

## C z ę ś ć V.

## Hydroliza alkaloja galakturonidu.

Już z najdawniejszych prac Frémy i Chodnew'a wiadomo było że przez działanie ługu na roztwór substancji pektynowej otrzymuje się substancję o odmiennych własnościach, t. zw. kwas pektynowy. Fellenberg, przez wykrycie w substancji pektynowej alkoholu metylowego wytłumaczył chemizm działania ługu, jako reakcję zmydiania estru metylowego i otrzymania wolnego kwasu pektynowego. Wykrywszy wśród produktów hydrolizy galakturonidu kwas octowy, zawarty w postaci grupy acetylowej, rozszerzyliśmy zrozumienie reakcji działania ługu. W dalszych badaniach chodziło nam o dokładniejsze poznanie reakcji działania NaOH na galakturonid i zbadanie własności kwasu pektynowego. Chcąc przede wszystkim zbadać działanie samego NaOH, unikaliśmy w pierwszych doświadczeniach działania kwasu na produkty hydrolizy alkaloja, wiedzieliśmy bowiem z badań nad hydrolizą kwasową galakturonidu (opisanych w części IV), że niektóre składniki galakturonidu są bardzo wrażliwe na hydrolizujące działanie kwasów.

## 1. Otrzymanie soli sodowej kwasu pektynowego.

25 gr. galakturonidu, otrzymanego „zwykłą” metodą, o składzie bardzo zbliżonym do podanego w Tablicy II, rozpuszczono w 250 cm<sup>3</sup> gorącej wody. Po oziębieniu dodano 150 cm<sup>3</sup> n NaOH, t. j. ilość dwukrotnie większą od „liczby estrowej”, przyczem roztwór galakturonidu ścinał się na galaretę, którą starannie wypieszano. Po 24 godz. dodawano n HCl aż do zaniku reakcji alkalicznej (użyto 72 cm<sup>3</sup> n HCl), poczem zadano 2,5 l. 95%-go alkoholu. Otrzymany osad odsączono, przemyto alkoholem i eterem, wysuszono w eksykatorze i ostatecznie pod próżnią w t = 30° — 40°. Otrzymano sól sodową kwasu pektynowego, z wydajnością 84%, licząc na substancję organiczną suchą i z zawartością w such. subst. 20,5% popiołu (jako węglanów). Otrzymany preparat rozrobiono z wodą i poddano energicznej dializie, poczem zagęszczono i strącono alkoholem.

Otrzymano oczyszczoną sól z wydajnością 81% i z zawartością popiołu w such. subst. 15,9%.

Sól ta rozpuszcza się w zimnej wodzie słabo, w gorącej — dobrze; po dodaniu do roztworu NaOH lub NaCl częściowo strąca się (wysala). Kwas solny z roztworu soli strąca wolny kwas pektynowy w postaci galarety lub kłaczków.

T a b l i c a XXIII.

*Skład „kwasu pektynowego”, otrzymanego w postaci soli sodowej.*

Białko	5,0%	8 Moli
Kwasy heksuronowe	62,9%	
Grupy galaktozydowe i galakturonidowe	62,8%	
Araban	17,0%	
Alk. metylowy	0,0%	
Kwas octowy	—	8,6 Moli
Liczba kwasowa	—	
Liczba estrowa	—	
Liczba kwas. lotnych	—	
Liczba soli kw. organ.	389 cm <sup>3</sup> n NaOH	
Składnik nieoznaczony (z bilansu)	15,1%	

Porównywując tę analizę (soli) kwasu pektynowego z analizą pierwotnego galakturonidu, znajdziemy, że kwas pektynowy różni się od galakturonidu tylko nieobecnością alkoholu metylowego i kwasu octowego, oderwanych przy zmydłaniu. Kwasy heksuronowe, araban i „nieoznaczony składnik” (galaktan) pozostały prawie bez zmiany. Przypuszczenia, dotyczące obecności galaktanu wypowiedziane wyżej (w części III rozdz. 5) w zastosowaniu do galakturonidu, dotyczą również kwasu pektynowego.

