酵母のアミノ酸及びビタミン要求に就て (第 9 報)*

 β -アラニンの生成に就て

高 橋 雅 弘 (味の素株式会社食品研究室)

昭和 35 年 4 月 28 日 受 理

著者は酵母の生育に於けるアミノ酸とビタミンの関係を検討している中に *Saccharomyces sake* に於て特に顕著な現象を見出した。即ち *Sacch. sake* はその他の *Saccharomyces* と同様にアミノ酸を窒素源とするときはビタミンがなければ生育しない。しかも *Sacch. sake* は其の要求あるビタミンはパントテン酸乃至は β -アラニンであり、此等が添加されていればアミノ酸の生育阻害は除かれ正常な生育を示すのである。従って *Sacch. sake* に於てはパントテン酸または β -アラニンはアミノ酸との関係に於て重要な物質と考えられ前報⁽¹⁾ に其の生成の手掛りとして有機酸類との関係を検討した。しかして其の結果は余り明確なものは得られなかった。 β -アラニンの生成は Virtanen⁽²⁾ に依ってアスパラギン酸から α -デカルボキシラーゼにより生成されているという報告の外あまり多くの研究はなかった。ところが Stadtman⁽³⁾ 等はプロピオン酸菌に依るプロピオン酸からの生成を証明した。此の二つの生成系と *Sacch. sake* の β -アラニン生成を検討しその関係を求めた。対照としてアミノ酸を窒素源としてもビタミンを要求しない *Pichia membranaefaciens* を用いて *Sacch. sake* との比較をしたのである。其の結果明らかな事実は *Sacch. sake* はアスパラギン酸より β -アラニンを生成する生成能は極めて僅かであり、プロピオン酸よりの生成が多量であることを確認した。他方 *Pichia* に於てはアスパラギン酸からの β -アラニン生成量は極めて多く、プロピオン酸の影響は殆ど見出されないという結果を得たので、ここに報告する次第である。

実 験 1.

前述の如く Virtanen に依ればアスパラギン酸は β -アラニンの前駆物質と考えられ、従って *Sacch. sake* に於てはアスパラギン酸の生育培地添加は生育を促進するものと考えられる。そこでアスパラギン酸の生育に対する効果を検討した。即ち第 1 表に示す如き培地に *Sacch. sake* 及び *Pichia membranaefaciens* を接種し、従前の如き生育試験を行った。

(1) *Sacch. sake* 生育に対するアスパラギン酸の影響 *Sacch. sake* を前報⁽⁴⁾の如く麴液に培養し、24 時間後更に植つぎ 48 時間後の生育菌体を洗滌、殺菌生理的食塩水に懸濁希釈して接種菌体とした。これを第 1 表の培地に接種し経時的に観察した結果が第 1 図に示されている。結果はアスパラギン酸は添加量の増加に伴い生育を抑制する傾向を示した。即ち 10^{-5} M 添加では培養後 72 時間で対照に比し約 2/3 の生育を示す。其れが 10^{-4} M, 10^{-3} M と添加量を増加すると共に順次生育は抑制されている。ここで直ちに β -アラニンとアスパラギン

第 1 図 *Sacch. sake* 生育に及ぼすアスパラギン酸の影響

第 1 表 培 養 液
 硫酸アンモニウム培地
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Glucose} + \text{Salts sol.}$ [(1) 液 5 ml + (2) 液 2.5 ml] + Aspartic acid.
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: 0.14 g/100 ml.
 Glucose : 5 g/100 ml.
 Salts sol. :
 (1) KH_2PO_4 2.2 g, KCl 1.7 g, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, MgSO_4 0.5 g, FeCl_3 0.01 g, MnSO_4 0.01 g.
 以上を蒸留水にて 100 ml に溶解
 (2) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}(\text{COONa})_3$ 10 g, $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 2 g.
 以上を蒸留水にて 100 ml に溶解
 Aspartic acid :
 10^{-3} M, 10^{-4} M, 10^{-5} M 及対照.

* Studies on the Requirements of Amino Acids and Vitamins for the Growth of Yeast. Part IX. Mechanism of the Synthesis of β -Alanine by Yeasts.

By Masahiro TAKAHASHI (Food Research Laboratory, Ajinomoto Co., Inc.)

