報 文

アズキ子葉のペクチン性多糖†

塩田芳之*・松浦 康**・畑中千歳***

Pectic Polysaccharides in Cotyledon of Adzuki Beans

(Studies of "Ann" (Bean Jam), Part IX)

Yoshiyuki SHIOTA*, Yasushi MATSUURA**
and Chitoshi HATANAKA**** Department of Home Economics, Fukuyama City Junior College for Women,
Fukuyama-shi, Hiroshima-ken, 720

** Department of Food Science, Okayama College, Okayama-ken, 700

*** Department of Applied Biochemistry, Faculty of Applied Biological Science,
Hiroshima University, Fukuyama-shi, Hiroshima-ken, 720

Three fractions (I, II and III) of pectic polysaccharides were separated from a cotyledon extract of Adzuki beans (*Vigna angularis*) by DEAE-cellulose column chromatography. The ratio of the amounts of I, II and III was approximately 7:4:3. Gas chromatographic analysis of the acid hydrolysates of the fractions revealed the presence of the following neutral sugars in each one: galactose, mannose, glucose, arabinose, xylose, rhamnose and fucose. Fraction I contained glucose as a major constituent (about 70%), and considerable amounts of xylose and galactose, but no uronic acid. I gave no color with iodine and was resistant to the hydrolytic action of a bacterial α -amylase; I is likely to belong to a class of hemicellulose. The molecular weight of I was estimated to be about 3×10^5 . Fractions II and III containing about 32 and 42% of galacturonic acid, respectively, were susceptible to the action of endopolygalacturonase of *Kluyveromyces fragilis*. The low molecular weight products, mono- and oligogalacturonates, at a final stage of the enzymatic degradation amounted to about 20 and 43% of the total uronate contents of II and III, respectively. Judging from their susceptibility to the action of the pectic enzyme, their basic structures probably resemble those of common pectic substances which are the main components of middle lamella of primary cell walls of fruits and vegetables. The major neutral sugar constituents of II and III were xylose, arabinose and galactose.

(Received May 4, 1982)

豆類を貯蔵すると調理性が悪くなるといわれており、この関係をみた報告も少なくない^{1)~9)}。特にダイズでは生理学的な研究も多数行なわれている。最近、PARRISHら¹⁰⁾は 41°C (相対湿度 100°C) で貯蔵したダイズは数日

間で呼吸能と発芽力が低下し浸漬してもほとんど膨潤しなくなることを報告し、また電解質成分が著しく漏出しやすくなることを報告し、その原因として貯蔵による細胞膜の変化、特に膜機能の低下をあげている。斉尾ら¹¹⁾も貯蔵ダ

† あんに関する研究 (第9報) (前報, 文献 12))

* 福山市立女子短期大学 (〒720 福山市本庄町 1750-2)

** 岡山県立短期大学 (〒700 岡山市伊島町 3-1-1)

*** 広島大学生物生産学部 (〒720 福山市緑町 2-17)

イズの微細構造が形態的に変化し、損傷を起こすことを電子顕微鏡で観察している。

あんを作る際、劣悪な条件で貯蔵したアズキは煮熟に時間を要するが、これも貯蔵中に細胞膜や成分等が変化したためであろうと思われる。JACKSON ら⁹⁾は *hardshell* には種皮の浸透性が悪くなるためと、子葉の浸透性が悪くなるための2つの型があると述べている。豆類の調理性に影響を及ぼす成分の1つとして、子葉中のペクチン性多糖が考えられるが、この多糖の貯蔵中における変化については、まだほとんど知られていない。

あんの物性についてはすでに報告したが^{12), 18)}、原料豆の貯蔵期間とあんの物性との関係については未だ報告されておらず、もし細胞膜の変化があん粒子の膨潤度に影響するならば貯蔵によりあんの物性は変化するものと考えられる。今回は貯蔵によるアズキの劣化を成分変化から検討する目的で、まずその基礎資料を得るために収穫直後のアズキ子葉のペクチン性多糖の分析を行なったので報告する。

