

花粉荷(Pollen load)의 成分 組成에 關한 研究

機器分析科

金 正 憲

A study on components of pollen load

Instrumental Analysis Division

Jung Hun Kim

=Abstract=

Proximate composition and the contents of free sugars, minerals, fatty acids, amino acids and *in vitro* digestibility of mixed pollen load were analyzed.

1. The calorie in pollen load per 100g was 349.6kcal, moisture 6.6g, ash 2.4g, protein 25.2g, lipid 5.4g, non-fibrous carbohydrate 50.0g and fiber 10.4g.
2. Free sugars in pollen load, as dry basis g per 100g, was fructose 26.6g, glucose 13.1g, sucrose 0.2g, maltose 1.3g, melezitose 0.02g and F/G ratio was 2.0.
3. The content of mineral in pollen load was in the order $K > P > Mg > Ca > Fe > Na > Mn > Zn > Cu$.
4. Unsaturated fatty acid of pollen load was about 69.1% and polyunsaturated fatty acid being about 50.3%. The ratios of SFA : MUFA : PUFA and PUFA : SFA were 0.61 : 0.37 : 1.00 and 1.63 respectively.
5. The total amino acid contained in pollen load 22337.5 mg/100g and total essential amino acid was 39.2% of the total amino acid.
Proline was the most abundant amino acid (2824.7mg/100g), followed by Glu, Leu, Asp, Val, Phe, Ile, Ala and Thr.
6. E/T ratio of protein in pollen load was 2.03; protein score, 65.2 (Lys); A/E ratio (egg), 61.7 (Lys); amino acid score, 51.7(Lys).
7. *In vitro* digestibility of carbohydrate in pollen load, based on total carbohydrate was 66.7% after 1hr. and on nonfibrous carbohydrate was 80.6%. But that of protein was 67.3% after 1hr., 75.5% after 2hr..

緒 論

花粉荷는 꿀벌이 花蜜을 蒐集하면서 모아온 꽃가루 粒자에 花蜜, 唾液等이 섞인 約 25~600만개의 꽃가루 덩어리로 여러 가지 營養成分이 含有되어 있다.¹⁾

花粉荷의 營養成分에 關하여 一般成分,^{2~4)} 遊離糖,^{2,4,5)} 無機質,^{3~5)} 脂肪酸,⁶⁾ 아미노酸,^{2,7)} 비타민³⁾ 등이 部分的으로 研究되어 왔으나, 花粉荷의 營養成分

含量에 있어서는 서로 差異가 있었다. 이러한 差異는 蜜源植物의 種類, 生育環境, 混合程度와 養蜂樣式 및 採取時期에 따라 花粉荷의 成分組成이 달라지기 때문 이라고 한다.¹⁾

또한 動物實驗에서는 花粉荷를 쥐에게 投與한 結果 赤血球의 數와 容積, 血色素 濃度⁸⁾ 그리고 腸間膜 肥滿細胞의 數⁹⁾ 및 肝腸알콜脫水素酵素(肝腸 ADH)의 活性⁷⁾을 增加시켰으며, mouse⁶⁾에서는 體重이 增加하고 肝腸의 脂質代謝가 活發하였음을 報告하였다.

한편 花粉荷는 우리나라에서도 年間 2,000餘톤 以上 生産¹⁾이 可能하고 最近에는 健康食品으로 關心이 높아지면서 需要가 漸次 增加되고 있으며, 一部 東歐國 國家에서는 運動選手들에게 抗疲勞, 抗스트레스 食品 으로 服用시키는 것으로 알려져²⁾ 있으나, 花粉荷의 表皮는 外層과 內層이 튼튼하고 두꺼운 膜으로 되어 있어서 人體의 消化管內에서는 分解되기 어려우므로 消化될 수 없다¹⁰⁾고 한다. 이러한 點에서 우리나라 花粉荷의 食品營養學的 評價와 效率의 活用方案이 要求되고 있으나 이에 關한 研究는 아직 未備한 實情이다.

本 研究에서는 우리나라 花粉荷의 質的인 評價와 擴大 利用을 爲한 基礎資料를 얻고자 花粉荷 및 花粉荷의 加工製品인 花粉꿀 그리고 加工製品에 使用된 벌꿀에 對하여 一般成分, 遊離糖, 無機質, 脂肪酸, 아미노酸 組成을 分析하고 炭水化合物 및 蛋白質의 人工消化實驗을 하였다.

材料 및 方法

1. 材料

實驗에 使用한 試料는 京畿道 安城에 있는 A 養蜂園에서 1986년 6월부터 9월 사이에 꿀벌들에 依해 蒐集된 混合花粉荷와 雜花꿀 그리고 加工製品인 花粉꿀을 提供받은 것이다. 花粉꿀은 混合花粉荷와 雜花꿀을 7:3(w/w)의 比率로 섞어 등글게 만든 後 Al-foil로 包裝하여 室溫에서 2個月동안 貯藏하였던 製品이었다. 蜜源으로는 밤나무, 산딸기나무, 쥐똥나무, 토끼풀, 죽제비싸리나무, 취, 오동나무, 켈레나무等 이었다.

2. 實驗方法

가. 一般成分

水分, 灰分, 蛋白質, 脂肪, 纖維質 分析 및 熱量計算은 保健社會部 食品 等の 規格 및 基準¹¹⁾에 따라 實施하였고 非纖維性 炭水化合物은 100에서 이들 成分을

멘 값으로 計算하였다.

나. 遊離糖

試料 2~3g을 精密하게 取하여 蒸溜수를 넣고 10分 동안 混合한 다음 一定量으로 하고 0.45 μ m millipore filter로 濾過하여 HPLC(Waters社, RI 401)를 利用하여 分析하였다. 이때 칼럼은 μ -Bondapak carbohydrate analysis, 溶媒는 아세토니트릴:蒸溜水(80:20v/v) 混合溶媒, 流速은 分當 1ml, 記錄紙 速度는 分當 0.5cm, 感度 8X의 條件^{12,13)}이었다.

各各 分離된 peak는 糖 標準品(Sigma社, 美國)과 比較 同情하고 peak 面積을 積分機(Data module 730)로 計算하여 遊離糖 含量을 求하였다.

