

## 국내 유통되는 벌꿀의 품질특성

김재영 · 송하연<sup>1</sup> · 문진아<sup>2</sup> · 신민홍<sup>3</sup> · 백승화<sup>4,\*</sup>

환경부 화학물질안전원 사고예방심사과, <sup>1</sup>원광대학교 생물환경화학과,  
<sup>2</sup>식품의약품안전처 식품영양안전국 영양안전정책과, <sup>3</sup>식품의약품안전처 기획재정담당관,  
<sup>4</sup>충북도립대학교 바이오식품생명과학과

## Quality Properties of Honey in Korean Commercial Markets

Jae-Young Kim, Ha-Yeon Song<sup>1</sup>, Jin-Ah Moon<sup>2</sup>, Min-Hong Shin<sup>3</sup>, and Seung-Hwa Baek<sup>4,\*</sup>

Accident Prevention and Assessment Division, National Institute of Chemical Safety, Ministry of Environment

<sup>1</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University

<sup>2</sup>Nutrition Safety Policy Division, Bureau of Food Nutrition and Dietary Safety, Ministry of Food and Drug Safety

<sup>3</sup>Planning and Budget Office, Director General for Planning and Coordination, Ministry of Food and Drug Safety

<sup>4</sup>Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University

**Abstract** This study was carried out to examine the quality properties of honey in Korean commercial markets. The moisture content, stable carbon isotope ratio, invert sugar, cane sugar, and hydroxy-methylfurfural (HMF) contents of honey were measured according to the Korea Food Code and AOAC's (Association of Official Analytical Chemists) official methods. The stable carbon isotope ratio ranged from  $-25.18\text{‰}$  to  $-12.60\text{‰}$ , which clearly differed between honey of C<sub>3</sub> origin (flower) and C<sub>4</sub> origin (artificial). Results of quality measurements revealed a moisture content of 18.12 to 19.70%, fructose content of 36.10 to 43.94%, glucose content of 22.61 to 31.91%, sucrose content of 1.56 to 4.75%, invert sugar content of 64.89 to 72.79%, and HMF content of 4.10 to 78.66 mg/kg. These values demonstrate that the quality of the tested honey meets the standard criteria of the Korean Food Code and Codex. However, it is necessary to reconsider the appropriate criteria for imported honey because it is circulated in the market through a long distribution process.

**Keywords:** carbohydrate content, honey, hydroxy methyl furfural content, moisture content, stable carbon isotope ratio

## 서 론

국내 식품공전에 따르면 벌꿀의 정의는 “꿀벌들이 꽃꿀, 수액 등 자연물을 채집하여 벌집에 저장한 것을 채밀한 것으로, 채밀 후 화분, 로얄젤리, 당류, 감미료 등 다른 식품이나 식품첨가물을 첨가하지 아니한 것을 말한다.”로 기술하고 있다. 벌꿀의 기준 및 규격은 수분(20% 이하), 물불용분(0.5% 이하), 산도(40 meq/kg 이하), 전화당(60% 이상), 자당(7% 이하), hydroxy methyl furfural (HMF, 80 mg/kg 이하), 타르색소(검출되어서는 아니 된다), 인공 감미료(검출되어서는 아니 된다)로 규정하고 있다(1). 아울러, EU 및 Codex 등의 국제기구에서도 벌꿀의 기준 및 규격을 국내의 식품공전과 유사하게 설정하고 있다(2,3). 이러한 규정은 벌꿀 구성성분의 이화학적 특성에 근거하여 품질평가를 수행하고 있으며, 벌꿀의 진위여부에 관한 소비자들의 관심이 높아짐에 따라

벌꿀의 품질평가와 관련된 연구가 진행되고 있다.

국내에서 벌꿀 생산은 기후적 측면이 강하게 작용하여 봄과 여름에 집중되어 있다. 따라서 짧은 생산기간에 맞춰 품질평가의 신속성이 요구되는데 여름과 같이 기온이 급격히 상승될 경우 품질저하와 향미의 변화를 가져올 수 있다. 따라서 벌꿀의 품질평가에 관한 연구는 국내에서 활발히 진행되고 있는데, 대표적인 예로 근적외선 분광분석법을 이용한 품질평가법(4,5), 국내산 벌꿀의 화학적 특성 연구(6), 가스크로마토그래프를 이용한 품질평가법(7), 안정동위원소비율을 이용한 품질평가법(8), 벌꿀의 유변학적 특성 평가(9) 등으로 다양한 연구가 활발하게 수행되고 있다.

국외의 연구 결과에서도 기후 및 지리적 환경이 벌꿀의 품질에 크게 관여한다고 알려져 있는데, 호주, 미국 및 캐나다 등과 같이 국토의 면적이 넓은 국가는 지정학적 위치에 따라 계절이 다른 다양한 기후 환경을 가지고 있어 생산지역마다 각기 다른 품질특성을 지니고 있다. 이러한 측면에서 볼 때 다양한 지역에서 생산되는 벌꿀은 품질의 지표가 될 수 있는 구성성분의 규격을 관리할 필요성이 존재한다. 따라서 호주, 미국, 캐나다 등 각 국가기관 및 EU, Codex 등 국제기구에서는 품질지표에 관여할 수 있는 구성성분의 기준을 각국의 환경에 맞게 설정하고 있으며, 다양한 국가에서 생산되는 벌꿀의 당 및 HMF 함량 연구(10), 밀원의 기원을 확인할 수 있는 동위원소비율 연구(11) 등 다양한 연구도 활발하게 수행되고 있다.