実験方法

1. 実験材料

岡山県農業試験場北部支場で昭和54年11月に収穫したアズキ (*Vigna angularis*, 品種亀1号) を収穫2カ後に試料とした。

2. 実験方法

(1) ペクチン性多糖の抽出

アズキを5°Cの水に2昼夜浸漬し、剥皮後2つ割として胚芽を除き乳鉢で磨砕した。これを300gとり、1N塩酸でpHを2.5に調整した2%ヘキサメタリン酸ナトリウム31を加え、湯煎中で90°C、3.5時間抽出した。抽出時のpHは3.5~4の範囲内であった。抽出液を6000×gで10分間遠心分離後、上澄液のpHを1N水酸化ナトリウムで5.0とし、27°Cで2昼夜α-アミラーゼ（ナガセ生化学製、NK-102）を作用させた。ヨウ素反応がマイナスであることを確かめてから遠心分離をし、上澄液をセロチューブ（半井化学製、VT 804）で流水に対して2日間透析した。生じた沈殿物を遠心分離で除いてから減圧濃縮し、さらに脱イオン水に対する透析と濃縮を繰返し、最後に得られた濃縮液を4倍量の99%エタノール中に添加した。生じた沈殿物を遠心分離で集め、80, 99%エタノール、エーテルで順次洗浄して脱水後、室温で乾燥した。収量は2.28gであった。なお、本実験で使用したα-アミラーゼ標品にはペクチナーゼ活性は認められなかった。

(2) DEAE-セルロースクロマトグラフィー¹⁴⁾

(1)で得た試料100mgを0.02M酢酸緩衝液(pH 6.0)に溶解し、同じ緩衝液で緩衝化したDEAE-セルロースカラム(2.6×18cm)に加え、次のような段階溶出を行ない10mlずつ分取した。pH 6.0の酢酸緩衝液、0.02M 300ml, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 および0.8M 各100ml, 0.1N水酸化ナトリウム300mlで順次溶出した(Fig. 1)。0.02M溶出区分をI, 0.1M溶出区分をII, 0.3~0.5M溶出区分をIIIとし、酢酸でpHを4.0に調整後透析濃縮して分析用試料とした。(1)で得た試料のアルカリ鹼化物についても同様にクロマトグラフィーを行なった。アルカリ鹼化は以下の条件で行なった。試料100mgを0.05N水酸化ナトリウム溶液中で0°C、90分鹼化後¹⁵⁾酢酸で中和した。脱イオン水に対して透析後濃縮し、0.02M酢酸緩衝液(pH 6.0)に対して透析したものを鹼化試料とした。

(3) Sephadex および Sepharose によるゲル濾過

Sephadex G-150のカラム(1.5×86.5cm)を0.1M酢酸緩衝液(pH 5.0)で緩衝化後、同じ緩衝液を用いて(2)の未鹼化物から得た画分I, II およびIIIをゲル濾過し、2mlずつ分取した。別にIについてはSephadex G-50のカラム(1×90cm)を用いて同様にゲル濾過し、2mlずつ分取した。またIIとIIIについてはSepharose CL-6Bのカラム(1.5×86.5cm)を用い、2%ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液でゲル濾過し、2mlずつ分取した。標準物質としてデキストラン(Pharmacia Fine Chemicals 製) T 500 (平均分子量: 5.3×10^5), T 40 (平均分子量: 4.0×10^4) および T 10 (平均分子量: 1.1×10^4) を使用した。

(4) 画分IIおよびIIIのエンドポリガラクトナーゼ(endo-PG)による分解

未鹼化試料からDEAE-セルロースクロマトグラフィーで得た画分IIとIIIをアルカリ鹼化後、*Kluyvero. myces fragilis*のendo-PGを以下の条件で作用させた。基質(ガラクトロン酸として)0.1%, pH 4.5の酢酸緩衝液0.05M, 反応液1ml当り酵素約0.03単位、35°Cで反応させた。還元力は反応液0.5mlについて畑中らの改変ソモギー法¹⁶⁾により求めた。酵素単位は1分間に1μmol当量のガラクトロニド結合を分解する酵素量を1単位とした。

