

韓國產 主要果菜類 및 果實類의 化學成分에 關한 研究 (第 1 報)

토마토 · 수박 · 참외 · 복숭아 · 자두中의 遊離아미노산 및 糖의 含量

李熙鳳* · 梁且範** · 劉太鍾***

*忠北大學 · **漢陽大學校 · ***高麗大學校

(1972년 1월 11일 수리)

Studies on the Chemical Composition of Some Fruit Vegetables and Fruits in Korea (I)

On the Free Amino Acid and Sugar Contents in Tomato,
Watermelon, Muskmelon, Peach and Plum

by

H. B. Lee*, C. B. Yang** and T. J. Yu***

*Chungbuk College, **Hanyang University and ***Korea University

(Received January 11, 1972)

Abstract

A survey of the free amino acids and free sugars in tomato, watermelon, muskmelon, peach and plum was made by means of amino acid autoanalyzer and thin layer chromatography. The results of the survey are summarized as follows.

- 1) Fifteen amino acids found in fruit were aspartic acid, glutamic acid, alanine, serine, asparagine, lysine, valine, glycine, methionine, histidine, threonine, leucine, isoleucine, proline and arginine, and an unknown was found.
- 2) Ten kinds of amino acids were detected in tomato, peach and plum, thirteen amino acids in watermelon and muskmelon (edible part), and eleven amino acids in muskmelon (rind).
- 3) In general, these fruits contained similar amounts of these thirteen amino acids, and although they were not outstandingly high in any one acid they did contain a nutritionally well-balanced mixture.
- 4) Amino acids found in the greatest amount in fruit were following: glutamic acid and aspartic acid in tomato, asparagine and lysine in watermelon, alanine, serine and aspartic acid in muskmelon, and aspartic acid and serine in peach and plum.
- 5) Glucose, fructose, sucrose and maltose were detected in all fruit. The contents of glucose and fructose were high, and those of sucrose and maltose were low.

結 言

營養上 amino 酸의 役割이 重要하다는 것은 너무나 잘 알려진 事實이며 動物性 蛋白質은 물론 植物性 蛋白質에서도 豆類와 穀類等에 對하여서는 많은 報告가 있으나 果菜類와 果實類의 amino 酸에 對해서는 別로 報文이 없고 우리나라에선 柑橘類의 品種別 amino acid 및 糖組成이 報告⁽¹⁾되어 있을 뿐이다. 外國에는 果菜類 및 果實類 品種別 amino 酸 및 糖分等의 研究報告⁽²⁻⁸⁾가 많으나 주로 paper chromatography 法에 의해 行하여 졌다. 著者 등은 여름철 누구나 즐겨먹는 韓國產 主要 果菜類 3種과 果實類 2種을 擇하여 果汁中 遊離 amino 酸 및 糖의 組成을 調査하고 定量分析하였기에 報告하는 바이다

實 驗

1. 實驗材料

果菜類로서는 토마토, 수박, 참외를 擇하였고 果實類로서는 복숭아, 자두를 擇하였으며, 서울中央市場에서 完熟果를 購入하였다.

試料番號	試 料 名(品 種 名)
No. 1	果 菜 類 (fruit vegetables)
2	도 마 도 (福壽 2號)
3	수 박 (新太和)
4	참 외 (銀泉)(可食部)
5	참 외 (銀泉)(皮部)
6	果 實 類 (fruits)
7	복 숭 아 (大久保)
8	자 두 (beauty)

2. 實驗方法

(1) 試料의 調製

實驗材料는 한 品種에서 6~10個씩을 取하여 토마토는 그대로, 수박, 복숭아는 果皮와 種實을 除去한 可食部단, 참외는 可食部와 果皮部(種實을 除去한 속부분을 넣음)으로 나누고, 자두는 可食部(種實을 除去)를 使用하여 各 200 g을 取하여 이에 95% 煮沸 ethanol 250 ml씩을 加하였다. 冷却後 Waring blender로 4分間 磨碎하여 Celite filter aid를 혼합하여 Buchner funnel上에서 濾過하고 het alcohol로 3回 洗滌한 후 蒸溜水로 冼아 약 400~450 ml가 되게 만들었다. 이때 alcohol濃度는 70% 정도 되었다. 이 液 100 ml를 取하여 rotary evaporator에서 alcohol을 除去하고 Dowex 50 W-X4 resin column^(1,3,4) (200~400 mesh)에 通過시켜 amino 酸을 分離하였다. 溶出液은 다시 Dowex 1-X10 resin column (200~400 mesh)에 通過시켜, 有機酸을 分離하고 通過된 溶出液은 rotary evaporator에서 減壓濃縮시켜 5 ml로 하여 遊離糖의 試料로 使用하였다. Dowex 50W-X4 column에 吸着된 amino 酸은 1N NH₄OH 溶出시켜 rotary evaporator로 50~100 ml가 될 때 까지 減壓濃縮하여 active carbon으로 色素를 除去하고 다시 맑은 濃液을 減壓濃縮하여 5 ml로 만들어 이를 遊離 amino 酸 試料로 하였다.