\*Corresponding author: Seung-Hwa Baek, Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Okcheon, Chungbuk 373-806, Korea  
Tel: 82-43-730-6381  
Fax: 82-43-731-8337  
E-mail: jinho@cpu.ac.kr  
Received May 30, 2014; revised June 28, 2014;  
accepted June 29, 2014

이와 같이 벌꿀의 조성은 밀원의 종류, 기후, 환경조건 등 생산되는 지역의 특성에 기인하여 성분 함량 측면에서 차이를 확인할 수 있다. 또한, 벌꿀의 주성분은 당류가 60% 이상, 수분이 20% 내외, 그 외 영양성분으로서 단백질, 산, 미네랄 등이 공통적으로 함유되어 있으며(12), 각각의 밀원에 따라 색, 향기, 맛 등이 독특하게 나타내어 클로버, 감귤, 싸리, 아카시아, 밤, 감, 메밀 및 유채벌꿀 등 다양하게 생산되고 있다(13). 아울러 벌꿀은 주로 단당류로 이루어져 있고 산성을 띄기 때문에 가공·유통시 물리적인 열 또는 장시간 저장에 의해 fructose와 같은 단당류가 hexose로부터 탈수 반응이 일어나 품질에 영향을 미칠 수 있는 HMF가 생성된다(13).

따라서 국내에서 생산·가공·유통되는 벌꿀은 주기적인 품질평가가 요구되며, 품질평가를 통해 통합적인 기준 및 규격을 명확히 함으로써 소비자들이 안심하고 고품질의 상품을 섭취할 수 있도록 해야 한다. 이러한 측면에서 본 연구는 국내에서 유통되는 다양한 벌꿀을 수집하여 품질평가 지표로 활용되는 수분함량, 안정탄소동위원소비율, 당 조성 및 HMF 함량을 비교·조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

시료는 국내에 유통 중인 벌꿀을 대상으로 원산지 및 밀원에 따라 인터넷 쇼핑몰 및 대형마트에서 구매하였다. 구매한 벌꿀은 안정탄소동위원소비율 측정을 이용해 순수여부를 확인하였다. 분석에 사용된 벌꿀은 국내산의 경우, 아카시아꿀(KAC, 10점), 잡화꿀(KPF, 10점), 밤꽃꿀(KCN, 10점), 사양꿀(KAF, 10점) 등 40점, 수입산은 뉴질랜드산으로 마누카꿀(NMN, 10점), 잡화꿀(NPF, 5점), 루마니아산으로 아카시아꿀(RAC, 5점), 호주산으로 잡화꿀(APF, 5점), 레더우드꿀(ALW, 5점), 독일산으로 아카시아꿀(GAC, 5점), 이탈리아산으로 밤꿀(ICN, 5점) 등 40점, 총 80점을 분석에 사용하였다.

### 안정탄소동위원소비율 측정

분석에 사용된 벌꿀의 순수여부 확인을 위하여 AOAC에 등재된 벌꿀의 안정탄소동위원소비율 분석법을 활용하였다(14). 분석기기는 원소분석기(Elemental analyzer (EA), Vario micro cube, Elementar, Hanau, Germany)가 장착된 안정동위원소 질량 분석기(Isotope ratio mass spectrometer (IR-MS), Isoprime, Cheadle, UK)를 사용하였다. 안정탄소동위원소비율은 시료 약 150 µg을 주석 캡슐에 넣어 세밀하게 밀봉한 후 원소분석기에 주입하였다. 이는 1150°C의 고온으로 유지된 원소분석기 상에서 산소 공급 하에 연소로와 환원로의 컬럼을 거쳐 완전하게 연소시킨 후 흡착 컬럼에 의해 잔존하는 수분을 완전히 제거하여 얻어진 가스를 표준 기체( $\delta^{13}\text{C}$ :  $\text{CO}_2$ )와 함께 He을 운반 기체로 하여 안정동위원소 질량 분석기에 주입되어 안정탄소동위원소 비율의 값을 자동으로 측정하였다.

안정탄소동위원소비율의 측정을 위한 질량 분석기의 조건으로 accelerating voltage는 약 3500 V, extraction voltage는 75% AV 이하, half plate differential (V)와 Z-plate voltage (V)은 최고 감도를 보이는 조건, trap current는 200-800 µA, electron volt는 70-100 eV, ion repeller voltage는 -2- -10 V, magnet current는 약 4000 mA으로 하였다.