別に18時間作用させた分解物(反応液1ml)についてSephadex G-50のカラム(1.5×65cm)でゲル濾過し、その溶出パターンから分解率を求めた。また陽イオン交換樹脂(Amberlite IR-120, H⁺型)で脱塩した同

じ分解液 (約 50 μ l 分) を用いてペーパークロマトグラフィーを行ない、反応生成物を調べた。濾紙は東洋濾紙 No. 52, 展開剤は *n*-ブタノール-酢酸-水 (5:2:3), 呈色剤はアニリン-塩酸 (糖) とブロムフェノールブルー (酸) を用いた。

なお, endo-PG は 27°C で 3 日間静置培養¹⁷⁾した *K. fragilis* の培養液から CM-セルロースクロマトグラフィーを 2 回繰返して精製した標品を用いた。クロマトグラフィーは以下の条件で行なった。塩化ナトリウム (0.05 M) を含む pH 4.5 の 0.02 M 酢酸緩衝液に対して透析した培養液 (500 ml) を同じ緩衝液で緩衝化した CM-セルロースのカラム (2×20 cm) に吸着させ、塩化ナトリウムの直線濃度勾配 (0.05 M→0.2 M) を用いて酵素を溶出した。再クロマトグラフィーで得た活性区分を pH 4.5 の 0.05 M 緩衝液で透析後精製酵素とした。

(5) 画分 I の α -アミラーゼによる分解

未鹼化物から得た画分 I は後述のようにグルコースを主体とする中性多糖であることが分かったので、デンプン系の多糖であるか否かを調べるために α -アミラーゼ (ナガセ生化学製, NK-102) を作用させた。基質 (グルコースとして) 約 0.2%, 塩化ナトリウム 50 mM, 塩化カルシウム 1 mM, pH 6.0 のクエン酸緩衝液 0.05 M, 反応液 1 ml 当り酵素約 0.4 単位, 35°C の条件で作用させ、反応液 0.5 ml について還元力を測定した。可溶性デンプン (半井化学製, 特級) にも同じ条件で作用させた。酵素単位は endo-PG の場合と同様に, 1 分間に 1 μ mol 当量のグルコシド結合を分解する酵素量を 1 単位とした。

(6) 中性糖の分析

画分 I, II および III (約 5 mg) を 0.2 N 硫酸で 120°C, 60 分間加水分解後, 日下部¹⁸⁾の方法に準じ以下のようにして分析を行なった。分解液 5 ml を炭酸バリウムで中和し, 内部標準液 1 ml (メチル- β -D-グルコシド 1 mg を含む) を加えて濾紙 (東洋濾紙 No. 5 C) で濾過し, 少量の陽イオン交換樹脂 (IR-120, H⁺ 型) でバリウムイオンを除いてから水素化ホウ素ナトリウム 5 mg を含む溶液 2 ml を加え, 室温で 60 分間還元した。陽イオン交換樹脂で処理して過剰の水素化ホウ素ナトリウムを分解してから減圧濃縮乾固し, メタノール添加と減圧濃縮乾固を 3 回繰返してホウ酸を留去した。これにピリジン-無水酢酸 (1:1) 混液 1 ml を加え, 25°C で一夜放置してアセチル化した。水 (約 5 ml) を加え減圧濃縮乾固してピリジン-無水酢酸を留去後, ジクロルメタン 1 ml に溶解し, その 2~3 μ l をガスクロマトグラ

フ (柳本 G-80 型, FID 検出器付) にかけた。クロマトグラフィーは ガラスカラム 3×1500 mm, 充填剤 3% ECNSS-M/クロモソルブ W AW DMCS (80~100 mesh), 190°C の条件で行なった。

