

花粉荷(pollen load)의 성분조성에 관한 연구

김정현[†] · 이규한* · 김을상* · 박성배

서울특별시 보건환경연구원
*단국대학교 식품영양학과

A Study on Components of Pollen Load

Jung-Hun Kim[†], Kyu-Han Lee*, Eul-Sang Kim* and Sung-Bae Park

Seoul Institute of Health and Environment, Seoul 137-130, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Dan-Kook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

Proximate composition and the contents of free sugars, minerals, fatty acids, amino acids and *in vitro* digestibility of mixed pollen load were analyzed. The protein in pollen load per 100g was 25.2g, lipid 5.4g, non-fibrous carbohydrate 50.0g and fiber 10.4g. 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. The content of mineral in pollen load was in the order K > P > Mg > Ca > Fe > Na > Mn > Zn > Cu. 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. The total amino acid contained in pollen load 22,337.5mg/100g and total essential amino acid was 39.2% of the total amino acid. Proline was the most abundant amino acid (2,824.7 mg / 100g), followed by Glu, Leu, Asp, Val, Phe, Ile, Ala and Thr. 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). *In vitro* digestibility of carbohydrate in pollen load, based on total carbohydrate was 66.7% after 1hr and on non-fibrous carbohydrate was 80.6%. But that of protein was 67.3% after 1hr, 75.5% after 2hr.

Key words : pollen load, free sugar, fatty acid, amino acid

서 론

화분하는 꿀벌이 화밀을 수집하면서 함께 가져온 약 25만~600만개의 꽃가루 입자에 화밀과 타액 등이 섞인 꽃가루 덩어리이다.

화분하는 단백질, 유리당, 무기질, 지방산, 아미노산, 비타민 등의 영양성분을 함유¹⁾하고 있으며 이들 성분조성은 밀원식물의 종류, 생육환경, 혼합정도 등에

따라서 함유량이 달라진다고 알려져 있다".

우리나라에서는 연간 2,000톤이상 생산이 가능하며 최근에는 건강식품으로서 수요가 점차 증가하는 추세이나 인체의 소화관에서는 꽃가루의 표피층이 분해되기 어려워 소화될 수 없다²⁾고 한다.

이러한 점에서 우리나라 화분하의 식품영양학적 평가와 효율적인 확대 활용 방안을 위한 기초자료를 얻고자 화분하 및 화분하의 가공제품인 화분꿀에 대하여 일반성분, 유리당, 무기질, 지방산, 아미노산 조성을 분석하고 탄수화물 및 단백질의 인공소화실험을 하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 시료는 경기도 안성에 있는 A양봉원에서 86년 6월부터 9월 사이에 꿀벌들에 의해 수집된 혼합화분하와 가공제품인 화분꿀을 제공 받은 것이다.

화분꿀은 혼합화분하와 잡화꿀을 7:3(w/w)의 비율로 섞어 등글게 환을 만든 후 Al-foil로 포장하여 실온에서 2개월동안 저장하였던 제품이었으며 이때 이 지역의 밀원으로는 밤나무, 산딸기나무, 쥐똥나무, 토끼풀, 족제비싸리나무, 칩, 오동나무, 찔레나무 등이었다.

일반성분

수분, 회분, 단백질, 조지방, 섬유질 분석 및 열량계 산은 보건사회부 식품등의 규격 및 기준⁹⁾에 따라 실시하였고 비섬유성 탄수화물은 100에서 이들 성분을 뺀 값으로 계산하였다.

유리당

시료 2~3g을 정밀하게 취하여 증류수에 넣고 10분 동안 혼합한 다음 일정량으로 하고 0.45mm millipore filter로 여과한 후 HPLC (Waters, M440, RI401)로 분석하였으며¹⁰⁾ 이때 칼럼은 m-Bondapak carbohydrate, 용매는 80% acetonitrile, 유속은 1ml/min 이었다.