분석에 사용된 가스는 운반 기체로 헬륨(He, Donga Industrial Gas, Seoul, Korea), 표준 기체는 이산화탄소( $\text{CO}_2$ , Donga Industrial

Gas)로 순도 99.999% 이상인 것을 사용하였다. 표준물질은 국제원자력 기구(IAEA: International Atomic Energy Agency)에서 인증된 것으로 IAEA-CH-6 [(Sucrose:  $-10.449 \pm 0.033\%_{\text{VPDB}}$ , IAEA, Vienna, Austria)을 사용하였다.

안정탄소동위원소비율 값은 relative delta per mil (‰)을 단위로 하여 표준물질인 Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB)의 안정탄소동위원소비율에 대한 시료의 안정탄소동위원소비율을 환산하여 다음 계산식에 의하여 산출하였다.

$$\delta^{13}\text{C}\text{‰} = \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}} - (^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{VPDB}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{VPDB}}} \times 1,000$$

### 수분함량 측정

수분함량 측정은 시료를 잘 섞고 20°C를 유지하면서 압배출절기(NAR-IT, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 굴절률을 측정하고 식품공전에 명시된 온도에 따른 보정 값을 적용한 후 수분환산표에 따라 수분함량을 산출하였다(1).

### 전화당 및 자당 함량

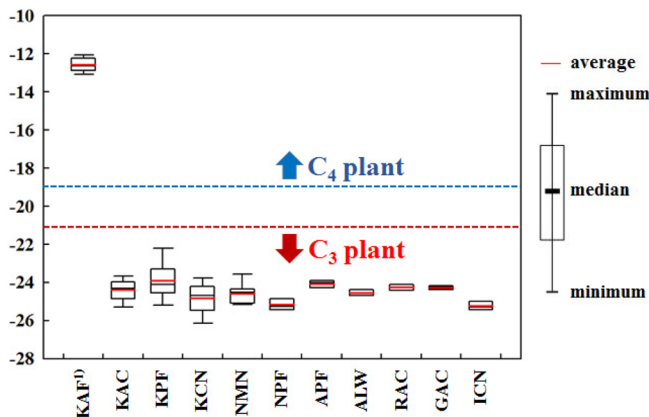
벌꿀의 전화당 및 자당 함량은 식품공전의 액체크로마토그래피법에 따라 측정하였다(1). 100 mL의 메스플라스크에 시료 1 g을 정밀히 달아 증류수 25 mL로 넣어 녹이고, 아세토니트릴로 표선까지 정용한 후 0.45 µm 멤브레인 필터로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 기기는 Waters HPLC system (e2695, Waters, Milford, MA, USA)을 이용하여 분석하였다. 이때 HPLC 조건은 Prevail Carbohydrate ES (4.6×250 mm, 5 µm; Grace Davison Discovery Sciences, Deerfield, IL, USA) 컬럼을 사용하였고, 컬럼 온도는 40°C, 이동상은 아세토니트릴:증류수(75:25, v/v)를 사용하여 분당 1.0 mL 속도로 유지시켰으며 주입량은 10 µL로 하여 굴절계검출기(2414, Waters, Milford, MA, USA)를 사용하여 분석하였다. 표준용액은 glucose, fructose 및 sucrose (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 1%의 stock solution을 조제한 후 0.25, 0.5 및 1%의 농도로 희석하여 측정된 결과로부터 작성된 검량선을 이용하여 전화당 및 자당 함량을 계산하였다.

### HMF 함량

벌꿀의 HMF 함량은 식품공전의 액체크로마토그래피법에 따라 측정하였다(1). 50 mL의 메스플라스크에 시료 5 g을 정밀히 달아 증류수로 정용한 후 0.45 µm 멤브레인 필터로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 기기는 Waters HPLC system (e2695, Waters)을 이용하여 분석하였다. 이때 HPLC 조건은 Xbridge C<sub>18</sub> (4.6×250 mm, 5 µm, Waters, Dublin, Ireland) 컬럼을 사용하였고, 컬럼 온도는 40°C, 이동상은 메탄올:증류수(10:90, v/v)를 사용하여 분당 1.0 mL 속도로 유지시켰으며 주입량은 20 µL로 하여 UV/Vis 검출기(2489, Waters)를 사용하여 분석하였다. 표준용액은 HMF (Wako Chemical, Osaka, Japan)를 사용하여 100 mg/L의 stock solution을 조제한 후 0.5, 1, 2.5, 5 및 10 mg/L의 농도로 희석하여 측정된 결과로부터 작성된 검량선을 이용하여 HMF 함량을 계산하였다.

### 통계 분석

통계 분석은 SPSS ver. 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 소프트웨어를 이용하여 측정하였다. 즉, 데이터 간의 유의차는 One way ANOVA의 Duncan's multiple range test를 통해  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.



**Fig. 1. Stable carbon isotope ratio ( $\delta^{13}\text{C}$ ) of circulated honey in Korea.** <sup>1</sup>KAF: artificial honey from Korea, KAC: acacia honey from Korea, KPF: poly-flower honey from Korea, KCN: chestnut honey from Korea, NMN: manuka honey from Newzealand, NPF: poly-flower honey from Newzealand, APF: poly-flower honey from Australia, ALW: leatherwood honey from Australia, RAC: acacia honey from Rumania, GAC: acacia honey from Germany, ICN: chestnut honey from Italy.

