

HPLC에 의한 벌꿀의 品質評價에 관한 研究

食品分析科·機器分析科*

柳寅實·孫進鎬·金正憲*·李康文·金明姬*·李德行

A study on quality estimation in honey by HPLC

Food analysis division, Instrumental Analysis division*

In Sil Yu, Jin Ho Son, Kang Moon Lee, Jung Hun Kim,*

Myung Hee Kim, Duk Haeng Lee

==Abstract==

This study was performed to discriminate the quality of honey from January to June in 1988.

We took 49 cases of the commercial honey and 2 cases of sugar syrup. Sugar content of samples were examined by HPLC and Lane-Eynone method of standard method.

The results obtained were summarized as follows;

1. Most of sugar constituent in honey were fructose and glucose. F/G ratio was generally higher than 1.0.
2. Invert sugar content measured by wet process was more than that by HPLC method. Total sugar content measured by HPLC method was more than that by Lane-Eynone method.
3. The major constituent of crude maltose syrup was maltose, and that of crude fructose syrup was fructose.

緒 論

벌꿀은 일찌기 甘味와 風味, 吸濕性이 좋아 食品은 물론 醫藥用으로도 널리 이용되어 왔으며 최근에는 自然食品으로서 점차 그 需要가 增加하고 있다.

벌꿀의 成分은 糖類가 約 75%로 그 중 果糖, 葡萄糖, 麥芽糖이 대부분이고 약간의 少糖類를 含有하고 있다. 그 외에 約 20% 정도의 水分과 蛋白質, 酵素(invertase, diastase, inulase, catalase 等), 有機酸, 無機質(K의 10餘種) 및 芳香性 物質 等으로 構成되어 있다.^{1~4)}

이와 같은 벌꿀은 需要增加와 蜜源의 限界性에 따른 生産量의 부족 등으로 인하여 값이 저렴하고 구하기 쉬운 뿐 아니라 혼합이 가능한 液相糖類 제품을 섞어 위화시킨 벌꿀이 일부 流通되고 있는 실정이다. 그러

나 벌꿀에 혼합시킨 위화물을 識別하는 일은 결코 單純하지 아니하여 그동안 많은 研究가^{5~10)} 이루어졌지만 뚜렷하게 識別할 수 있는 방법은 찾을 수가 없으며 여러가지 복합적인 방법으로 추정할 수 있다고 한다 그 중 機器的인 分析方法으로서 糖成分을 分離定量하는 方法이 응용되고^{1,3,5,6)} 있는데 벌꿀 자체의 糖成分 造成이 蜜源의 種類 및 產地, 채밀시기, 혼합정도에 따라 매우 다양하기 때문에 단적으로 判別하는 完全한 方法은 될 수 없으나 理化學的 驗試法인 Lane-Eynone 법 보다는 眞偽判別에 매우 접근할 수 있다고 생각된다. 이에 著者 等은 벌꿀의 糖成分을 試料의 處理가 간편하고 단시간에 分析할 수 있는 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)로 分離, 定量하여 벌꿀의 糖成分 造成을 파악하고 벌꿀의 眞偽判別을 위한 基礎資料를 얻고자 本實驗을 行하였다.

材料 및 방법

實驗材料

1988年 1月에서 6月 사이 市中에 流通되고 있는 벌꿀 49件을 求得하여, 蜜源別로 單一蜜源의 벌꿀을 구하기가 어려워 色相別로 담황색을 I群, 황색을 II群, 담갈색을 III群으로 分類하였다.

혼합가능한 液狀糖類의 試料로는 麥芽물엿과 液狀果糖을 使用하였다.

實驗方法

벌꿀 및 液狀糖類의 水分과 糖의 理化學的 分析은 “食品 等の 規格 및 基準”¹¹⁾ 中 레인-에어논(Lane-Eynone)법에 따라 試驗하였으며 糖의 機器分析은 HPLC(Waters社 244, 美國)로 表 1과 같은 조건에서

Table 1. Analytical condition of HPLC

Column	; μ -Bondapak carbohydrate analysis
Solvent	; acetonitrile; water (80 : 20v/v%)
Flow rate	; 1ml/min
Detector	; RI 401
Chart speed	; 0.5cm/min
Attenuation	; 8X

행하였다.