(7) ウロン酸と中性糖含量の測定

画分 II と III については以下のようにして求めた。カルバゾール硫酸法¹⁹⁾でガラクトロン酸の量 (A) を求め, 次に全糖に対するフェノール硫酸法²⁰⁾の吸光度からガラクトロン酸量に相当する吸光度を減じ, その差を中性糖による吸光度とし, 別にガスクロマトグラフィーの分析結果と同じ組成比の中性糖混液を用いて作成した標準曲線から中性糖量 (B) を求めた。ウロン酸含量 (%) = $100 \times A / (A+B)$; 中性糖含量 (%) = $100 \times B / (A+B)$ 。なお, DEAE-セルロースクロマトグラフィーにおける段階溶出区分 (0.1~0.5 M 酢酸緩衝液区分と 0.1 N 水酸化ナトリウム区分) については, 畑中ら²¹⁾に従いアラビノースの標準曲線を用いて中性糖量 (B) を求めた。

(8) エステル化度の測定

クロモトローブ酸法¹⁵⁾によった。

結果および考察

1. ベクチン性多糖の抽出

エステル化したベクチン質は中性およびアルカリ側の溶液中では極めて不安定である。特に加熱すると容易に β -脱離分解することが知られている²²⁾。ベクチン溶液は pH 3~4.5 の範囲で最も安定であるので²³⁾²⁴⁾, 本研究では抽出時に pH が 3.5~4 の範囲になるように調整した。ベクチン質は細胞壁中では, 通常, カルシウムイオンなどの多価金属イオンと結合してゲル化し, いわゆる水不溶性のプロトベクチンを形成するといわれている。従ってエチレンジアミンテトラ酢酸 (EDTA) などのキレート剤は効果的な抽出剤である。しかし, EDTA はベクチン溶液の最も安定な酸性領域ではほとんどキレート効果を示さない。本研究で用いたヘキサメタリン酸ナトリウムは, このような酸性領域でも有効な数少ないキレート剤の 1 つであり, またベクチン質の優れた抽出剤であることが証明されている²⁵⁾。抽出時間は本研究で用いた条件下では 3.5 時間で十分であった。

2. ベクチン性多糖の DEAE-セルロースクロマトグラフィー

未鹼化試料と 鹼化試料について得た結果を Table 1 と Fig. 1 に示した。未鹼化試料では 7 個のピークが得られたが, 0.02 M 溶出区分が最も多かった。この区分は主として中性多糖からなることが分かっている²¹⁾²⁶⁾。

Table 1 Fractionation of pectic polysaccharides of Adzuki bean cotyledons by DEAE-cellulose column chromatography

Eluent	Fraction	Before alkali-treatment		After alkali-treatment
		Pectic polysaccharide ^{a)} (%)	Uronic acid ^{b)} (%)	Pectic polysaccharide ^{a)} (%)
0.02M acetate buffer	I	43.6	0	42.7
0.1M "	II	25.6	22.1	25.0
0.2M "	III	8.1	35.5	5.3
0.3M "		12.1	36.8	3.1
0.4M "		5.3	40.2	17.7
0.5M "		1.5	43.1	3.9
0.1N NaOH		3.8	27.5	2.3

a) The amount of sugars in each fraction was determined by the phenol-sulfuric acid method²⁰⁾.

b) Uronic acid contents were determined as described previously²¹⁾ by the carbazole¹⁹⁾ and the phenol-sulfuric acid methods by reference to standard curves for galacturonic acid and arabinose, respectively.

Other details see Fig. 1.

Fig. 1 DEAE-cellulose column chromatography of pectic polysaccharides of Adzuki bean cotyledons

Pectic polysaccharides (100mg), before and after alkali-treatment, were dissolved in 10 ml of 0.02M acetate buffer, pH 6.0, and applied to a DEAE-cellulose column (2.6×18cm) equilibrated with the same acetate buffer. The column was washed successively with 0.02~0.8M acetate buffer, pH 6.0, and 0.1N NaOH. The total sugar content in each tube was assayed by the phenol-sulfuric acid method²⁰⁾ by reference to a standard curve for galacturonic acid. Tube volume, 10ml.

○—○, before alkali-treatment; △---△, after alkali-treatment.