다. 無機質

花粉荷와 花粉꿀은 2~2.5g, 벌꿀은 10g을 精密하게 取하여 磁製도가니에 넣고 炭化시킨 後 550°C에서 完全히 灰化시켜 6N-鹽酸 10ml로 溶解하고 蒸溜수를 넣어 50ml로 稀釋하였다.

나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 鐵, 구리, 亞鉛, 망간은 Flame/Flameless atomic absorption spectrophotometer(Perkin-Elmer 306)를 利用하여 表 1과 같은 條件¹⁴⁾에서 分析하였으며 磷은 比色法¹²⁾으로 定量하였다.

無機質 分析에 使用된 標準溶液은 原子吸光分析用 標準原液(1,000ppm, 關東化學(株), 日本)을 使用時 段階別로 稀釋하여 使用하였다.

라. 脂肪酸

粗脂肪에서 얻은 油脂 10mg을 精密하게 달아 벤젠 1ml로 溶解하고 sod. methoxide 2ml를 加해 잘 섞은 다음 室溫에서 가끔 흔들어 混合하면서 10分間 放置하여 메칠에스테르 誘導體를 만든다.

이것을 6N-鹽酸으로 中和한 後 핵산 4ml를 加하여 充分히 振蕩 混合하고 핵산層을 分離하여 Na₂SO₄:NaHCO₃(2:1)로 脫수시키고 K.D 濃縮器로 溶媒를 完

Table 1. Analytical conditions of atomic absorption spectrophotometer

Condition	Na	K	Mg	Ca	Fe	Cu	Zn	Mn
Wave length (nm)	295-vis	383-vis	285.2	422.8	248.3	324.8	213.8	279.5
Lamp current (mA)	10	10	7.5	7.5	15	15	10	5
Acetylene flow rate (l/min)	5	5	5	5	5	5	5	5
Air flow rate (l/min)	14	14	14	14	14	14	14	14
Slit width	0.4	0.4	2.0	0.2	0.2	0.7	0.7	0.2
Range	20	20	10	10	10	20	10	10
Sample size (ppm)	10~50	10~50	10~50	1.0~10	1.0~10	0.1~1.0	1.0~10	1.0~10

全히 날려 보낸다. 殘渣를 아세톤 1ml로 溶解하여 가스 크로마토그래프(Hewlett Packard 5890, FID)로 分析^{15,16)}하였다.

이때 機器分析條件은 15% DEGS Chromosorb W (60~80mesh)를 充鎮한 3m×φ2mm 유리칼럼을 使用하였으며, 注入器溫度 230°C, 檢出器溫度 250°C, 칼럼溫度 170~200°C(2°C/min), 流量(N₂) 20ml/min, 感度 2⁴×2⁵이었다.

各各 分離된 peak는 脂肪酸 標準品(Sigma社, 美國)의 머무를 時間과 比較 同情하였고, 全體 peak 面積에 對한 各 peak 面積의 比率는 積分機(Hewlett Packard 3392A)로 計算하였다.

마. 아미노酸

아미노酸 組成은 脫脂한 試料를 蛋白質 3mg 對應量을 取하여 Waters社의 Pico-Tag system¹⁷⁾에 따라 處理하여 HPLC(Waters社, 美國)로 分析하였다.

이때 分析條件은 表 2와 같으며 各 peak는 아미노酸 標準品(Waters社, Pierce H, 美國)의 peak 머무를 時間과 比較 同情하였고, 各 peak 面積을 積分機(Data module 730)로 計算하였다.

나. 人工消化實驗^{18,19)}

花粉荷와 花粉끝의 人工消化實驗은 加熱하지 않은 試料를 人工臟液²⁰⁾(pH6.8, 0.2 M-KH₂PO₄ 試液 250ml 에 0.2N-NaOH 試液 118ml 및 蒸溜水를 加해 1L로 한

Table 2. Conditions of HPLC for amino acid analysis

○ Column :	Pico-Tag column				
○ Detection :	UV 254nm				
○ Chart speed :	2cm/min				
○ Peak width :	5				
○ Noise rejection :	50				
○ Run time :	12min				
○ Aufs. :	0.1				
○ Mobile phase:	A; Pico-Tag Eluent A B; Pico-Tag Eluent B				
○ Flow rate :	gradient				
Time	Flow	% A	% B	% C	Curve
Initial	1.0	100	0	0	—
10.0	1.0	54	46	0	5
10.5	1.0	0	100	0	6
11.5	1.0	0	100	0	6
12.0	1.5	0	100	0	6
12.5	1.5	100	0	0	6
20.0	1.5	100	0	0	6
20.5	1.0	100	0	0	6

溶液)條件에서 實驗하였으며 아울러 加熱에 依한 消化率의 變化程度를 알아보기 爲하여 人工臟液을 넣고 잘 흔들어 섞은 다음 高壓加熱(15Lb, 30分)한 花粉荷와 花粉끝의 人工消化實驗도 함께 實施하였다.

1) 炭水化物 消化實驗

삼각 후라스크(100ml)에 花粉荷와 花粉끝 0.5g씩 2개를 取해 人工臟液 20ml를 넣고 5分동안 잘 흔들어 섞었다. 그중 하나는 高壓加熱한 後 37°C로 冷却시키고, 다른 하나는 37°C로 加溫하여 消化劑 稀釋液(미리 37°C로 加溫) 2.0ml씩 넣고 37±1°C에서 各各 1時間, 2時間 消化시켰다. 이때 消化劑 稀釋液은 Amylase (Danimex, W. Germany) 100USP 單位(1單位: 酵素 1mg이 乾燥 potato starch 1.0mg을 40°C에서 5分에 消化할 수 있는 能力) 500mg을 人工臟液 50ml에 녹인 稀釋酵素液이었다.

一定한 時間이 經過하면 15% K₄Fe(CN)₆ 溶液 5ml와 30% ZnSO₄ 溶液 5ml를 加하여 消化를 停止시키고 蒸溜水를 넣어 100ml로 한다. 이것을 No. 5A 濾紙(Toyo Roshi Co, 日本)로 濾過한 다음 濾液을 Somogyi 變法¹⁵⁾으로 還元糖(葡萄糖으로써) 含量을 求하여 炭水化物과 非纖維性 炭水化物에 對한 還元糖 含量의 百分率(%)을 炭水化物의 人工消化率로 나타내었다.

