

FRANTIŠEK STRMISKA *

PEKTÍNY, ICH VLASTNOSTI A VPLYV TRÁVIACICH ŠTIAV

Pektínové látky tvoria určitú časť sušiny našej potravy rastlinného pôvodu. Ich množstvo, nachádzajúce sa v rastlinných orgánoch, nie je konštantné a kolíše podľa veku rastliny, podľa druhu, závisí od obsahu vody v rastline a pod.

Aby sme sa mohli vyjadriť k funkcii pektínových látok ako živiny, je potrebné, aby sme poznali zloženie týchto látok, ich fyzikálne-chemické vlastnosti a zmeny, ktorým podliehajú pri prechode tráviacim a zažívacím traktom. Účelom tejto práce má byť stručné štúdium povahy a vlastností pektínu, najmä štúdium zmien pri účinku tráviacich štiav.

*

Pektínové látky sú známe od r. 1824, objavil ich H. B r a n c o n n o t (2). Týmto názvom označil látky, nachádzajúce sa v bunkách niektorých rastlín, alebo rozpustené v bunečnej šťave, alebo tvoriace súčiastku bunečnej blany. Sú to látky koloidálnej povahy, poskytujúce za určitých okolností typické gély, známe z praxe ako ovocné želé. Z vodného roztoku sa pektín sráža nadbytkom alkoholu.

E. F r é m y (9) pri svojich prácach dospel k uzáveru, že pektín vzniká z nerozpustnej pektózy. Frémy prvý izoloval kyselinu pektínovú a študoval rad jej solí.

Neskôr F. S t ü d e (30) zistil, že pektín v pôvodnom stave obsahuje značné množstvo kalcia.

Od počiatku tohto storočia venovali pomerne veľa pozornosti skúmaniu štruktúry pektínovej molekuly. Dôležitým medzníkom tu bolo objavenie F. E h r l i c h a (4), že základnou stavebnou zložkou pektínu je kyselina d-galakturonová, oxydačná splodina d-galaktózy. Teda už tu je odlišnosť od niektorých látok, ako sú rastlinné gummy alebo hemicelulózy, s ktorými bývajú pektíny často zaošetrované v staršej literatúre do jednej systematickej skupiny. V rastlinných gumách sa miesto kyseliny d-galakturonovej nachádza kyselina d-glukuronová, ktorá vzniká oxydáciou d-glukózy. Hemicelulózy sú zasa kondenzačné produkty rôznych jednoduchých cukrov, ako arabinózy, xylózy, galaktózy a iných. (Podľa toho sa riadi ich nomenklatúra: hovoríme o arabánoch, xylánoch a pod.)

F. E h r l i c h (5) popisuje, že sa pektín v rastlinách vyskytuje v rôznej forme, podľa svojich fyzikálnych vlastností:

1. pôvodný pektín (protopektín), ktorý sa nachádza v strednej lamelle bunečnej steny a je absolútne nerozpustný vo vode;

* RNDr. F. Strmiska je vedecký aspirant biochemicko-potravinárskeho smeru, prácu predkladá školiteľ prof. Dr. Pavol Nemeš.

2. hydratopektín, ktorý vzniká z protopektínu po dlhšom varení v horúcej vode a je pomerne dobre rozpustný vo vode pri 60 — 80° C;

3. fermentatívne parciálne porušený pektín, dobre rozpustný vo vode pri 60 — 80° C;

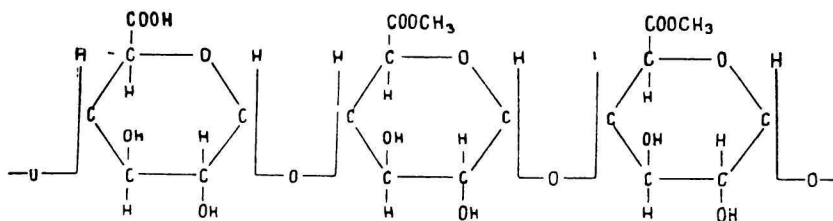
4. fermentatívne značne porušený pektín, rozpustný v studenej vode, ktorý je činiteľom, ktorý zapríčiňuje želirovanie a ktorý sa nachádza v bunecnej šťave niektorých plodov.

Vedľa základnej stavebnej složky, kyseliny d-galakturonovej, dokázal Ehrlich ako splodiny totálnej hydrolyzy l-arabinózu, d-galaktózu, metylalkohol a kyselinu octovú. Z anorganických komponentov kalcium a magnézium.