各各 分離된 Peak는 糖표준품 (Sigma社, 美國)과 비교, 동정하고 Peak 면적을 Computer system (Data module 730, 美國)으로 계산하여 糖含量을 구하였다.

結果 및 考察

糖標準品(果糖, 葡萄糖, 蔗糖, 麥芽糖, Melezitose)과 벌꿀을 HPLC로 分析하여 얻은 Chromatogram은 그림 1과 같다.

당표준품은 과당이 6.44분, 포도당 7.36분, 자당 10.07분, 맥아당 11.72분, Melezitose 16.95분 순으로 양호하게 分離되었으며, 試料 I은 일반적인 벌꿀로, 試料 II는 蔗糖을 섞었거나 蔗糖을 꿀벌의 먹이로 사용한 벌꿀로 사료된다.

벌꿀은 蜜源에 따라 成分造成과 色相이 특이하지만 순수한 蜜源의 벌꿀은 인기가 어려울 뿐 아니라 시판되는 대부분의 제품이 혼합밀원의 벌꿀이므로 色相의 정도에 따라 담황색, 황색, 담황갈색의 群으로 分類하여 분석한 이들의 糖成分造成은 表 2, 3 및 4와 같다.

HPLC 方法에 의한 各群의 糖類別 平均含量은 다음과 같다.

I群의 糖類 平均含量은 果糖 37.23%, 葡萄糖 31.02%, 蔗糖 4.19%, 麥芽糖 1.33%, Melezitose 1.49%였

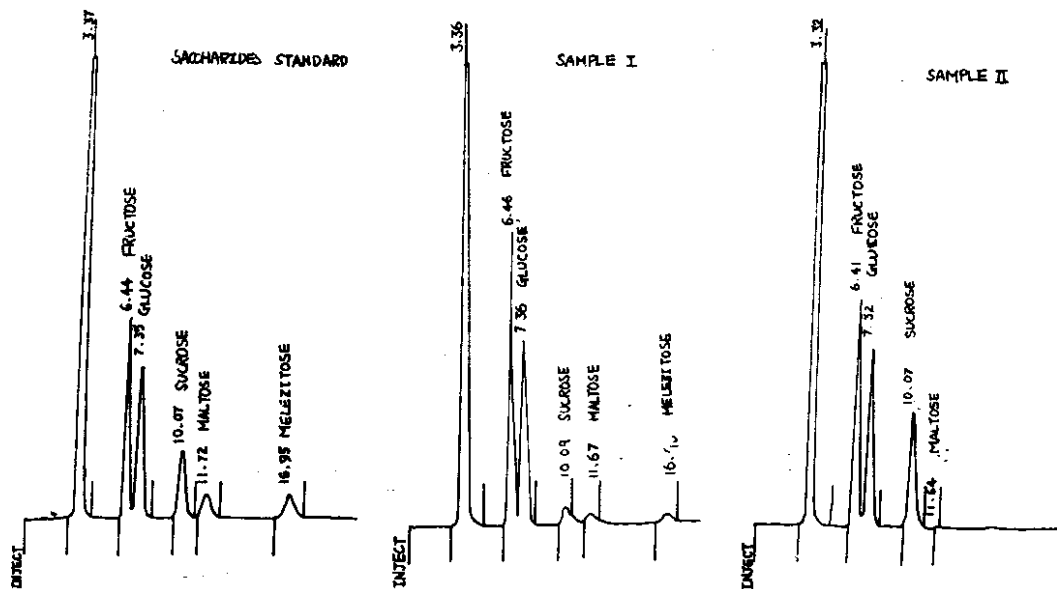


Fig. 1. Chromatogram of Saccharides standard and Sample I, II.
Sample I ; General honey.
Sample II ; Inferior quality honey.