(2) Amino acid 測定

Amino acid 定量은 Automatic amino acid analyzer Yanagimoto Model LC-5로 Table 1에서와 같은 條件下에서 進行 하였으며 試料를 column에 0.5~1.0 ml씩 注入 吸着시키고 pH 5.28인 buffer solution으로

Table 1. Analysis of amino acids by amino acid autoanalyzer

Sample No.	Neutral and acidic amino acid							Basic amino acid						
	Standard amino acid	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	Standard amino acid	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
Sample size	each 0.1 μ mole	1.0ml	1.0ml	1.0ml	1.0ml	0.5ml	1.0ml	each 0.05 μ mole	0.5ml	0.5ml	0.5ml	0.5ml	0.5ml	0.5ml
Column		0.9×70cm							0.9×7.5cm					
Resin		Amberlite CG-120							Amberlite CG-120					
Flow rate: Buffer solution Ninhydrin reagent		100 ml/hr 50 ml/hr							100 ml/hr 50 ml/hr					
Column temp.		55°C constant							55°C constant					
Buffer soln.		pH 3.25 and 4.25 0.2N citrate buffer soln.							pH 5.28 0.35 N citrate buffer soln.					
Buffer change time		55 min 125 min							80 min					
Analysis time														
Chart speed		9 inch/hr							9 inch/hr					

basic amino acid를, pH 3.25 및 pH 4.25 인 buffer solution으로 neutral and acidic amino acid를 용출하고 反應시켜 定量케 하였다. 既知 濃度의 amino acid standard curve와 sample의 各 peak를 對照하고 peak의 height(H)와 width dots(W)를 求하고 이들을 곱한 值를 standard constant로 나누어 amino acid 濃度 μ mole로 算出하여 定量值로 하였다.

(3) 遊離糖의 測定

糖의 分離定量은 thin layer chromatography^(9,10)에 依하여 測定 하였다.

(a) Silica gel 薄層의 製造

Silica gel G(Merk製) 30 g와 0.1M sodium disulfite solution 60 ml를 잘 混合하여 glass plate(20×20cm)上에 applicator로 두께가 250 μ 되게 薄層을 만든 후 室溫에서 30分間 放置하고 다시 110°C에서 30分間 加熱 乾燥하여 活性化 시켜서 desiccator中에 保存 使用하였다.

(b) 遊離糖이 分離, 同定

供試 糖液을 上記 薄層에 20 λ 씩 spotting 하였으며 同 薄層에 9個의 standard sugar 溶液을 各 20 λ (30 μ g含有)씩 spotting 하여 ethyl acetate : 65% isopropanol (65 : 35) 溶媒로 一次元上昇 4回多重展開法으로 室溫에서 展開하였다. 發色劑로는 anisaldehyde : sulfuric acid : acetic acid(5 : 1 : 50)를 使用하였으며 噴霧後 100~105°C에서 5~10分間 加熱 發色시켜 標準糖과 比較 同定 하였다.