Novšie práce ukazujú (12, 13, 14, 18, 23, 26, 27, 28), že pektín je v podstate polygalakturonová kyselina, čiastočne a do rôzneho stupňa esterifikovaná metylalkoholom, v ktorej jednotlivé články kyseliny d-galakturonovej sú navzájom glykozidicky viazané.

Na základe týchto prác sa dá usudzovať, že v prípade rôznych druhov pektínov, ako ich spomína Ehrlich (5), ide o rôzne degradačné stupne reťazovej makromolekuly, ktorá v určitom stupni depolymerizácie sa stáva postupne stále rozpustnejšou vo vode. Viazané magnézium a kalcium na kyselinu pektínovú, resp. polygalakturonovú, zapríčiňuje nerozpustnosť tejto soli vo vode. Ostatné, Ehrlichom (13) spomínané komponenty (kyselina octová, l-arabinóza, d-galaktóza) sú iba ťažko oddeliteľnými sprievodnými látkami.

Štruktúra pektínu je teda analogická so stavbou celulózy príp. škrobu s tým rozdielom, že základnou stavebnou složkou tu nie je glukóza, ale kyselina d-galakturonová. Ostáva rozhodnúť, či spôsob glykosidickej väzby je analogický s β -väzbou pri celulóze alebo s α -väzbou pri škrobe. Frey-Wissling (10) súdi, berúc do úvahy fyziologické úlohy a vlastnosti týchto spomínaných látok, že pri pektíne ide o α -väzbu, teda o analogiu s usporiadaním molekuly škrobu:



Pektínové látky sa chovajú ako veľmi aktívne adsorbens. Táto ich povaha zapríčiňuje najväčšie ťažkosti pri ich mikrochemickom dôkaze rôznymi farbiami metódami. Pektín sa farbí intenzívne početnými farbivami (hematoxylin, safranin, metylénová modrá a i.) v neutrálnom alebo slabom kyslom roztoku. L. Mangin (15) odporúča farbenie rutheniovou červeňou v neutrálnom alebo slabom amoniakálnom prostredí. C. V. Wisselingh (33) študoval parenchym repy (*Beta vulgaris*) a identifi-

koval pektínové látky prítomné v blane vedľa celulózy farbením metylé-
novou modrou, brilantovou zeleňou a rutheniovou červeňou. H. E. D e -
v a u x (3) robil mikrochemický dôkaz pektínu soľami ťažkých kovov.
Rezy vkladal najsamprv do roztoku síranu železitého, premyl vodou a
vlozil do roztoku ferokyanidu draselného. Časti blany tvorené pektínom
sa farbja na modro vzniknutou berlínskou modrou.

Vedľa adsorpčnej schopnosti je pre tieto látky význačná aj vysoká
absorpčná schopnosť pre vodu.

Pektín má dôležitú úlohu pri tvorbe a stavbe bunečnej blany zele-
ných rastlín. Je síce pravda, že najmä v plodoch sa v bunečnej štave
nachádza časť rozpusteného pektínu, ale toto množstvo je nepomerne
nižšie ako kvantum pektínu lokalizovaného do bunečnej blany. V buneč-
nej blane zelených rastlín okrem celulózy a pektínu sú aj iné glycidy.
Nasvedčujú tomu pokusy, konané s totálnou hydrolyzou bunečných blán.
Okrem d-glukózy rezultujú totiž ešte aj iné jednoduché cukry, ako mam-
nóza, xyulóza, arabinóza a i. Komdezačné produkty takýchto cukrov ozna-
čil E. S c h u l z e (25) názvom hemicelulózy.

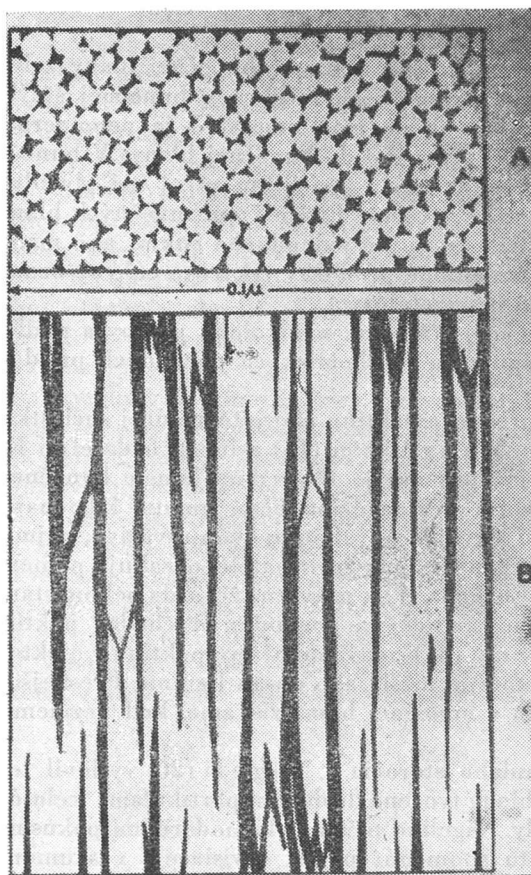
Pektín, rozpustený v bunečnej štave má snáď úlohu pufrov a podľa
niektorých autorov (6) participuje na biochemických pochodoch pri do-
zrievaní plodov.