2) 蛋白質 消化實驗

試料를 炭水化物의 消化實驗과 같이 造作한 다음 37°C로 加溫한 消化劑 稀釋液 2.0ml씩 넣고 37±1°C에서 各各 1時間, 2時間 消化시켰다. 이때 消化劑 稀釋液은 Protease(Danimex, W. Germany) 100 USP 單位(1單位: 酵素 1mg이 milk casein 1.0mg을 40°C에서 60分에 消化할 수 있는 能力) 500mg을 人工臟液 50ml에 녹인 稀釋酵素液이었다.

一定한 時間이 經過하면 TCA 溶液²⁰⁾(삼염화초산 18.0g과 초산나트륨 11.45g을 800ml의 물에 녹이고 초산 21.0ml를 加해 다시 蒸溜水로 1L되게 한 溶液) 5ml를 加해 消化를 停止시킨 다음 No. 5A 濾紙로 濾過하고 殘渣를 蒸溜水 15ml씩으로 3回 洗滌하여 이 殘渣의 蛋白質을 Kjeldahl法¹¹⁾으로 定量化한 後 다음 式으로 나타내었다.

蛋白質의 人工消化率(%)

$$= \frac{\text{試料中の 總蛋白質(g)} - \text{未消化蛋白質(g)}}{\text{試料中の 總蛋白質(g)}} \times 100$$

結果 및 考察

가. 一般成分 組成

花粉荷와 花粉끝, 벌꿀의 水分, 灰分, 蛋白質, 脂肪,

Table 3. General composition of pollen load, pollen honey and honey

	Calorie (kcal)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein	Lipid	Carbohydrate	
				(N × 6.25) (%)	(%)	Non-fibrous (%)	Fiber (%)
Pollen load	349.6	6.59	2.35 (2.52)	25.24 (27.02)	5.39 (5.77)	50.03 (53.56)	10.40 (11.13)
Pollen honey	339.4	11.30	1.61 (1.82)	17.66 (19.91)	3.96 (4.46)	58.27 (65.69)	7.20 (8.12)
Honey	338.3	15.41	0.05 (0.06)	0.09 (0.11)	0.02 (0.02)	84.43 (99.81)	—

() : Dry basis

Table 4. Free sugars of pollen load, pollen honey and honey (g/100g, d.b.)

	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Melezi- tose	Stachy- ose	Fru + Glu	F/G	Total free sugar
Pollen load	26.64	13.07	0.21	1.34	0.02	trace	39.71	2.04	41.28
Pollen honey	31.38	23.02	2.23	0.94	2.14	trace	54.20	1.35	59.51
Honey	42.38	34.61	8.18	0.25	7.46	—	76.99	1.22	92.88

F/G: Fructose/Glucose ratio

炭水化合物 및 熱量의 分析結果는 表 3과 같다.

花粉荷는 水分 6.6%, 灰分 2.4%, 蛋白質 25.2%, 脂肪 5.4%, 纖維質 10.4%로서 特히 蛋白質 含量이 豌豆, 蠶豆, 팥 등의 豆類²¹⁾와 비슷한 含量이었다. 混合花粉荷에서 金²⁾은 水分 15.5~16.1%, 灰分 3.0~3.5%, 蛋白質 16.5~30.2%, 脂肪 2.1~3.5%, Vivino³⁾는 水分 21.4~25.7%, 灰分 2.2~2.9%, 蛋白質 18.0~22.0%, 脂肪 1.4~4.4%로 報告하였고, 클로버花粉荷의 蛋白質은 35.5%, 脂肪은 8.4%, 옥수수花粉荷의 蛋白質 24.2%, 脂肪 9.3%, 蠶豆花粉荷의 蛋白質 30.7%, 脂肪 12.5%, 들겨자花粉荷⁴⁾의 蛋白質 30.3%, 脂肪 10.3%이었다는 報告와 比較할 때 本實驗의 花粉荷는 水分은 낮고 灰分, 蛋白質, 脂肪의 含量은 이들의 範圍內에 있었다. 그리고 美國소나무花粉²²⁾의 灰分 3.0%, 蛋白質 13.8%, 脂肪 7.1%, 옥수수花粉²³⁾의 水分 4.7%, 灰分 3.5%, 蛋白質 28.3%, 脂肪 13.9%와도 비슷한 傾向으로 벌에 依해 蒐集된 花粉荷와 直接 採取한 花粉間의 一般成分 組成은 크게 다르지 않은 것 같다. 그러나 花粉荷의 一般成分 組成에서 이처럼 含量의 差異가 큰 것은 水分含量에 따른 成分組成의 相對的인 變化와 蜜源植物의 種類나 生育環境, 混合程度, 養蜂樣式等^{1,24)}에 따라 組成과 含量이 달라지기 때문이다.

花粉꿀은 水分 11.3%, 灰分 1.6%, 蛋白質 17.7%, 脂肪 4.0%, 非纖維性 炭水化合物 58.3%, 熱量 339.4 kcal/100g이었다.

벌꿀은 水分 15.4%, 非纖維性 炭水化合物이 84.4%로 大部分이었으며 灰分, 蛋白質, 脂肪은 매우 낮은 含量이었다. 即 벌꿀은 水分을 除外하면 非纖維性 炭水化合物이 主成分이다. 이러한 結果는 벌꿀의 一般的인 性質로 알려져 있다.²⁵⁻³⁰⁾