実際にこの区分の硫酸分解物についてウロン酸の検出を試みたが、全く認められなかった。この区分の全糖量に対する割合は約 44% であった。インゲンマメ子葉²⁰⁾ではさらに多く、全体の約 56% という値が得られている。0.1~0.5 M で溶出した 5 個のピークは分子量、ウロン酸含量、エステル化度などの点では少しずつ異なるが、構造的には類似したものであろうと思われる。Table 1

にみられるように、0.1 N 水酸化ナトリウム区分を除くとウロン酸含量はあとの区分ほど高くなった。水酸化ナトリウム区分については量的にわずかであったので詳しい分析は行なわなかったが、ウロン酸含量が低いにもかかわらず強い吸着性を示すことから、この区分は画分 II, III とはかなり違った構造の酸性多糖であることも考えられる。

鹼化した試料では 0.2 M と 0.3 M 溶出区分が減少し、0.4 M 区分が増加した。これは未鹼化試料の 0.2~0.3 M 溶出区分に含まれていたエステル化度の高いペクチン性多糖が鹼化によって酸性度を増し、0.4 M 区分に移行したためであろうと考えられる。

Table 2 は画分 I~III の中性糖組成を示したもので

Table 2 Neutral sugar compositions of fractions I, II and III

Sugar	Composition (%)		
	I	II	III
Galactose	9.5	22.4	9.7
Mannose	3.5	7.1	7.0
Glucose	70.8	0.9	4.0
Arabinose	1.3	24.5	26.7
Xylose	13.4	37.5	44.4
Rhamnose	0.4	4.9	5.7
Fucose	1.1	2.7	2.5

Sugar constituents were analyzed quantitatively by the gas-liquid chromatography of KUSAKABE *et al.*¹⁸⁾. The alditolacetates derived from neutral monosaccharides in the acid hydrolysates of the fractions were chromatographed on a column of 3% ECNSS-M on Chromosorb W AW DMCS (3×1500 mm), at 190°C, using a Yanagimoto gas chromatograph, Model G-80, equipped with a hydrogen-flame ionization detector and methyl-β-D-glucoside as internal standard.

ある。I は約 70% がグルコースであった。このほかにキシロースとガラクトースがやや多く、10~13% 含まれていた。II と III はほぼ同じ糖組成比を示し、キシロース、アラビノースおよびガラクトースが主成分であったが、II に比べて III ではガラクトースが減少し、キシロースが増加した。インゲンマメ子葉のペクチン試料(シュウ酸アンモニウム可溶区分)にも画分 I に相当する中性多糖が多量(約 56%)に含まれていたが、主成分はアラビノースとキシロースであり、グルコースはわずかにしか含まれていなかった²⁶⁾。

3. ペクチン性多糖のゲル透過

画分 I, II および III の Sephadex G-150 によるゲル透過の結果を Fig. 2 に示した。II と III は G-150 の分画範囲(デキストランとして $1 \times 10^3 \sim 1.5 \times 10^5$) 外にあることが分かったので Sepharose CL-6B (分画範囲: デキストランとして $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6$) を用い、分子量のわかったデキストランをマーカーとしてゲル透過を行なった (Fig. 3)。II と III はいずれもブルーデキストラン(平均分子量: 2×10^6) で求めた排除体積 (V_0) よりわずかにおくれた位置に溶出した。 V_0 値とデキストラン T 500 (平均分子量: 5.3×10^5) の溶出位置から判断すると、分子量 8×10^5 前後のものが主体のように思われる。後藤ら²⁷⁾はカンキツ果汁の水溶性ペクチンは幅広い分子量分布 ($10^4 \sim 2 \times 10^6$ 以上) を示すことを報告している。また McNEIL ら²⁸⁾ はサトウカエデの一次細胞壁からガラクトツロン酸: ラムノース: アラビノース: ガラクトース比が 1:1:1.5:1.5 のペクチン性多糖(ラムノガラクトツロン I と呼んだ)を分離しているが、

Fig. 2 Gel filtration patterns of fractions I, II and III, and glucose on a Sephadex G-150 column

