-glucano-hydrolase (Pektáz vagy poligalakturonáz, PG. Pektin-depolimerázként is ismeretes): Nevéből következően a pektin poligalakturonsav-láncát hasítja, depolimerizálja. Nem nagyon specifikus, a metilezett és a demetilezett pektint egyaránt hasítja.
- 4.2.2.2. Poly- $\alpha$ -1,4-D-galakturonide-lyase (Pektátlíáz vagy pektin-transzelimináz): A poligalakturonázhoz hasonlóan a poligalakturonátokat depolimerizálja, de nem hidrolizálva, hanem eliminációs mechanizmussal. A pektin transzelimináz a poligalakturonázzal szemben csak a metilezett polimert hasítja.
- 3.2.1.23.  $\beta$ -D-galactoside-galactohydrolase ( $\beta$ -galaktozidáz): A  $\beta$ -galaktozid $\rightarrow$ alkohol + D-galaktóz átalakulást katalizálja.

Kutatásaink során a poligalakturonáz és a pektinmetilészteráz enzimek aktivitásának meghatározásával foglalkoztunk gyümölcsök tárolása során. Jelen cikkben igyekszünk összefoglalni a munka során összegyűlt módszertani tapasztalatainkat.

### A pektinbontó enzimek kinyerése és tisztítása gyümölcsökből

A gyümölcszövetekből a pektinbontó enzimek kivonása az enzimek ki<sup>8</sup> aktivitása, gyors inaktiválódása és erősen kötött állapota miatt igen gondos munkát igényel. Az irodalomban leírt eljárások közötti különbségek és hasonlóságok szemléltetésére az 1. táblázatban a pektinészteráz, a 2. táblázatban a poligalakturonáz kinyerésére más kutatók által alkalmazott eljárásokat igyekeztünk igen tömören összefoglalni.

1. táblázat

A pektinészteráz (PE) kinyerésére ajánlott irodalmi eljárások

Kiindulási anyag	A tisztítás lépései	Alkalmazott oldatok, pufferek	Hőmérséklet	Hivatkozás
Paradicsom	homogenizálás, szűrés extrahálás 20 óra centrifugálás 9000xg, 10 p	desztillált víz 250 mM Na-foszfát (a homogenizátum súlyának harmada)	0–4 °C	Nakagawa Yanagawa Takehana (1970)
Paradicsom	homogenizálás centrifugálás 2400xg, 10 p Éledék-extrahálás 3 óra centrifugálás 2400xg, 10 p	desztillált víz 1 M NaCl (pH = 6)	4 °C	Tucker Robertson Grierson (1982)
Avocado	homogenizálás 15 perc centrifugálás 6000xg	0,4 M NaCl	4 °C	Awad Young (1979)
Avocado	homogenizálás 3 p	1 M NaCl		Zaubermann (1972)
Alma	homogenizálás extrahálás 16 óra szűrés centrifugálás 20000xg 10 p	0,05 M Na-citrát 0,5 M NaCl (pH = 5)	4 °C	Pollard (1975)
Alma	homogenizálás extrahálás szűrés centrifugálás 2400xg, 15 p	1,5 M KCl (pH = 5)	4 °C	Mivari Okuro Sawai (1975)

## Poligalakturonáz (PG) enzim kinyerésére ajánlott irodalmi eljárások

Kiindulási anyag	A tisztítás lépései	Alkalmazott oldatok, pufferek	Hőmérséklet	Hivatkozás
Paradicsom	homogenizálás centrifugálás 2400xg, 10 p fehérjekicsapás a felülúszóból mosás, oldás	desztillált víz  TCA (100%) adagolása, a végső konc. 10%, etanol (TRIS/HCL (pH = 8)	4 °C	Tucker Grierson (1982)
Paradicsom	homogenizálás centrifugálás 10000xg, 15 p üledék reszusz- pendálás keverés 15000 g 20 p centrifugálás	desztillált víz  0,2 M TRIS/ HCl 5% NaCl (pH = 9) (2 óra)	4 °C	Yoshida Nakagawa Ogura Sato (1984)
Liofilezett paradicsom	extrahálás centrifugálás 12000xg, 30 p	0,1 M Na-citrát 1,3 M NaCl 1,3 mM EDTA 20 mM merkaptó etanol (pH = 6)		Brady McAlpine McGlaccon Neda (1982)
Paradicsom	homogenizálás 1 p centrifugálás 2400xg, 10 p üledék reszuszpendálás keverés 3 óra centrifugálás 2400xg, 10 p	desztillált víz  1 M NaCl (pH = 6)	4 °C	Tucker Robertson Grierson (1980)
Paradicsom	homogenizálás 1 p, állás egy éjszakán át, centrifugálás 15000xg, 30 p fehérjekicsapás a felülúszóból centrifugálás 10000xg, 30 p üledék oldás	0,05 M Na-citrát  1,6 M NaCl (pH = 5,5)  szilárd ammó- nium szulfát  0,05 M Na- citrát (pH = 5,5)	4 °C	Hunter Elkan (1974)
Paradicsom	homogenizálás centrifugálás 4000xg, 10 p üledék extra- hálás, 6 óra centrifugálás 10000xg, 20 p fehérjekicsapás a felülúszóból	desztillált víz  1 M NaCl (pH = 6)  szilárd ammónium szulfát	2 °C	Ahmed Labavitsh Moshrefi (1982)