No najdôležitejšia úloha prislúcha pektínu ako integrujúcej súčiastke
bunečnej blany. V súhlase s L. M a n g i n o m (15) a inými bádateľmi F.
E h r l i c h (5) tvrdí, že najviac pektínu je v strednej lamele bunečnej
blany. Vedľa toho pektíny tvoria tiež medzibunečnú hmotu, kde majú
funkciu podpornú a výplňkovú a svojou povahou upevňujú väzivo, najmä
v mladých rastlinách. Staršie orgány, najmä zdrevnatelé, obsahujú pomer-
ne málo pektínu. To viedlo F. Ehrlicha (7) k uzáveru, že azda behom star-
nutia rôznymi chemickými a enzymatickými pochodoch prechádza pektín
pozvoľna v lignín. B. T o l l e n s (31) udáva množstvo pektínu v niekto-
rých drevinách, ktoré je nepomerne nižšie ako obsah lignínu. Presnejšie
predstavy o lokalizácii pektínu v bunečnej blane získame, keď vezmeme
do úvahy jej stavbu.

Už v druhej polovici minulého storočia C. N ä g e l i (20) vyslovil te-
óriu, podľa ktorej je bunečná blana tvorená drobnými partikulami celuló-
zy, ktoré označil názvom micely. Nägeliho teória bola modernými pokusmi
v základe potvrdená. Treba tu spomenúť práce, súvisiace s výskumom
štruktúry celulózovej makromolekuly a so stavbou micel, pochádzajúce od
H. M a r k a a K. H. M e y e r a (17, 18). Menovaní bádatelia dospeli k zá-
veru, že micela je ohraničený priestorový útvar, ktorého súdržnosť je v
pozdĺžnom smere podmienená valenčnými silami makromolekulárneho re-
ťazca a v priečnom smere kohezívnymi silami van der Waalsovými. Medzi
jednotlivými micelami sú intermicelárne priestory, vyplnené inými látkami,
často pektínom. Tieto rezultáty vychádzajú z röntgenometrických po-
zorovaní. H. S t a u d i n g e r (29) však na základe výsledkov merania mo-
lekulárnej váhy metódou viskozimetrickou poukázal na to, že makromo-
lekula celulózy je často dlhšia ako takáto micela. Badateľný rozpor
preklenul A. F r e y - W i s s l i n g (10, 11) zistením, že jednotlivé micely

v miestach vzájomného styku nekončia (že nie sú teda, ako sa domnieval Nägeli, polyedricky ohraničeným útvarom), ale jedna prechádza v druhú, tvoriac tak súvislú spleť celulóзовých mácel.

Intermicelárne priestory sú vyplnené pektínom, hemicelulóзami, lignínom, vodou a niekedy aj minerálnymi látkami.



Štruktúrálné usporiadanie bunečnej blany dobre vidno z pripojeného schematického obrázku podľa Frey-Wisslinga. Obr. A predstavuje priečny, obr. B pozdĺžny rez bunečnou blanou. Bielo vyznačené časti predstavujú micely celulózy, čierne útvary sú intermicelárne priestory.

Najmä v mladých blanách je pektínu nepomerne viac ako v blanách starších, kde aj intermicelárne priestory sú menšie na úkor micelárneho systému.

B. S. Meyer a D. B. Anderson (16) súdia, že jemná blanka, vznikajúca pri telofáze bunečného delenia medzi novovzniklými jadrami, je tvorená pektínom. Táto blanka je základom strednej lamely, složenej najmä z vápenatého pektátu. Ďalej vznikajúca primárna blana obsahuje opäť značné percento pektínu. Ostatné vrstvy blán, sekundárna, príp. terciárna majú oveľa menšie intermi-

celárne priestory, vyplnené inými látkami, ako lignín, minerálne látky a pod.

D. T. Berglung (1) sa domnieva, že pektínové látky okrem iného hrajú veľké úlohy ako pufry, uplatňujúce sa pri životných pochodoch a že sú akýmisi regulátormi vodného obsahu v rastline.

