

강원도산 잡화 벌꿀의 아미노산, 당류 및 효소활성

김복남 · 김택재* · 최홍식*†

한림전문대학 전통조리과

*한국과학기술연구원 화학분석실

**부산대학교 식품영양학과

Free Amino Acid, Sugar and Enzyme Activity of Honey Harvested in Kangwon Area

Bok-Nam Kim, Taek-Jae Kim* and Hong-Sik Cheigh**†

Dept. of Traditional Cuisine, Hallym Junior College, Chunchon 206-850, Korea

*Analytical Laboratory, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 136-791, Korea

**Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

Abstract

Total nitrogen content, proline, free amino acids, sugars, invertase and diastase activities in native bee-honey (NBH) and foreign bee-honey (FBH) harvested from four different areas of Kangwon, Korea were determined. The total nitrogen contents of NBH and FBH were $0.077 \pm 0.033\text{mg}\%$ and $0.055 \pm 0.022\text{mg}\%$, respectively. Proline content in NBH was $42 \pm 10\text{mg}\%$ and was found to be much lower than that in FBH. Phenylalanine and proline were major free amino acids both in NBH and FBH. The content of total free amino acids in FBH were twice as much as that in NBH, however isomaltose content in NBH were almost two times more than that in FBH. Other sugars including fructose, glucose, sucrose and maltose were also analyzed. No differences were found between NBH and FBH in invertase activities, but comparing to these of FBH, lower values of diastase activity in NBH were observed.

Key words : bee honey, free amino acid, sugar, enzyme activities

서 론

건강식품의 하나인 벌꿀은 인류가 발견한 가장 오래된 천연 감미료로서 우리 식생활에 중요한 역할을 해왔을 뿐만아니라, 의약품으로도 널리 사용해 왔다. 벌꿀의 감미는 과당, 포도당 등의 당류 때문이며, 의약학적 작용은 각종 비타민과 무기질 그리고 미확인된 여러가지 물질들 때문으로 생각된다. 그리고 royal jelly속에 함유되어 있는 각종 불포화지방산 및 기타 성분들에 의한 여러가지 약리작용도 알려지고 있다. 외국에서의 벌꿀에 대한 연구로는, 당^{1,2)}, 아미노산³⁻⁵⁾, hydroxymethyl furfural (HMF)^{6,7)}, 무기질^{8,9)} 등이 있으며, 한국산 벌꿀에 관한 연구로는 이 등¹⁰⁾이 토종봉밀과 양봉밀 중의

유리아미노산과 유기산 및 당에 대한 보고, 백과 조¹¹⁾가 royal jelly의 유리아미노산에 대한 보고 등이 있다. 또한 정 등¹²⁾의 한국산 꿀의 산도, HMF, diastatic activity, 유리당 및 무기성분에 관한 연구가 있으며, 한 등¹³⁾의 토종봉밀과 양봉밀의 유리아미노산 함량, 저장온도 및 저장기간에 따른 diastase활성도와 HMF 함량 변화에 대한 보고들이 있다. 그리고, 본 연구자들에 의하여 벌꿀의 봉밀별, 밀원지역별 특성에 관하여 살펴본 바 있다¹⁴⁾.

본 연구는 전보¹⁴⁾에 이어 강원도산 토종밀과 양봉밀 8종을 대상으로 하되, 토종밀과 양봉밀의 특성 차이를 규명하기 위해 4개 지역별로 밀원이 잡화인 벌꿀의 총질소, proline, free amino acid, 당류 및 효소활성에 대해 분석 연구하였으므로 이를 보고하고자 한다.

† To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 시료는 강원도 농촌진흥원으로 부터 제공된 8종의 벌꿀로서 밀원은 잡화이고 채밀기간은 3월 부터 10월말이며 채밀지역은 강원도 춘성, 원성, 정선, 인제군 등이었다. 이를 $-15^{\circ}\text{C} \sim -16^{\circ}\text{C}$ 의 냉장고에 보관하고 필요에 따라 실온에서 채취하여 실험에 사용하였다.