第 2 図 *Pichia membranaefaciens* の生育に及ぼす
アスパラギン酸の影響

液、懸濁液に浮遊する菌体を生ずるので十分な注意が必要である。かくして稀釈懸濁液より第 1 表の培養液に接種、30° に静置培養を行った。

結果は第 2 図に示せる如く *Sacch. sake* の場合と異なりアスパラギン酸の添加量の増加に伴い生育は良好になる。換言すればアスパラギン酸は *Sacch. sake* の生育にはむしろ抑制する作用が観察されるのに反し *Pichia* では生育を促進する作用を認めたのである。

アスパラギン酸が α -デカルボキシラーゼに依って β -アラニンを生ずることと考え合せて極めて興味ある事実である。

実験 2.

Sacch. sake 及び *Pichia membranaefaciens* の生育に及ぼすアスパラギン酸の影響を検討した結果、両菌種間に全く相反する性質のあることを見出した。しばしば述べる如くアスパラギン酸は β -アラニンの前駆物質であることから考えてこの酸に対する両菌種の反応の違いは注目すべき事実である。そこで両菌種に就いて更に追及すべく次の実験を行った。即ち *Sacch. sake* と *Pichia membranaefaciens* の菌体内に蓄積されている β -アラニン並びにパントテン酸の定量を行ったのである。

実験は各菌株につき各 2 つの試料につき行った。

(1) *Sacch. sake* 細胞内に蓄積されている β -アラニン並びにパントテン酸

実験方法

(i) 試料調製 : *Sacch. sake* を第 1 表の基本培養液に接種 30° にて静置培養し、其の培養菌体を遠心分離により集菌し、後蒸溜水にて十分に洗滌試料菌体とした。ついで此の菌体の 1 g を洗滌したガラス球約 5 g、水 5 ml とを混合し小試験管に移す。この試験管をバイブレーターにかけて菌体をガラス球との間の摩擦により細胞内容物の溶出を行った。この際バイブレーターによる振動は発熱を伴うので 2 分間処理して直ちに冷却又 2 分間バイブレーターにかける。この操作を 10 回繰返し最後に顕微鏡下で破砕の程度を観察し濾過後試料とした。

(ii) β -アラニンとパントテン酸の確認法

β -アラニン : 試料をペーパークロマトグラフィ法に依り β -アラニンを検討した。即ち試料を濾紙にスポットし、常法によりブタノール・醋酸・水混合溶媒で展開し、ニンヒドリン発色を行わしめた。*Sacch. sake* のこの試料には β -アラニンの発色すべき場所には全く発色がなく、試料には β -アラニンを含有しないことを認めた。

パントテン酸 : β -アラニンの場合と同様に試料をペーパークロフトグラフィで展開し、後濾紙を 1 cm 間隔に切断した。この各切片をパントテン酸定量培養液 (第 2 表) を分注した試験管に投入し、殺菌してこれに *Saccharomyces carlsbergensis* を接種、30° で培養した。その結果第 3 図に示すヒストグラムで明らかな

第 2 表 パントテン酸定量培地	
Casinydlyzate 10% 溶液	50 ml
Vitamin B ₁	1 mg
B ₂	1 mg
B ₆	1 mg
Niacin	1 mg
Paraminobenzoic acid	0.2 mg
Inositol	10 r
Sucrose	50 g
Salts sol. (1) (2)	第 1 表参照
以上を 500 ml に溶解、試料を加え 1 l とする。

第 3 図 *Saccharomyces sake* 細胞内容物質の Histogram

第 4 図 *Pichia membranaefaciens* 細胞内容物質の Histogram

如くパントテン酸の位置に生育を認めたが、 β -アラニンの位置および他の切片部分では全く生育を認め得なかった。ニンヒドリン発色とこのヒストグラム (Histogram, Biatography) に依り、*Sacch. sake* 菌体内内容物試料には β -アラニンが欠けていることが明らかとなった。しかし一方にパントテン酸は存在している事実は次のことを考えさせる。即ちパントテン酸の成分たる β -アラニンはパントテン酸が存在しているかぎり当然生成される筈である。それにもかかわらず β -アラニンを認め得なかったということは、生成された β -アラニンのすべては直ちにパントテン酸に生合成されてしまったと考えざるを得ない。此の事実は又生成される β -アラニン量は少ないものであろうことをも意味する。若しアスパラギン酸より α -デカルボキシレートしたとしてもその酵素作用は微弱であると考えられるのである。