*

Tieto poznatky z odboru rastlinnej biochémie a cytologie nie sú bez zaujímavosti pre problematiku výživy.

Už v úvodnej kapitole bolo spomenuté, že pektín tvorí vedľa škrobu, jednoduchých cukrov, hemicelulóz a iných glycidov určitú soľku našej potravy rastlinného pôvodu.

Sovietski autori uvádzajú takýto obsah pektínu v rôznych plodoch (22):

jablká 7,6%	maliny 3,2 — 6,7%
hrušky 4,2%	ribezle 5,9 — 10,6%
slivky 2,4 — 9,0%	limony 14,0%
broskyne 0,12 — 1,8%	pomaranče 12,0%
jahody 6,7 — 7,7%	

Zdá sa, že pektín neprechádza tráviacim a zažívacím traktom bezo zmeny. C. N ä g e l i (20) pozoroval bunečné blany, ktoré prešli tráviacim traktom človeka, psa alebo prežúvavcov a našiel iba fibrily, o ktorých už bola reč. Je teda zrejmé, že tmelové, intermicelárne látky sa vplyvom tráviacich enzýmov alebo účinkom fermentov črevnej mikroflóry rozpustili a rezultovala iba ťažko napadnuteľná celulóza. Tieto intermicelárne látky, tvorené v mladých rastlinách najmä pektínom, boli po rozpustení azda aj resorbované. F. E h r l i c h (8) tvrdí, že pektíny môžu byť odbúravané iba fermentmi produkovanými niektorými mikroorganizmami (*Penicilium Ehrlichii*, *Aspergillus niger*, *Granulobacter pectinovorum*, *Botrytis cynerea*, *Rhizopus tritici*, *Bacillus ceratovorvus* a i.) zelenými rastlinami, prípadne nižšími živočíchmi (Arthropoda, Mollusca). Na druhej strane sa však pokusmi, konanými na niektorých vyšších zvieratách kŕmením potravou, bohatou obsahom pektínu, ukázalo, že v moči stúpa obsah kyseliny mravčej. Spomínaná kyselina by mohla byť oxidačnou spločinou metylalkoholu, viazaného estericky na pektín. Akou formou dochádza k odštiepeniu metylalkoholu v tráviacom trakte, nie je úplne jasné. Je možné dvojaké vysvetlenie: alebo tu dochádza k zmydelneniu vplyvom alkalickéj reakcie štiav za žalúdkom, alebo ide o enzymatický zásah niektorým špecifickým enzýmom (pektináza).

Preklenutý rozpor, či sa v zažívacom trakte človeka a vyšších zvierat pektín odbúrava, možno iba na základe experimentu. Ťažšie je rozhodnúť, či máme pektín považovať za živinu. Ale význam týchto procesov je ešte aj iný. Ak totiž pri tráviacom pochode dôjde k rozpusteniu intermicelárnych výplní, tráviace fermenty potom majú otvorenú cestu do vnútra buniek, opatrených bunečnou blanou opisanej štruktúry a môže dôjsť k stráveniu bunečných inklúzií (32). Je totiž prirodzené, že tam, kde intermicelárne priestory bunečnej blany sú tvorené takými látkami, ktoré organizmus nemôžu narušiť, bude využitie bunečného obsahu veľmi malé alebo žiadne. Z praxe vieme, že potravné články rastlinného pôvodu sú tým stravitelnejšie, čím je rastlina mladšia.

Aplikácia ovocnej diéty pri dyspepsii úzko súvisí s obsahom pektínu v podávanej strave a s jeho fyzikálne-chemickými vlastnosťami. Pektíny sa tu pravdepodobne uplatňujú adsorpciou toxických látok, absorpciou nadbytočnej vody a chemickými vlastnosťami. F. E h r l i c h (6) udáva, že v črevnom trakte dochádza k adsorpcii mikroorganizmov, zapríčínujúcich poruchy, ale M. du P a i n (21) toto na základe pokusov, vykonaných s B.

coli-aerog. poprel. Pain sledoval adsorpčnú schopnosť svätójánskeho chleba, ktorý sa dobre uplatňuje pri dyspepsii a pri diarrhoe detí. Zistoval adsorpčnú schopnosť pre celý rad látok (bielkoviny, aminokyseliny, rôzne farbivá) a pripisuje adsorpčnú schopnosť najmä lignínu (ktorý tvorí 25% svät. chleba) a pektínu.

ČASŤ EXPERIMENTÁLNA

Vplyv fermentov zažívacieho a tráviaceho traktu na pektín

Vplyv tráviacich fermentov na pektínovú makromolekulu sledovali kontinuálnym meraním viskozity. Sledovali vplyv slín, žalúdočnej šťavy, žlče, pankreatického výluhu a duodenálnej šťavy.