실험방법

총질소의 함량은 AOAC¹⁵⁾에 준하여 벌꿀시료를 분쇄시킨 후 Kjeldahl 장치를 사용하여 증류하고 정량하였다. 유리아미노산 함량은 벌꿀시료 3g을 완충용액(pH 2.2)에 녹이고 불용물을 제거한 다음 amino acid analyzer(Beckman Model 116, U.S.A.)에 주입시켜 정량하였다. 유리아미노산 중 특히, proline의 함량은 AOAC¹⁵⁾ 법에 준하여 벌꿀시료 수용액을 시료로 만들어 ninhydrin으로 발색시킨 다음 515nm 부근의 흡광도를 측정하여 정량하였다. 한편, 당류의 분석은 먼저 벌꿀시료 5g을 취하여 Conrad와 Palmer¹⁶⁾와 AOAC법¹⁵⁾에 준하여 high performance liquid chromatography(HPLC) 법에 의하였다. 이때의 HPLC 조건은 column dimensions 30cm 및 40mm ID, packing material은 Bondapak /Carbohydrate, mobile phase은 $\text{CH}_3\text{CN}/\text{H}_2\text{O}$ (83 : 17), flow rate은 1.0ml/min, column temp은 23°C , chart speed는 1cm/min, pressure는 500psig이고, detector는 RI이었다. 그리고 invertase 활성은 벌꿀시료 10g을 취하여 dialysis 시키고 Shaffer-Somogyi 용액을 사용하여 AOAC법¹⁵⁾에 준하여 측정하였으며 diastase 활성은 벌꿀시료 5g을 완충용액에 녹이고 AOAC법¹⁵⁾에 준하여 starch-iodine 정색반응을 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

총 질소함량

잡화를 밀원으로 하는 지역별 벌꿀 8종의 총 질소함량 분석 결과는 Table 1과 같다. 토종밀의 질소함량 범위는 0.020~0.14%($M \pm SD$; $0.077 \pm 0.033\%$)이고, 양봉밀의 질소함량은 0.030~0.080%($0.055 \pm 0.022\%$)로서, 토종밀이 양봉밀 보다 대체로 높은 것을 알 수 있었다. 4개 지역 토종밀 4종 중 2종이 평균값 이상에 분포하고 있었으며 원성산 잡화꿀만이 예외로 낮았다. 또한, 양봉밀에 있어서는 4종 중 2종이 평균값 이하에

있었으며 정선산 잡화꿀이 예외였다.

벌꿀 중 질소함량은 일반적으로 매우 낮은 반면에 함량, 그 범위는 상당히 넓다. White¹⁷⁾이 보고한 바에 의하면 미국산 490종 벌꿀의 평균 질소함량은 0.041%이고 그 분포범위는 0.000~0.13%라고 보고하였고, 그 평균치에 대한 표준편차는 0.026이었다. 한편, Australia산 벌꿀의 경우 저장조건에 관계없이, 6종 벌꿀의 질소함량은 0.018~0.063%이었고, 이 함량은 장기간 저장중에도 변화가 거의 없었다고 보고하였다¹⁸⁾.

Proline 함량

고전적 방법으로 분석한 proline의 함량은 벌꿀에 함유된 유리아미노산 함량의 척도로 이용되어 왔으며 아직도 활용되고 있는 방법이다¹⁵⁾. 봉밀별, 밀원 지역별 잡화 벌꿀의 proline 함량은 Table 2와 같다. 토종 벌꿀의 함량 범위는 26~53mg%, 평균은 $42 \pm 10\text{mg}\%$ 이었고 양봉 벌꿀은 45~107mg% 및 $84 \pm 31\text{mg}\%$ 였다. Komamine¹⁹⁾이 벌꿀중에 proline이 가장 많은 유리 아미노산이라고 처음으로 보고한 이래 98종의 벌꿀에서 proline이 50~85%라고 보고하면서 이의 함량비율로 벌꿀의 산지를 결정하는데 이용할 수 있다고 암시하였다¹⁹⁾. 한편 유채, 보리수 및 도토리 꿀에서 proline이 가장 많아서 50.3~66%에 이르고 있다고 보고하였다¹⁴⁾. 그리고 세가지 벌꿀종의 proline은 피나무꿀에서 37.52%,

Table 1. Total nitrogen content of various honey harvested in Kangwon area

Honey	Harvesting area	N(%)	Remark
Native bee- honey	Chunsung	0.080	Range : 0.020 - 0.14
	Wonsung	0.020	
	Jungsun	0.14	Mean : 0.077 ± 0.03
	Inje	0.070	
Foreign bee- honey	Chunsung	0.030	Range : 0.030 - 0.80
	Wonsung	0.060	
	Jungsun	0.080	Mean : 0.055 ± 0.022
	Inje	0.050	

Table 2. Content of proline in various honey harvested in Kangwon area

Honey	Area	Proline(mg%)	Remarks
Native bee- honey	Chunsung	53	Range : 26 ~ 53
	Wonsung	38	
	Jungsun	49	mean : 42 ± 10
	Inje	26	
Foreign bee- honey	Chunsung	105	Range : 45 ~ 107
	Wonsung	107	
	Jungsun	77	mean : 84 ± 3
	Inje	45	

사양꿀에서 41.61% 함유하여서 역시 proline이 가장 높은 비율을 차지하고 있고 토종꿀에는 15.67%이라고 보고 하였다¹⁰⁾.