Z alkoholu, pozostającego po odsączeniu soli kwasu pektynowego, otrzymano ok. 6,5% substancji organicznej, składającej się z nieznacznej ilości silnie lewoskrętnego arabanu, głównie zaś (86%) z kwasu octowego, zawartego w postaci soli sodowej. Ilość kwasu octowego oznaczona została na 5,2%, co dobrze się zgadza z ilością kwasu octowego, zawartą w pierwotnym galakturonidzie.

Straty nieoznaczone przy otrzymywaniu soli sodowej kwasu pektynowego wyniosły ok. 4%.

## 2. Otrzymanie wolnego kwasu pektynowego.

a) Postępowano początkowo podobnie, jak przy otrzymywaniu soli kwasu pektynowego, ale po zmydleniu dodano teraz n HCl tyle ile użyto n NaOH, oraz pewien nadmiar ponad tę ilość. Po strąceniu alkoholem i wysuszeniu strąat „rozpuszczono”, właściwie rozmieszano w wodzie i strącono powtórnie alkoholem. Wyszuszony osad „rozpuszczono” w wodzie i poddano energicznej dializie, poczem zagęszczono, strącono alkoholem i wysuszono. Otrzymany preparat zawierał jeszcze ok. 5% popiołu w suchej substancji. Wydajność 70%.

b) Chcąc otrzymać preparat niezawierający popiołu, dodano w następnym doświadczeniu do alkoholu, którym strącano kwas pektynowy, stężonego kwasu



solnego w ilości 28 g na litr alkoholu. Po odciedzeniu i przemyciu strątu alkoholem wysuszono go w eksykatorze, „rozpuszczono“ w wodzie i strącono alkoholem, do którego dodano 84 g stężonego HCl na 1 l. Po odsączeniu i przemyciu osadu, wysuszono go w eksykatorze, poczem „rozpuszczono“ w wodzie i poddano energicznej dializie. „

Następnie roztwór zagęszczono i strącono ponownie alkoholem. Odsączono, przemyto alkoholem, wysuszono pod próżnią w 35 — 40°. Wydajność substancji organicznej 70%; w pierwszym przesączu alkoholowym znaleziono ok. 17% substancji suchej; straty nieoznaczone wyniosły ok. 4,5%.

Otrzymany preparat kwasu pektynowego zawierał 1,2% popiołu i posiadał następujący skład (w 100 cz. substancji organicznej suchej):

T a b l i c a XXIV.  
Skład wolnego kwasu pektynowego.

Białko . . . . .	37%	
Kwasy heksuronowe . . . . .	75,7%	8 Moli
Grupy galaktoz. i galakturon. . . . .	76,5%	
Araban . . . . .	10,2%	
Alkohol metylowy . . . . .	—	
Kwas octowy . . . . .	—	
Liczba kwasowa . . . . .	437 cm <sup>3</sup> n NaOH	8,1 Moli
Składnik nieoznaczony (z bilansu) . . . . .	10,4%	

Z porównania tego składu z przytoczonym wyżej składem soli kwasu pektynowego widzimy, że pod wpływem działania kwasu zaszły pewne zmiany w składzie kwasu pektynowego, zmiany tego samego rodzaju, jakie zachodziły przy łagodnej hydrolizie kwasowej pierwotnego galakturonidu; przez oderwanie części arabanu i galaktanu otrzymano preparat o wyższej zawartości kwasów heksuronowych.

Otrzymany w ten sposób kwas pektynowy (zawierający jeszcze araban i galaktan) dał przy spalaniu następujące wyniki:

	1.	2.	3.	Obliczono dla znalezionej składu: 75% [C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> ] <sub>n</sub> + 10% [C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>n</sub> + + 10% [C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> ] <sub>n</sub> + 5% białka
C	42,29%	42,20%	42,21%	42,17%
H	5,10%	5,38%	5,23%	4,95%
O	52,05%	51,96%	52,00%	51,95%
N		0,56%		0,60%

Jak widzimy, zgodność między składem elementarnym i ilością rozmaitych składników jest zupełnie dobra.