(2) *Pichia membranaefaciens* 細胞内に蓄積されている β -アラニン並びにパントテン酸

実験方法

(i) 試料調製 P: *Pichia membranaefaciens* を第 1 表の基本培養液に接種し 30° にて静置培養し、以下 *Sacch. sake* の場合と同様の操作で菌体を集積破砕して試料とした。

(ii) β -アラニンとパントテン酸確認法: いずれも *Sacch. sake* の場合と同様の条件で行った。結果は第 4 図の Histogram に依って示されている如く β -アラニンの所にもパントテン酸と同様な活性を認めた。又ニンヒドリン反応も β -アラニンの個所に明らかに発色がある。*Pichia* は *Sacch. sake* とは全く異なり、 β -アラニンを多量に菌体内に蓄積している。

実験 3.

Sacch. sake 及び *Pichia membranaefaciens* 細胞内に蓄積されている β -アラニン並びにパントテン酸の含有量に就いての実験結果は、明らかに両種酵母間に大きなひらきのあることを示した。そこで更に定量的な実験を行った。しかしながら β -アラニンとパントテン酸を分別定量ではなく、すべて β -アラニンにまで分解した状態で定量した。更に生菌体に依る一定時間内に於ける生成量を検討するために種々な基質を用いて β -アラニン並びにパントテン酸の蓄積を検討した。実験は各菌株につき 2 つの試料につき行った。

(1) 生菌体の集積 *Sacch. sake* 及び *Pichia membranaefaciens* をそれぞれ麴液で前培養し、第 1 表の培養液に接種し、72 時間 30° の恒温器に放置培養した。培養後培養液を遠心分離し殺菌、生理的食塩水に懸濁、

第 3 表 *Saccharomyces sake* 生菌中生成された
 β -アラニン

基 質, 10^{-5} M	β -アラニン $\gamma/50$ mg 生菌	
Aspartic acid	0.25*	0.32**
Aspartic acid+Glucose	0.20	0.25
Succinic acid	0.22	0.24
Succinic acid+Glucose	0.11	0.18
Fumaric acid	0.25	0.29
Fumaric acid+Glucose	0.18	0.20
Malic acid	0.24	0.27
Malic acid+Glucose	0.15	0.17
Pyruvic acid	0.22	0.26
Pyruvic acid+Glucose	0.20	0.21
3-Phosphoglyceric acid	0.44	0.46
3-Phosphoglyceric acid+Glucose	0.30	0.26
α -Glycerophosphate	0.35	0.28
α -Glycerophosphate+Glucose	0.16	0.12
Oxalic acid	0.23	0.20
Oxalic acid+Glucose	0.18	0.24
Propionic acid	1.00	0.90
Propionic acid+Glucose	0.40	0.35
Malonic acid	0.27	0.28
Malonic acid+Glucose	0.16	0.14
β -Hydroxypropionic acid	0.43	0.39
β -Hydroxypropionic acid+Glucose	0.18	0.20
β -Alanine	0.39	0.48
β -Alanine+Glucose	0.24	0.30
Blank	0.32	0.40
Blank	0.25	0.33

* 実験 1 ** 実験 2

第 4 表 *Pichia membranaefaciense* 生菌中生成
された β -アラニン

基 質, 10^{-5} M	β -アラニン $\gamma/50$ mg 生菌	
Aspartic acid	1.00*	1.20**
Aspartic acid+Glucose	1.00	1.00
Succinic acid	0.74	0.79
Succinic acid+Glucose	0.70	0.55
Fumaric acid	0.71	
Fumaric acid+Glucose	0.70	0.66
Malic acid	0.75	0.66
Malic acid+Glucose	0.65	0.60
Pyruvic acid	0.70	0.54
Pyruvic acid+Glucose	0.63	0.50
3-Phosphoglyceric acid	0.64	
3-Phosphoglyceric acid+Glucose	0.64	0.70
α -Glycerophosphate	0.64	0.69
α -Glycerophosphate+Glucose	0.65	0.60
Oxalic acid	0.70	0.74
Oxalic acid+Glucose	0.74	0.70
Propionic acid	0.70	0.70
Propionic acid+Glucose	0.70	0.64
Malonic acid	0.74	0.59
Malonic acid+Glucose	0.65	0.60
β -Hydroxypropionic acid	0.70	
β -Hydroxypropionic acid+Glucose	0.64	0.61
β -Alanine	0.80	0.85
β -Alanine+Glucose	0.80	0.70
Blank	0.70	0.80
Blank	0.70	0.80*