Kiindulási anyag	A tisztítás lépései	Alkalmazott oldatok, pufferek	Hőmérséklet	Hivatkozás
Avocado	homogenizálás 15 p centrifugálás 6000xg	0,04 M Na-OAC (pH = 5,5)	2-4 °C	Awad Young (1979)
Avocado	homogenizálás szűrés	1 M NaCl		Zaubermann Schiffman Nadel (1972)
Körte	homogenizálás centrifugálás 8000xg, 20 p  üledék reszuszpendálás centrifugálás 8000xg, 20 p üledék reszuszpendálás keverés 2 órát centrifugálás 8000xg, 20 p ultraszűrés	12% carbovax 4000 0,2% Na-tio- szulfát  0,5 M NaCl	2 °C	Pressey Avants (1976)
Alma	homogenizálás 30 p szűrés centrifugálás 20000xg, 20 p dialízis	0,05 M TRIS/HCl  0,1 M KCl 0,5 cisztein desztillált víz	4 °C	Dilenna  Fielding (1983)
Liofilezett alma	extrahálás  pH-beállítás (pH = 6) 1 óra állás szűrés, dialízis 24 óra	0,05 M NaOAC 0,1 M KCl 0,5% cisztein/ HCl (pH = 6) 1 M NaOH  deszt. víz	4 °C	Fielding (1980)

A pektinészterázra alkalmazott extrahálási eljárások megegyeznek abban hogy viszonylag nagy, 0,1–0,5 M NaCl koncentrációt alkalmaznak. Ennek oka, hogy a sejtfalhoz erősen kötött enzimet csak nagy ionerősség mellett lehet leválasztani. A kutatók többsége az inaktiválódás elkerülésére 0–4 °C-os extrakciót alkalmaz. A polivinilpirrolidon (PVP) a polifenoloxidáz aktivitás gátlására szolgál.

Amint látható, az alma-PG enzim extrahálásra csak egy kutatócsoport ajánl eljárást. Az extrakciót a legtöbbször 4 °C-on hajtották végre. A PG enzim szintén nagy ionerősségű oldattal extrahálható (0,5–1,7 M), de néhányan kerülnek a NaCl alkalmazását, azért, mert véleményük alapján a Na<sup>+</sup> ilyen koncentrációban inaktiváló hatású.

Az extraháló oldatok általában 5,5–6 pH-jú pufferrel készültek. Brady (1982) merkapto-etanolt alkalmazott az enzim barnulás megakadályozására. Fielding és Dilenna (1980), Fielding (1982) ciszteint használt a redukáló közeg biztosítására.

A kinyerést követő tisztítási eljárásokról, példaként a PG-enzimet választva, a 3. táblázat ad áttekintést.

### Módszertani vizsgálatok a pektinbontó enzimekkel kapcsolatban

#### *Vizsgált gyümölcsök*

Három almafajtával, két paradicsomfajtával, két narancsfajtával végeztünk vizsgálatokat. A tárolási kísérletek értékeléséhez az alábbiakban ismertetendő módszertani vizsgálatokat végeztük el.

#### *Acetonpor előállítása*

A mélyhűtőben –20 °C alatt tárolt gyümölcsöket tisztítás után (hámozás stb.) feldaraboltuk. A gyümölcs típusától függő mennyiséget (alma: 150 g, paradicsom: 100 g, narancs: 200 g) homogenizáltunk 300 cm<sup>3</sup> 2% PVP-t (poli-vinil-pirrolidon) tartalmazó 0 °C-os acetonnal, 2–5 perc alatt (csomómentességig) MPW–309 típusú, szabályozható fordulatszámú laboratóriumi homogenizátorban. A homogenizátumot G–4-es üvegszűrőn vákuumban gyorsan leszűrtük, valamint 2–3-szor 150 cm<sup>3</sup> 0 °C-os acetonnal felfuszpendáltuk, szűrtük. Szűrés után szűrőpapíron, szobahőmérsékleten szárítottuk. Teljes száradás után porítottuk és a szemcseméret homogenitásának biztosítása érdekében szitálással fejeztük be az előkészítést.