무기질

550°C에서 회화시킨후 6N-HCl로 용해하여 원자흡광광도계(Perkin-Elmer 306)를 이용하여 측정하였으며¹¹⁾ 인은 비색법¹²⁾으로 정량하였다.

지방산

조지방에서 얻은 유지를 0.5N-sodium methoxide-methanol로 유도체를 만든 후 GC(Hewlett Packard 5890, FID)를 이용하여 15% DEGS on chromosorb W를 충전한 3m×2mm 유리칼럼으로 주입기온도 230°C, 검출기온도 250°C, 칼럼온도 170~200°C(2°C/min), 유량 20ml/min 조건으로 분석하였다¹³⁾.

아미노산

아미노산 조성은 Pico-Tag System에 따라 시료를 전처리하여 HPLC (Waters, M440)로 분석하였으며¹⁴⁾ 이때

Table 1. Condition of HPLC for amino acid analysis

- Column : Pico - Tag analysis
- Detection : 254 nm
- Mobile phase : A ; Pico - Tag Eluent A
B ; Pico - Tag Eluent B
- Flow rate : gradient

Time(min)	Flow(ml)	% A	% B	Curve
Initial	1.0	100	0	
10.0	1.0	54	46	5
10.5	1.0	0	100	6
11.5	1.0	0	100	6
12.0	1.5	0	100	6
12.5	1.5	100	0	6
20.0	1.5	100	0	6
20.5	1.0	100	0	6

분석조건은 Table 1과 같다.

인공소화실험

화분하와 화분꿀의 인공소화실험은 가열하지 않은 시료를 인공장액조건에서 실험하였으며 가열 후 소화율을 비교하기 위해 인공장액을 넣고 고압가열(15Lb, 30min)한 후 인공소화 실험도 함께 실시하였다.

탄수화물 소화실험¹⁵⁾

삼각플라스크(100ml)에 화분하와 화분꿀 0.5g씩 2개를 취해 인공장액¹⁶⁾ 20ml를 넣고 5분동안 잘 흔들어 섞는다. 그중 하나는 고압가열한 후 37°C로 냉각시키고 다른 하나는 37°C로 가온하여 소화제 희석액(미리 37°C로 가온) 2ml씩 넣고 37°C±1에서 각각 1시간, 2시간 소화시켰다. 이때 소화제 희석액은 Amylase (Danimex, Germany) 100 USP단위 (1단위: 효소 1mg이 건조 감자전분 1.0mg을 40°C에서 5분에 소화할 수 있는 능력) 500mg을 인공장액 50ml에 녹인 희석효소액이었다.

일정한 시간 경과후 15% K₄Fe(CN)₆용액 5ml와 30% ZnSO₄용액 5ml를 가하여 소화를 정지시킨후 여지(No 5A, Toyo Roshi Co.)로 여과하여 여액을 Somogyi변법으로 환원당 함량을 구하여 탄수화물과 비섬유성 탄수화물에 대한 환원당 함량의 백분율(%)을 탄수화물의 인공소화율로 나타내었다.

단백질 소화실험¹⁷⁾

시료는 탄수화물 소화실험과 같이 조작하였으며 이때 소화제 희석액은 protease (Danimex, Germany) 100

$$\text{단백질의 인공소화율(\%)} = \frac{\text{시료중의 총 단백질(g)} - \text{소화실험후 잔사의 단백질(g)}}{\text{시료중의 총단백질(g)}} \times 100$$

USP 단위(1단위; 효소 1mg이 milk casein 1.0mg을 40°C에서 60분에 소화할 수 있는 능력) 500mg을 인공장액 50ml에 녹인 회색효소액이었다.