Metodika práce:

a) Všetky merania a pozorovania boli vykonávané pri teplote 37° C.

b) Pre každý jednotlivý prípad bol stanovený relatívny koeficient viskozity na počiatku a na konci pokusu u tráviacej šťavy a u roztoku pektínu. V závislosti od času bola potom sledovaná viskozita smesi pektínového roztoku a tráviacej šťavy. Všetky roztoky boli po celú dobu pokusu udržiavané pri teplote 37° C.

c) Pri všetkých roztokoch bola stanovená hustota v sústave 37°/37°.

Meranie viskozity robili pomocou Ostwaldovho viskozimetra, ktorý spolu s kontrolným teplomerom bol ponorený do nádoby s vodou a teplota bola udržiavaná stále pri 37° C. Doba jednotlivých meraní je uvedená vždy v prvom stĺpci v príslušných tabuľkách. Pokus so slinami trval 2 hodiny, pri ostatných šťavách 4 hodiny.

Dáta viskozimetra pre destilovanú vodu:

Prietoková doba pri 37° C (15 ml) $\tau_0 = 34.2$ sec.

Hustota bola vo všetkých prípadoch určovaná pyknometricky. Pre pokusy bol používaný roztok prečisteného pektínu o koncentrácii 0,25g/100 ml. Hustota tohto roztoku pri 37° C je 1,00067 a pri prietokovej dobe 73,0 sec. má relatívny koeficient viskozity $\frac{\eta}{\eta_0} = 2,1066$. Viskozita tohto roztoku udržiavaného stále pri teplote 37° C sa za 10 hodín nemení.

I. Vplyv slín

K 50 ml pektínového roztoku pridali 5 ml ľudských slín a smes bola sfiltrovaná cez filtračný papier. Hustota smesi bola 1,00069. V tabuľke, v stĺpci I, sú uvedené prietokové doby τ v sec. a vyrátané koeficienty viskozity v závislosti od času. V grafe je výsledok zaznačený čiarou I.

II. Vplyv žalúdočnej šťavy

Príprava žalúdočnej šťavy:

Zo žalúdka čerstvo zabitého brava bol odobraný jeho obsah, ponechaný pre krátku ústálie, horná tekutina bola dekantovaná a prefiltrovaná cez gázu. Takto pripravená žalúdočná šťava mala hustotu 1,00638 (pri 37° C) a relatívny koeficient viskozity $\frac{\eta}{\eta_0} = 1,1594$ na začiatku aj na konci pokusu.

Smes pre sledovanie vplyvu žalúdočnej šťavy na pektín pripravili smiešaním 1 dielu pektínového roztoku a 1 dielu žalúdočnej šťavy.

Výsledky merania sú zaznačené v tabuľke v stĺpci II a v grafe čiarou II.

III. Vplyv žlče

Príprava zriedenej žlče:

Z bravčového žľzníka opatrne odobrali žlč, zriedenú destilovanou vodou v pomere 1:10 a roztok sfiltrovali cez gázu. Roztok žlče mal $h = 1,00143$ a $\frac{\eta}{\eta_0} = 1,0834$ na začiatku aj na konci pokusu.

Na zisťovanie vzájomného vplyvu bola pripravená smes 1 dielu pektínového roztoku a 1 dielu zriedenej žlče. Hustota smesi bola 1,00131.

Výsledky udáva v tabuľke stĺpec III, v grafe čiara III.

IV. Vplyv pankreasu

Pre pokus bol pripravený pankreatický výluh fyziologickým roztokom. Žľaza bola digеровaná s fyziologickým roztokom na urmixe, smes bola scentrifugovaná a vrchná tekutina po odstránení vylúčeného tuku bola sfiltrovaná cez gázu. Výluh mal $h = 1,00937$ a $\frac{\eta}{\eta_0} = 1,1802$ na začiatku aj na konci pokusu.

Na meranie pripravili smes, pozostávajúcu z rovnakého podielu roztoku pektínu a pankreatického výluhu ($h = 1,0458$).

Výsledky udáva v tabuľke stĺpec IV, v grafe čiara IV.