(c) 遊離糖의 定量^(10,11)

上記의 薄層(20×20 cm)에서 兩端各 2 cm를 除한 16 cm 部分에 供試糖液을 點線狀으로 spotting 하였다. 前述한 溶媒를 써서 展開, 風乾後 薄層의 中央을 橫幅 12 cm의 polyethylene film으로 덮고 發色劑를 噴霧하고 加熱 乾燥해서 兩側 2 cm의 部分에만 呈色시켜서 各糖의 存在 位置를 確認하여 相當하는 中央部分으로 부터 silica gel을 吸引하여서 증류수 3 ml中에 抽出하고 遠心 分離後 上澄液 1 ml를 取해 phenol 硫酸法⁽¹¹⁾으로 定量 하였다. 즉 遠心分離된 上澄液 1 ml와 蒸溜水 1 ml를 試驗管(內徑 16~20 mm)에 取하여 80% phenol液 0.05 ml를 加하고 conc. H₂SO₄ 5 ml를 速히 加하여 10分間 放置後 잘 混合여 20~30°C의 水浴中에서 10~20分間 保存後 나타나는 黃色을 490 m μ 에서 比色定量 하였다. 標準曲線은 上法에 따라 標準糖液을 spotting, 展開, 吸引 抽出, 比色하여 얻었다.

結果 및 考察

Standard amino acid로서 N.B.C.社製 19種을 使用하여 basic amino acid는 各各 0.05 μ mole neutral and acidic amino acid는 0.1 μ mole을 含有하는 混合液을 standard로 하고 6種의 果汁中の 遊離 amino acid를 Amino acid Autoanalyzer에 依하여 定量한 結果는 Table 2와 같았다. 이는 生果實 100 g當 mg으로 나타내었고 Autoanalyzer의 recorder에 依한 各 amino acid의 分析結果로서는 standard amino acid를 Fig. 1에, 토마토(No.1)의 amino acid를 Fig. 2에, 수박(No.2)

Table 2. Free amino acid contents in fruit vegetables and fruits (unit : mg/100g)

Amino acids	Sample No	Tomato	Watermelon	Muskmelon (edible part)	Muskmelon (rind)	Peach	Plum
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	
Lysine	0.36	1.85	0.06	0.27	—	—	
Histidine	—	0.09	0.01	—	—	—	
Arginine	—	—	0.02	—	—	—	
Aspartic acid	5.73	0.66	2.57	5.73	26.24	10.15	
Threosine	0.75	0.24	—	0.31	0.48	0.02	
Serine	0.65	0.31	4.35	5.89	4.68	3.73	
Glutamic acid	13.67	0.02	1.46	2.86	6.32	0.08	
Asparagine	—	7.07	1.34	1.80	—	—	
Proline	—	—	—	—	0.14	3.45	
Glycine	0.07	0.05	0.13	1.05	0.03	0.09	
Alanine	0.41	0.57	5.71	9.78	2.78	0.36	
Valine	0.13	0.55	0.32	0.59	0.48	0.22	
Methionine	—	0.10	0.08	—	—	—	
Isoleucine	0.13	0.91	0.07	0.14	0.17	0.11	
Leucine	0.18	0.19	0.07	0.18	0.06	0.01	
Unknown	—	—	—	—	++	++	