일정한 시간이 경과하면 TCA용액¹⁶⁾ 5ml를 가해 소화를 정지시킨후 원심분리하고 잔사를 3% TCA용액으로 15ml씩으로 3회 세척하여 잔사의 단백질을 Kjeldahl법으로 정량한 후 다음 식으로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 조성

화분하와 화분꿀, 벌꿀의 일반성분조성은 Table 2와 같으며 이중 화분하의 성분조성은 김²⁾, Vivino³⁾의 연구와 비교할때 수분은 다소 낮고 단백질과 지방은 비슷한 수준이었으며 특히 단백질함량은 잠두, 완두, 팥 등의 두류¹⁸⁾와 비슷하였다. 그리고 인공적으로 채취한 소나무 화분¹⁹⁾과 옥수수 화분²⁰⁾ 성분조성과도 크게 다르

지 않았다. 일반적으로 화분의 성분조성과 함량은 밀원식물의 종류나 생육환경, 혼합정도, 양봉양식에 따라 달라진다^{1,21)}고 한다

유리당 조성

시료들의 유리당 조성은 Table 3과 같다. 화분하는 환원당인 과당과 포도당 등의 단당류가 대부분이었으나 인공적으로 직접 채취한 화분에서는 총당에 비해 환원당이 미량인 것은 밀원의 특성에 따른 차이²²⁾와 꿀벌이 수집하는 동안 화밀의 혼입과 저장중 효소작용^{1,21)}에 의한 영향으로 생각된다.

무기질 조성

무기질 조성은 Table 4와 같이 칼륨이 가장 많았다. 화분하에서 K/Na비는 41.3으로 두류²³⁾와 비슷하였고 Ca/P비는 0.2로 인에 비해 칼슘이 적었으며 철은 일반적인 식물성 식품¹⁸⁾에 비해 높은 함량이었다.

Table 2. General composition of pollen load, pollen honey and honey

	Calorie (Kcal)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (N × 6.25) (%)	Lipid (%)	Carbohydrate	
						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 3. Free sugars of pollen load, pollen honey and honey

	Fruc -tose	Glu -cose	Suc -rose	Mal -tose	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

Table 4. Mineral composition of pollen load, pollen honey and honey

	(mg / 100g, d.b.)										
	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Zn	Mn	Ca/P	Na/K
Pollen load	62.48 (2.5)*	331.92 (13.2)	102.41 (4.1)	16.05 (0.6)	661.20 (26.2)	16.65 (0.7)	1.88 (0.1)	5.59 (0.2)	6.63 (0.3)	0.19	0.02
Pollen honey	42.14 (2.3)	245.72 (13.5)	75.06 (4.1)	12.67 (0.7)	487.84 (26.8)	11.93 (0.7)	1.32 (0.1)	4.81 (0.3)	4.64 (0.3)	0.17	0.03
Honey	2.35 (5.5)	2.83 (6.6)	0.60 (1.4)	3.26 (7.6)	17.86 (41.5)	0.61 (1.4)	0.05 (0.1)	0.32 (0.7)	0.11 (0.3)	0.83	0.18

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

Table 5. Fatty acid composition of lipids in pollen load and pollen honey

	Pollen load	Pollen honey
Lauric acid (C _{12:0})	0.2	0.5
Myristic acid (C _{14:0})	1.0	1.4
Palmitic acid (C _{16:0})	21.2	24.3
Palmitoleic acid (C _{16:1})	1.4	0.7
Stearic acid (C _{18:0})	4.1	5.2
Oleic acid (C _{18:1})	17.4	15.6
Linoleic acid (C _{18:2})	28.6	26.7
Linolenic acid (C _{18:3})	21.7	21.3
Arachidic acid (C _{20:0})	0.8	1.3
Behenic acid (C _{22:0})	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

지방산 조성

지방산 조성은 Table 5와 같으며 C_{18:2}가 가장 많았고 C_{16:0}, C_{18:1}, C_{18:3}의 순이었고 PUFA가 50.3%, PUFA / SFA는 1.63이었다.

아미노산 조성

트립토판을 제외한 아미노산 조성은 Table 6과 같이 화분하에서는 프롤린이 가장 많았으며 시스틴이 가장 적었다. 김²⁾과 윤²⁾이 보고한 화분하의 아미노산 함량과 다소의 차이는 있었으나 조성에 있어서는 프롤린, 글루탐산, 아스파르트산이 많고 시스틴, 메치오닌, 히스티딘이 적은 경향으로 옥수수^{19,24)}, 자작나무²⁵⁾, 초본류²⁶⁾ 화분의 아미노산 조성과 비슷하였다.