나. 遊離糖 組成

試料들의 遊離糖 組成은 表 4와 같다. 花粉荷는 果糖 26.6%, 葡萄糖 13.1%, 蔗糖 0.2%, 麥芽糖 1.3%, melezitose 0.02%이었고 stachyose가 同情되었으므로 果糖과 葡萄糖比(F/G 比)는 2.0이었다. 또한 糖의 組成에서도 單糖類 39.7%, 二糖類 1.5%, 三糖類 0.02%이고 還元糖 41.0%, 非還元糖 0.2%로 單糖類로 構成된 還元糖이 大部分 이었다. 混合花粉荷에서 金²⁾은 果糖 17.7%, 葡萄糖 14.1%, 石等⁵⁾은 還元糖 24.6~29.8%, 非還元糖 1.3~4.5%, Youssef 等⁴⁾은 클로버에서 還元糖 11.0%, 非還元糖 1.5%, 澱粉 6.3%, 옥수수에서 還元糖 8.2%, 非還元糖 4.2%, 澱粉 16.7%, 蠶豆에서 還元糖 12.7%, 非還元糖 2.0%, 澱粉 6.8%, 들겨자에서 還元糖 10.2%, 非還元糖 2.7%, 澱粉 6.2%, 그리고 Nielsen 等²²⁾은 美國소나무花粉의 還元糖 2.7% 總糖 29.5%, 옥수수花粉에서 還元糖 7.3%, 總糖 34.6%이었다는 報告에 비해 還元糖 含量이 높았다. 그러나 糖含量에서 差異가 큰 것은 植物에 따라서 多糖類나 蔗糖含量이 많은 蜜源이 있는 反面 果糖과 葡萄糖 등의 單糖類가 많은 蜜源이 있으며³¹⁾ 또한 植物에서 直接 採取한 花粉은 非還元糖이 還元糖에

비해 많고 꿀벌이 모은 花粉荷는 蒐集되면서 花蜜의 混入과 貯藏中 酵素作用으로 因해 還元糖이 增加한다.²⁴⁾는 點等으로 미루어 本 實驗에 使用된 花粉荷는 貯藏中의 熟成과 蜜源植物의 差異로 因해 還元糖 含量이 높은 것으로 생각된다. 한편 花粉荷에서 果糖, 葡萄糖, 蔗糖, raffinose, stachyose가 檢出³²⁾되었으나 本 實驗에서는 raffinose를 確認할 수 없었다.

花粉꿀은 果糖 31.4%, 葡萄糖 23.0%, 蔗糖 2.2%, 麥芽糖 0.9%, melezitose 2.1%로 總遊離糖은 59.5%, F/G比는 1.4이었다.

벌꿀은 果糖 42.4%, 葡萄糖 34.6%, 蔗糖 8.2%, 麥芽糖 0.3%, melezitose 7.2%, F/G比는 1.2이었으며 花粉荷에 비해 蔗糖과 melezitose 含量이 높았고 F/G比는 낮았다. 한편 蜜源에 따라서 果糖, 葡萄糖, 蔗糖, 麥芽糖外에 Marcella 等³³⁾은 trehalose, isomaltose, gentiobiose, raffinose가, Wootton 等³⁴⁾은 turanose가 含有되어 있다고 하였으나 이들 成分은 確認할 수 없었다.

다. 無機質 組成

花粉荷, 花粉꿀 및 벌꿀의 無機質 含量은 表 5와 같이 모두 칼륨이 가장 많았으며 灰分中 칼륨의 含量은 花粉荷 26.2%, 花粉꿀 26.8%, 벌꿀 41.5%로 높은 比率를 차지하고 있다.

花粉荷에 있어서는 100g當 칼륨이 661.2mg, 磷 331.9mg, 마그네슘 102.4mg, 鐵 16.7mg, 나트륨 16.1mg 順이었고 구리가 1.9mg으로 가장 적었다. 칼륨과 磷의 含量은 灰分中 約 40%를 차지하고 있으며

Table 5. Mineral composition of pollen load, pollen honey and honey (mg/100g, d.b.)

	Pollen load	Pollen honey	Honey
Ca	62.48(2.5)*	42.14(2.3)	2.35 (5.5)
P	331.92(13.2)	245.72(13.5)	2.83 (6.6)
Mg	102.41 (4.1)	75.06 (4.1)	0.60 (1.4)
Na	16.05 (0.6)	12.67 (0.7)	3.26 (7.6)
K	661.20(26.2)	487.84(26.8)	17.86(41.5)
Fe	16.65 (0.7)	11.93 (0.7)	0.61 (1.4)
Cu	1.88 (0.1)	1.32 (0.1)	0.05 (0.1)
Zn	5.59 (0.2)	4.81 (0.3)	0.32 (0.7)
Mn	6.63 (0.3)	4.64 (0.3)	0.11 (0.3)
Ca/P	0.19	0.17	0.83
Na/K	0.02	0.03	0.18

* Values in parenthesis are mineral contents(g) per 100g ash

K/Na比는 41.3으로 豆類³⁵⁾中 K/Na比와 비슷하였고 Ca/P比는 0.2로 磷에 비해 칼슘이 적은 含量이었다. 花粉荷의 鐵含量은 一般的인 植物性食品²¹⁾에 비해 높은 含量을 지니고 있어 食品 100g當 볕은보리 18.9mg, 참깨 19.0mg, 돼지간 16.4mg과 비슷한 水準이었으며, 混合花粉荷를 10g/kg/day로 四週間 投與한 動物 實驗에서 Wister係 흰쥐의 赤血球 容積이 12% 增加하고 血色素 濃度 13% 增加, 赤血球 數는 56%가 增加하였음⁸⁾을 報告하였다.

花粉꿀에 있어서는 花粉荷와 비슷한 傾向으로 K/Na比는 38.3, Ca/P比는 0.2이었다.

한편 벌꿀의 無機質 含量은 칼륨, 나트륨, 磷, 칼슘, 마그네슘, 鐵의 順이었으며 灰分中 나트륨의 含有 比率이 7.6%로 花粉荷에서 0.6%보다 높았다.

라. 脂肪酸 組成

花粉荷와 花粉꿀에서 얻은 脂肪의 脂肪酸 組成은 表 6에서와 같이 C18:2가 가장 많은 含量이었으며 C16:0, C18:1, C18:3와 함께 이들 4가지 成分이 主된 脂肪酸를 이루고 있었다.