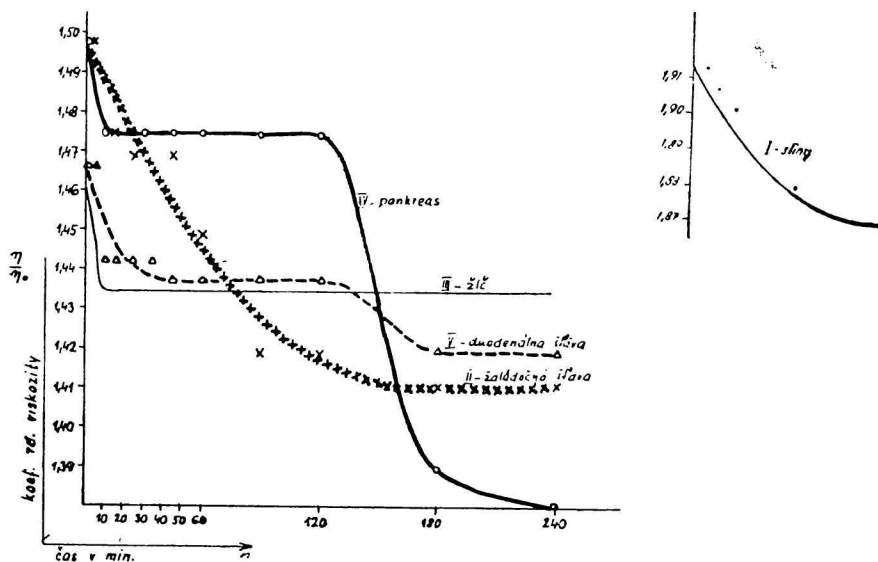
V. Vplyv duodenálnej šťavy

Príprava duodenálnej šťavy:

Obsah duodena a príľahlej časti tenkého čreva z čerstvo zabitého brava bol sfiltrovaný cez gázu a získaný filtrát bol zriedený destilovanou vodou v pomere 1:4. Táto zriedená šťava mala $h = 1,00538$ a $\frac{\eta}{\eta_0} = 1,1473$ na začiatku aj na konci pokusu. Smes na meranie viskozity pripravili smiešaním 1 dielu pektínového roztoku a 1 dielu zriedenej duodenálnej šťavy. Smes mala $h = 1,00315$.

Výsledky merania sú naznačené v tabuľke v stĺpci V a v grafe čiarou V.

Čas v min.	I.		II.		III.		IV.		V.	
	τ	$\frac{\eta}{\eta_0}$	τ	$\frac{\eta}{\eta_0}$	τ	$\frac{\eta}{\eta_0}$	τ	$\frac{\eta}{\eta_0}$	τ	$\frac{\eta}{\eta_0}$
0	65,4	1,9128	51,0	1,4973	50,0	1,4619	51,0	1,4973	50,0	1,4665
5	65,4	1,9128	51,0	1,4973			51,0	1,4973	50,0	1,4665
10	65,4	1,9128	50,2	1,4745	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,1	1,4421
15	65,2	1,9069	50,2	1,4745	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,1	1,4421
25	65,0	1,9011	50,0	1,4686	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,1	1,4421
35	64,3	1,8800	50,0	1,4686	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,1	1,4421
45	64,3	1,8800	50,0	1,4686	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,0	1,4372
60	64,3	1,8800	49,2	1,4481	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,0	1,4372
90	64,0	1,8718	48,2	1,4187	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,0	1,4372
120	64,0	1,8718	48,2	1,4187	49,0	1,4349	50,2	1,4745	49,0	1,4372
180			48,0	1,4102	49,0	1,4349	47,3	1,3893	48,4	1,4196
240			48,0	1,4102	49,0	1,4349	47,0	1,3805	48,4	1,4196



Z á v e r .

Z hodnôt, zistených kontinuálnym meraním viskozity pektínového roztoku s prídavkom tráviacich štiav a zreteľnejšie z grafického znázornenia vidieť, že enzýmy tráviaceho a zažívacieho traktu vyšších saccov, iste aj človeka, pôsobia na pektínovú makromolekulu degradívne.

Najúčinnejším činiteľom sa tu javí pankreatický výluh a žalúdočná šťava. Menej pôsobí duodenálna šťava a takmer nepatrné zmeny vyvoláva pôsobenie žlči a slín. Posledné dva roztoky môžeme z našej úvahy eliminovať.

Žalúdočná šťava vyvoláva skracovanie makromolekulárneho reťazca asi o 32% pôvodnej dĺžky. Čo je účinným činiteľom v žalúdočnej šťave, či kyslá reakcia prostredia alebo niektorý jej enzým, presne nevieme. Je známe, že enzymy žalúdočnej šťavy, najmä pepsín, zapríčiňujú odlúšťovanie bielkovín a kyslé prostredie pôsobí na glycidy. Na základe chemickej príbuznosti pektínu s cukrami môžeme súdiť, že účinným degradačným faktorom je tu predovšetkým kyslá reakcia prostredia.