Table 2. Content of sugars in I group (light yellow honey)

No.	Moisture (%)	HPLC Method						Lane-Eynone method				
		Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Maltose (%)	Melezitose (%)	F/G ratio	Reducing Sugar (%)	Total sugar (%)	Invert sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
1	20.2	30.42	34.95	4.20	0.33	—	0.87	65.70	69.90	66.0	3.0	69.0
2	19.9	34.59	31.06	1.30	1.95	0.59	1.11	67.60	69.49	67.0	3.4	70.4
3	21.2	32.77	32.92	4.60	1.20	0.06	1.00	66.89	71.55	66.3	4.6	70.9
4	22.1	33.20	32.81	2.64	0.94	—	1.01	66.95	69.59	67.1	3.0	70.1
5	22.2	32.12	33.04	4.36	0.34	0.13	0.97	65.50	69.99	67.7	3.5	71.2
6	22.9	32.41	33.89	3.58	0.67	0.05	0.96	66.97	70.60	67.0	3.1	70.1
7	22.1	33.50	32.80	3.64	0.81	0.08	1.02	67.11	70.83	66.9	3.2	70.1
8	18.1	34.88	33.66	1.68	2.04	2.01	1.04	70.58	74.27	70.5	0.8	71.3
9	18.5	32.03	24.61	10.19	1.79	8.84	1.30	58.43	77.46	63.5	6.5	70.0
10	17.6	27.14	34.28	19.11	—	—	0.79	61.42	80.53	64.7	13.1	77.8
11	18.1	27.91	29.85	19.66	0.01	—	0.94	57.77	77.43	65.3	13.2	78.5
12	20.0	37.45	32.01	0.69	0.98	0.96	1.17	70.44	71.13	70.7	0.6	71.3
13	21.0	40.45	29.23	0.83	1.83	1.23	1.38	71.51	73.57	71.1	0.3	71.4
14	18.9	40.27	31.77	2.01	1.84	2.30	1.27	73.88	78.19	67.6	1.7	69.3
15	18.7	40.98	33.77	2.38	2.34	2.11	1.21	77.09	81.58	70.8	1.4	72.2
16	17.8	44.19	32.52	0.85	2.21	1.76	1.36	78.92	81.53	70.4	1.2	71.6
17	19.2	42.32	30.47	1.74	2.70	2.28	1.39	75.49	79.51	71.7	0.6	72.3
18	19.9	41.75	31.20	1.05	1.97	0.34	1.34	76.32	77.71	70.0	2.5	72.5
19	16.8	45.05	29.36	0.34	0.26	2.49	1.53	74.67	77.50	69.5	2.2	71.7
20	15.6	44.47	31.51	2.89	2.69	1.57	1.41	78.67	83.13	71.5	2.4	73.9
21	13.0	43.66	31.09	1.10	2.07	2.09	1.40	76.82	80.01	63.7	11.0	74.7
22	17.0	40.96	30.87	1.13	1.92	2.38	1.33	73.75	77.26	70.3	0.9	71.2
23	18.5	41.94	28.66	2.62	2.41	3.13	1.46	73.01	78.76	67.3	2.6	69.9
24	17.8	42.36	28.63	2.57	2.21	3.18	1.48	73.20	78.95	67.7	2.2	69.9
25	22.8	33.72	25.78	15.69	0.15	1.51	1.31	59.65	76.85	59.8	9.2	69.0
26	20.8	35.23	29.02	1.62	0.26	0.49	1.21	64.51	66.62	68.6	2.3	70.9
27	19.0	39.56	27.87	0.65	—	0.85	1.42	67.43	68.93	68.6	2.0	70.6
Mean	19.47	37.23	31.02	4.19	1.33	1.49	1.21	69.64	75.29	67.83	3.65	71.55
±SD	±2.00	±5.34	±2.54	±5.43	±0.93	±1.80	±0.21	±6.12	±4.74	±2.84	±3.71	±2.32

고, F/G比는 1.21이었다.

Ⅰ群의 糖類 平均含量은 果糖 37.33%, 葡萄糖 30.19%, 蔗糖 2.95%, 麥芽糖 1.23%, Melezitose 1.12% 였고, F/G比는 1.24였다.