Analysis by Automatic Amino Acid Analyzer, Yanagimoto Model LC-5

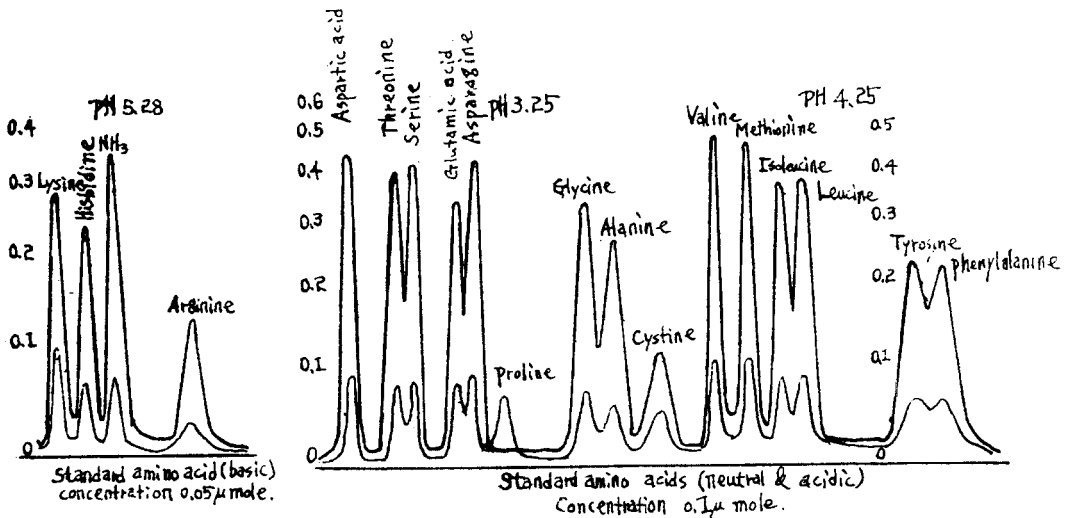


Fig. 1. Pattern of standard amino acid

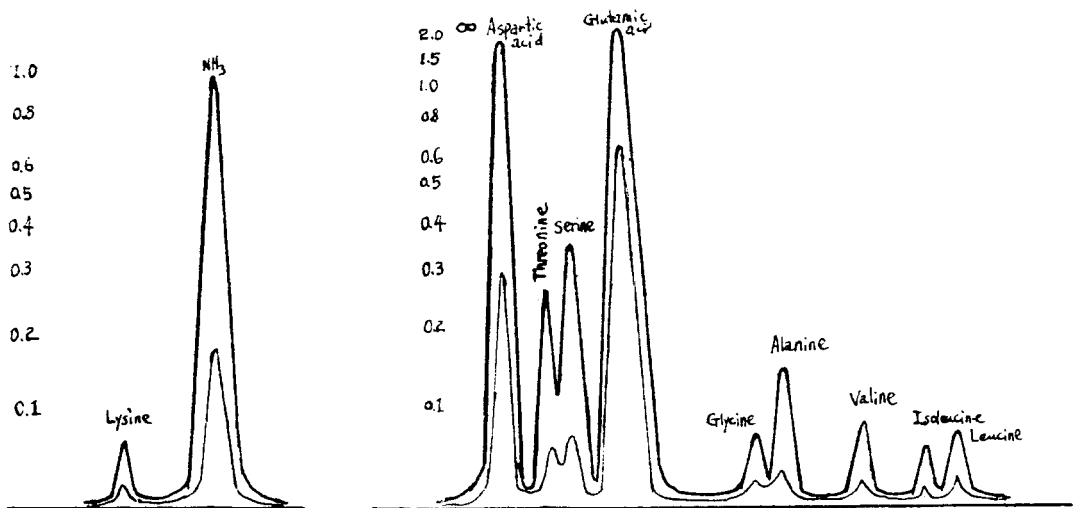


Fig. 2. Free amino acid pattern of tomato

의 amino acid 를 Fig. 3에, 참외(No.3, No.4)의 amino acid 를 Fig. 4, Fig. 5에, 복숭아(No.5)의 amino acid 를 Fig. 6에, 자두(No.6)의 amino acid 를 Fig. 7에 表示하였다. 이 결과로 보면 토마토 中에는 10個의 遊離 amino acid, 그 中 5個의 必須 amino acid가 定量되었고 그 中 특히 glutamic acid와 aspartic acid 含量이 현저히 많았다. 이러한 amino acid 들이 토마토의 旨味性에 關係하는 것으로 보여진다. 그런데 토마토 中에 存在한다고 알려져 있는 amino acid⁽⁴⁾ 中 γ -amino butyric acid, glutamine, histidine, asparagine, phenylalanine tyrosine, cystine 등은 本 試驗에서 standard calibration

과 比較하여 볼때 전혀 同定되지 않았으므로 含有되지 않았다고 본다. 그리고 토마토 中에 存在한다고 알려져 있는 必須 amino 酸인 tryptophan 은 Silber⁽⁴⁾ 등의 報告에도 同定되지 않았으며 本 試驗 結果에서도 存在하지 않았다.

수박에는 13個의 amino acid가 含有되었고 그 中 7個의 必須 amino acid가 골고루 들어 있으며 특히 asparagine, lysine 이 多量 含有되었다. Silber⁽⁴⁾는 paper chromatography 에 의해 10個의 amino acid 를 同定 報告한바 aspartic acid, asparagine, leucine, lysine, threonine 등이 存在치 않았는데 反해서 本 實驗 結果에서는 γ -am-