花粉荷 脂肪의 脂肪酸 組成은 C18:2가 28.6%로 가장 많은 量을 차지하였고 C18:3 21.7%, C16:0

Table 6. Fatty acid composition of lipids in pollen load and pollen honey

	Pollen load	Pollen honey
Lauric acid (C12:0)	0.2	0.5
Myristic acid (C14:0)	1.0	1.4
Palmitic acid (C16:0)	21.2	24.3
Palmitoleic acid (C16:1)	1.4	0.7
Stearic acid (C18:0)	4.1	5.2
Oleic acid (C18:1)	17.4	15.6
Linolic acid (C18:2)	28.6	26.7
Linoleic acid (C18:3)	21.7	21.3
Arachidic acid (C20:0)	0.8	1.3
Behenic acid (C22:0)	1.9	2.1
Unknown	1.7	1.1
Saturated fatty acid	30.9	35.7
Monounsaturated fatty acid	18.8	16.3
Polyunsaturated fatty acid	50.3	48.0
Unsaturated fatty acid	69.1	64.3
SFA/MUFA/PUFA	0.61/0.37 /1.00	0.56/0.34 /1.00
PUFA/SFA	1.63	1.34
UFA/SFA	2.24	1.80

Table 7. Amino acid composition of pollen load, pollen honey and honey (d.b.)

	Pollen load		Pollen honey		Honey	
	mg/100g	mg/gN	mg/100g	mg/gN	mg/100g	mg/gN
Isoleucine	1358.9	314.3	981.6	308.1	0.9	52.3
Leucine	1729.9	400.1	1230.9	386.4	0.9	56.3
Lysine	760.5	175.9	553.3	173.7	2.5	144.9
Methionine	689.0	159.4	492.3	154.5	0.1	5.1
Phenylalanine	1404.5	324.9	1021.8	320.7	2.5	141.5
Threonine	1311.8	303.4	938.2	294.5	0.8	45.4
Valine	1499.7	346.9	1039.8	326.4	1.3	71.6
Alanine	1317.3	304.7	942.1	295.7	1.1	61.9
Arginine	629.2	145.5	430.3	135.1	0.3	14.8
Aspartic acid	1666.8	385.5	1176.7	369.4	2.3	131.3
Cystine	381.2	88.2	283.8	89.1	trace	—
Glutamic acid	2468.3	570.9	1786.4	560.8	2.8	161.9
Glycine	1017.9	235.4	731.5	229.6	0.9	50.6
Histidine	517.5	119.7	372.7	117.0	0.5	28.9
Proline	2824.7	653.4	2037.2	639.5	64.8	3681.3
Serine	1247.5	288.6	903.2	283.5	2.3	131.8
Tyrosine	729.9	168.8	544.3	170.8	0.8	46.0
Ammonia	782.1	180.9	577.4	181.3	0.3	18.2
Total amino acid	22336.7*	5166.5	16043.5	5036.1	85.1	4843.8
Total essential amino acid	8754.3	2024.9	6257.9	1964.3	9.0	517.1
Amino acid recovery (%)		82.7		80.6		77.4

* Tryptophan is not included

21.2%, C18:1 17.4%, C18:0 4.1%로 飽和脂肪酸 (saturated fatty acid: SFA)은 30.9%, 單一不飽和脂肪酸(monounsaturated fatty acid: MUFA)은 18.8%, 多不飽和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid: PUFA)은 50.3%로 SFA/MUFA/PUFA비가 0.61:0.37:1.00, PUFA/SFA比는 1.63이었다. 한편 헤바라기 花粉粒⁶⁾에서 84%를 차지하는 中性脂質의 주된 脂肪酸 組成은 C16:0 12.9%, C18:0 11.2%, C18:1 12.2%, C18:2 33.7%, C18:3 7.3%, C22:0 16.1%로 C22:0가 높은 含量이었으나 本 實驗에서는 1.9%이었다.

花粉粒의 脂肪酸 組成은 C18:2가 26.7%로 가장 많았으며 C16:0 24.3%, C18:3 21.3%, C18:1 15.6%, C18:0 5.2% 順이었으며, SFA/MUFA/PUFA比는 0.56:0.34:1.00, PUFA/SFA比는 1.34로 花粉荷의 脂肪酸 組成에 비해 飽和脂肪酸의 比率는 높아지고 不飽和脂肪酸中 C18:1, C18:2 및 C16:1이 다

소 減少하였다.

마. 아미노산 組成

花粉荷, 花粉꿀 및 벌꿀의 트립토판을 除外한 아미노산의 組成은 表 7과 같다. 花粉荷의 아미노산 含量은 花粉荷 100g當 프롤린이 2824.7mg으로 가장 많았고 글루타민산 2468.3mg, 류이신 1729.9mg 順이었으며 시스틴이 381.2mg으로 가장 낮았다. 花粉荷의 아미노산 含量은 金²⁾의 混合花粉荷나 尹等⁷⁾의 헤바라기 花粉粒의 아미노산含量과 多少 差異가 있었으나 組成에 있어서는 프롤린, 글루타민산, 아스파르틴산이 많고 시스틴, 메치오닌, 히스티딘이 적은 傾向이었으며 옥수수, ^{22,36)} 자작나무, ³⁷⁾ 草本類³⁸⁾ 花粉의 아미노산 組成과도 비슷하였다. 한편 總아미노酸中 必須아미노酸의 比率는 39.2%로 蛋白質의 質의 評價時 FAO³⁹⁾에서 勸奨하는 必須아미노酸의 比率인 32.3%보다 높았으며 蛋白質에 對한 아미노酸의 回收率은 82.7%이었다. 花粉荷의 必須아미노酸을 1973年 FAO의 比較

Table 8. Chemical score of protein in pollen load, pollen honey and honey

	Pollen load			Pollen honey			Honey		
	Score	Limiting A.A.		Score	Limiting A.A.		Score	Limiting A.A.	
		1st.	2nd.		1st.	2nd.		1st.	2nd.
E/T ratio	2.03			2.03			0.52		
Protein	65.2	Lys	C-S*	64.3	Lys	C-S	1.9	C-S	Leu
A/E (Egg)	61.7	Lys	—	60.7	Lys	C-S	8.5	C-S	Val
Amino acid	51.7	Lys	Leu	51.1	Lys	Leu	2.3	C-S	Leu

* C-S: The amino acid contained sulfur

Table 9. *In vitro* digestibility of carbohydrate in pollen load and pollen honey (unit : %)

		Total carbohydrate	Non-fibrous carbohydrate	Digestibility (%)		
				0 hr	1 hr	2 hr
Pollen load	Raw	60.43	50.03	64.0(77.4)*	66.7(80.6)	67.0(80.9)
	Heated			62.7(76.7)	63.5(76.8)	64.1(77.4)
Pollen honey	Raw	65.47	58.27	75.1(84.3)	76.4(85.8)	78.0(87.5)
	Heated			71.6(80.5)	72.1(81.0)	72.3(81.2)

*Values in parenthesis are digestibility on nonfibrous carbohydrate.