본 실험 결과에 의하면 proline 함량은 양봉밀의 경우 토종밀 보다 비교적 높은 범위를 보여주고 있으나, 양봉밀 중 인제산 잡화꿀은 예외의 함량을 나타내고 있었다. 외국산 벌꿀¹⁰⁾과 비교해 보면 토종밀은 외국산 보다 양봉밀은 일반적으로 함량이 높은 편이었다. 이와같이 일연의 결과에 의하면 prolin은 대표적인 유리아미노산의 하나이며 토종밀에서 보다 양봉밀에서 대체로 높은 함량을 지니고 있으나, 지역별 밀원별 차이가 심한 것을 알 수 있었다.

유리아미노산 조성

지역별 토종밀 및 양봉밀 8종에 대한 유리아미노산의 분석결과는 Table 3과 같다. 강원도산 벌꿀의 아미노산 중에서 확인 및 정량된 성분은 13종의 아미노산이고 threonine과 serine은 분리가 정확히 되지 않아서 그 함량을 합하여 나타냈다. 벌꿀별로 살펴보면 양봉밀이 토종밀 보다 total free amino acid의 함량에서 약 2배 정도 더 높았다. 그리고 lysine, phenylalanine, leucine 및 isoleucine은 토종밀에서, threonin, glutamic acid, prolin, alanin은 양봉밀에서 많이 함유되어 있었다. 나머지 아미노산의 함량은 서로 비슷한 수준이었다. 특히, 양봉밀의 경우 threonine은 2배, glutamic acid는 2.4배, alanine은 1.5배 정도 토종 밀 보다 더 함유하고 있었다.

다른 종류의 식품과는 달리 벌꿀은 유리아미노산 중 methionine을 거의 함유하고 있지 않은 반면, prolin 및 phenylalanine을 특별히 많이 함유하고 있었다. 그러나 phenylalanine의 함량은 지역별로 차이가 많아 토종밀, 양봉밀에 따른 특성을 설명할 수 없었다. 외국산 벌꿀의 평균 총 유리아미노산이 118.8mg%임에⁴⁾ 비해서 토종밀은 비슷하나 양봉밀은 거의 1.5배 많이 함유하고 있었다. 지역별 토종밀 및 양봉밀의 phenylalanine의 함량을 보면, 토종밀에서는 4개 지역에서 채취한 벌꿀 모두 낮은 함량을 보였고 양봉밀에서는 인제산을 제외하고 모두 높은 수준에 있었다. 이와같은 유리아미노산 함량의 특징을 진짜 벌꿀과 가짜 벌꿀에 대한 식별 기준으로 한 때 이용한 바 있다¹¹⁾.

당류 함량

봉밀별 밀원지역별 잡화 벌꿀 중 당류의 함량은 Table 4와 같다. 벌꿀 중 총 당의 함량은 57~71% 정도이

며, 주성분인 과당은 벌꿀 전체 성분중의 29~37%이지만 당류중에는 49~60%를 차지하고 있었다. 과당 다음으로 많이 함유되어 있는 당류는 포도당으로 평균 41~42% (당류중)이었다. 토종밀은 양봉밀 보다 isomaltose를 평균 2배 정도 많이 함유하고 있었다. 한편, 본 실험에서 얻은 당류의 전체 함량에 있어서는 토종밀 중 인제산 잡화꿀이 71.2%, 양봉밀 중 춘성잡화꿀이 67.6%로 각각 가장 높은 함량을 지니고 있었다. Sucrose에 있어서는 토종밀 및 양봉밀 모두 2.0g% 이하였으나 정선산 양봉밀만이 3.57g%로 예외를 나타내고 있었다.