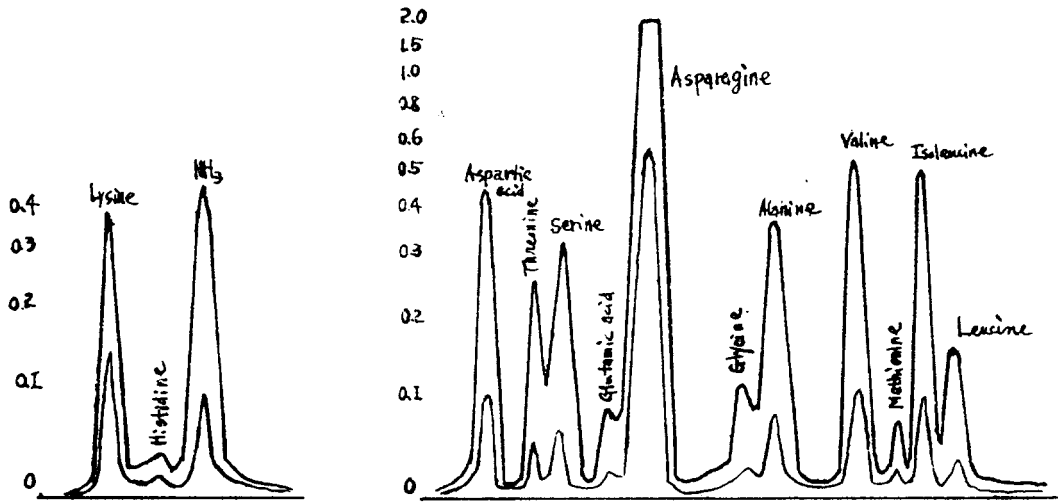


Fig. 3. Free amino acid pattern of watermelon

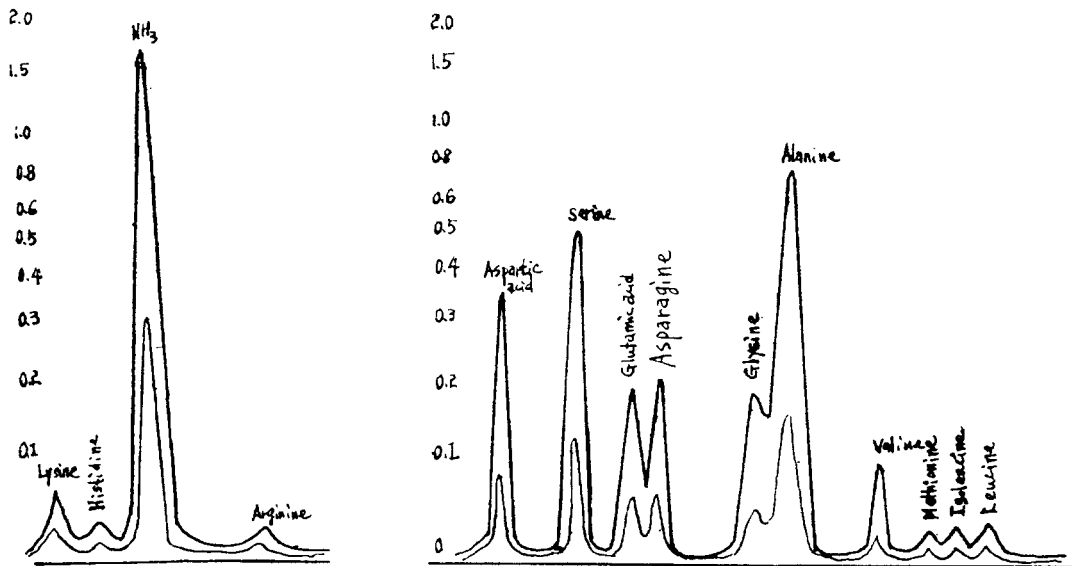


Fig. 4. Free amino acid pattern of muskmelon (edible part)

inobutyric, glutamine acid, phenylalanine 이 存在하지 않았다. 참외는 可食部와 果皮部로 나누어 볼 때 可食部に 13個의 amino acid 가 含有되었고 그 中 7個의 必須 amino acid 가 골고루 들어 있었으며 果皮部와 同一한 傾向으로 alanine, serine, aspartic acid, glutamic acid, asparagine 의 順으로 含有되었다. 果皮部에는 可食部に 含有된 必須 amino acid 인 histidine, arginine, methionine 이 存在하지 않는 反面에 可食部に 없는 threonine 이 含有되었다. 全體적으로 各各 amino acid 의 含量은 可食部보다도 果皮部に 더 많았고 glycine 은 8배, lysine

은 4.5배나, 그 이외의 amino acid 는 1.5배 以上이 果皮部に 더 많이 含有 되었다. 복숭아, 자두에는 다 같이 10個의 amino acid 가 分離 同定되었고 basic 部分에 1個씩의 unknown 이 나타났다. 必須 amino acid 으로서는 threonine, valine, isoleucine, leucine 의 4個가 存在 하였고, aspartic acid, serine 이 많았다. 또 자두에는 proline 이 많음을 보여 주었다.