Pankreatická šťava obsahuje rad enzymov, pôsobiacich takmer na všetky složky potravy. Vedľa toho má silne alkalickú reakciu. Experimentálne sa ukázalo, že táto šťava má najväčší účinok na pektín a že za 4 hodiny vyvoláva skrátenie pôvodnej makromolekuly asi o 38%. Krivka, znázorňujúca depolymerizáciu pektínu pod účinkom pankreatického výluhu vykazuje dva nápadné zvraty. Za prvých 10 minút silne klesá, potom sa 2 hodiny udržuje na rovnakej hodnote a po dvoch hodinách zaznačuje rapidný pokles. Pri zmydelňovaní pektínu hydroxydom sodným potrebuje práve 2 hodiny na kvantitatívne odštiepenie metoxylových skupín. Nazdávajú sa, že v prvej etape ide v tomto prípade o enzymatický zásah, a v ďalšom že sa uplatňuje aj alkalická reakcia prostredia, čím dochádza jednak k zmydelneniu pektínu a snáď súčasne aj k jeho depolymerizácii.

Duodenálna šťava, obsahujúca enzymy z predošlých orgánov a pôsobiaca najmä diastatickými účinkami na glycidy, vyvoláva podstatne slabší účinok na pektín. Zapríčiňuje skrátenie dĺžky reťazca asi o 13%, teda asi len o polovicu ako predošlé šťavy. Z grafu však vidno, že účinky žalúdočnej šťavy a pankreatického výluhu sa slučujú v príslušnej krivke. V prvej fáze (45 min.) je zachovaný, aj keď potlačený účinok žalúdočnej šťavy a po dvoch hodinách vidno analógiu s účinkom pankreatického výluhu. Čiara, odpovedajúca účinku duodenálnej šťavy, je súčasne potvrdením správnosti predchádzajúcich pokusov.

S ú h r n .

Pektín tvorí určitú časť v sušine potravín rastlinného pôvodu. Pektín je podľa novších prác reťazovitá makromolekula, tvorená z článkov anhydridu kyseliny d-galakturonovej. Tieto články môžu byť alebo kyslé, keď je vodík v karboxylovej skupine neobsadený, alebo môžu byť esterifikované skupinou $-\text{CH}_3$. Jednotlivé články sú medzi sebou glykoxidicky viazané. Spôsob väzby odpovedá najpravdepodobnejšie α -väzbe. V blane rastlinných buniek, najmä mladých, pektín vyplňuje intermicelárne priestory medzi micelami celulózy a viazaný na Ca tvorí strednú lamelu bunecnej blany. Bádatelia sa rozchádzajú v názore, či je pektín napačnuteľný enzymbami tráviaceho a zažívacieho traktu vyšších cicavcov a človeka. Riešením tohto rozporu sa zaoberá experimentálna časť. Kontinuitným meraním viskozity bol sledovaný vplyv slín, žalúdočnej šťavy, pankreatického výluhu, žlče a duodenálnej šťavy na pektín. Ako vidno z pripojeného grafu, najväčšiu degradáciu pektínu spôsobuje pankreatický výluh a žalúdočná šťava.

Выводы.

Ф. Стрмишка: Пектины, их свойства и влияние пищеварительных соков.

Пектин составляет известную часть в сухом веществе съестных припасов растительного происхождения. По новым данным, пектин является цепной макромолекулой, состоящей из звен α -галактуроновой кислоты. Эти звена могут быть кислыми, если водород в карбоксильной группе сводный или этерификованными группой — CH_3 . Отдельные звена гликозидически связаны друг с другом. Способ связи отвечает вероятнее всего α -связи. В перепонке растительных клеток, особенно молодых, пектин заполняет междумицеллярные пространства между мицеллами целлюлозы и связанный с Ca он образует среднюю пластинку клеточной перепонки. Учённые расходятся в мнении, могут ли энзимы пищеварительного тракта высших животных и человека нападать пектин. Опытная часть работы занимается решением этого несогласия. Непрерывным измерением вязкости исследовано влияние слюны, желудочного сока, панкреатического щёлка, жёлчи и сока двенадцатиперстной кишки на пектин. Из графического изображения видно, что самую большую деградацию пектина вызывают панкреатический щёлк и желудочный сок.