Az így nyert ún. *acetonport* a további felhasználásig jól záródó üvegekben tároltuk. Valamennyi művelet során (1. ábra) gondot fordítottunk arra, hogy a minta hőmérséklete az 5 °C-ot ne haladja meg.

### A poligalakturonáz aktivitás meghatározása

A poligalakturonáz (és általában a pektinbontó) enzimek aktivitásának meghatározására többféle módszer is alkalmazható. Ezeket kipróbálva azt találtuk, hogy a viszkozimetriás módszer az egyedüli, amely alkalmas arra, hogy megfelelő érzékenységgel a gyümölcsből (zöldségféléből) extrahálható nyers enzimpreparátum rendkívül kicsiny aktivitását viszonylag elfogadható hibával meghatározhassuk. Az ilyen típusú mérés végső soron több enzimes hatás együttes eredményét mutatja, azonban jól tükrözi a degradálódás mértékét, amely a gyakorlat szempontjából fontos konzisztenciaváltozásban fontos szerepet játszik.

A mérés kivitelezése kapilláris viszkoziméterrel (Ostwald-Canon-Fenske) történt, a termosztálást speciális termosztát (KUESZ-655 típusú) biztosította. Az adaptálással kapcsolatos kísérleteket a következőkben foglaljuk össze, ahol az értékelési módot is ismertetjük.

Vizsgáltuk a meghatározást befolyásoló tényezők hatását az optimális mérési körülmények kialakítása érdekében. 0,2–2% pektin koncentráció és 4–18-as viszkoziméter tartományban kerestük azt a kombinációt, amelyben a legjobb reprodukálhatósággal lehetséges a viszkozitás változás megállapítása. Ennek alapján az 1,5–2%-os, 150 000–300 000 molekulatömegű (SERVA, citrus) pektin oldatot alkalmaztuk a további meghatározásokhoz. Valamennyi mérést 4–5 párhuzamossal egyidőben, végeztük, kontrollként az enzimoldat helyett desztillált vizet alkalmazva. A viszkoziméterbe 9 cm<sup>3</sup> szubsztrátoldatot helyeztünk, majd 10–15 percig termosztáltuk, utána 1 cm<sup>3</sup> enzimoldatot adtunk hozzá, s 2 órán keresztül 10–15 percenként meghatároztuk az oldat viszkozitását. A mérési eredményekből az aktivitás a következőképpen számítható:

$$A = \frac{B^\circ}{t}, \text{ ahol } B^\circ: \text{ a szubsztrát bontási foka}$$

$t$ : az eltelt idő (perc)

$$B^\circ = \frac{\eta_K - \eta_M}{\eta_M}, \text{ ahol } \eta_K: \text{ az oldat viszkozitása a mérés kezdetén}$$

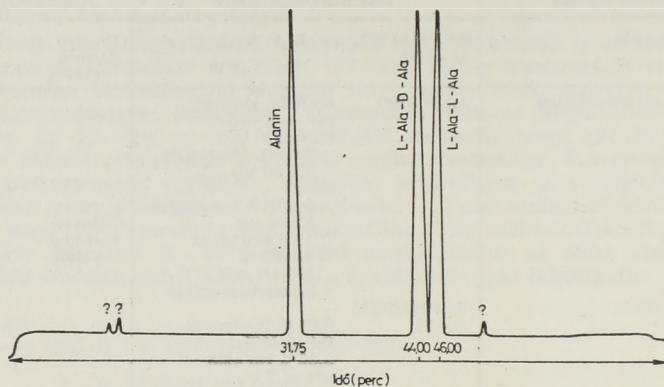
$\eta_M$ : az oldat viszkozitása adott pillanatban

$$\eta_{rel.} = \frac{t_M}{t_V}, \text{ ahol } t_M: \text{ az oldat kifolyási ideje}$$

$t_V$ : a víz kifolyási ideje.