## 결과 및 고찰

### 안정탄소동위원소 비율을 활용한 벌꿀의 순수여부 확인

식물의 주요 구성 성분인 탄수화물은 식물체의 종류에 따라 두 가지의 서로 다른 광합성 경로에 의하여 만들어지며 그 경로에 따라 축적되는 탄소동위원소비율이 다르다. 이는 Calvin 광합성 사이클을 이용한  $\text{C}_3$  식물군(-21‰ 이하)과 Hatch-Slack 광합성 사이클을 이용하는  $\text{C}_4$  식물군(-19‰ 이상)으로 분류되며, 이러한 구분은 벌꿀의 밀원 확인에 이용된다(11,15,16). 따라서 수집된 벌꿀의 순수 여부를 확인하기 위해 안정탄소동위원소비율을 측정하였다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 안정탄소동위원소비율은 원산지 또는 밀원에 따라 -25.18~ -12.60‰ 범위로 나타났으며, (KAF) (KPF, APF, RAC, GAC, KAC, ALW, NMN) (RAC, GAC, KAC, ALW, NMN, KCN) (ALW, NMN, KCN, NPF, ICN)의 4개 그룹의 유의성이 인정되었다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 Cho 등(8)이 보고한 결과에서 확인할 수 있는데, 꿀벌이 채집하는 주요 밀원인 꽃은 대부분이  $\text{C}_3$  식물로 이루어져 있고, 사계절이 뚜렷한 우리나라 기후 특성 상 꽃이 부족한 겨울에는 설탕 시럽을 꿀벌의 먹이로 사용하여 수명을 늘림으로써 양봉 소득에 도움을 주고 있다(8,17). 이때 사용되는 설탕 시럽은 주로 사탕수수가 주원료로 제공되며, 이는  $\text{C}_4$  식물 기원인 것으로 알려져 있다. 따라서 4개 그룹의 유의성이 확인되었더라도, 큰 범위 측면에서  $\text{C}_3$  식물 기원인 꽃꿀과  $\text{C}_4$  식물 기원인 사탕꿀로 양분화되는 경향으로 볼 수 있다. 이러한 결과는 기존 수행된 연구에서 확인할 수 있는데, Cho 등(8)의 결과에 의하면 국내산 163종, 수입산 52종 등 총 215종의 벌꿀을 수집하여 안정탄소동위원소비율을 측정한 결과,  $\text{C}_3$  식물군(-27~-21‰)과  $\text{C}_4$  식물군(-19~-11‰)이 확인한 차이를 나타내어 본 연구의 결과( $\text{C}_3$  식물군(-26~-22‰),  $\text{C}_4$  식물군(-14~-12‰)와 유사하였다. 또한, Padovan 등(11)의 순수벌꿀(-27‰)과 고과당 옥수수 시럽(HFCS, high fructose corn syrup (-12~-9‰)) 간의 차이와도 유사하였다. 따라서 상기 연구결과를 근거로 본 연구에서 수집된 벌꿀의 순수여부는 사탕꿀을 제외하고 꽃을 밀원으로 하는 벌꿀 모두가 순수벌꿀로 유통됨을 확인하였다.

**Table 1. Moisture contents of circulated honey in Korea**

Country		Nectar	Average (%)
Domestic honey	Korea	Acacia	18.74±0.42 <sup>(1)</sup>
		Poly-flower	19.70±0.22 <sup>a</sup>
		Chestnut	19.64±0.21 <sup>a</sup>
		Artificial	19.68±0.17 <sup>a</sup>
Imported honey	Newzealand	Manuka	18.80±0.42 <sup>bc</sup>
		Poly-flower	19.12±0.23 <sup>b</sup>
Imported honey	Australia	Poly-flower	18.60±0.37 <sup>c</sup>
		Leatherwood	18.12±0.41 <sup>d</sup>
	Rumania	Acacia	19.60±0.20 <sup>a</sup>
	Germany	Acacia	19.56±0.26 <sup>a</sup>
	Italy	Chestnut	18.60±0.32 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

### 수분함량

수집된 벌꿀의 수분함량은 18.12-19.70% 범위로 Table 1과 같으며, 산지별 차이는 국내산의 경우 18.74-19.70%, 수입산의 경우 18.12-19.60% 범위로 큰 차이를 나타내지 않았다(Table 1). 우리나라 식품공전의 수분함량 기준 및 규격은 20% 이하로 규정되어 있으며(1), EU 및 Codex에서도 20% 이하로 규정되어 있다(2,3). 따라서 수집된 벌꿀은 국내는 물론 국제적인 수준에도 부합하는 결과를 확인할 수 있었다. 이처럼 20% 이하의 기준이 설정된 이유는 벌꿀 고유의 흡습성이 기인하는데, 20% 이상의 수분을 함유할 경우, 효모에 의한 발효가 일어나기 쉽고 결정화에도 큰 영향을 미쳐 벌꿀의 품질에 큰 영향을 끼치기 때문이다(13).