*Własności otrzymanego kwasu pektynowego.* W wodzie zimnej jest on bardzo mało rozpuszczalny, w wodzie gorącej rozpuszcza się nieco lepiej, ale też niezbyt znacznie. Roztwór gotowany z płynem Fehling'a redukuje minimalną ilość tlenku miedziawego. Kwas pek-

tynowy jest kwasem dosyć silnym, roztwór jego barwi papierek Congo na niebiesko (słabo), lakmusowy — na czerwono (silnie). Reaguje z węglanami, wydzielając  $\text{CO}_2$ . Dodanie do roztworu kwasu pektynowego  $\text{NaCl}$  lub  $\text{HCl}$  — strąca część kwasu. Sól sodowa rozpuszcza się w wodzie o wiele lepiej, niż kwas, podobnie sól amonowa. Dodanie do roztworu soli sodowej ługu lub  $\text{NaCl}$  strąca część soli. Przez dodanie do roztworu soli sodowej kwasu pektynowego roztworu soli:  $\text{Ca}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cu}$  — otrzymuje się strąty odpowiednich soli w postaci galarety. Podobnie reaguje roztwór wolnego kwasu z roztworem  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Dodanie do roztworu niewielkiej ilości kwasu octowego nie przeszkadza wskazanym reakcjom strącania. Kwas octowy nie strąca kwasu pektynowego z roztworu jego soli sodowej; kwasy mineralne ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) strącają.

Roztwór soli sodowej kwasu pektynowego, zlekka zakwaszony kwasem octowym, strąca (ścina) żelatynę z roztworu; podobnie działa roztwór wolnego kwasu pektynowego.

Proszek skóry pochłania z roztworu soli sodowej kwasu pektynowego, zakwaszonego kwasem octowym, ok. 50% substancji. (Nasuwa to myśl o możliwości zastosowania kwasu pektynowego przy garbowaniu skór w celu nadania skórze pewnych własności technicznych). Z roztworu błękitu metylenowego, zadanego kwasem pektynowym, po dłuższym stanie strąca się barwnik.

c) W doświadczeniu tem, po zmydleniu galakturonidu ługiem i zakwaszeniu  $\text{HCl}$  (użytym w nieco większym, niż poprzednio, nadmiarze: na 150  $\text{cm}^3$  n  $\text{NaOH}$ —195  $\text{cm}^3$  n  $\text{HCl}$ ), a więc po otrzymaniu wolnego kwasu pektynowego spróbowano, korzystając z bardzo małej rozpuszczalności kwasu w wodzie, odmyć od niego sole mineralne przez wielokrotne wymieszanie z wodą, osiadanie kwasu pektynowego i zlewanie wodnego roztworu. Czynności te powtarzano wielokrotnie (10 razy), aż do zaniku reakcji na  $\text{Cl}$  w wodzie przemywającej. Otrzymany ostatecznie galaretowaty osad strącony alkoholem, odcedzono etc. Wydajność substancji organicznej wynosiła tylko 39%. Otrzymany kwas pektynowy zawierał jeszcze 3,2% popiołu.

W drugiej porcji, przerobionej w podobny sposób, otrzymano wydajność 7%. Skład otrzymanego kwasu pektynowego był następujący:

T a b l i c a XXV.  
Skład kwasu pektynowego.

Popiołu w suchej subst.	4,5%	8 Moli
Kwasy heksuronowe	65,5%	
Araban	16,0%	
Liczba kwasowa	385 $\text{cm}^3$ n $\text{NaOH}$	8,3 Mola



Wody od przemywania zagęszczono po zubożeniu i strącono alkoholem. Otrzymano w ten sposób preparat, którego wydajność wynosiła 40%, a skład był następujący:

T a b l i c a XXVI.

Skład strątu alkoholowego.

Araban	14,8%
Kwasy heksuronowe	60,5%
Liczba kwasowa	345 cm <sup>3</sup> n NaOH

Jest więc ten preparat kwasem pektynowym, mało różniącym się od pierwszego. W alkoholu, odciedzonym po strąceniu tego preparatu, znaleziono 17% substancji organicznej (na wyjściowy galakturonid); substancja ta zawiera kwas octowy, znaczne ilości arabinozy, zdolność redukcji wynosi 31%; roztwór skręca silnie w lewo.