Shallenberger 등²⁰⁾의 보고에 의하면 벌꿀 중 과당의 평균 함량은 38.19%이고 포도당은 31.28%, 설탕은 1.31% 그리고 maltose는 7.31%이었다. Maeda 등²¹⁾은 3종의 벌꿀의 당류를 분석하였을 때 과당이 전당류의 50% 이상을 차지하였고 포도당이 20~40%, 설탕은 0~3.66%, 그리고 maltose는 0.63~4.35%를 차지하고 있다고 보고하였다. 이 등의 보고에 의하면 봉밀별 3종의 벌꿀 중 과당이 36.90~42.75%이고 포도당이 29.90~41.80%이며 설탕과 maltose는 각각 0.80~9.00% 및 1.00~3.30%으로, 벌꿀의 종류에 따라 당의 조성구 함량은 큰 차이를 보이지 않았으나 사양꿀에서 설탕의 함량이 다소 높았다고 보고한 바 있다¹⁰⁾.

효소활성도

벌꿀 시료들의 invertase 및 diastase활성을 조사한 결과는 Table 5와 같다. Invertase활성(g sucrose hydrolyzed/100g honey/hour at 35°C)은 토종밀이 평균 15.7±9.3, 양봉밀이 평균 11.3±7.6으로서 봉밀별로는 큰 차이를 보이지 않았으나 토종밀이 양봉밀 보다 약간 큰 값을 나타냈다. 밀원별로 보면 토종밀의 원성산 잡화꿀이 26으로 가장 큰 값이었고, 양봉밀의 인제산 잡화꿀이 1.6으로 최소값을 나타냈다. 이와같은 경향을 외국산^{12,19)}과 비교해 보면 큰 차이를 보이지는 않았다.

Diastase활성은 벌꿀의 품질을 결정하는 가장 오래된 척도중의 하나로 iodine-coloration power의 감소를 측정하여 활성을 결정하고 있다²²⁾. 본 실험에서 diastase의 활성은 Table 5와 같이 16~48 (diastase number)의 범위였고, 벌꿀별로는 토종밀이 20±4.4, 양봉밀이 37±15이었다. Invertase 활성과는 반대로 양봉밀의 diastase 활성이 토종밀 보다 2~5배 정도 높은 값을 보여 주었다. 또한 정선산 토종밀을 제외하고는 토종밀은 29 이하, 양봉밀은 29 이상으로 구별되었다. 외국산과 비교해 보면 그 범위가 비슷한 분포를 보이고 있었다¹⁷⁾.

Table 3. Free amino acids in various bee-honey harvested in Kangwon area

Honey	Harvesting area	(mg%)													
		Lysine	Arginine	Aspartic acid	Threonine +serine	Glutamic acid	Proline	Glycine	Alanine	Valine	Isoleu-cine	Leucine	Tyrosine	Phenyl-alanine	Total
Native bee-honey	Chunsung	1.73	0.45	3.65	2.09	1.80	39.4	0.68	1.60	0.78	0.55	0.68	14.8	14.8	67.4
	Wonsung	1.83	0.52	4.41	10.3	5.98	36.2	0.71	1.87	1.46	1.37	1.90	21.6	21.3	91.0
	Jungsun	4.51	0.68	1.23	14.1	3.16	48.1	0.92	2.17	9.15	26.6	31.5	14.9	14.9	180.1
	Inje	10.89	2.60	-	3.26	2.03	25.7	0.32	0.73	0.75	0.89	1.46	9.28	9.28	59.6
Range		1.73~10.89	0.45~2.60	0~4.41	2.09~14.1	1.80~5.98	25.7~48.1	0.32~0.98	0.73~2.17	0.75~9.15	0.55~26.6	0.68~31.5	0.77~20.7	9.28~21.3	59.6~180.1
Mean		4.74	1.06	3.10	7.44	3.24	37.35±9.4	0.66	1.59	3.04	7.35	8.89	6.23	15.5	99.53
Foreign bee-honey	Chunsung	2.14	0.49	5.17	12.4	4.69	93.9	0.60	3.10	2.14	1.77	-	4.43	93.0	225.6
	Wonsung	2.99	0.38	3.78	13.9	4.17	109.7	0.58	3.45	2.33	1.36	2.29	4.71	87.7	239.2
	Jungsun	3.41	0.62	4.38	25.3	19.9	104.6	0.81	2.37	1.41	0.75	0.9	2.72	21.5	190.6
	Inje	2.43	0.29	0.10	5.20	2.76	48.5	0.37	0.94	2.14	3.49	3.69	2.77	5.65	79.7
Range		2.14~3.41	0.29~0.62	0.10~5.17	5.20~25.3	2.76~19.9	48.5~109.7	0.37~0.81	0.94~3.45	1.41~2.33	0.73~3.49	0~3.69	2.72~4.71	5.65~93.0	79.7~239.2
Mean		2.74	0.45	3.36	14.2	7.88	89.2±24.4	0.59	2.47	2.01	1.84	2.3	3.66	51.96	183.8