또한, 수분함량은 벌꿀의 성상에 큰 영향을 미치는데, glucose 및 fructose 함량과 더불어 벌꿀의 결정 생성 여부를 좌우한다. Hawer 등(18)에 의하면 glucose 용해도는 fructose의 농도에 비례하며, glucose 무수물(無水物)과 결정화된 수화물(水化物) 사이의 평형관계에 기인하는 것으로 추측하였다. 즉 fructose 함량이 높을 경우 무수물을 선호하여 자유수에 대한 용해도를 증가시켜 결정화를 감소시키고, fructose 함량이 낮은 경우 수화물을 선호하여 자유수의 함량이 낮게 되어 결정화가 증가되는 것이다. 따라서 수분함량의 결과는 벌꿀 전체 가용성분의 60% 이상인 당류에 상당한 영향을 끼칠 것으로 판단된다.

기존 벌꿀의 품질평가 연구 결과와 비교하면 본 연구의 결과는 적절한 수준을 유지한다고 판단되는데, Hawer 등(18)은 아카시아꿀이 18-22% 수준이라 보고하였고, Kim과 Rhee(13)는 토종꿀의 경우 평균 19.5%, 양봉꿀은 평균 19.5% 수준이라 보고한 바 있다. 따라서 기존 연구와 더불어 본 연구의 결과는 수분함량 20% 내외로서 국내 품질 규격 관리가 비교적 양호한 것으로 판단된다.

### 당 함량

벌꿀의 품질평가의 척도 중 하나인 당의 조성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 벌꿀의 주성분으로는 단당류인 fructose와 glucose가 있으며, sucrose를 포함한 이당류 그리고 소량의 올리고당류가 전체 가용성분의 약 60-80%를 차지하여 수분함량을 제외하면 이들 당류들이 벌꿀성분의 대부분을 구성하고 있다. 이와 관련하여 식품공전 및 Codex에서는 벌꿀에 함유되어 있는 당류의 기준을 fructose와 glucose의 합인 전화당의 경우 60% 이상, sucrose의 경우 7% 및 5% 이하로 각각 규정하고 있다(1,3).

**Table 2. Invert sugar, cane sugar, and F/G ratio of circulated honey in Korea**

	Country	Nectar	Invert sugar (%)			Cane sugar (%)	F/G <sup>2)</sup> ratio
			Total	Fructose	Glucose	Sucrose	
Domestic honey	Korea	Acacia	72.79±3.75 <sup>a1)</sup>	43.94±2.29 <sup>a</sup>	28.85±1.93 <sup>bc</sup>	4.35±1.67 <sup>ab</sup>	1.53±0.08 <sup>bc</sup>
		Poly-flower	67.32±2.00 <sup>de</sup>	39.99±2.13 <sup>cd</sup>	27.33±1.45 <sup>cd</sup>	3.76±1.41 <sup>ab</sup>	1.47±0.13 <sup>bc</sup>
		Chestnut	65.79±5.34 <sup>de</sup>	43.18±2.25 <sup>ab</sup>	22.61±3.62 <sup>e</sup>	3.69±1.80 <sup>ab</sup>	1.95±0.28 <sup>a</sup>
		Artificial	66.59±4.23 <sup>de</sup>	36.10±1.92 <sup>e</sup>	30.49±2.50 <sup>ab</sup>	4.18±1.70 <sup>ab</sup>	1.19±0.05 <sup>e</sup>
Imported honey	Newzealand	Manuka	72.21±1.78 <sup>ab</sup>	40.30±0.87 <sup>cd</sup>	31.91±1.30 <sup>a</sup>	1.56±1.66 <sup>e</sup>	1.27±0.05 <sup>de</sup>
		Poly-flower	71.36±0.48 <sup>abc</sup>	39.47±0.48 <sup>d</sup>	31.89±0.72 <sup>a</sup>	2.62±0.66 <sup>bc</sup>	1.24±0.04 <sup>de</sup>
	Australia	Poly-flower	68.16±0.96 <sup>cde</sup>	39.61±0.62 <sup>cd</sup>	28.54±0.72 <sup>bc</sup>	3.96±0.84 <sup>ab</sup>	1.39±0.04 <sup>cd</sup>
		Leatherwood	68.74±0.70 <sup>bcd</sup>	39.11±0.56 <sup>d</sup>	29.63±0.35 <sup>abc</sup>	4.32±0.57 <sup>ab</sup>	1.32±0.02 <sup>de</sup>
	Rumania	Acacia	71.52±0.23 <sup>abc</sup>	42.67±0.53 <sup>ab</sup>	28.85±0.67 <sup>bc</sup>	3.43±1.58 <sup>ab</sup>	1.48±0.05 <sup>bc</sup>
	Germany	Acacia	67.49±1.60 <sup>de</sup>	41.57±0.99 <sup>bc</sup>	25.92±0.64 <sup>d</sup>	3.73±0.36 <sup>ab</sup>	1.60±0.02 <sup>b</sup>
	Italy	Chestnut	64.89±0.97 <sup>e</sup>	39.42±0.50 <sup>d</sup>	25.47±0.69 <sup>d</sup>	4.75±0.75 <sup>a</sup>	1.55±0.04 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test, <sup>2)</sup>F: fructose, G: glucose.