FRANTIŠEK STRMIŠKA

PEKTINE, IHRE EIGENSCHAFTEN UND DER EINFLUSS
DER VERDAUUNGSSÄFTE

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Pektin bildet einen bestimmten Teil der Trockensubstanz von pflanzlichen Nahrungsmitteln. Den neuesten Arbeiten nach ist Pektin ein aus Gliedern von d-Galakturonsäureanhydrid gebildetes Makromolekül. Diese Glieder können sauer reagieren, falls der Wasserstoff in der Carboxylgruppe unbesetzt ist, oder sie sind durch die CH_3 -Gruppe esterifiziert. Die einzelnen Glieder sind miteinander glykosidisch verknüpft. Wahrscheinlich handelt es sich um eine α -Bindung. In der Membrane von Pflanzenzellen (besonders von jungen) füllt Pektin die intermizellaren Räume zwischen den Cellulosemizellen aus und auf Ca gebunden bildet es die Mittellamelle der Zellenmembrane. Man ist sich noch nicht darüber einig, ob Pektin durch die Enzyme der Verdauungsorgane angegriffen wird. Mit diesem Problem beschäftigt sich der experimentelle Teil dieser Arbeit. Durch kontinuierliche Messung der Viskosität wurde der Einfluss von Speichel, Magensaft, Pankreasextrakt, Galle und Duodenalsaft auf Pektin verfolgt. Wie aus der beigelegten graphischen Darstellung zu ersehen ist, wird der maximale Abbau von Pektin durch Pankreasextrakt und Magensaft verursacht.

LITERATÚRA

1. Berglund D. T., citované podľa S. Nordfeldt: Kungl. Lantbruksakademiens Tidskrift, 5, 87, (1948).
2. Branconnot H., Ann. chim. phys., 2, 28, 173, (1824).
3. Devaux H. E., citované podľa C. van Wisselingha.
4. Ehrlich F., Chem. Ztg., 41, 197, (1917).
5. Ehrlich F., *Pektin* v G. Klein: Handbuch der Pflanzenanalyse, 80-125, Wien 1932.
6. Ehrlich F., *Pektin* v E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. I., Bd. 11/2, str. 1501, (1936).
7. Ehrlich F., Cellulosechemie, 11, 161, (1930).
8. Ehrlich F., *Pektinfermente* v E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, T. IV., Bd. 2, str. 2406, (1936).
9. Frémy E., Journ. de Pharm., 26, 368, (1840).
10. Frey-Wissling A., *Protoplasma*, 25, 261-300, (1936).
11. Frey-Wissling A., *Die Stoffausscheidungen der höheren Pflanzen*, 72-75, Berlin 1935.
12. Henglein F. A., Schneider G., Ber. d. dtsh. chem. Ges., 69, 321, (1936).
13. Henglein F. A., Schneider G., Ber. d. dtsh. chem. Ges., 69, 316 (1936).
14. Iterson G. van, Chem. Weekblad, 30, 2, (1933).
15. Mangin L., Bull. de la Soc. bot. de France, t. XL, 273-280, (1893).
16. Meyer B. S., Anderson D. B., *Plant Physiology*, 64, New York 1939.
17. Meyer K. H., Mark H., *Der Aufbau der hochpolymeren organischen Naturstoffe*, Leipzig 1932.
18. Meyer K. H., Mark H., *Hochpolymere Chemie*, Bd. II, Leipzig 1940.
19. Nägeli C., Bot. Mitteilungen, Bd. II. (1866).
20. Nägeli C., *Die Micellartheorie* (Auszüge aus der grundlegenden Originalarbeiten Nägeli-A. Frey), Leipzig 1928.
21. Pain R. M., du, *Les propriétés antidyspeptiques de la Ceratonia silica*, Genève 1945.
22. Rapoport A. L., Sosnovskij L. B., *Technologie konditerskogo proizvodstva*, Moskva 1951.
23. Rípa R., *Gesichtspunkte zur Standardisierung der Pektinanalyse*, Amsterdam 1937.
24. Schneider G., Fritsch W., Ber. d. dtsh. chem. Ges., 69, 2537, (1936).
25. Schulze E., citované podľa C. van Wisselingha.
26. Sloep A. C., *Die wissenschaftlichen Grundlagen zur Standardisierung der Pektinanalyse*, Amsterdam 1937.
27. Smolenski K., Wlostowska W., Chem. Zbl., I, 2980, (1927).
28. Smolenski K., Wlostowska W., Chem. Zbl., II., 439, (1928).
29. Staudinger H., *Die hochpolymeren organischen Verbindungen*, Berlin 1932.
30. Stüde F., citované podľa C. van Wisselingha.
31. Tollens B., Elsner H., *Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate*, Berlin 1935.
32. Weitzel W., Die Umschau in Wissenschaft und Technik, No. 25.
33. Wisselingh C. van, *Die Zellmembran* v K. Linsbauer: *Handbuch der Pflanzenanatomie*, Bd. III/2. Jena 1925.