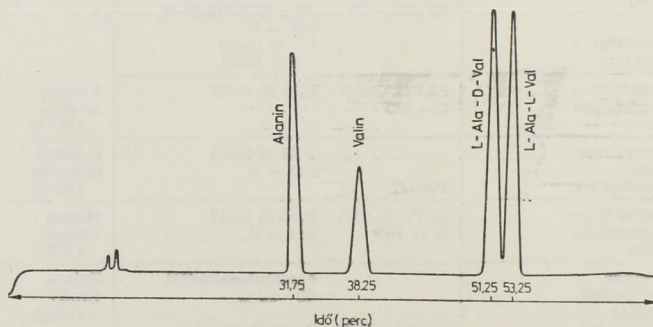
Tisztítási lépések	Tisztítás paramétere	Hivatkozás
Kromatografálás	SEPHADEX 10–15 M NaCl G–100	Pressey Avants (1976)
Izoelektromos fókuszálás	LKB 8100 amfolln, glicerol pH = 3–10 katód: 2,5 mL 1M NaOH 7,5 ml víz anód: 4 ml 1M Na-foszfát 12 ml víz 15 g szacharóz 10 000 V 1-deszt. víz 2-polietilén-glikol	Dilenna Fielding (1983)
Dialfzis Kromatografálás	SEPHADEX G–75 0,05 M Na-foszfát 0,1 M KCl 0,02% Na-azid pH = 7 deszt. víz	
Dialfzis		
Izoenzim elválasztás a nyers extraktum centrifugálása, az üledék reszuszpendálása dialízis centrifugálás a felülúszó kromatografálás fehérjekicsapás centrifugálás az üledék reszuszpendálása kromatografálás	SEPHADEX DEAE A 50 10000xg, 20 p 0,15 M NaCl, pH = 6 10000xg, 20 p 0–4 °C amm.-szulfát, 75 % 10000xg, 20 p 1 M NaCl. pH = 6 SEPHADEX DEAE A 50 10 mM TRIS/HCl, pH = 8 0,1 M NaCl 0,5 M NaCl	Tucker Grierson (1980)
PG–II kinyerése PG–I kinyerése		
Nyers extraktum kromatografálása	SEPHADEX G–100 0,15 M NaCl	Pressey Avants (1974)
A nyers extraktum dialízálása gél-elektroforézis	PAGE 0,15 M NaCl pH = 6	Crookes Grierson (1985)
A nyers extraktum kromatografálása ultraszűrés	SEPHADEX G = 100 0,15 M NaCl pH = 6	Rusel Pressey (1984)
Fehérjekicsapás az extraktumból centrifugálás az üledék oldása	ammóniumsulfát 40–80 % SEPHADEX G–25 0,125 M NaOAC pH = 6 0,125 M NaOAC pH = 6 CM–SEPHA- ROSE 0,125 M NaOAC pH = 6 eluálás sógradi- enssel, 0,125–0,5 M NaCl SEPHADEX G–75 0,1 M NaOAC SEPHADEX G–75 1 mM ditiotreitrol ismételve	Zainon Brady (1982)
kromatografálás		

## D-ÉS L-ALANIN MEGHATÁROZÁS



1. ábra

## D-ÉS L-VALIN MEGHATÁROZÁS



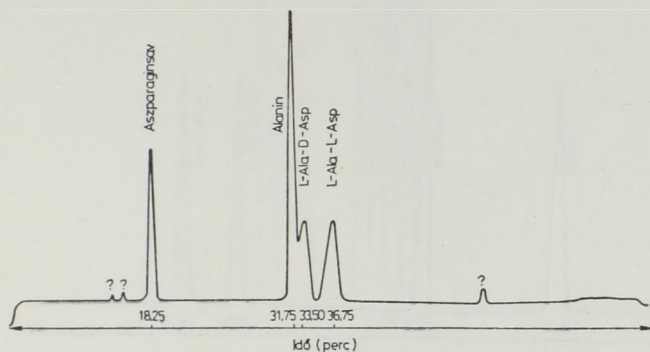
2. ábra

Az így nyert bontások, illetve aktivitás a számításokhoz, összehasonlító vizsgálatok, eredmények értékeléséhez alkalmas, a tényleges aktivitással, bontásokkal arányos mérőszám közvetlen fizikai tartalom nélkül.

A mérésekhez az előzőleg előkészített acetonporból állítottuk elő az enzimidolatot. 100 mg acetonport 50 cm<sup>3</sup> 0,01 M Na-foszfát pufferben (pH = 5,5), amely 3–5% NaCl-t tartalmazott, 0–5 °C-on 14 órán át kevertettük, majd centrifugáltuk, illetve szűrtük. A mérés megkezdéséig az oldatot hűtőben tároltuk