본 연구에서 수집한 벌꿀의 fructose 함량은 36.10-43.94% 범위로 (KAC, KCN, RAC) (KCN, RAC, GAC) (GAC, NMN, KPF, APF) (NMN, KPF, APF, NPF, ICN, ALW) (KAF)의 5개 그룹으로 유의성이 인정되었다( $p<0.05$ ). Glucose 함량은 22.61-31.91% 범위로 (NMN, NPF, KAF, ALW) (KAF, ALW, KAC, RAC, APF) (ALW, KAC, RAC, APF, KPF) (KPF, GAC, ICN) (KCN)의 5개 그룹으로 유의성이 인정되었다( $p<0.05$ ). 이러한 결과에서 순수벌꿀이 아닌 사양벌꿀이 fructose 함량에서 확연한 유의적 차이를 나타내었고, 밀원별로는 잡화 및 밤꿀보다 아카시아 꿀이 더 높은 함량을 나타내었다. Glucose 함량의 경우에는 전체적으로 밤꿀이 낮은 함량을 나타내었다. 한편, 이들의 합인 전화당 함량의 경우, (KAC, NMN, RAC, NPF) (NMN, RAC, NPF, ALW) (RAC, NPF, ALW, APF) (ALW, APF, GAC, KPF, KAF, KCN) (APF, GAC, KPF, KAF, KCN, ICN)의 5개 그룹의 유의성이 인정되었다( $p<0.05$ ). 전화당 결과를 통해 밀원 별 차이를 명확히 확인할 수는 없지만, 전체적으로 밤꿀이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 이는 상대적으로 glucose 함량이 낮았던 결과로 비추볼 수 있다. 기존 벌꿀의 전화당 함량 조사 결과를 살펴보면 Lee 등(19)은 인천지역에서 유통되는 벌꿀 중 국내산의 경우 전화당 함량이 71.10-73.79%, 이 중에서 fructose 함량 40.47-44.23%, glucose 함량 29.55-30.63%, 수입산의 경우 전화당 함량이 69.80-71.27%, 이 중 fructose 함량이 38.22-39.75%, glucose 함량이 31.51-31.58% 수준이라 보고하였다. 또한, Kim과 Rhee(13)는 fructose 및 glucose 함량이 토종꿀의 경우 35.60-40.80% 및 28.20-30.70%, 수입산 꿀은 36.20-37.30% 및 31.70-35.70% 수준이라 보고한 바 있다. 따라서 기존 연구의 전화당 함량 조사 결과와 본 연구의 결과는 유사한 결과이며, 식품공전 및 Codex 기준에 적합한 결과로서 전화당 함량 역시 국내 품질 규격 관리가 비교적 양호한 것으로 판단된다.

전화당의 구성성분인 fructose와 glucose 함량에 대한 비율(F/G 비율)은 1.19-1.95 범위로 (KCN) (GAC, ICN, KAC, RAC, KPF) (KAC, RAC, KPF, APF) (APF, ALW, NMN, NPF) (ALW, NMN, NPF, KAF)의 5개 그룹으로 유의성이 인정되었다( $p<0.05$ ). Cho 등(8)에 의하면 국내산 벌꿀의 F/G 비율은 순수벌꿀의 경우 1.3 이상, 사양벌꿀의 경우 1.3 미만을 나타낸 결과에서 미루어 볼 때 KCN, KAC 및 KPF의 경우, 1.3 이상을 나타낸 결과와 부합하였다. 수입산의 경우는 대부분의 순수벌꿀이 1.3 이상의 결

과를 나타내었는데, 뉴질랜드산의 경우는 마누카 1.27, 잡화 1.24로 1.3 이하의 결과를 나타내었다. 이는 초본류와 목본류의 차이로 기인되는데 초본류의 밀원에 의해 생산된 꿀은 F/G 비율이 설탕과 유사한 경향인 1.0 수준으로 나타낸다고 보고한 결과에서 추측할 수 있다(20).

Sucrose 함량은 1.56-4.75%로 (ICN, KAC, ALW, KAF, APF, KPF, GAC, KCN, RAC) (KAC, ALW, KAF, APF, KPF, GAC, KCN, RAC, NPF) (NPF, NMN)의 3개 그룹 유의성이 인정되었으며( $p<0.05$ ), 기존 벌꿀의 sucrose 함량 조사 결과를 살펴보면 Kim 등(21)은 강원지역 벌꿀의 sucrose 함량이 0.85-3.00%라 보고한 바 있어 본 연구의 sucrose 함량 수준과 유사한 경향이였다. 또한, 식품공전 및 Codex의 기준 함량인 7 및 5%에 모두 만족하여 품질 면에서 문제가 없는 것으로 판단된다. Sucrose는 벌의 타액 속에 함유되어 있는 효소의 작용으로 fructose와 glucose로 분해되어 꿀의 주성분을 이룬다. 따라서 꿀의 채집이 어려운 장마철 또는 꽃이 부족한 겨울에는 설탕시럽을 꿀벌의 먹이로 사용하여 수명을 늘림으로써 양봉 소득에 도움을 주고 있다. 하지만 sucrose를 사용한다 하더라도 벌의 타액인 invertase에 의해 대부분이 fructose 및 glucose로 전화되기 때문에 설탕 함유에 따른 품질 특성을 구별하기에는 곤란하다. 따라서 최근에는 순수벌꿀의 구별에 용이한 안정탄소동위원소비율 또는 F/G 비율은 동시 분석하는 방법으로 그 여부를 판단하고 있다(8,22).