蛋白質 必須아미노酸과 比較하면 리진, 페닐알라닌, 류이신은 낮고 含黃아미노酸, 트레오닌, 발린, 이소류이신은 높았다.

花粉꽃의 아미노酸 含量은 花粉꽃 100g當 프롤린 2037.2mg, 글루타민酸 1786.4mg, 류이신 1230.9mg 順이고 시스틴이 283.8mg으로 가장 낮았으며 아미노酸의 回收率은 80.6%, 必須아미노酸의 比率은 39.0% 이었다.

벌꿀에서는 試料 100g當 全體아미노酸 85.1mg中 프롤린이 64.8mg으로 76.0%를 차지하고 있으며 다른 아미노酸들은 적은 量이 含有되어 있었고 必須아미노酸의 比率은 10.7%, 아미노酸의 回收率은 77.4%이었다. 벌꿀의 아미노酸 組成은 피나무,⁴⁰⁾ 單葉植物,⁴¹⁾ 11個國 市販클로버꿀,⁴²⁾ 유우칼리나무 벌꿀⁴³⁾에 대하여 報告한 아미노酸 組成과 비슷한 傾向을 띠고 있으나 含量에 있어서는 差異가 있었다.

花粉荷, 花粉꽃 및 벌꿀 蛋白質의 質에 對한 化學的 評價는 表 8과 같다. 花粉荷에 있어서 總窒素 1g當 總 必須아미노酸 g(E/T)比는 2.03으로 1957年 FAO³⁹⁾의 蛋白質을 내기 爲한 比較蛋白質의 E/T比 2.04, 쌀¹⁸⁾의 1.87~2.05와 비슷하였으나 콩가루⁴⁴⁾ 2.58보다는 낮았으며 蛋白質은 65.2(Lys)로 金等⁴⁵⁾의 흰깨 59.8, 검정깨 57.2보다 높고 들깨 75.1, 韓¹⁸⁾의 쌀 84.9~88.7보다 낮았다. 또한 1965年 FAO/WHO蛋白質 共同委員會가 獎勵하는 A/E比 化學價는 卵價(egg score)로서 61.7(Lys)로 金⁴⁵⁾의 흰깨 61.2, 검정깨 65.5와

비슷하였고 들깨 74.3, 韓¹⁸⁾의 쌀 73.4~92.1보다 낮았다. 한편 1973 FAO/WHO에서 勸獎하는 아미노酸 價는 51.7(Lys)로 牛乳⁴⁶⁾ 91.4, 大豆乳 82.9나 菌體蛋白質⁴⁷⁾(SCP) 76.0, 쌀¹⁸⁾ 67.4~70.5보다 낮았다.

花粉꽃은 E/T比 2.03, 蛋白質 64.3(Lys) A/E比(卵價)는 60.7(Lys), 아미노酸價는 51.1(Lys)로 花粉荷와 비슷하였고, 벌꿀은 E/T比 0.52, 蛋白質 1.9(C-S), A/E比(卵價) 8.5(C-S), 아미노酸價 2.3(C-S)으로 質의인 면에서 蛋白質의 化學價는 매우 낮았다.

바. 人工消化率

1) 炭水化物 人工消化率

花粉荷 및 花粉꽃의 炭水化物 人工消化率은 表 9와 같다.

花粉荷와 花粉꽃을 自然狀態의 것과 加熱한 것을 一定時間 消化시킨 後 總炭水化物의 人工消化率은 自然狀態 花粉荷가 1時間, 2時間 後 各各 66.7%, 67.0%, 加熱한 것이 63.5%, 64.1%, 非纖維性 炭水化物의 人工消化率은 自然狀態의 것이 1時間, 2時間 後 各各 80.6%, 80.9%, 加熱한 것이 76.8%, 77.4%로 時間에 따른 差異는 거의 없었으나 新鮮한 自然狀態 花粉荷의 消化率이 加熱한 것보다 多少 높았다. 이처럼 時間의 經過에 따라 炭水化物의 消化率이 差異가 없는 것은 花粉荷 貯藏中 澱粉等의 消化 加能 物質은 이미 消化가 進行되었으므로 未消化 炭水化物의 相當部分은 細胞膜 構成物質과 pentosan²⁴⁾ 등으로 組成되어 있어 거의 消化될 수 없거나 적은 量이 消化되기 때문으로

Table 10. *In vitro* digestibility of protein in pollen load and pollen honey (unit : %)

		Protein	0 hr	1 hr	2 hr
Pollen load	Raw	25.2	35.3	67.3	75.5
	Heated	—	31.4	63.4	69.9
Pollen honey	Raw	17.7	34.7	67.8	76.9
	Heated	—	30.0	62.8	68.4

생각된다.

花粉꿀의 總炭水化物 人工消化率은 自然狀態의 것이 1時間 後 76.4%, 2時間 後 78.0%, 加熱한 것이 1時間 後 72.1%, 2時間 後 72.3%, 非纖維性 炭水化物的 人工消化率은 新鮮한 것이 1時間 後 85.8%, 2時間 後 87.5%, 加熱한 것이 81.0%, 81.2%로 花粉荷에서와 같이 時間에 따른 消化率의 增加는 뚜렷이 나타나지 않았으며, 新鮮한 花粉꿀의 消化率이 加熱한 것에 비해 多少 높았다.