Table 4. Sugars in various bee-honey harvested in Kangwon area

Honey	Harvesting area	(%)											
		Fructose		Glucose		Sucrose		Maltose		Isomaltose		Total	
		A*	B**	A	B	A	B	A	B	A	B	A	A
Native bee-honey	Chunsung	34.2	52.8	24.2	37.4	1.97	3.0	3.15	4.9	1.23	1.9	64.8	2.6
	Wonsung	29.4	51.9	22.7	40.0	1.36	2.4	2.73	4.8	0.50	0.9	56.9	5.5
	Jungsung	34.8	50.9	30.4	44.4	0.85	1.2	2.10	3.1	0.25	0.4	68.4	8.4
	Inje	36.6	51.4	29.9	42.0	1.47	2.1	3.07	4.3	0.13	0.2	71.2	23.6
Range		29.4~36.6	50.9~52.8	22.7~30.4	37.4~44.4	0.85~1.97	1.2~3.0	2.10~3.15	3.1~4.9	0.13~1.23	0.2~1.9	56.9~71.2	2.6~23.6
Mean		33.7±3.3	51.6	26.8±3.3	41.0	1.41±0.36	2.2	2.76±0.37	4.3	0.53±0.40	0.85	65.3±6.5	10.0
Foreign bee-honey	Chunsung	33.4	49.4	29.9	44.2	1.00	1.5	2.78	4.1	0.53	0.8	67.6	5.2
	Wonsung	29.8	51.3	24.9	42.9	0.87	1.5	2.17	3.7	0.33	0.6	58.1	6.6
	Jungsung	29.6	50.0	24.0	40.5	3.57	6.0	1.97	3.3	0.09	0.2	59.2	21.9
	Inje	30.8	59.8	26.2	42.3	1.06	1.7	3.80	6.1	0.04	0.1	61.9	95.0
Range		29.6~33.4	49.4~59.8	24.0~29.9	40.5~44.2	0.87~3.57	1.5~6.0	1.97~3.80	3.3~6.1	0.03~0.53	0.1~0.8	58.1~67.6	5.2~95.0
Mean		30.9±3.8	52.6	26.3±2.6	42.5	1.63±0.92	2.68	2.68±0.55	4.3	0.25±0.18	0.4	61.7±5.1	32.2

*g% in honey, **g% in total sugars

Table 5. Enzyme activity in various honey harvested in Kangwon area

Honey	Harvesting area	Invertase ^a		Diastase ^b	
Native bee-honey	Chunsung	9.8	Range	17	Range
	Wonsung	26	2.0~26	18	16~29
	Jungsun	25	Mean	29	Mean
	Inje	2.0	15.7±9.3	16	20±4.4
Foreign bee-honey	Chunsung	6.7	Range	35	Range
	Wonsung	17	1.6~20	32	29~48
	Jungsun	20	Mean	29	Mean
	Inje	1.6	11.3±7.6	48	37±15

^ag Sucrose hydrolyzed/100g honey/hour at 35°C

^bDiastase number

요 약

강원도 4개 지역별로 채취된 토종밀 4종, 양봉밀 4종 등 잡화꿀 8종에 대한 총질소, proline, 유리아미노산, 당류 및 효소에 대한 특성을 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 토종밀의 총 질소함량의 범위는 0.020~0.14% ($M \pm SD$ 0.077±0.033mg%)이었고, 양봉밀의 총 질소 범위는 0.030~0.080% (0.055±0.022%)이었다. 토종밀의 proline 범위는 26~53mg% (42±10mg%)이고 양봉밀의 범위는 45~107mg% (84±31mg%)으로서 proline 함량은 양봉밀과 토종밀의 함량차이가 뚜렷하였다. 그리고 토종밀의 유리아미노산 함량은 외국산 벌꿀의 총 유리아미노산의 함량과 비슷하나 양봉밀의 경우 1.5배 정도 많이 함유되어 있었다. 아미노산의 하나인 phenylalanine은 토종밀, 양봉밀의 함량이 일정치 않았다. 토종밀은 양봉밀에 비해 isomaltase의 경우 평균 2배 정도 많이 함유하고 있다. 주요 당류인 과당이나 포도당에 있어서는 특별한 경향이 없이 불규칙적인 분포를 보였다. 그리고 invertase 활성에 있어서 토종밀 및 양봉밀의 특징적인 차이가 없이 각각 15.7±9.3 및 11.3±7.6을 보였다. 또한 diastase활성은 토종밀이 20±4.4, 양봉밀이 37±15로 후자가 더 높은 경향을 보였다.