**HMF 함량**

벌꿀의 HMF 함량은 벌꿀의 신선도를 나타내는 척도로서 이용되어 왔으며, 감미료로서 사용되는 설탕의 혼입이나 과도한 가열을 방지하기 위해 품질의 기준 및 규격을 설정하고 있다. 이러한 HMF는 산성을 나타내는 벌꿀에서 육탄당이 탈수되어 생성되거나 maillard 반응에 의한 생성 또는 열, 저장온도, 긴 저장기간 등의 요인에 의해 증가되는 반응성이 매우 큰 물질이다(23). 따라서 벌꿀의 품질 평가 척도로서 HMF 함량을 측정할 결과는 Table 3과 같다.

우리나라 식품공전에서 규정하고 있는 벌꿀 중 HMF 함량 기준치는 80 mg/kg 이하이며, 국제기구인 Codex에서는 40 mg/kg 이하(열대지역의 경우만 80 mg/kg 이하)로 다소 낮은 함량으로 규정하고 있다. 본 연구에서는 국내산의 경우 순수벌꿀은 0.11-19.65 mg/kg 범위, 사양벌꿀은 2.88-48.85 mg/kg 범위로 식품공전 기준

Table 3. HMF contents of circulated honey in Korea

	Country	Nectar	Average (mg/kg)	Range (mg/kg)
Domestic honey	Korea	Acacia	6.54±5.99 <sup>d1)</sup>	0.11 to 19.00
		Poly-flower	6.08±6.96 <sup>d</sup>	0.02 to 19.65
		Chestnut	5.76±2.99 <sup>d</sup>	2.13 to 11.00
		Artificial	25.47±14.20 <sup>b</sup>	2.88 to 48.85
Imported honey	Newzealand	Manuka	41.91±19.61 <sup>a</sup>	13.43 to 78.66
		Poly-flower	27.17±7.31 <sup>b</sup>	20.25 to 39.25
	Australia	Poly-flower	40.61±7.47 <sup>a</sup>	34.28 to 52.87
		Leatherwood	10.49±5.78 <sup>cd</sup>	4.27 to 20.00
	Rumania	Acacia	6.13±0.48 <sup>d</sup>	5.54 to 6.84
	Germany	Acacia	21.20±3.68 <sup>bc</sup>	15.55 to 25.63
	Italy	Chestnut	6.88±2.56 <sup>d</sup>	4.10 to 10.46

<sup>1)</sup>Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

치에 적합한 수준이지만, 사양벌꿀 2종에서 Codex 기준치를 초과하였다. 수입산의 경우에도 4.10-78.66 mg/kg 범위로 식품공전의 기준치에 모두 적합한 수준이었으나, Codex의 기준치인 40 mg/kg을 초과한 벌꿀은 9종이나 존재하였다. 특히, 뉴질랜드산의 경우 최고치인 78.66 mg/kg을 나타내었는데, 이는 통관과정 등의 유통과정이 길고 수입량이 많은 이유 때문에 저장기간이 길어진 결과로 추측된다. 따라서 긴 유통과정을 거치는 수입산의 경우에는 이에 대응하는 벌꿀의 기준 및 규격 관리 대책이 필요할 것으로 판단된다. 한편 기존 벌꿀의 HMF 함량 조사 결과를 살펴보면 Lee 등(19)은 인천지역에서 유통되는 벌꿀 중 국내산이 12.83-24.30%, 수입산이 31.34-45.58% 수준이라 보고한 바 있어 본 연구의 HMF 함량 수준과 유사한 경향이였다.