Doświadczenie to prowadzi do wniosku, że przez samo działanie ługu składniki pierwotnego galakturonidu, poza oderwaniem alkoholu metylowego i kwasu octowego, nie zostają naruszone: otrzymany kwas pektynowy zawiera, podobnie jak galakturonid wyjściowy, obok kwasu galakturonowego jeszcze araban i galaktan. Do powyższych wniosków doszliśmy już wyżej, przy otrzymywaniu soli sodowej kwasu pektynowego.

d) W tem doświadczeniu otrzymano kwas pektynowy w sposób podobny, jak opisany w p. b, z tą różnicą, że do alkoholu dodano mniej kwasu solnego i zadowolniono się pierwszym strąceniem kwasu pektynowego (w doświadczeniu b pierwszy strąć rozpuszczono w wodzie i powtórnie strącono alkoholem z kwasem solnym, poczem poddano preparat dializie).

Otrzymano w ten sposób kwas pektynowy w ilości 75% o składzie następującym:

T a b l i c a XXVII.

Pepiół w suchej subst.	9,0%
Kwasy heksuronowe	61,5%
Araban	15,1%

Preparat, otrzymany w tem doświadczeniu w ilości 8 gr, zalano 500 cm<sup>3</sup> wody i ogrzewano przez 2 godziny w łaźni wodnej, poczem roztwór zdekantowano przez sączek. Pozostałość, przemytą niewielką ilością zimnej wody, zalano powtórnie 500 cm<sup>3</sup> wody, ogrzewano jak wyżej i zdekantowano roztwór przez sączek. Pozostałość zalkoholowano i odsączono. W ten sposób rozdzielono pierwotny preparat na a) część łatwo w wodzie rozpuszczalną, b) część trudniej w wodzie rozpuszczalną i c) część w wodzie prawie nierozpuszczalną. Analiza tych części dała następujące wyniki:

T a b l i c a XXVIII.

	Pierwotny kwas	Cz. a	Cz. b	Cz. c
Ilość	100%	38%	16%	46%
Popiół w such. subst.	9,0%	21%	6,0%	2,3%
Kwasy heksuronowe (w such. organ. subst.)	61,5%	39,8%	56,9%	78,5%
Grupy galaktozydowe (z kwasu śluzowego)		51,5%	64,2%	77,6%

Z danych tych widać, że preparat wyjściowy nie był substancją jednolitą. Przez rozpuszczenie w gorącej wodzie można go rozdzielić na części łatwiej i trudniej rozpuszczalne, oraz na część prawie nierozpuszczalną. Do części łatwiej rozpuszczalnej przechodzą substancje o mniejszej zawartości kwasów heksuronowych, a większej grup galaktozydowych, niewątpliwie zawierające galaktan; jako pozostałość otrzymujemy kwas pektynowy o wysokiej zawartości kwasu galakturonowego, niezawierający już galaktanu lub zawierający go w małych ilościach.

### 3. Otrzymanie kwasu poligalakturonowego.

Chcąc otrzymać kwas pektynowy o jeszcze wyższej zawartości kwasu galakturonowego, niż preparat, otrzymany w ostatnim doświadczeniu przez działanie gorącej wody na surowy kwas pektynowy, ogrzewano 10 g pierwotnego kwasu pektynowego ze 200 cm<sup>3</sup> n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> przez 4 godziny we wrzącej łaźni wodnej. Nierozpuszczalną część odsączono, przemyto alkoholem, wysuszono. Wydajność 40%. Analiza dała następujący wynik:

Popiołu w substancji suchej — 0,5%.

Kwasów heksuronowych — 87,6%.

Preparat ten rozpuszcza się w wodzie po dodaniu NaOH, płynu Fehling'a nie redukuje wyraźnie, daje też inne wyżej opisane reakcje kwasu pektynowego. Ze względu na bardzo wysoką, zbliżoną do 100%, zawartość kwasu galakturonowego nazywamy preparat ten *kwasem poligalakturonowym*.