果汁中의 遊離糖類는 thin layer chromatography 에 의해서 分離 同定하였으며 그 結果는 Fig. 8과 같았다. 여기서 standard sugar 의 Rf 値와 color reactions은

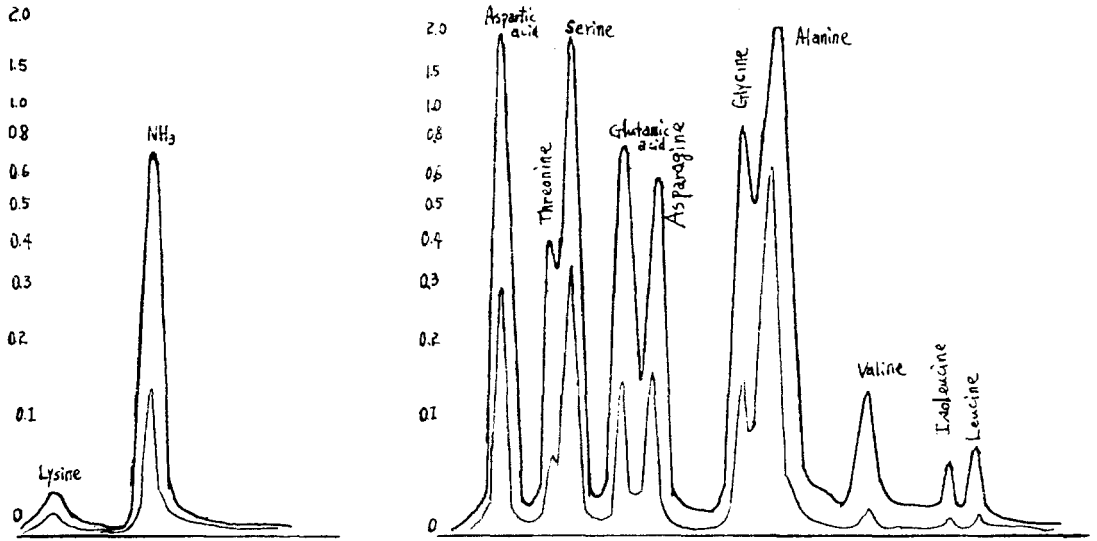


Fig. 5. Free amino acid pattern of muskmelon (rind)