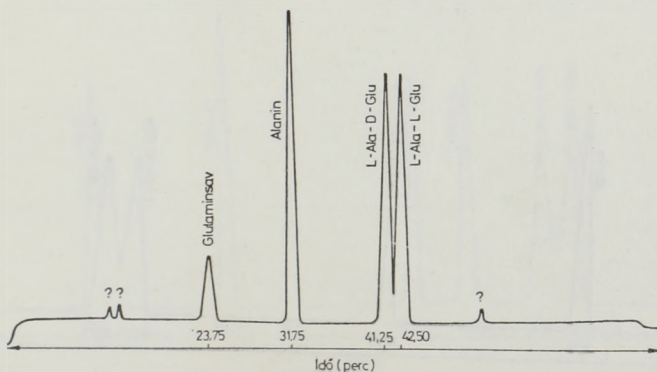


## D-ÉS L-ASZPARAGINSAV MEGHATÁROZÁS



3. ábra

## D-ÉS L-GLUTAMINSAV MEGHATÁROZÁS

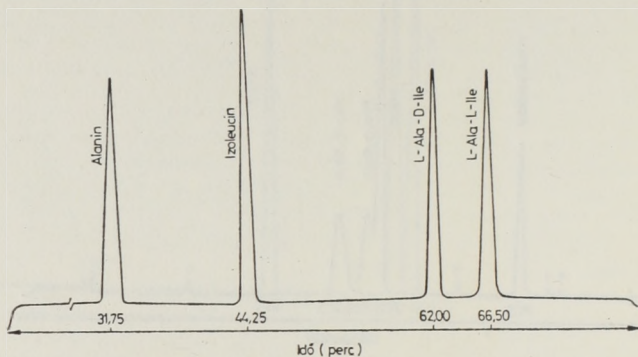


4. ábra

A pH hatásának vizsgálatához 3,5–7,0 tartományban készítettünk pufferolt oldatokat, 0,1 M-os citrát-foszfát puffer alkalmazásával. Eredményeinket 2,2/a ábrán ábráztuk, aminek eredményeként a további méréseket az adott körülmények között optimális 5,0–5,5-es pH-n végeztük, mint az látható, a paradicsom és narancs esetében gyakorlatilag azonos pH optimumon.

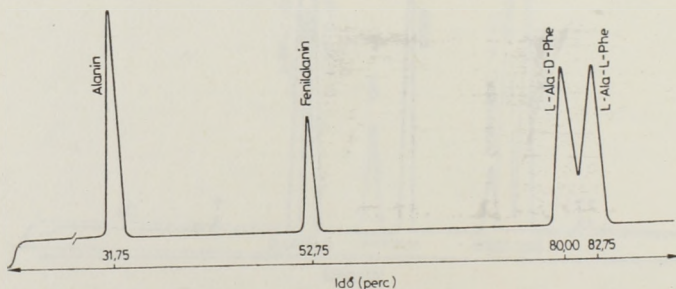
A hőmérséklet hatásának megállapítására méréseket végeztünk az optimális pH mellett 25–55 °C hőmérséklet tartományban.

### D-ÉS L- IZOLEUCIN MEGHATÁROZÁS



5. ábra

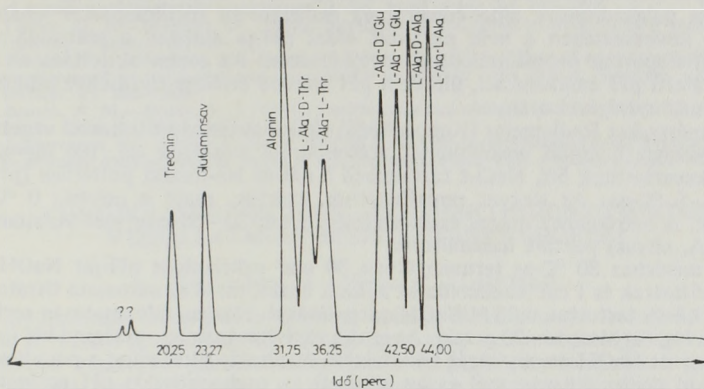
### D-ÉS L-FENILALANIN MEGHATÁROZÁS



6. ábra

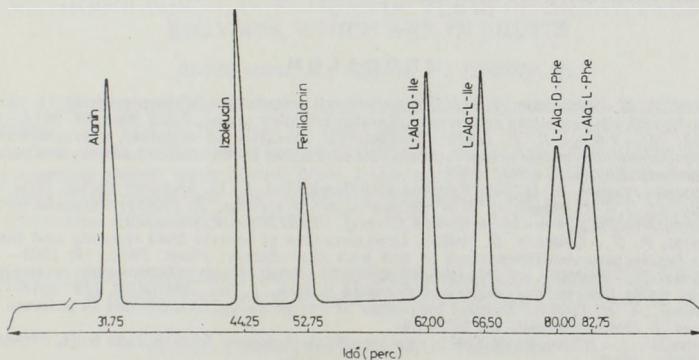
A 3. ábrán látható, hogy 40 °C felett elkezdődik az enzim-fehérje denaturálódása, így az aktivitás tovább nem növelhető. Így méréseinket 37 °C – 40 °C között végeztük. Vizsgálataink szerint az enzimkoncentráció növelése nem lineáris hatású az aktivitásra, bár ahhoz közeli összefüggést mutat (4. ábra). Ennek oka valószínűleg az, hogy a szubsztrát mérete miatt az enzim moláris koncentrációja nem elhanyagolható a szubsztráthoz képest. Vizsgáltuk, hogy extrahált enzim