W podobny do opisanego sposób otrzymywano większe ilości kwasu poligalakturonowego. Analizy otrzymanych preparatów dały następujące wyniki (a otrzymano przez ogrzewanie z n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, b — z  $\frac{n}{2}$  HCl):



## T a b l i c a XXIX.

Skład preparatów „kwasu poligalakturonowego“.

	a	b
Popiół	0,2%	0,4%
Kwasy heksuronowe	89,5%	92,0%
Grupy galaktozydowe	90,3%	—
Araban	9,1%	—
Liczba kwasowa	580 cm <sup>3</sup> n NaOH	525 cm <sup>3</sup> n NaOH
$[\alpha]_D$	+ 247°	+ 251°

Analiza elementarna wykazała:

	1	2	Obliczono dla $[C_6H_8O_6]_n$	Obliczono dla: 90% $[C_6H_8O_6]_n$ + 10% $[C_5H_8O_4]_n$
C	42,0%	42,1%	40,91%	41,35%
H	5,05%	4,92%	4,54%	4,69%
O	52,9%	53,0%	54,55%	53,96%
O/H	10,5	10,8	12,0	11,5

Jest to więc w obu przypadkach prawie czysty kwas poligalakturonowy, z którego przez dalsze, nieco bardziej energiczne, działanie kwasu mineralnego prawdopodobnie udałoby się otrzymać 100%-wy kwas poligalakturonowy.

Przez rozpuszczenie kwasu poligalakturonowego w obliczonej ilości roztworu NaOH i strącenie alkoholem otrzymano sól sodową kwasu poligalakturonowego. W preparacie wysuszonym w 105° znaleziono 10,5% Na (obliczono dla  $[C_6H_7O_6 \cdot Na]_n$  11,6% Na).

Z roztworem soli sodowej poczyniono próby otrzymywania soli wapniowych w postaci galarety. Stosowano  $\frac{n}{10}$  i  $\frac{n}{20}$  roztwór poligalakturonianu sodowego i  $\frac{n}{10}$  i  $\frac{n}{20}$  roztwory octanu wapnia. Przez zlewanie jednakowych ilości roztworów otrzymywano bardzo piękne i trwałe galaretki. Dodanie nieznanej ilości kwasu octowego (np. 2 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  kw. octowego na 10 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  poligalakturonianu) nie przeszkadzało tworzeniu się galarety. Przy dodaniu cukru w ilości 50% otrzymywano jeszcze bardziej zwartą galaretkę, o ładnym wyglądzie i normalnym słodkim smaku. Dodanie do roztworu poligalakturonianu przed dodaniem octanu wapnia 5%-6w galakturonidu dawało zamiast przezroczystej galarety ziarnisty skrzep, naśladujący konfiturę z rozgotowanych owoców. Doświadczenia te pozwalają sądzić, że sól sodowa kwasu poligalakturonowego lub pektynowego mogłaby znaleźć zastosowanie przy wyrobie przetworów owocowych.

*Ester metylowy kwasu poligalakturonowego.* Z kilku wypróbowanych sposobów otrzymywania tego estru najłatwiej prowadzącym do celu okazał się sposób następujący. 7,5 gr. kwasu poligalakturonowego (preparat *b* o 92% kwasu galakturonowego) + 125 gr. absol.  $\text{CH}_3\text{OH}$ , zawierającego 0,7% suchego  $\text{HCl}$ , ogrzewano w rurach zatopionych w temperaturze  $100^\circ$  przez 30 godz. Odsączono, przemyto starannie alkoholem etylowym i eterem. Wydajność 5 gr.

Analiza otrzymanego produktu dała następujące rezultaty:

	Znaleziono	Oblicz. dla całk. estru. [ $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_6$ ] <sub>n</sub>
Kwasów heksuronowych	86%	92,6%
Alkoholu metylowego:		
metodą Denigés Fellenberg'a	10,1%	} 16,8%
metodą Zeisela	13,4%	
Liczba kwasowa	527 {	—
" estrowa		526 cm <sup>3</sup>
[ $\alpha$ ] <sub>D</sub> <sup>20°</sup>		—
	+ 228°	—
Spalanie dało następujące wyniki:		
C	43,96% — 43,7%	44,2%
H	5,55% — 5,3%	5,3%
Cieężar cząsteczkowy (metodą krioskopową) M = 893		—

Według danych analitycznych (stosunek liczby estrowej do kwasowej, zawartość  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) otrzymany preparat zawiera ok. 70% estru metylowego kwasu poligalakturonowego.