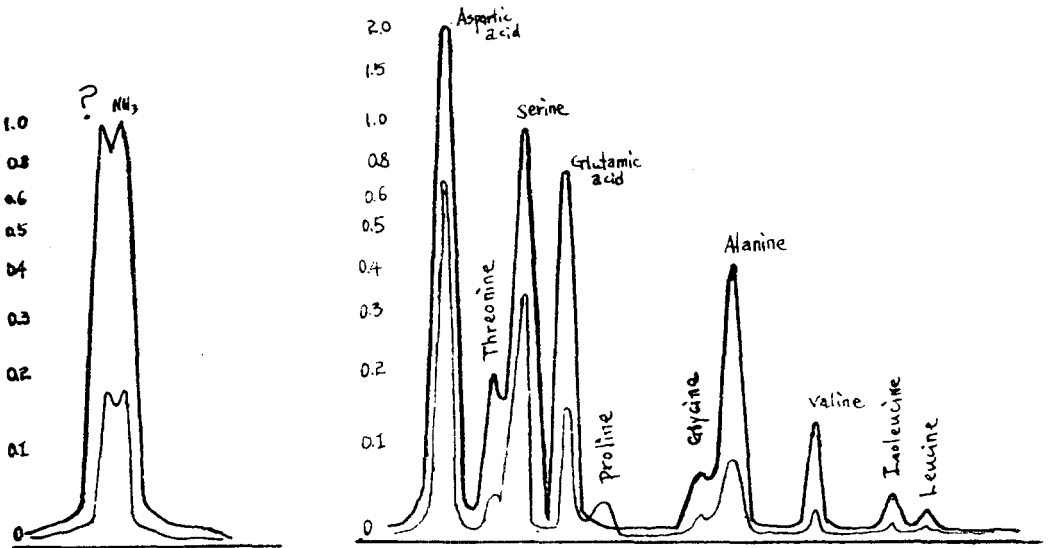


Fig. 6. Free amino acid pattern of peach

Stahl⁽¹⁾法에 의하면 Table 3과 같이 나타났다. 果汁中 糖類의 分離 同定도 이에 따라 行하였다. 6個 果汁에서 同一하게 glucose, fructose, maltose, sucrose의 4個 糖이 分離되었으며 이들이 一般의인 果菜類 및 果實類의 단맛을 낸다고 볼 수있다. 果汁中에 含有되어 있는 各 糖分을 比色定量한 結果는 Table 4와 같은데 이는 生果實 100 g當 mg으로 나타내었다. 全體的으로 glucose와 fructose 含量이 많으며 sucrose와 maltose는 적

은 含量을 나타내었다. 토마토에는 glucose가 fructose보다 1.0 : 1.1 정도로 많아 Williams⁽²⁾의 1.2 : 1.0과 反對傾向을 나타내었다. 수박에는 fructose가 꽤 많아 甘味를 더 해주는 것 같다. 참의 可食部와 果皮部에서는 서로 큰 差異가 없으나 可食部에 fructose가 현저히 많은 反面에 sucrose와 maltose는 果皮部에 약간 더 많이 含有 되었다. 이는 試料 調製時 果皮部中에 씨를 除한 참의 속 部分(먹을수도 있음)을 넣었기 때문에 糖含量

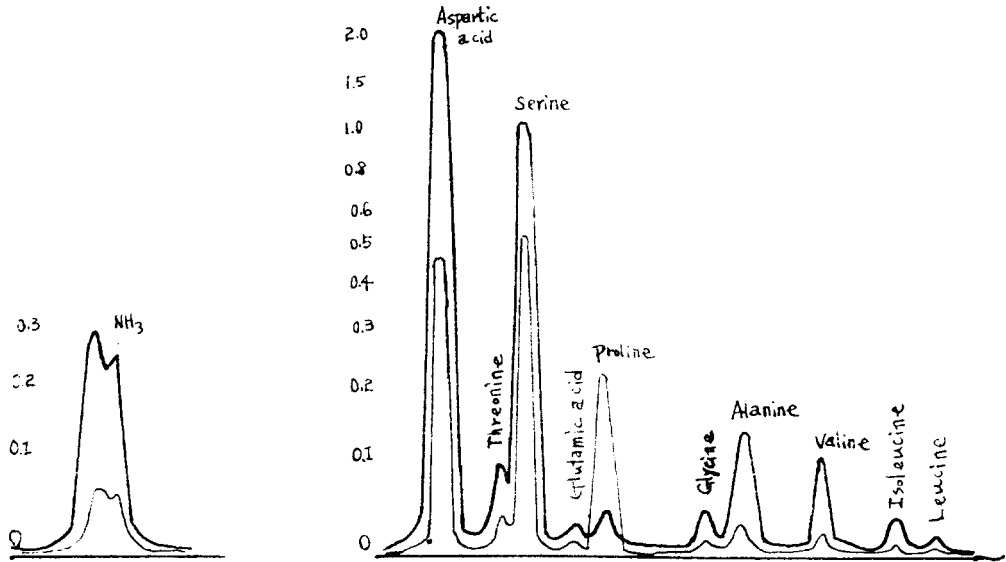


Fig. 7. Free amino acid pattern of plum

Table 3. Color reactions and Rf values of sugars on thin layer

Sugar	Color reactions	Rf values
Rhamnose	green	58
Ribose	blue	50
Xylose	grey	45
Fructose	violet	33
Mannose	green	28
Glucose	light blue	25
Galactose	green-grey	17
Sucrose	violet	12
Maltose	violet	7

Absorbent: Silica gel G 0.1M sodium bisulfite impregnated

Solvent: Ethylacetate: 65% isopropanol (65:35)

Spray reagent: Anisaldehyde: sulfuric acid: acetic acid (5:1:50)

Table 4. Sugar contents in fruit vegetables and fruits (unit: mg/100g)