Ⅱ群의 糖類 平均含量은 果糖 37.12% 葡萄糖 26.20%, 蔗糖 2.19%, 麥芽糖 1.90%, Melezitose 3.13% 였으며 F/G比는 1.44였다.

Lane-Eynone法으로는 葡萄糖, 果糖, 麥芽糖 等の 還元糖이 轉化糖으로 측정되어 各各의 造成을 알 수 없다.

HPLC方法에 의한 還元糖, 總糖의 平均含量은 다음

과 같다.

Ⅰ群은 各各 69.64%, 75.29%, Ⅱ群은 各各 68.75%, 72.67%, Ⅲ群은 各各 65.22%, 70.78%였다.

Lane-Eynone法에 의한 還元糖, 總糖의 平均含量은 다음과 같다.

Ⅰ群은 各各 67.83%, 71.55%, Ⅱ群은 各各 67.90%, 71.73% Ⅲ群은 各各 65.1%, 67.78%였다.

벌꿀에 혼합하여 위화시킬 수 있는 液狀糖類 試料로 麥芽糖 및 液狀果糖을 선택 사용하였는데 당성분조성은 表 5와 같다.

Table 3. Content of sugars in II group (yellow honey)

No.	Moist-ure (%)	HPLC Method							Lane-Eynone method			
		Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Maltose (%)	Melezi-tose (%)	F/G ratio	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Invert sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
1	19.3	38.93	33.52	0.32	0.73	0.44	1.16	73.18	73.94	71.1	0.1	71.2
2	18.2	38.54	33.56	0.36	3.43	—	1.15	75.53	75.89	74.8	1.0	75.8
3	18.8	43.76	32.71	0.82	1.76	1.84	1.34	78.23	80.89	71.1	2.1	73.2
4	18.4	40.00	27.44	3.03	1.69	3.63	1.48	69.13	75.79	68.3	4.5	73.0
5	19.3	37.61	29.45	—	0.87	0.18	1.28	67.93	68.11	70.0	0.3	70.3
6	22.4	25.89	23.61	15.96	—	0.45	1.10	49.50	65.91	50.5	14.3	65.5
7	19.2	36.55	31.06	0.14	0.16	0.28	1.18	67.77	68.19	69.5	3.4	73.1
Mean ±SD	19.37 ±1.41	37.33 ±5.54	30.19 ±3.67	2.95 ±5.83	1.23 ±1.18	1.12 ±1.25	1.24 ±0.13	68.75 ±9.38	72.67 ±5.41	67.9 ±7.94	3.67 ±4.96	71.73 ±3.25

Table 4. Content of sugars in III group (yellowish brown honey)

No.	Moist-ure (%)	HPLC Method							Lane-Eynone method			
		Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Maltose (%)	Melezi-tose (%)	F/G ratio	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Invert sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
1	16.7	35.57	28.40	1.59	1.52	4.58	1.25	65.49	71.66	66.7	0.8	67.5
2	19.1	33.80	27.00	4.56	2.18	6.13	1.25	62.98	73.67	60.2	5.6	65.8
3	17.8	41.49	26.31	3.80	0.86	6.61	1.58	68.66	79.07	63.9	5.9	69.8
4	18.3	44.22	27.45	0.71	0.09	0.74	1.61	71.76	73.21	69.5	0.2	69.7
5	19.2	36.58	23.50	4.88	2.32	5.66	1.56	62.40	72.94	60.8	5.5	66.3
6	20.6	41.82	24.63	0.62	1.10	4.44	1.70	67.55	72.61	65.4	0.3	65.7
7	19.8	28.78	18.19	3.22	1.00	4.21	1.58	47.97	55.40	62.7	4.3	67.0
8	19.9	39.15	24.39	3.57	2.01	6.53	1.61	65.55	75.65	64.9	2.8	67.7
9	21.5	38.56	24.42	4.40	1.40	4.07	1.58	64.38	72.85	64.0	3.1	67.1
10	18.0	41.71	25.31	1.52	1.80	6.23	1.65	68.82	76.57	66.7	2.7	69.4
11	20.2	35.10	26.84	0.32	0.44	0.54	1.31	62.38	63.24	61.8	1.8	63.6
12	18.8	35.71	28.57	1.19	2.42	0.08	1.25	66.70	67.97	66.2	3.3	69.5
13	20.7	31.51	26.43	1.71	5.26	0.38	1.19	63.20	65.29	61.1	0.2	61.3
14	17.6	36.29	30.73	0.60	2.90	0.07	1.18	69.92	70.59	71.4	1.2	72.6
15	17.5	36.50	30.78	0.17	3.20	0.36	1.19	70.48	71.01	71.2	2.5	73.7
Mean ±SD	19.05 ±1.39	37.12 ±4.15	26.20 ±3.11	2.19 ±1.69	1.90 ±1.28	3.38 ±2.67	1.43 ±0.20	65.22 ±5.66	70.78 ±5.88	65.1 ±3.59	2.68 ±1.97	67.78 ±3.19