2) 蛋白質 人工消化率

花粉荷 및 花粉꿀의 蛋白質 人工消化率은 表 10과 같다. 新鮮한 花粉荷의 蛋白質 消化率은 1時間 後 67.3%, 2時間 後 75.5%, 加熱한 花粉荷는 1時間 後 63.4%, 2時間 後 69.9%의 消化率을 나타내어 新鮮한 花粉荷의 蛋白質 消化率이 높았으며, 人工消化시키기 前에 新鮮한 花粉荷가 35.3%의 消化率을 나타내는 것으로 보아 花粉荷에는 少量의 遊離아미노酸과 非蛋白質態 窒素가 含有되어 있는 것으로 推測된다. 花粉荷의 蛋白質 消化率은 蛋白質 含量이 68~78%인 버메뚜기의 蛋白質 人工消化率⁴⁸⁾ 63~79%와 비슷한 水準이었고 日乾한 갈치나 가자미⁴⁹⁾의 84~94%보다는 떨어졌으나 時間의 經過에 따라 花粉荷 蛋白質의 人工消化率은 多少 向上될 것으로 推測되지만 더 이상 消化되지 못하는 部分에 對하여는 더 研究되어야 하겠다.

花粉꿀은 新鮮한 것이 1時間 後 67.8%, 2時間 後 76.9%인 反面 加熱한 花粉꿀은 1時間 後 62.8%, 2時間 後 68.4%로 新鮮한 것이 多少 높았고, 花粉荷의 蛋白質 消化率과 比較하면 新鮮한 것은 多少 높지만 加熱한 花粉꿀의 蛋白質 消化率에 있어서는 오히려 떨어졌다.

人工消化實驗에서 加熱한 花粉荷와 花粉꿀의 炭水化物和 蛋白質 人工消化率이 新鮮한 花粉荷와 花粉꿀의 消化率보다 떨어지는 것은 加熱로 인한 이들의 組成成分 및 酵素들의 變性,^{1,24,26)} 糖과 아미노酸의 maillard 反應^{49,50)}에 따른 有效性 成分이 減少되었기 때문으로 생각된다.

結 論

自然植物에서 養蜂의 副產物로 生産되고 있는 花粉荷의 食品營養學의 評價를 爲한 基礎資料를 얻고자 1986年 6월부터 9月 사이에 京畿道 安城地域에서 꿀벌들에 의해 蒐集된 混合花粉荷 및 花粉荷의 效率의 利用을 爲하여 벌꿀과 7:3의 比率로 섞어 만든 花粉꿀에 對하여 一般成分, 維離糖, 無機質, 脂肪酸, 아미노酸 組成과 炭水化物 및 蛋白質의 人工消化率을 實驗한 結果는 다음과 같다.

1. 花粉荷의 水分은 6.6%, 灰分 2.4%, 蛋白質 25.2%, 脂肪 5.4%, 纖維質 10.4%이었고 熱量은 349.6 kcal/100g이었다. 花粉꿀은 水分 11.3%, 灰分 1.6%, 蛋白質 17.7%, 脂肪 4.0%, 纖維質 7.2%이었다.

2. 維離糖 組成에서 花粉荷는 果糖 26.6%, 葡萄糖 13.1%, 蔗糖 0.2%, 麥芽糖 1.3%, F/G比 2.0으로 單糖類가 많았으며, 花粉꿀은 果糖 31.4%, 葡萄糖 23.0%, 蔗糖 2.2%, 麥芽糖 0.9%, 멜레지토스 2.1%이었다.

3. 花粉荷의 無機質 組成은 칼륨이 661.2mg/100g으로 가장 많았고 磷, 마그네슘, 칼슘, 鐵, 나트륨, 당간, 亞鉛의 順이고 구리가 가장 낮았으며 特히 鐵은 16.7mg/100g이었다.

4. 花粉荷의 脂肪酸 組成은 C18:2가 28.6%, C18:3 21.7%, C16:0 21.2%, C18:1이 17.4%로 大部分이었고, SFA/MUFA/PUFA比는 0.61:0.37:1.00, PUFA/SFA比는 1.63이였으며 2個月동안 貯藏한 花粉꿀 脂肪의 脂肪酸組成은 不飽和脂肪酸 64.3%, SFA/MUFA/PUFA比는 0.56:0.34:1.00, PUFA/SFA比는 1.34이었다.

5. 아미노酸 組成에서 花粉荷는 프롤린이 2824.7mg/100g으로 가장 많았으며 그外 아미노酸 順位는 Glu>Leu>Asp>Val>Phe>Ile>Ala이었고 시스틴이 381.2 mg/100g으로 가장 낮았다. 全體 아미노酸中 總必須아미노酸의 含量은 39.2%, 含黃아미노酸은 4.8%이었다.

6. 花粉荷 蛋白質의 化學價는 E/T比가 2.03, 蛋白質價는 65.2(Lys), A/E化學價中 卵價(egg score)는 61.7(Lys), 아미노酸價는 51.7(Lys)이었다.

7. 炭水化物的 人工消化率에서 新鮮한 花粉荷는 總炭水化物的 消化率이 1時間 後 66.7%, 2時間 後 67.0%, 非纖維性 炭水化物的 消化率은 各各 80.6%, 80.9%이었고 新鮮한 花粉꿀은 總炭水化物的 消化率이 1時間 後 76.4%, 2時間 後 78.0%, 非纖維性 炭水化物的 消化率은 85.8%, 87.5%이었다.

蛋白質의 人工消化率은 新鮮한 花粉荷가 1時間 後 67.3%, 2時間 後 75.5%, 新鮮한 花粉꽃은 1時間 後 67.8%, 2時間 後 76.9%로 加熱한 花粉荷와 花粉꽃의 蛋白質 消化率보다 높았다.