* 実験 1 ** 実験 2

遠心分離し、菌体表面に附着する物質を出来る限り除去する。この洗滌菌体 50 mg を菌体中に含有する β -アラニン及び生菌懸濁反応の試料とした。

(2) 定量法：生菌体 50 mg に 3 N 塩酸 10 ml を添加， 120° ，2 時間加水分解を行い後中和して第 2 表に示す微生物定量培養液に分注殺菌後培養液とした。微生物定量に際して使用した菌種は、パントテン酸定量菌の *Saccharomyces carlsbergensis* である。同菌はパントテン酸の定量菌であるが、予備実験の結果 β -アラニンにも定量的に生育を示すので本実験にも使用可能と認めて応用したのである。又生菌懸濁液による β -アラニン生成試験の試料も生菌体よりの試料調製と同様に加水分解後中和して後定量用培養液を調製して微生物定量を行った。

(3) 生菌体懸濁に依る β -アラニン生成実験 *Sacch. sake* 及び *Pichia membranaefaciens* の各生菌 50 mg を第 3 表に示す種々なる物質を基質として懸濁液を調製した。これらを 30° の恒温器に 24 時間静置し、後 100° ，10 分間熱処理を行い、反応を中止せしめて微生物定量の試料を調製し、 β -アラニンの生成量を定量した。

(4) β -アラニン定量結果 生菌加水分解及び生菌懸濁反応後加水分解を試料とした微生物定量に依る β -アラニンの含有量は第 3 表及び第 4 表に示す如き結果を得た。

Sacch. sake (第 3 表) に於てはアスパラギン酸を基質としても β -アラニンの増加は認められず、前項の生育試験に於ける結果と考え合せると当然のことと考えられる。即ちこの酵母にはアスパラギン酸より β -アラニン生成の α -デカルボキシラーゼが存在していないか若しくは極めて微弱であることを示していることと考えられる。他の所謂、TCA cycle の各有機酸類も殆ど β -アラニン生成には影響を示していない。ところがプロピオン酸を基質とした場合には β -アラニン含有量は対照の生菌体内含有量に比し約 4 倍量の β -アラニンを定量した。

Pichia membranaefaciens (第 4 表) に於ては *Sacch. sake* と全く対象的であり、生菌体に含有される β -アラニンは非常に多量である。即ち生菌体自身に含有されている β -アラニン量は *Sacch. sake* に比し約 3 倍の量を示した。又前項生育試験が生育促進を示したアスパラギン酸を基質とした生成試験では、対照の生菌体よりも 2 倍近い生成を認めたのである。このことは *Pichia* のこの菌種にはアスパラギン酸の α -デカルボキシラーゼが存在していることを示すものである。其の他のものを基質とした場合には殆ど顕著な変化は見出し得なかった。

考 察

Sacch. sake の要求するビタミンである β -アラニン及びパントテン酸に就いて其の生成系路の一端を見出す為に、三の実験を行った。従来 β -アラニンはアスパラギン酸より α -デカルボキシラーゼに依って生成される系が知られていた。又最近になって E. R. Stadtman 等に依るプロピオン酸からの β -アラニン生成が報告されている。著者はこの β -アラニン生成系の 2 系路に就いて、たまたま *Sacch. sake* と同様な培養培地でこのビタミンを要求しない *Pichia* を見出し、この菌種を対照として実験を進めた。其の結果この両菌種は β -アラニン生成に関して全く異なる性質を有することを見出した。即ち *Sacch. sake* に於てはアスパラギン酸より β -アラニンを生成する α -デカルボキシラーゼは含有しないか、或いは含有していても極めて微弱である。これに対して *Pichia membranaefaciense* はアスパラギンを基質として β -アラニンを生成し、 α -デカルボキシラーゼの存在は明らかに認められる。この β -アラニン生成系の差異はアスパラギン酸の生育に対する作用と直接的な関係があり、*Pichia* ではアスパラギン酸の添加は生育促進を示し、*Sacch. sake* では生育抑制を示した。しかも *Sacch. sake* の生菌体内容物のヒストグラム (Biautograph) に依ると、*Sacch. sake* 生菌体内にはパントテン酸は存在している。その前駆物質たる β -アラニンは認められなかった。パントテン酸の存在は当然其の 1 成分である β -アラニンの生成がなければならないことを意味する。従って一旦は必ず β -アラニンは生菌体内に生成された筈である。しかも其の β -アラニンが見出せなかったということは、生成された β -アラニンはすべてパントテン酸に移行したと考えざるを得ない。*Pichia membranaefaciens* の場合には顕著な β -アラニンを検出しており、この菌種ではアスパラギン酸 $\rightarrow$ β -アラニン $\rightarrow$ パントテン酸の生成が行われていると考えられる。即ち *Pichia* ではアスパラギン酸 α -デカルボキシラーゼの存在が明らかである。これに反し *Sacch. sake* に於てはパントテン酸が出来ていることから β -アラニンの生成は必ず行われているとして、アスパラギン酸よりの α -デカルボキシレーションは極めて微弱で、生成されたすべての β -アラニンはパントテン酸に移行すると考えられる。ところが生育試験と菌体成分定量の場合の生菌懸濁試験の結果、アスパラギン酸は生育にも抑制作用を呈し、 β -アラニン生成にも増加を示していない。その上に生菌懸濁試験でプロピオン酸を基質にした場合に、 β -アラニンの生成量が増加し生育試験にも促進効果があることから、*Sacch. sake* に於ては β -アラニンはプロピオン酸から生成されることが考えられるのである。