한편 총아미노산중 Arg와 His을 포함하지 않은 필수 아미노산의 비율은 39.2%로 단백질의 질적평가시

FAO²⁷⁾에서 권장하는 비율인 32.3%보다 높았으며 단백질에 대한 아미노산의 회수율은 82.7%이었다.

단백질의 질적수준을 알아보기 위한 화학적 평가는 Table 7과 같다. 화분하에서 총질소 1g당 총필수 아미노산 g(E/T)비는 2.03으로 1957년 FAO²⁷⁾의 E/T비인 2.04나 쌀¹⁵⁾의 1.87~2.05와 비슷하였으나 콩가루²⁸⁾ 2.58 보다는 낮았으며 단백질가는 65.2(Lys)로 흰깨, 검정깨²⁹⁾ 보다는 높고 쌀¹⁵⁾ 보다는 낮았다. 또한 A/E비 화학가는 난가(egg score)로서 61.7(Lys)로 흰깨, 검정깨²⁹⁾와 같았고 쌀¹⁵⁾ 보다는 낮았으며 아미노산가는 51.7(Lys)로 SCP³⁰⁾나 쌀¹⁵⁾보다 낮았다.

인공소화율

탄수화물 인공소화율

탄수화물 인공소화율은 Table 8과 같다. 화분하와 화분꿀을 자연상태의 것과 가열한 것을 일정시간 소화시킨 후 총탄수화물의 인공소화율은 자연상태의 것이 가열한 것보다 다소 높았고 시간에 따른 차이는 거의 없었다. 이처럼 시간의 경과에 따라 탄수화물의 소화율이 차이가 없는 것은 화분하 저장중 전분등 소화가 능성 물질은 이미 소화가 진행되었으며 미소화된 탄수화물의 상당부분은 세포막 구성물질과 Pentosan 등²¹⁾으로 구성되어 있어 거의 소화될 수 없거나 적은 양이 소화되기 때문으로 생각된다. 화분꿀의 탄수화물 소화율 역시 화분하와 같은 경향이었고 신선한 화분꿀의 소화율이 가열한 것에 비해 다소 높았다.

단백질 인공소화율

단백질 인공소화율은 Table 9와 같다. 신선한 화분하의 단백질 소화율은 1시간후 67.3%, 2시간후 75.5%, 가열한 화분하는 각각 63.4%, 69.9%의 소화율을 나타내어 신선한 화분하의 단백질소화율이 높았다. 한편

Table 6. Amino acid composition of pollen load, pollen honey and honey

(d. b.)

	Pollen load		Pollen honey		Honey	
	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%
Isoleucine	1358.9	6.1	981.6	6.1	0.9	1.1
Leucine	1729.9	7.7	1230.9	7.7	0.9	1.1
Lysine	760.5	3.4	553.3	3.4	2.5	2.9
Methionine	689.0	3.1	492.3	3.1	0.1	0.1
Phenylalanine	1404.5	6.3	1021.8	6.4	2.5	2.9
Threonine	1131.8	5.9	938.2	5.8	0.8	0.9
Valine	1499.7	6.7	1039.8	6.5	1.3	1.5
Histidine	517.5	2.3	372.7	2.3	0.5	0.6
Arginine	629.2	2.8	430.3	2.7	0.3	0.4
Cystine	381.2	1.7	283.8	1.8	trace	-
Tyrosine	729.9	3.3	544.3	3.4	0.8	0.9
Alanine	1317.3	5.9	942.1	5.9	1.1	1.3
Aspartic acid	1666.8	7.5	1176.7	7.3	2.3	2.7
Glutamic acid	2468.3	11.1	1786.4	11.1	2.8	3.3
Glycine	1017.9	4.6	731.5	4.6	0.9	1.1
Proline	2824.7	12.6	2037.2	12.7	64.8	76.1
Serine	1247.5	5.6	903.2	5.6	2.3	2.7
Ammonia	782.1	3.5	577.4	3.6	0.3	0.4
Total amino acid	22336.7*	100	16043.5	100	85.1	100
Total essential amino acid	8754.3	39.2	6257.9	39.0	9.0	10.6
Amino acid recovery (%)		82.7		80.6		77.4