Sample No	Sugars	Glucose	Fructose	Sucrose	Maltose
No. 1 Tomato		558.7	503.5	29.0	20.3
No. 2 Watermelon		1292.1	2639.0	235.4	241
No. 3 Muskmelon (edible part)		2230.2	1757.7	62.4	20
No. 4 Muskmelon(rind)		2154.6	712.8	97.2	81
No. 5 Peach		1856.4	777.0	162.7	258.3
No. 6 Plum		2790.0	3240.0	135.0	54

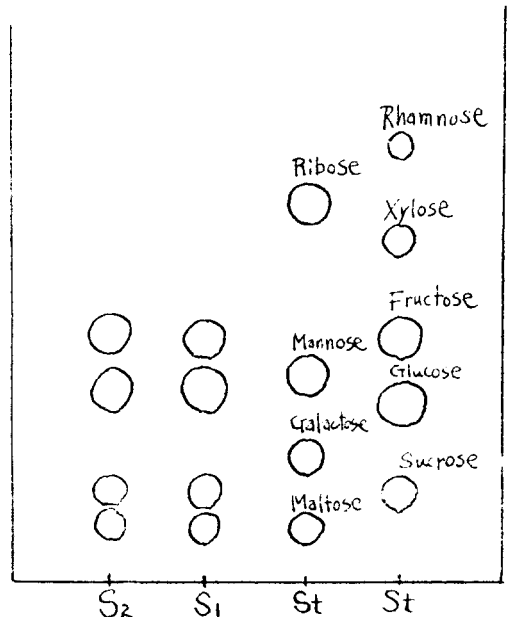


Fig. 8. Sugar pattern by thin layer chromatography

이 많아진 것 같다. 자두에는 fructose 含量이 많아 甘味가 더 강한 것으로 보인다.

要 約

여름철 즐겨 먹는 토마토, 수박, 참외, 복숭아, 자두 中の 遊離 amino 酸 및 糖을 Amino acid Autoanalyzer 와 thin layer chromatography 에 의해 分析 調査한

結果는 다음과 같다.

1) 果汁中에서 同定된 amino 酸 種類로는 aspartic acid, glutamic acid, alanine, serine, asparagine, lysine, valine, glycine, methionine, histidine, threonine, leucine, isoleucine, proline, arginine 의 15個였고 그밖에 1個의 unknown 이 발견 되었다.

2) 토마토, 복숭아, 자두 中에는 10個의 amino 酸이 수박과 참외(可食部)中에는 13個의 amino 酸이, 그리고 참외(果皮部)에는 11個의 amino 酸이 含有되었다.

3) 一般的으로 이러한 amino 酸들은 소량이지만 골고루 含有 되었다.

4) 토마토에는 glutamic acid 와 aspartic acid 가 가장 많이 含有되었고, 수박에는 asparagine 과 lysine 이, 참외에는 alanine, serine, aspartic acid 가 그리고 복숭아와 자두에는 aspartic acid 와 serine 이 가장 많이 含有되었다.

5) 果汁中 遊離糖은 다 같이 glucose, fructose, sucrose, maltose 의 4個가 含有되었고 그中 glucose 와 fructose 는 多量이고 sucrose, maltose 는 少量이었다.

引 用 文 獻

- 1) 朴薰, 梁且範, 金載勳, 李春寧: 韓國農化學會誌, 9, 97 (1968).
- 2) Williams, K. T.: *J. Agr. Food Chem.*, 2, 473 (1954).
- 3) Yamashita, T.: *Soil Sci. Plant Nutrition*, 12, 220 (1966).
- 4) Silber, R. L.: *Food Research*, 25, 675 (1960).
- 5) Tinsley, J. and Bockian, A. H.: *Food Research*, 24, 410 (1959).
- 6) Burroughs, L. F.: *J. Sci. Food Agr.*, 8, 122 (1957).
- 7) Joslyn, M. A.: *Food Research*, 14, 459 (1949).
- 8) Rockland, L. B.: *Food Research*, 24, 160 (1959).
- 9) Stahl, E.: *Thin Layer Chromatography*, Springer-Verlag, Berlin, p.807 (1969).
- 10) 蛋白質, 核酸, 酵素編集部: 糖質實驗法, 共立出版, 東京, p.29 (1965).
- 11) 福井作藏: 還元糖의 定量法, 東京大學出版會, p.44 (1969).