又生菌体の蓄積されている β -アラニン量から接種菌体量との関係を計算すると第 5 表に示すような値が出る。即ち生菌体 50 mg の *Sacch. sake* の細胞数は約 10^8 個である。この細胞数を基準として著者が行って来た実験の $10^3 \sim 10^4$ 個の場合に細胞内に予め含有されている β -アラニンを計算すると $4 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-5} \gamma$ である。一方アミノ酸の生育阻害を打消すために必要とする β -アラニン量は前報に示した如く $1 \times 10^{-2} \gamma$ である。この要求量と生菌体内に含む β -アラニンの量の差が種々な関係を見出した鍵である。表で明らかな如く 10^7 個の *Sacch. sake* は全量で $4 \times 10^{-2} \gamma$ の β -アラニンを含んである。従って 10^7 個以上の接種量であるならばアミノ酸の生育阻害に伴う種々な関係は全く見出されないということになる。

第 5 表 *Sacch. sake* の生菌体内蓄積 β -アラニン量と要求する β -アラニン量との比較

生菌 50 mg $\Rightarrow$ 個	β -アラニン γ 数	
	{	
	0.45 ~ 0.25	
10^7	$4.5 \times 10^{-1} \sim 2.5 \times 10^{-1}$	
10^6	$4.5 \times 10^{-2} \sim 2.5 \times 10^{-2}$	
10^5	$4.5 \times 10^{-3} \sim 2.5 \times 10^{-3}$	
10^4	$4.5 \times 10^{-4} \sim 2.5 \times 10^{-4}$	
10^3	$4.5 \times 10^{-5} \sim 2.5 \times 10^{-5}$	
10^2	$4.5 \times 10^{-6} \sim 2.5 \times 10^{-6}$	
アミノ酸にする生育阻害打消に要求される		
β -アラニン量	$1 \times 10^{-2} \gamma / \text{ml}$	

要 約

(1) アスパラギン酸は *Sacch. sake* の生育に対しては抑制的に作用し、*Pichia membranaefaciens* には生育促進効果を示す。

(2) *Sacch. sake* と *Pichia membranaefaciens* 各生菌体内に含有する β -アラニンとパントテン酸を検討した結果、*Sacch. sake* 細胞内にはパントテン酸は見出し得たが β -アラニンは存在しなかった。これに反し、*Pichia* には β -アラニンも顕著に存在することを認めた。

(3) *Sacch. sake* 及び *Pichia membranaefaciens* の生菌懸濁に依る β -アラニン生成試験の結果、*Sacch. sake* に於てはアスパラギン酸を基質としても β -アラニンの増加は全くない。しかしプロピオン酸を基質とした場合には β -アラニンの増加を認めた。一法 *Pichia* に於てはアスパラギン酸を基質とした場合に顕著な β -アラ

ニンの増加を認めた。

前項の事実とこの生菌に依る β -アラニン生成試験の結果から, アスパラギン酸の α -デカルボキシラーゼは *Sacch. sake* には存在しないか或い存在していても極めて微弱であろうと考えられる。これに反して *Pichia* にはアスパラギン酸 α -デカルボキシラーゼが存在していることを示している。