참 고 문 헌

1. 최승윤 : 양봉학, 서울대학교 출판부 (1982).
2. 김재길 : 화분하의 화학적 조성 및 아미노산 함량, 한국양봉학회지, 1: 91(1986).
3. Vivino, A.E. and Palmer, L.S.: The chemical composition and nutritional value of pollens collected by bees. Arch. Biochem., 4: 129 (1944).
4. Youssef, A.M., Farag, R.S., Ewies, M.A. and El-Shaka, S.M.A.: Chemical studies on pollen collected by honeybee in Giza region, Egypt. J. of Apicultural Research, 17: 110 (1978).
5. 석귀덕, 김미경 : 봉밀 및 화분하의 순도시험과 성분조사, 생약학회지, 14: 197(1982).
6. 鄭永健, 尹水弘, 權貞淑, 裴晚鍾 : 화분립의 영양생화학적연구 (1). 한국영양식량학회지, 13:169 (1984).
7. 尹水弘, 安貞姪, 權貞淑 : 화분립의 영양생화학적연구(2). 한국영양식량학회지, 14: 27 (1985).
8. 손진희 : 화분이 조혈작용에 미치는 영향. 고려대학교 대학원 의학과 석사논문 (1982).
9. 손관수 : 화분이 장간막 Mast cell에 미치는 영향. 고려대학교 대학원 의학과 석사논문 (1982).
10. 김경우, 신상철, 김병각 : 건강 식품으로서의 화분 제제에 관한 연구(1). 생약학회지 15: 147 (1984).
11. 보건사회부 : 식품 등의 규격 및 기준. 보건사회부 고시 제86-5호 (1986).
12. Williams S.: Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 14th edition, AOAC, Inc., Arlington, USA (1983).
13. 이완구, 정희선 : HPLC에 의한 벌꿀의 당성분에 관한 연구. 한국환경위생학회지, 8: 57 (1982).
14. Perkin-Elmer: Analytical method of atomic absorption spectrophotometry. USA (1980).
15. 일본약학회편 : 위생시험법 주해. 金原出版株式會社, 東京 (1982).
16. 신명덕 : 시판스넥식품의 영양학적 평가. 단국대학교 대학원 식품영양학과 석사논문 (1985).
17. Waters:Pico-Tag amino acid analysis system. Massachusetts, USA (1984).
18. 한양일 : 한국산 쌀의 품종별 식품영양학적 연구. 단국대학교 대학원 식품영양학과 박사논문 (1985).
19. 한인규 : 영양학 실험법. 동명사 (1983).
20. 대한보건공정서 협회 : 대한약전, 제 5 개정. (1986).
21. 농촌진흥청 : 식품성분표, 제 3 개정판. 농촌영양개신연수원 (1986).
22. Nielsen, N., Grömmer, J. and Lundén, R.: Investigations on the chemical composition of pollen from some plants. Acta. Chem. Scand., 9: 1100 (1955).
23. Anderson. R.J. and Kulp, W.L.: Analysis and composition of corn pollen. J. of Biological Chemistry, 50: 433(1922).
24. Lundén, L.: Literature on pollen chemistry. Grama Polynological, (N.S). 1(1956).
25. 정원철, 김만옥, 송기호, 최연호 : 한국산 꿀의 품질특성. 한국식품과학회지, 16:17 (1984).
26. 한재경, 김권, 김동연, 이상규 : 벌꿀의 조성과 저장중의 Diastase 및 HMF 함량변화. 한국식품과학회지, 17: 155 (1985).
27. 下川洪平, 堀部信好, 寺町雅子 : 市販はちみつの品質について. 食衛誌, 11: 405 (1970).
28. 長谷幸, 鈴木修武, 大立莫理子, 鈴木繁男 : 加熱および貯蔵にあるはちみつの品質變化. 日本食品工業學會誌, 20: 248 (1973).
29. 長谷幸, 鈴木修武, 大立莫理子, 三浦あめ子, 鈴木繁男 : はちみつの品質および分析法に關する研究(2). 食品總合研究所研究報告, 28: 63 (1973).
30. 長谷幸, 鈴木修武, 大立莫理子, 鈴木繁男 : はちみつの品質および分析法に關する研究(3). 食品總合研究所研究報告, 28: 72 (1973).
31. 越後多嘉志 : ハチミツの化學. 化學と生物, 13: 192 (1975).
32. Ueno, S.: Sugar in pollens of cone plants. II. J. Biol. Chem., 55: 611(1923).
33. Battaglini, M., Bosi, G.: Comparative research on glucides in some uniflora honeys and in the respective nectars. Apimomida publishing house, Bucharest, Romania (1972).
34. Wootton, M., Edwards, R.A. and Faraji-Haremi, R.: Effect of accelerated storage conditions on the chemical composition and properties of Australian honeys (2). J. of Apicultural Research, 15: 29 (1976).

35. 김정자 : 한국식품의 Na^+ 와 K^+ 함량에 관한 연구. 이화여자대학교 대학원 석사논문 (1979).
36. Sarker, B.C.R., Wittwer, S.H., Luecke, R.W. and Sell, H.M.: Quantitative estimation of some amino acids in sweet corn pollen. Arch. Biochem., 22: 353 (1949).
37. 大本太一, 二階堂保, 野崎照美, 幾瀬マサ: 花粉の成分について(第4報). 藥學雜誌, 97: 176 (1977).
38. Bathurst, N.O.: The amino acids of grass pollen. J. of Experimental Botany, 5: 253 (1954).
39. FAO: Amino acid content of food and biological data on protein. Rome, Italy (1970).
40. 이성우, 김광수, 이강량, 조수열, 이강자, 김경희 : 각종식품의 정미성분에 관한 연구(제 2 보). 한국식품과학회지, 3:168 (1971).
41. Bosi, G. and Battaglini, M.: Gas chromatographic analysis of free and protein amino acids in some unifloral honeys. J. of Apicultural Research, 17: 152 (1978).
42. Davies, A.M.C.: Amino acid analysis of honeys from eleven countries. J. of Apicultural Research, 14:29 (1975).
43. Victor, P.: Quantitative determination of amino acids in some Australian honeys. J. of Apicultural Research, 13:61(1974).
44. 이성우 : 영양화학. 동명사 (1981).
45. 김울상, 임경자 : 참깨 및 들깨의 영양학적 연구. 인간과학, 3:91 (1979).
46. 김병홍, 배무 : 농산폐자원의 이용에 관한연구. 한국산업미생물학회지, 5:167 (1977).
47. 정윤화 : 감귤피를 이용한 *Candida utilis* ATCC 9256의 단세포단백질 생산. 단국대학교 대학원 식품영양학과 석사논문 (1986).
48. 김태수, 이종호, 최병태, 류홍수 : 비벼뚜기 단백질의 영양가에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 16:98 (1987).
49. 김상애, 이강호, 류홍수 : 건어육 저장증의 단백질 소화를 저하요인. 한국영양식량학회지, 15: 45 (1986).
50. Bender, A.E.: Food processing and nutrition. Academic press, London (1978).