麥芽물엿의 당조성은 HPLC에 의하여 麥芽糖, 葡萄糖, 果糖 順으로 그 함량은 각각 46.30%, 3.40%, 0.22%였고, 蔗糖과 Melezitose는 검출되지 않았다.

液狀果糖의 당조성은 HPLC에 의하여 果糖, 葡萄糖 이 주였으며, 함량은 44.7%, 28.4%였고, 蔗糖, 麥芽糖, Melezitose는 검출되지 않았다.

I, II 및 III群의 水分平均함량은 各各 19.47%,

19.37%, 19.05%였다.

이상과 같이 대부분 벌꿀의 糖成分은 果糖과 葡萄糖 이 당총함량의 90% 이상을 차지하였으며 F/G比는 0.79~1.58 사이였으나 4種을 제외하고는 모두가 1.0 이상으로 果糖이 葡萄糖보다 높은 것으로 나타나 長谷 等¹¹⁾의 보고와 비교할 때 차이가 없이 비슷한 수준인 것으로 나타났다.

Table 5. Content of sugars in sugar syrups

Sample	Moisture (%)	HPLC Method							Lane-Eynone method			
		Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Maltose (%)	Melezitose (%)	F/G ratio	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Invert sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
Crude maltose, syrup	15.0	0.22	3.40	—	46.30	—	0.06	49.92	49.92	24.1	—	24.1
Crude fructose, syrup	22.9	44.70	28.40	—	—	—	1.57	73.1	73.1	71.0	—	71.0

Table 6. Content of sugars in inferior honey.

No.	Moisture (%)	HPLC Method							Lane-Eynone method			
		Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Maltose (%)	Melezitose (%)	F/G ratio	F+G (%)	Total sugar (%)	Invert sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
1	21.2	32.77	32.92	4.60	1.20	0.06	1.00	65.69	71.55	66.3	4.6	70.9
2	22.1	33.20	32.81	2.64	0.94	—	1.01	66.01	69.59	67.1	3.0	70.1
3	22.2	32.12	33.04	4.36	0.34	0.13	0.97	65.16	69.99	67.7	3.5	71.2
4	22.9	32.41	33.89	3.58	0.67	0.05	0.96	66.30	70.60	67.0	3.1	70.1
5	22.1	33.50	32.80	3.64	0.81	0.08	1.02	66.30	70.83	66.9	3.2	70.1
6	18.5	32.03	24.61	10.19	1.79	8.84	1.30	56.64	77.46	63.5	6.5	70.0
7	17.6	27.14	34.28	19.11	—	—	0.79	61.42	80.53	64.7	13.1	77.8
8	18.1	27.91	29.85	19.66	0.01	—	0.94	57.76	77.43	65.3	13.2	78.5
9	13.0	43.66	31.09	1.10	2.07	2.09	1.40	74.75	80.01	63.7	11.0	74.7
10	22.8	33.72	25.78	15.69	0.15	1.51	1.31	59.50	76.85	59.8	9.2	69.0
11	20.8	35.23	29.02	1.62	0.26	0.49	1.21	64.25	66.62	68.6	2.3	70.9
12	22.4	25.89	23.61	15.96	—	0.45	1.10	49.5	65.91	50.5	14.3	65.5
13	19.1	33.80	27.00	4.56	2.18	6.13	1.25	60.80	73.67	60.2	5.6	65.8
14	17.8	41.49	26.31	3.80	0.86	6.61	1.58	67.80	79.07	63.9	5.9	69.8
15	19.2	36.58	23.50	4.88	2.32	5.66	1.56	60.08	72.94	60.8	5.5	66.3
16	19.8	28.78	18.19	3.22	1.00	4.21	1.58	46.97	55.40	62.7	4.3	67.0
17	19.9	39.15	24.39	3.57	2.01	6.53	1.61	63.54	75.65	64.9	2.8	67.7
18	21.5	38.56	24.42	4.40	1.40	4.07	1.58	62.98	72.85	64.0	3.1	67.1
19	20.2	35.10	26.84	0.32	0.44	0.54	1.31	61.94	63.24	61.8	1.8	63.6
20	20.7	31.51	26.43	1.71	5.26	0.38	1.19	57.94	65.29	61.1	0.2	61.3