* Tryptophan is not included

Table 7. 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	Cys	Lue
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

E / T ratio : total essential amino acid(g) / total nitrogen(g) ratio

$$A / E (\text{egg}) = \frac{A / E \text{ of limited amino acid in sample}}{A / E \text{ of limited amino acid in egg}} \times 100$$

Table 8. *In vitro* digestibility(%) of total and non-fibrous carbohydrate by difference of digestive time in pollen load and pollen honey

		0 hr	1 hr	2hr
Pollen load	Raw	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	75.1 (84.3)	76.4 (85.8)	78.0 (87.0)
	Heated	71.6 (80.5)	72.1 (81.0)	72.3 (81.2)

*() : Digestibility of non-fibrous carbohydrate

Table 9. *In vitro* digestibility(%) of protein by difference of digestive time in pollen load and pollen honey

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

인공소화 시키기전 신선한 화분하가 35%정도의 소화율을 나타내는 것으로 보아 화분하에는 유리아미노산과 비단백태질소가 함유되어 있는 것으로 추측된다.

화분꽃의 단백질 인공소화율도 화분하와 비슷한 수준이었으며 화분하와 비교할때 신선한 화분꽃은 다소 높지만 가열한 것은 오히려 다소 낮았다.

화분하와 화분꽃의 단백질 인공소화율은 시간의 경과에 따라 다소 향상될 것으로 추측되지만 더이상 소화되지 못하는 부분에 대하여는 더 연구되어야 하겠다.

인공소화실험에서 가열한 화분하와 화분꽃의 탄수화물과 단백질 인공소화율이 가열하지 않은 신선한 것에 비해 다소 낮은 것은 가열로 인한 이들의 조성성분 및 효소들의 변성^{1,21,31)}, 당과 아미노산의 maillard반응^{32,33)}에 따른 유효성 성분이 감소되었기 때문으로 생각된다.

요 약

자연식물에서 양봉의 부산물로 생산되고 있는 화분하의 식품영양학적인 평가를 위한 기초자료를 얻고자 1986년 6월부터 9월사이에 경기도 안성지역에서 꿀벌들에 의해 수집된 혼합화분하 및 화분하의 효율적 이용을 위하여 벌꿀과 7:3의 비율로 섞어 만든 화분꽃에 대하여 일반성분, 유리당, 무기질, 지방산, 아미노산조성과 탄수화물 및 단백질의 인공소화율을 실험한 결과는 다음과 같다. 화분하의 단백질은 27.0%, 지방 5.8%, 섬유질 11.1%이었다. 유리당조성은 과당이 26.6%, 포도당 13.1%, 서당 0.2%, 맥아당 1.3% , F/G비는 2.0이었다. 무기질조성은 칼륨이 661.2mg/100g으로 가장 많았고 인, 마그네슘, 칼슘, 철의 순이며 구리가 가장 낮았고 특히 철은 16.7mg/100g이었다. 지방산 조성은 C_{18:2}가 28.6%, C_{18:3} 21.7%, C_{16:0} 21.2%, C_{18:1}이 17.4%로 대부분이었으며 SFA / MUFA / PUFA 비는 0.61 : 0.37 : 1.00, PUFA/SFA비는 1.63이었다. 아미노산조성은 프롤린이 가장 많았고 Glu > Leu > Asp > Val > Phe순이었으며 필수아미노산은 39.2%이었다. 단백질의 화학가는 E/T비가 2.03, 단백질가는 65.2 (Lys), A / E화학가중 난가(egg score)는 61.7(Lys), 아미노산가는 51.7(Lys)이었다. 신선한 화분하의 탄수화물 인공소화율은 1시간후 66.7%, 2시간후 67.0%이었고, 단백질 인공소화율은 각각 67.3%, 75.5%이었다. 신선한 화분꽃의 탄수화물과 단백질의 인공소화율도 신선한 화분하의 인공소화율과 비슷한 수준이었다.