A D-ÉS-L-TREONIN, -GLUTAMINSAV-ÉS-ALANIN EGYÜTTES MEGHATÁROZÁSA



7. ábra

A D-ÉS L-IZOLEUCIN ÉS FENILALANIN EGYÜTTES MEGHATÁROZÁSA



8. ábra

aktivitása a tárolás közben milyen mértékben csökken. E vizsgálat eredménye az 5. ábrán láthatók.

Nyilvánvalóvá vált, hogy az előkészített preparátumot legfeljebb 1 napig szabad hűtőszekrényben tárolni, szobahőmérsékleten pedig gyakorlatilag semeddig. Ennek kiküszöbölésére, valamint a mérés alatti esetleges enzim-fehérje bomlásból eredő aktivitáscsökkenés megelőzésére célszerű valamilyen proteolitikus enzim-inhibitor alkalmazása az enzimoldatban.

## Pektinmetilészteráz enzim aktivitásának vizsgálata

A pektinmetilészteráz (PE) aktivitás meghatározásának elve, hogy az enzim a pektin galakturonsav oldalláncairól az észterkötésű metilcsoportot lehasítja, aminek következtében a nem pufferolt oldat pH-ja csökken a szabaddá váló karboxil-csoportok deprotonálódása következtében. Az enzim aktivitása az időegység alatti pH csökkenéssel, illetve a pH állandó értéken tartásához szükséges NaOH mennyiségével arányos.

A méréseket Radiometer (Koppenhága) típusú automata titrátorral végeztük. A mérésekhez használt enzimoldatot acetonporból állítottuk elő. 100 mg-ot 30 percig kevertettünk 5% NaCl-t tartalmazó 5 nM-os Na-foszfát pufferben (pH = 5,5), 0–5 °C-on. Az elegyet centrifugáltuk, szűrtük, majd a mérésig 0 °C-on tároltuk. A mérésekhez magas észterezettiségi fokú, 30–50 ezer molekulatömegű (SERVA, citrus) pektint használtunk.

A méréshez 30 °C-os termosztátban 30 cm<sup>3</sup> pektinoldat pH-ját NaOH-val 7,5-re állítottuk és 1 cm<sup>3</sup> enzimoldatot adtunk hozzá, majd az automata titrátorral a pH-t 7,5-ön tartottuk 0,05 M NaOH adagolásával. Közben folyamatosan regisztráltuk a lúg fogyását kb. 20 percig. Az enzim aktivitásának az egységnyi idő (perc) alatt fogyott NaOH mennyiségét tekintettük. Meghatároztuk mind a paradicsomnál, mind pedig a narancsnál és az almánál az enzimaktivitás pH optimumát (6. ábra). Az optimum a narancsnál 7, alma és paradicsom esetében 7,5 körüli értékek adódtak.

Az enzim mennyiségének növelésével arányos volt az aktivitás növekedése. A hőmérséklet hatásának megállapítására 25–50 °C tartományban megismételtük a méréseket és a 7. ábrán látható értékeket kaptuk. Hasonlóan a poligalakturonáz enzimhez, a hőmérséklet 35–40 °C-ig való emelése növeli a mérhető aktivitást, további növelése aktivitás csökkenést (denaturációt) okoz.