맥아당과 Melezitose는 III群인 황갈색꿀이 I, II群보다 다소 높게 나타났다.

HPLC 방법으로 측정된還元糖(과당, 포도당, 맥아당)과 總糖의 함량이 Lane-Eynone法으로 측정된 전화당 함량보다 높게 측정되었는데 이는 麥芽糖이 二糖類로 分子량은 葡萄糖, 果糖의 약 2배이나還元力에 영향을 미치는 Hemiacetal性 '-OH' 基는 과당, 포도당 같이 한개이기 때문에 과당, 포도당과 맥아당은 같은 양이라 하더라도 맥아당의 환원력이 낮기 때문인 것으로 思料된다.¹³⁾

또한 蔗糖이 효소에 의하여 가수분해되어 생성된 葡萄糖과 果糖의 等量 혼합물을 轉化糖이라 하는데 Lane-Eynone법에 의하여는 麥芽糖의 환원력에 의하여 포도당, 과당, 뿐만 아니라 맥아당까지도 전화당으로 측정되므로 Lane-Eynone법에 의한 당함량 측정으로 평가하기 보다는 HPLC방법으로 당성분을 분석하여 이들 당의 조성을 파악한다면 벌꿀의 良否를 判別하는데 더욱 접근할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 Melezitose는 HPLC方法으로는 測定이 가능하나 理化學的 試驗法으로는 測定되지 않아 試驗法에 따라 總糖含量에

차이가 있음을 알 수 있었다.

맥아물엿은 다당류가 주성분인 전분을 麥芽酵素로 糖化시켜 제조한 것으로 麥芽糖이 대부분을 차지하는데 본실험에 사용된 맥아물엿의 糖成分造成은 맥아당이 고형물중의 약 54%, 총당함량의 약 93%를 차지하고 단당류는 소량이었으며 그의 성분은 맥아당으로 당화되지 않은 다당류일 것으로 사료된다.

또한 液狀果糖은 다당류가 주성분인 전분을 단당류인 포도당까지 당화시킨 후 異性化 酵素에 의하여 포도당이 과당으로 이성화 되므로 麥芽糖, 蔗糖, Melezitose가 검출되지 않은 것으로 思料된다.

液狀糖類는 이와 같은 特性으로 벌꿀에 다량 혼합시 Lane-Eynone法으로는 判別이 곤란하나 HPLC 方法에 의한 糖成分 造成의 測定으로는 判別이 可能할 것으로 思料된다.

保健社會部에서 告示한 規格 및 基準에 부적합한 불량시료들의 糖成分造成은 表 6과 같다.