Gel filtration: 0.5% sample solution, 0.5ml; column size, 1.5×86.5 cm; eluent, 0.1M acetate buffer, pH 5.0; flow rate, 10.6ml per h; tube volume, 2ml
□—□, fraction I; ○—○, fraction II; △—△, fraction III; ●—●, glucose; V_0 , void volume

Fig. 3 Gel filtration patterns of fractions II and III, and dextrans T 500, T 40 and T 10 on a Sepharose CL-6B column

Gel filtration: 0.5% sample solution, 0.5ml; column size, 1.5×86.5 cm; eluent, 2% sodium hexametaphosphate

○—○, fraction II; △—△, fraction III; ▲—▲, dextran T 500 (MW 5.3×10^5); □—□, T 40 (MW 4.0×10^4); ●—●, T 10 (MW 1.1×10^4)

Other details see Figs. 1 and 2

この多糖は Biogel A-1.5 m (排除限界: 1.5×10^6) で完全に排除されるようである。川端ら²⁹⁾によると、果実ペクチンは $1.4 \sim 2 \times 10^5$ 程度の分子量を有するものが多いが、試料によっては 5×10^5 以上のものもあるようである。アズキ子葉のペクチン性多糖は分子量的には果実ペクチンやサトウカエデのラムノガラクトツロンに近い。

画分 I は Sephadex G-150 の溶出位置からかなり低分子物であることが分かったので、さらに Sephadex G-50 (分画範囲: デキストランとして $5 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$)

Fig. 4 Gel filtration patterns of fraction I, dextran T 10 and glucose on a Sephadex G-50 column

Gel filtration: 0.5% sample solution, 0.5ml; column size, 1.0×90 cm

□—□, fraction I; ○—○, dextran T 10; ●—●, glucose Other details see Figs. 1 and 2

を用いてゲル濾過を行なった (Fig. 4)。デキストラン T 10 (平均分子量: 1.1×10^4) とグルコースをマーカーとして溶出位置と分子量の対数との関係から画分 I の分子量を推定すると約 3×10^3 という値が得られた。G-150 によるゲル濾過の結果 (Fig. 2) から同じ値が得られた。画分 I はかなり低分子であるのでペクチン性多糖あるいはそれ以外の細胞壁多糖が抽出中に分解して生じた可能性もある。しかし低温 (5°C) で抽出したアズキのペクチン試料中にもこの画分が相当量含まれており、分子量も同程度であることが分かった³⁰⁾。インゲンマメのペクチン試料中にも、分子量は測定していないが、中性多糖が異常に多く含まれていた²⁶⁾。この種の中性多糖はアズキに限らず豆類に特有な成分であるかもしれない。

4. ペクチン性多糖の endo-PG による分解

画分 II および III がペクチン性多糖であれば endo-PG により分解されるはずである。そこで II と III に精製した endo-PG を作用させてみた (Fig. 5)。また、18 時間作用させた分解物の Sephadex G-50 によるゲル濾過の結果を Fig. 6 に示した。Fig. 5 と 6 から明らかなように II よりも III の方が分解されやすかった。II および III のウロン酸含量、エステル化度、endo-PG による分解率を Table 3 に示した。III のウロン酸含量は II の約 1.3 倍であるが、endo-PG による分解率はほぼ 2 倍となった。分解物をペーパークロマトグラフィーで調べると、いずれの場合もトリガラクトロン酸の明瞭なスポットが認められた。ほかにわずかであるがガラクトロン酸とジガラクトロン酸も検出された。画分 II と

Fig. 5 Degradation of fractions II and III by endopolygalacturonase of *Kluyveromyces fragilis*

The enzyme activity was assayed by a modified SOMOGYI-NEELSON method¹⁴⁾. Assay conditions: substrate, fraction II (○—○) or III (●—●), 0.1% as galacturonic acid; acetate buffer, pH 4.5, 0.05M; enzyme, about 0.03 unit per ml; incubation, at 35°C

Fig. 6 Gel filtration of the enzymatic degradation products of fractions II and III on a Sephadex G-50 column