## IRODALOM

- (1) Ahmed, A. E. – Lavavith, J. M. (1982): Cell wall metabolism in ripening fruit. II. Changes in carbohydrate-degrading enzymes in ripening (Bartley pears). *Plant Phys.* 65. 1014–1016.
- (2) Awad, M. – Young, R. E. (1979): Postharvest variation in cellulose, polygalacturonase and pectine-methylesterase in avocado fruits in relation to respiration and ethylene production. *Plant Physiol.* 64. 306–308.
- (3) Barman – Thomas, E. (1969): Enzyme Handbook, Vol. I., II. Springer Verlag, New York.
- (4) Brady, C. J. – McAlpine, G. B. – McGlacon, W. B. – Neda, Y. (1982): Polygalacturonase in tomato fruits and the induction of Aust. *J. Plant. Phys.* 9, 155–169.
- (5) Crookes, P. K. – Grierson, D. (1985): Ultrastructure of tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation. *Plant. Phys.* 72. 1088–1093.
- (6) Dillenna, P. – Fielding, A. N. (1983): Multiple forms of polygalacturonase in apple and carrot tissue infected by isolates of *Botrytis cinerea*. *J. Gen. Microbiol.* 129. 3015–3018.
- (7) Fielding, A. H. (1980): Natural inhibitors of fungal polygalacturonases in infected fruit tissues. *J. Gen. Microbiol.* 13. 377–381.
- (8) Hunter, W. J. – Elkan, G. H. (1974): Endopolygalacturonase from tomato fruit. *Phytochem.* 13. 2725–2727.
- (9) Miyari, K. – Okuro, T. – Sawai, K. (1975): Purification and physicochemical properties of apple fruit. *Bull. fac. Agric. Hiroaki Univ.* 22–28.
- (10) Nakagawa, H. – Yanagawa, Y. – Takehana, H. (1970): Studies on pectolytic enzymes. Some properties of the purified tomato pectinesterase. *Agr. Biol. Chem.* 34. 998–1003.
- (11) Pollard, J. E. (1975): Pectinolytic enzymes activity and changes in water potential components associated with internal breakdown. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 100(6). 172–181.
- (12) Pressey, R. – Avants, J. K. (1974): Modes of action of carrot and peach exo-polygalacturonases. *Phytochem.* 14. 957–961.
- (13) Pressey, R. – Avants, J. K. (1976): Pear polygalacturonase. *Phytochem.* 15. 1349–1350.
- (14) Russel, R. B. – Pressey, R. (1984): Tomato polygalacturonase converter. *Hortscience*, 19(3), 76.
- (15) Tucker, G. A. – Robertson, N. D. – Grierson, D. (1980): Changes in polygalacturonase isoenzymes during the ripening of normal and mutant tomato fruit. *Eur. J. Biochem.* 112. 119–124.

- (16) Tucker, G. A. — Robertson, N. D. — Grierson, D. (1982): Purification and changes in activities of tomato pectinesterase isoenzymes. *J. Sci. Food. Agric.* 33. 396—400.
- (17) Tucker, G. A. — Robertson, N. D. — Grierson, D. (1982): Purification and changes in activities of tomato pectinesterase isoenzymes. *J. Sci. Food. Agric.* 33. 396—400.
- (18) Tucker, G. A. — Grierson, D. (1982): Synthesis of polygalacturonase during tomato fruit ripening. *Planta.* 155. 64—67.
- (19) Yoshida, O. — Nakagawa, H. — Ogura, N. — Sato, T. (1984): Effect of heat treatment on the development of polygalacturonase activity in tomato fruit during ripening. *Plant. Cell. Physiol.* 25. 505—509.
- (20) Zainon, A. M. — Brady, G. J. (1982): Purification and characterization of the PG of tomato fruits. *Aust. J. Plant Physiol.* 9. 155—169.
- (21) Zaubermann, G. — Schiffman-Nadel, M. (1972): Pectin-methylesterase and polygalacturonase in avocado fruit at various stages of development. *Plant. Cell. Physiol.* 49. 864—965.

## A GYÜMÖLCSÖKBEN TALÁLHATÓ PEKTINBONTÓ ENZIMEK VIZSGÁLATÁNAK MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI

*Al-Himdani, A — Merész P. — László R.*

Gyümölcsök, zöldségfélék tárolása során a tárolhatóságot befolyásoló egyik döntő tényező a gyümölcssejtek szilárdsága, amely szoros kapcsolatban van a felépítésében résztvevő pektinek állapotával. A pektinek átalakulását katalizáló pektinbontó enzimek közül a cikk foglalkozik a pektinmetilészteráz és a poligalakturonáz aktivitásának mérési lehetőségeivel, bizonyos metodikai problémák megoldásával almából és paradicsomból történő enzimkinyerés esetén. Legkedvezőbbnek a viszkozitásváltozás mérési technikát (PG-aktivitás), illetve a titrálós módszert (PE-aktivitás) találták. Kinyerés szempontjából az acetonpor készítést látják a legjobbnak.