水分이 規格 基準值인 21.0%를 초과한 것은 8例이었고, 전화당 65.0% 미만인 것은 13例, 자당 7.0%를 초과한 것은 6例이었다. 이들 試料에서 혼입 가능성이 있는 蔗糖과 麥芽糖의 경우 鄭 등³⁾이 보고한 椀꿀 및 크로바 꿀중 蔗糖함량 6.12%, 3.98%, 맥아당함량 15.37%, 12.74%과 李 등²⁾이 보고한 사양꿀, 피나무 꿀 및 토종꿀중의 蔗糖함량 9.0%, 4.3% 및 0.8%, 맥아당함량 3.0%, 3.3%, 1.0%인 점으로 보아 맥아물엿을 혼합하였다고 추측되는 시료는 발견할 수 없었으며, 7, 8, 10, 12번 등은 설탕을 혼입하였거나 설탕을 밀원으로 사용하여 채밀한 꿀인 것으로 사료되며 대표적인 Chromatogram은 表 1 중 Sample II의 Chromatogram과 같다.

結 論

1988年 1月에서 6月사이 市中에서 流通되고 있는 벌꿀 49例를 求得하여 色相에 따라 3群으로 分類하였으며, 이와 함께 벌꿀에 혼합이 가능한 액상당류로 맥아물엿, 액상과당을 구하여 벌꿀의 품질 판별을 위한 기초자료를 얻고자 HPLC方法과 Lane-Eynone법에 의하여 糖成分을 分析, 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 벌꿀은 果糖과 葡萄糖이 總糖含量의 90% 이상을 차지하였으며, F/G 比의 범위는 0.79~1.70이었으나 대부분 1.0 이상이였다.

2. 전화당함량은 Lane-Eynone법이 HPLC法보다 높

게 나타났으며, 총당함량은 HPLC法이 Lane-Eynone법보다 높게 나타났다.

3. 맥아물엿에는 맥아당이, 액상과당에는 과당이 주요 당성분으로 나타났으며, 맥아물엿에는 蔗糖과 Melezitose가, 액상과당에는 蔗糖, 麥芽糖, Melezitose가 나타나지 않았다.

參 考 文 獻

1. 장학길, 김재길, 한명규: 한국산 꿀의 화학적 조성, Korean J. Food Sci. Technol., 20(5), 631 (1988).
2. 李盛雨, 金光秀, 李甲郎, 曹秀悅, 李江子, 金敬熙: 벌꿀의 香味成分, Korean J. Food Sci. Technol., 3(3), 168 (1971).
3. 정원철, 김만옥, 송기준, 최연호: 한국산 꿀의 품질 특성, Korean J. Food Sci. Technol., 16(1), 17 (1984).
4. 한국양봉협회: 한국양봉총람, 223 (1983).
5. 李完求, 鄭灑仙: HPLC에 의한 벌꿀의 당성분에 관한 연구, Korean J. Env. Hlth. Soc., 8(2), 57 (1982).
6. 劉永瓚, 李完求, 鄭灑仙, 林美愛, 朴有信: HPLC에 의한 한국산 벌꿀 성분분석(第二報), Annual Report of N.I.S.I., 16, 122 (1984).
7. A.M.C. Davies: Amino acid analysis of honeys from eleven countries, Journal of Apicultural Research, 14(1), 29 (1975).
8. Jonathan W. white, Jr.: Sodium-potassium ratios in honey and in high-fructose corn syrups, Eastern Regional Research Center, Agricultural Research Service, USDA, Philadelphia, PA 19118, USA.
9. 金聖子: 한국산 벌꿀의 酵素活性에 관한 研究, Kor. J. Env. Hlth. Soc., 4(1), 47 (1977).
10. 石貴德, 金美京: 蜂蜜 및 花粉荷의 純度驗驗과 成分調査, 생약학회지, 14(4), 197 (1983).
11. 保健社會部: 食品等の 規格 및 基準 (1986).
12. 長谷 幸, 鈴木修武, 大立直理子: 原料用 および 市販はちみつ の品質, 食品總合研究報告, 28, 72 (1973).
13. 李瑞來, 辛孝善: 最新食品化學, 89, 新光出版社, 서울 (1982).