The amount of galacturonic acid in each tube was determined by the carbazole method. The tubes, No. 42~66, were combined as the low molecular weight products (see Table 3). Gel filtration: the reaction mixture incubated for 18h at 35°C , 1ml; Column size, $1.5 \times 65\text{cm}$; eluent, 0.1M acetate buffer, pH 5.0; flow rate, 10.6ml per h; tube volume, 2ml

○—○, fraction II; ●—●, fraction III
Other details see Fig. 5

Table 3 Uronic acid content, esterification degree and enzymatic degradation limit of fractions II and III

Fraction	Uronic acid ^{a)} (%)	Esterification degree ^{b)} (%)	Degradation limit ^{c)} (%)
II	32.4	10.9	20.3
III	41.6	23.4	43.0

a) Uronic acid contents were determined in the same manner as described in Table 1 except that two standard curves in the phenol-sulfuric acid method were prepared separately with the mixture containing each monosaccharide in the same proportion given for fraction II or III in Table 2.

b) Esterification degree was estimated by the chromotropic acid method¹⁵⁾.

c) Percentages of total uronic acid contents were calculated from the amounts of the low molecular weight products, mono- and oligo-galacturonates, at a final stage of the enzymatic degradation. The products were separated from the reaction mixtures by Sephadex G-50 column chromatography (see Fig. 6).

III は果実やほかの柔組織のペクチン質に比べると、ウロン酸含量はかなり低い endo-PG で容易に分解されるので、 α -1, 4 ガラクトロニド結合を主体とする通常のペクチン性多糖に属すると考えてよいであろう。

5. 画分 I に対する α -アミラーゼの作用

画分 I の分子量は約 3000, グルコース含量は約 70% であるのですべてのグルコース残基がポリマーの形で存在すると仮定すると重合度 13 程度のグルカンとなる。これは可溶性デンプンと同程度の重合度であるが, Fig. 7 に示したように, 画分 I は α -アミラーゼでは全く分解されなかった。またヨウ素反応もマイナスであることから考えると, 画分 I はおそらく非デンプン系の多糖であろうと思われる。しかし, キシロースがかなり含まれているので, ヘミセルロース系のキシログルカンの一種である可能性もある。詳細については今後検討する予定である。

Fig. 7 α -Amylase activity toward fraction I and soluble starch

Assay conditions: substrate, about 0.2% as glucose; citrate buffer, pH 6.0, 0.05M; NaCl 50mM; CaCl_2 1mM; enzyme, about 0.4 unit per ml; incubation, at 35°C
 Δ — Δ , fraction I; $\circ$ — $\circ$, soluble starch
 Other details see Fig. 5

要 約

(1) アズキ子葉から温和な条件 (pH 3.5~4) でペクチン性多糖を抽出し, DEAE-セルロースクロマトグラフィーにより画分 I, II および III を得た。

(2) I, II および III はいずれも中性糖としてガラクトース, マンノース, グルコース, キシロース, アラビノース, ラムノースおよびフコースを含んでいた。I の主成分がグルコース (約 70%) であり, ほかにキシロースとガラクトースがかなり含まれていた。II と III はほぼ同じ糖組成比を示し, キシロース (約 40%) が最も多く, 次いでアラビノースとガラクトースが多かった。

(3) I は分子量約 3×10^5 の比較的低分子中性多糖であり, 分画した全糖量に対する割合は約 44% であった。主成分はグルコースであったが, ヨウ素反応はマイナスであり, また α -アミラーゼでは全く分解されなかった。この画分はおそらくヘミセルロース系の中性多糖である

と思われる。

(4) II と III は分子量 8×10^5 程度のものが主体であり, ウロン酸含量はそれぞれ約 32% と 42% であった。いずれも endo-PG によって容易に分解され, 分解率はそれぞれ約 20% と 43% であった。以上の結果から, II と III は通常のペクチン性多糖に属するものであると判断した。