## METHODOLOGICAL QUESTIONS OF TESTS OF BREAK PECTINE ENZYMES, WHICH ARE IN FRUITS

*Al-Himdani, A., Merész, P., Laszló, R.*

The keeping quality of fruits and vegetables is influenced by the firmness of fruits cells. The firmness is in tight connection with condition of pectines. The article deals with measuring of activity of pectine-methyl-esteraz and polygalacturonase which were issued from apple and tomato. It has been found that the most favourable are viscosity-changing measuring technics (PG-activity) and titrational method (PE-activity). The recovery of acetone powder is the most.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАЩИХСЯ В ФРУКТАХ РАЗРУШАЮЩИХ ПЕКТИН ЭНЗИМОВ

*А. Ал-Химдани, П. Мерес, Р. Ласлут*

Во время хранения фрукт и овощей важным фактором, влияющим на возможность их хранения является твердость клеток фрукт, которая находится в тесной связи со состоянием, принимающим участие в построении, пектина. Среди катализирующих преобразование пектинов и разрушающих пектин энзимов, в статье обсуждаются возможности измерения активности пектин-метил-эстеразы и поли-галактуроназы а также приведено решение определенных методических проблем для случая извлечения энзима из яблок и томатов. Было установлено, что наиболее благоприятной является техника измерения изменения вязкости (ПГ-активность) и также метод титрования (ПЭ-активность). С точки зрения выхода получения самым хорошим оказалось изготовление ацетонового порошка.

Al-Himdani, A. und Mitarb.

Während der Lagerung von Obst und Gemüse ist ein entscheidender, die Lagerfähigkeit stark beeinflussender Faktor ist die Festigkeit der Obstzellen, die in enger Beziehung mit dem Zustand der am Aufbau teilnehmenden Pektine steht. Von den die Umwandlung von Pektinen katalysierenden pektolytischen Enzymen befaßt sich die Arbeit mit den Meßmöglichkeiten der Aktivität von Pektinmethylesterase und Polygalakturonase sowie mit der Lösung bestimmter methodischen Probleme bei der Enzymextraktion aus Äpfeln und Tomaten. Die Viskositätsänderungsmeßtechnik (PG-Aktivität) und die Titrationsmethode (PE-Aktivierung) waren die günstigsten. Vom Standpunkt der Gewinnung war die Herstellung des Azetonpulvers am günstigsten.

### KÜLFÖLDI LAPSZEMLE

Szerkesztő: Molnár Pál

INGR. I.: *Húsminőség. A mai szemléletű fogalom meghatározáshoz.*

(Fleischqualität. Zur Bestimmung des Begriffes aus heutiger Sicht). Fleischwirtschaft 69 (1989) 1, 38–44.

A „húsminőség” fogalmát az előállítók, a húsipar, a kereskedelem és fogyasztók nézőpontjuk és érdekük helyzetéből adódóan eltérően értelmezik és tárgyalják. A múltban megelégedtek a hús érzékszervi tulajdonságainak elsődleges értékelésével. A husok biokémiai, vágásutáni folyamatainak ismerete a „húsminőség” fogalmának dinamikusabb szemléletéhez vezetett és azt új tartalommal töltötte meg.

A szerző a hús minőségének részletekbe menő értékelésére tesz javaslatot. Jóllehet a javaslat teljességre nem tarthat igényt, de a minőség megjelenésének színtje összes részletét kifejezésre juttatja. Ennek megfelelően lehetővé teszi, hogy az egyes tényezők, körülmények és behatások, amelyek a hús minőségét előnyösen vagy hátrányosan befolyásolják, elemzésre és meghatározásra kerüljenek.

A hús minőségét meghatározó tényezők:

- A vágóállat minősége (egészség, betegség, sérültség, túltápláltság, éhez-  
tetés stb.
- A hús jellemzői:
  - morfológiai szerkezet
  - kémiai összetétel
  - fizikai tulajdonságok
  - biokémiai állapot
  - mikrobiológiai szennyezettség
  - érzékszervi tulajdonságok
  - a technológiai feldolgozásra való megfelelés
  - higiénés állapot
  - tápérték
  - konyhai felhasználásra való alkalmasság.

Az érzékszervi tulajdonságok (külső megjelenés, íz, illat, nedvbőség, márványozottság, rostosság stb.) egy része fizikai tulajdonságként, mint szövet-szerkezet/puhaság, lágyág, porhanyósság, vízmegtartóképesség, szilárdság, keménység, felületi szín) mérésel is megállapítható. A tápérték jellemzésére a nemzetközi szakirodalomból ismert mértékeken (PER, NPU, NPV, IEAA, BEFFE) kívül említésre kerültek az ún. kockázati tényezők (pl. koleszterin) és az egyes összetevők egymásra hatásának (Maillard-reakció) szerepe is.

Szarvas T. (Budapest)