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. Apicultural Research*, **17**, 110(1978)
5. 석귀덕, 김미경 : 봉밀 및 화분하의 순도시험과 성분조사. *생약학회지*, **14**, 197(1982)
6. 정영건, 윤수홍, 권정숙, 배만중 : 화분립의 영양생화학적 연구 (I). *한국영양식량학회지*, **13**, 169(1984)
7. 윤수홍, 안정임, 권정숙 : 화분립의 영양생화학적 연구 (II). *한국영양식량학회지*, **14**, 27(1985)
8. 김정우, 신상철, 김병각 : 건강식품으로서의 화분제제에 관한 연구(1). *생약학회지*, **15**, 147(1984)
9. 보건사회부 : 식품 등의 규격 및 기준. 보건사회부 고시 제86-5호(1986)
10. 이완구, 정희선 : HPLC에 의한 벌꿀의 당성분에 관한 연구. *한국환경위생학회지*, **8**, 57(1982)
11. Perkin-Elmer : Analytical method of atomic absorption spectrophotometry, USA (1980)
12. William, S. : *Official methods of analysis of the association*. AOAC Inc., Arlington, USA, p.871(1983)
13. 일본약학회편 : 衛生試驗法 注解, 金原出版株式會社, 東京, p.185(1982)
14. Waters : *Pico-Tag amino acid analysis system*. Massachusetts, USA(1984)
15. 한양일 : 한국산 쌀의 품종별 식품영양학적 연구. 단국대학교 대학원 박사논문(1985)
16. 대한보건공정서 협회 : 대한약전, 제5개정(1986)
17. 한인규 : 영양학 실험법. 동명사, p.278(1983)
18. 농촌진흥청 : 식품성분표. 제3개정판, 농촌영양개선연수원(1986)
19. Nielsen, N., Grommer, J. and Lunden, R. : Investigations on the chemical composition of pollen from some plants. *Acta. Chem. Scand.*, **9**, 1100(1955)
20. Anderson, R. J. and Kulp, W. L. : Analysis and composition of corn pollen. *J. Biol. Chem.*, **50**, 433(1922)
21. Lunden, R. : *Literature on pollen chemistry*. Grana Polynologica(N.S). Vol. 1, p.3(1956)
22. 越後多嘉志 : ハチミツの 化學. 化學と生物, **13**, 192 (1975)
23. 김정자 : 한국식품의 Na⁺와 K⁺함량에 관한 연구. 이화여자대학교 대학원 석사논문(1979)
24. Sarkeer, 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)
25. 丈本太一, 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)
26. Bathurst, N. O. : The amino acids of grass pollen. *J.*

- Experimental Botany*, 5, 253(1954)
27. FAO : *Amino acid content of food and biological data on protein*. Rome, Italy, p.154(1970)
 28. 이성우 : 영양화학. 동명사, p.154(1981)
 29. 김을상, 임경자 : 참깨 및 들깨의 영양학적 연구. 인간과학, 3, 91(1979)
 30. 정운화 : 감귤피를 이용한 *Candida utilis* ATCC 9256의 단세포단백질 생산. 단국대학교 대학원 석사논문 (1986)
 31. 한재경, 김권, 김동연, 이상규 : 벌꿀의 조성과 저장중의 diastase 및 HMF 함량변화. 한국식품과학회지, 17, 155(1985)
 32. 김상애, 이강호, 류홍수 : 건어육 저장중의 단백질 소화율 저하요인. 한국영양식량학회지, 15, 45(1986)
 33. Bender, A. E. : *Food processing and nutrition*. Academic press, London, p.231(1978)
- (1992년 4월 27일 접수)