文 献

- MORRIS, H. J., OLSON, R. L. and BEAN, R. C.: *Food Technol.*, 4, 247 (1950).
- MORRIS, H. J. and WOOD, E. R.: *Food Technol.*, 10, 225 (1956).
- MUNETTA, P.: *Food Technol.*, 8, 1240 (1964).
- BOURNE, M. C.: *Food Technol.*, 21, 335 (1967).
- BURR, H. K., KON, S. and MORRIS, H. J.: *Food Technol.*, 22, 336 (1968).
- MOLINA, M. R., BATEN, M. A., GOMEZ-BRENES, R. A., KING, K. W. and BRESSANI, R.: *J. Food Sci.*, 41, 661 (1976).
- QUAST, D. G. and da SILVA, S. D.: *J. Food Sci.*, 42, 1299 (1977).
- SEFA-DEDEH, S., STANLEY, D. W. and VOISEY, P. W.: *J. Food Sci.*, 44, 790 (1979).
- JACKSON, G. M. and VARRIANO-MARSTON, E.: *J. Food Sci.*, 46, 799 (1981).
- PARRISH, D. J. and LEOPOLD, A. C.: *Plant Physiol.*, 61, 365 (1978).
- 斉尾恭子・馬場啓子: 日食工誌, 27, 343 (1980).
- 塩田芳之・宮田義昭: 家政誌, 27, 180 (1976).
- 塩田芳之・山本峰子: 作陽学園研究紀要, 11(1), 1 (1978).
- 畑中千歳・小沢潤二郎: 農化, 42, 645 (1968).
- 畑中千歳・小沢潤二郎: 農化, 40, 421 (1966).
- HATANAKA, C. and KOBARA, Y.: *Agric. Biol. Chem.*, 44, 2943 (1980).
- 小沢潤二郎・岡本賢一・林 啓吾: 農学研究, 47, 105 (1959).
- 日下部功・神山 由・安井恒男: 農化, 51, 167 (1977).
- GALAMBOS, J. T.: *Anal. Biochem.*, 19, 119 (1967).
- DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., ROBERS, P. A. and SMITH, F.: *Anal. Chem.*, 28, 350 (1956).
- 畑中千歳・小沢潤二郎: 農化, 40, 98 (1966).
- ALBERSHEIM, P., NEUKOM, H. and DEUEL, H.: *Arch. Biochem. Biophys.*, 90, 46 (1960).
- COOK, G. M. W. and STODDART, R. W.: *Surface Carbohydrate of the Eukaryotic Cell* (Academic Press, London and New York), p. 181 (1973).

- 24) 後藤重芳・河上敦子・高祖美紀子：家政誌，20，
235 (1969).
25) STODDART, R. W., BARRETT, A. J. and NORTHCO-
TE, D. H.: *Biochem. J.*, **102**, 194 (1967).
26) 松浦 康・畑中千歳・小沢潤二郎：農化，47，494
(1967).
27) 後藤明彦・荒木忠治・泉 嘉郎：日食工誌，29，
155 (1982).
28) McNEIL, M., DARVILL, A. G., and ALBERSHEIM,
P.: *Progr. Chem. Natural Org. Prod.*, **37**, 191
(1979).
29) 川端晶子・沢山 茂：農化，51，15 (1977).
30) 未発表

(昭和57年5月4日受理)

新 刊 紹 介

Handbook of Carcinogens and Hazardous Substances

M. C. Bowman 編

化学物質による人間のがんの発生が明らかになるに従い、その環境中での分布について多くの研究がなされている。本書は、がん原性化学物質の微量分析法について書かれている。取り上げられている物質は、アルキル化剤、芳香族アミン、エストロジェン、マイコトキシン、N-ニトロソ化合物、農薬、多環芳香族化合物、重金属、ハロゲン化物である。試料毎の前処理法、用いる分析法、分析操作の実際、クロマトグラムの例、測定値の計算法など、分析操作の具体的記述がなされており、この種の化合物の分析にたずさわる人にとって有用であろう。

B 5 版，768 頁

99.50 ドル（米国外は 20% 高）

Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Av.

New York, N. Y. 10016 U. S. A.