## 요 약

본 연구는 국내·외에서 생산된 다양한 벌꿀에 대한 품질특성을 비교·분석하고, 국내 유통 벌꿀의 과학적 벌꿀 관리를 위한 기초 자료를 마련하고자 수행되었다. 이를 위한 분석은 수집된 벌꿀을 대상으로 하여 안정탄소동위원소비율, 수분함량, 전화당 및 자당 함량, HMF 함량을 측정하였다. 안정탄소동위원소비율은 밀원에 따라 -25.18- -12.60% 범위로 C<sub>4</sub> 식물군인 사양꿀을 제외하면 모든 벌꿀이 순수벌꿀로 유통되었다. 수분함량은 18.12-19.70% 범위로 식품공전 및 Codex 기준치에 충족하였다. 벌꿀의 당 함량은 fructose의 경우 36.10-43.94% 범위, glucose의 경우 22.61-31.91% 범위로 전화당 함량이 64.89-72.79% 범위를 나타내어 기준치에 충족하였다. Sucrose 함량 역시 1.56-4.75%로 기준치에 모든 벌꿀이 충족하였다. HMF 함량은 국내산의 경우 0.11-48.85 mg/kg 수준, 수입산의 경우는 4.10-78.66 mg/kg 수준을 나타내어 기준치에 적합하였다. 결론적으로 국내 유통 벌꿀을 수집하여 품질을 비교·분석한 결과, 모든 벌꿀이 우리나라 식품공전 상 규정하고 있는 기준치에 충족한 결과를 나타내었지만, 긴 유통과정을 거치는 수입산 벌꿀의 경우 HMF 함량이 4.10-78.66 mg/kg 수준으로 국제기구인 Codex의 기준치인 40 mg/kg 이하에 일부 벌꿀이 초과하였고, 식품공전 상 기준치인 80 mg/kg 이하에 근접한 결과를 나타내었다. 따라서 국내에 유통·판매되는 벌꿀의 품질수준을 높이기 위해서는 당 및 HMF 함량 등 품질지표가 될 수 있는 구성성분에 대한 국제적 수준 또는 국내 실정에 적합한 벌꿀의 규격 관리가 마련되어야 할 것으로 판단된다.

## References

1. MFDS. Food Code. Notification 2013-204. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea (2013)
2. European Union. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. Off. J. Euro. Commun. L10: 47-52 (2002)
3. Codex. Codex stan 12-1981, Rev.2. Codex Alimentarius Commission Standards. Codex Alimentarius Committee, Rome, Italia (2001)
4. Cho HJ, Ha YL. Determination of honey quality by near infrared spectroscopy. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 356-360 (2002)
5. Choi CH, Kim JH, Kwon KH, Kim YJ. Development of a portable quality evaluation system for bee-honeys by using near infrared spectroscopy. Korean J. Food Preserv. 18: 156-164 (2011)
6. Paik WK, Kwak AK, Oh YJ, Lee ML, Sim HS. Studies on the chemical characteristics of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) honey produced in Korea. Korean J. Apic. 28: 345-354 (2013)
7. Yun JS, Jeon HS, Kim IS, Lee HJ, Lee HJ, Hyun JY, Kim JB. Simultaneous determination of fructose, glucose, and sucrose in honey and commercial drinks by GC and GC/MS. Korean J. Food Sci. Technol. 45: 537-544 (2013)
8. Cho YJ, Kim JY, Chang MI, Kang KM, Park YC, Kang I, Do JA, Kwon K, Oh JH. A study on stable isotope ratio of circulated honey in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 401-410 (2012)
9. Kang KM, Yoo B. Dynamic rheological properties of honeys at low temperatures as affected by moisture content and temperature. Korean J. Food Sci. Biotechnol. 17: 90-94 (2008)
10. Fallico B, Zappala M, Arena E, Verzera A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. Food Chem. 85: 305-313 (2004)
11. Padovan GJ, De JD, Rodrigues LP, Marchini JS. Detection of adulteration of commercial honey samples by the <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C isotopic ratio. Food Chem. 82: 633-636 (2003)
12. Lee ML, Kim HK, Lee MY, Choi YS, Kim HB, Chung HG, Kim SH. Antioxidant and antibacterial capacity of chestnut (*Castanea crenata* var. *dulcis*) honey produced in Korea. Korean J. Apic. 22: 147-152 (2007)
13. Kim ES, Rhee CO. Comparison of quality attributes of Korean native-bee honey and foreign-bee honey by K/Na ratio. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 672-679 (1996)
14. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC 18<sup>th</sup> ed. Method 998.12. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (2010)
15. Calvin M, Bassham JA. The photosynthesis of carbon compounds. W.A. Benjamin Inc., Newyork, NY, USA. pp. 8-67 (1962)
16. Hatch MD, Slack CR. Photosynthetic CO<sub>2</sub> fixation pathway. Annu. Rev. Plant Phys. 21: 141-162 (1979)

17. Oh DH, Park JR. Studies on present status of oriental bee keeping and quality of oriental bee honey. *Korean J. Apic.* 17: 59-68 (2002)
18. Hawer WD, Ha JH, Nam YJ. The quality assessment of honey by stable carbon isotope analysis. *Anal. Sci. Technol.* 5: 229-234 (1992)
19. Lee SM, Hong JY, Park EJ, Kim JI. Analysis of important quality-related components in honeys collected in Incheon metropolitan area. *Korean J. Vet. Serv.* 30: 23-32 (2007)
20. Jung ME, Lee SK. Quality characteristics of various honeys from different sources. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 28: 263-268 (2008)
21. Kim BN, Kim TJ, Cheigh HS. Minerals, HMF and vitamins of honey harvested in Kangwon area. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 23: 675-679 (1994)
22. Yoo EC, Kong YK, Yoon BS. A study on the improved analysis-methods to determine adulterated honeys. *Korean J. Apic.* 25: 63-76 (2010)
23. Kim JG, Son JH, Lee KH. The content changes of hydroxy methyl furfural in honey with its straging conditions. *Korean J. Apic.* 10: 19-28 (1995)