Ester ten rozpuszcza się w wodzie dość dobrze, w każdym razie znacznie lepiej niż wyjściowy kwas poligalakturonowy; płynu Fehling'a nie redukuje.

Z doświadczeń, opisanych w części niniejszej, wolno wyciągnąć następujące wnioski. Przez samo działanie  $\text{NaOH}$  na roztwór galakturonidu ulegają oderwaniu tylko alkohol metylowy i kwas octowy; inne składniki: kwasy heksuronowe, araban i galaktan pozostają niezmiennione. Przez działanie kwasu na roztwór takiego pierwotnego kwasu pektynowego grupy arabanowe i galaktozydowe oraz, w mniejszym stopniu, heksuronidowe zostają przez hydrolizę oderwane od rdzenia i teraz mogą być przez ogrzewanie z wodą oddzielone od kwasu poligalakturonowego, który jest w wodzie prawie zupełnie nierozpuszczalny. Przez bardziej energiczne działanie kwasu (np. 5-o godzinne ogrzewanie z  $n\text{H}_2\text{SO}_4$ ) można otrzymać preparaty o zawartości kwasu galakturonowego powyżej 90%, zbliżone do kwasu poligalakturonowego, [ $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ]<sub>n</sub>.



4. Porównanie kwasu poligalakturonowego z galakturonidem  $G_{IV}$ , otrzymanym przez hydrolizę kwasową pierwotnego galakturonidu.

(Porównaj część IV, rozdział 4).

Skład obudwu produktów jest prawie identyczny; jeden z nich jest wolnym kwasem, drugi — kwaśną solą wapniową. Pomimo jednakowego składu substancje te bardzo wyraźnie różnią się między sobą. Kwas poligalakturonowy jest prawie nierozpuszczalny w wodzie zimnej i gorącej; galakturonid  $G_{IV}$  — w wodzie gorącej i zimnej rozpuszcza się z łatwością. Kwas poligalakturonowy daje sól sodową względnie mało rozpuszczalną w zimnej wodzie; roztwór soli przez dodanie nadmiaru NaOH ulega częściowo strąceniu. Preparat  $G_{IV}$  nawet w stężonym roztworze nie ulega strąceniu przez NaOH. Z roztworu soli sodowej kwas poligalakturonowy strąca się kwasem mineralnym. Z roztworu soli galakturonidu  $G_{IV}$  kwas mineralny nic nie strąca nawet przy znacznym stężeniu galakturonidu.

Dodanie do roztworu  $G_{IV}$  wodorotlenku baru lub zasadowego octanu ołowiu strąca galaretowaty osad, podobnie jak dla kwasu poligalakturonowego. Prócz tego różnica polega na tem, że kwas poligalakturonowy zawiera całkiem nieznaczną ilość grup redukujących, galakturonid zaś  $G_{IV}$  — zawiera tych grup ok. 25%.

Dotychczasowe badania nie dają odpowiedzi na pytanie, na czym polega różnica między galakturonidem  $G_{IV}$ , otrzymanym wyłącznie przez hydrolizę kwasową pierwotnego galakturonidu, a kwasem poligalakturonowym, otrzymanym przez działanie ługu na galakturonid i hydrolizę kwasową otrzymanego kwasu pektynowego. Być może, że różnica ta polega na wielkości cząsteczki, na stopniu hydrolizy (kwasowej): kwas poligalakturonowy posiada znacznie większą cząsteczkę, niż galakturonid  $G_{IV}$ ? Może być jednak również, że różnica między nimi sięga głębiej i dotyczy samej budowy cząsteczki jednego i drugiego związku.

## C z ę ś ć VI.

### Ostateczne produkty hydrolizy galakturonidu i arabanu.

#### 1. Kwas d-galakturonowy.

Kwas ten otrzymaliśmy w krystalicznym stanie przez ostateczną, bardziej energiczną hydrolizę kwasową kwasu pektynowego, otrzymanego według metody, opisanej w części V, rozdz. 2. Kwas pektynowy zawierał ok. 70% kwasów heksuronowych.

25 g tego kwasu zalano 500 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i ogrzewano w autoklawie przez 2½ godz. w temperaturze 125°—130°. Po wykonaniu hydrolizy odsączono ciemny