(4) 接種菌体量を $10^3 \sim 10^4$ に限定することに依って, アミノ酸とビタミンの関係を種々検討して来たが, 生菌体内 β -アラニン〜パントテン酸の含量から 10^7 以上の接種量では当然これ等の結果は見出せないことが認められた。即ち 10^7 個以上が接種されれば β -アラニンの要求量からだけでも生菌体自身の含む β -アラニンでアミノ酸の生育阻害打消は十分であるからである。

終りに臨み本研究を御指導賜りました恩師坂口謹一郎教授に深甚なる感謝を申し上げると共に, 御助言を戴いた有馬 啓教授, 並びに醸造学教室各位に御礼申上げる。また適切なる御注意を戴いた田村学造助教授, 角田俊直, 宮沢 滋の諸氏にも厚く御礼申し上げる次第である。更に *Pichia* 類を御分譲下さった太平山 K.K. 小玉健吉氏, 微生物定量を御援助下さった下島幸路嬢に感謝申上げる。

(尚本報告の一部は昭和 33 年 5 月京都に於ける農化大会で発表したものである。)

(1) 高橋雅弘: 本誌, 34, 83 (1960).

学会, 東京, Propionic acid Metabolism.

(2) A. L. Virtanen, T. Laine: *Enzymologia*, 3, 266 (1937).

(4) 高橋雅弘: 本誌, 28, 395, 398, 425 (1954); 30, 141, 146 (1956); 33, 23, 83 (1959).

(3) E. R. Stadtman, P. R. Vagelos: 国際酵素

蜂蜜及び花粉に関する研究 (第 3 報)*

ガマ (*Typha latifolia* Linné) の穂の花粉の糖組成について

渡辺敏幸, 元村佳恵, 麻生 清 (東北大学農学部農芸化学科)

昭和 35 年 5 月 9 日 受 理

著者等^(1,2)は数年前から蜂蜜の糖組成に関する研究を行っているのであるが, その糖組成をしらべると約 30 種の糖類が存在し, そのうち 20 種がケトースを含む糖類であることがわかり, こんなに多くの糖類が蜜蜂が集める花蜜中にあるのか, それとも蜜蜂の分泌する酵素や巣箱内での温度作用等による変移によるものであるかなどを確かめる一手段として原料採取し易く, そして花蜜と関連ある花粉の糖成分をしらべてみたのである。但し今回試料とした花粉はガマの穂の花粉 (黄色) であって蜜蜂の栄養飼料として主に販売されているもので, 主産地は愛知県で直接人手で採取されたものである。

花粉に関する研究は古くから行われており, 一般分析については市川⁽³⁾がアカシデの花粉について行った報告があり, 又関根等⁽⁴⁾の松の花粉についての報告があり, Vivino 等⁽⁵⁾が蜂が集めた花粉についての一般分析及びビタミンの定量を行った報告があり, 最近では久保⁽⁶⁾がつつじ科の植物について行った報告がある。又糖組成については古くは三宅⁽⁷⁾が花粉のアルコール抽出液, 水抽出液及び残渣についての定性試験の結果, グルコース, フラクトース, シュクロース, デキストリン, 澱粉及びヘミセルロースの存在を認め, ヘミセルロースはキシロース及びグルコースよりなることを報告している。又 Weygant 等⁽⁸⁾は 8 種の花粉を用いてグルコースとフラクトースの分離定量を行っている。上野⁽⁹⁾は松の花粉から濾紙クロマトグラフィー (PPC) によりグルコース, フラクトース, シュクロース, ラフィノース及びスタキオースを認めている。Nilsson⁽¹⁰⁾は松の花粉をエーテルで脂肪を除き水抽出, 除蛋白後イオン交換樹脂 Amberlite IR-120 及び Amberlite IR-4 B で処理してイオン性物質を除去後活性炭カラムクロマトグラフィー (Carbon CC) で糖を分別し, その糖組成を PPC でしらべ, グルコース, フラクトース, シュクロースの存在を指摘し, シュクロースについては遊離糖及びアセチル化物として

* Studies on Honey and Pollen. Part III. On the Sugar Composition of Pollen of *Typha latifolia* Linné.

By Toshiyuki WATANABE, Yoshie MOTOMURA and Kiyoshi ASO (Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Tohoku University)