문 헌

- Kushnir, I. : Sugars and sugar products ; Sensitive thin layer chromatographic detection of high fructose corn syrup and other adulterants in honey. *J. Assoc. Anal. Chem.*, **62**, 917(1979)
- White, J. W. Jr. : Detection of honey adulteration by carbohydrate analysis. *J. Assoc. Anal. Chem.*, **63**, 11(1980)
- White, J. W. Jr. and Kushnir, I. : Composition of honey ; Protein. *J. Apicultural Research*, **6**, 163(1967)
- Davies, A. M. C. : Amino acid analysis of honeys from Eleuen Countries. *J. Apicultural Research*, **4**, 29(1975)
- Komamine, A. : Amino acid in honeys. *Acta Chem. Fenn.*, **B33**, 185(1960)
- White, J. W. Jr. : Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey ; Collaborative Study. *J. Assoc. Anal. Chem.*, **62**, 515(1979)
- White, J. W. Jr., Kushnir, I. and Doner, L. W. : Charcoal column thin layer chromatographic method for high fructose corn syrup and spectrophotometric method for 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in honey ; Collaborative Studies. *J. Assoc. Anal. Chem.*, **62**, 921(1979)
- White, J. W. Jr. : Determination of acidity, nitrogen, and ash in honey. *J. AOAC*, **45**, 548(1963)
- Wootton, M., Edwards, R. A., Gstsjiharemi, R. and Johnson, A. T. : Effect of accelerated storage conditions on the chemical composition and properties of Australian honeys ; (1) Colour, acidity and total nitrogen content. *J. Apicultural Research*, **15**, 23(1976)
- 이성우, 김광수, 김갑량, 이강자, 김경희 : 각종 식품의 정미성분에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **3**, 168(1971)
- 백광옥, 조부연 : 로얄젤리의 free amino acid에 관하여. *강원대학교 연구논문집*, **6**, 7(1972)
- 정원철, 김만옥, 송기준, 최연호 : 한국산 꿀의 품질 특성. *한국식품과학회지*, **16**, 17(1984)
- 한재경, 김관, 김동윤, 김상규 : 벌꿀의 조성 및 저장 중의 diastase 및 hydroxymethylfurfural 함량 변화. *한국식품과학회지*, **17**, 155(1985)
- 김복남, 김택제, 최홍식 : 강원도산 잡화 벌꿀의 유기산 및 지방산 특성에 관한 연구. *한국영양식품과학회지*, **20**, 52(1991)
- A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 13th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C., p.509(1980)
- Conrad, E. C. and Palmer, J. K. : Rapid analysis of carbohydrate by high pressure liquid chromatography. *Food Technol.*, **11**, 84(1976)
- White, J. W. Jr. : Honey. *Advances in Food Research*, **24**, 288(1978)
- White, J. W. Jr. and Rudy, O. N. : Proline content of United States honeys. *J. Apicultural Research*, **17**, 89(1978)

19. White, J. W., Tr. Kushnir, I. and Subers, M. H. : Effect of storage and processing temperatures on honey quality. *Food Technol, April*, 153 (1964)
20. Shallenberger, R. S., Guild, W. E. Jr. and Morse, R. A. : Detecting honey blended with sugar syrup. *New York's Food and Life Science*, **8**, 8 (1975)
21. Maeda, S., Mukai, A., Kosuki, N. and Okada, Y. : The flavor components of honey. *Japanese J. Food Sci. Technol.*, **9**, 270 (1962)
22. White, J. W., Ridthof, M. L. and Kushnir, I. : Composition of honey ; The effect of stroage on carbohydrates, acidity, and disatase content. *J. Food Sci.*, **26**, 63 (1961)

(1994년 5월 15일 접수)