

## Capillary GC를 이용한 토종꿀종의 Disaccharides와 Trisaccharides의 분석

김은선\* · 이종옥

전남대학교 식품공학과, \*광주광역시 보건환경연구원

### Analysis and Quantitation of Di- and Trisaccharides in Native-bee Honeys Using Capillary Gas Chromatography

Eun-Seon Kim\* and Chong-Ouk Rhee

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju

\*Health and Environment Institute of Kwangju

#### Abstract

Carbohydrase enzymes in honey catalyze transglucosylation reactions which result in the formation of structurally similar oligosaccharides. These oligosaccharides make up a small portion of the total carbohydrates in honey. These minor oligosaccharides in native-bee honeys were identified and quantitated employing trimethylsilylation by capillary Gas Chromatography. The minor oligosaccharides found in honey were eight disaccharides and five trisaccharides. The main oligosaccharide components of honey were erlose, maltose, turanose and sucrose.

Key words: Native-bee honey, oligosaccharide, disaccharide, trisaccharide

#### 서 론

꿀은 꿀벌이 모아놓은 식량을 사람들이 아무런 가공 없이 이용하는 자연식품이다. 벌이 모아오는 nectar와 honeydew 자체는 통상 20~40%, 높을 때는 80%까지의 당을 함유하고 있는데 fructose/glucose의 범위가 2~28 정도로 glucose 함량이 높은 경우는 드물다. 일반적으로 꿀벌은 honeydew 보다 floral nectar를 좋아해서 가끔 때와 같이 nectar가 귀할 때만 honeydew를 모은다<sup>(1)</sup>.

벌꿀 중에는 단당류와 수분 이외에도 매우 다양한 물질들이 함유되어 있는데 그 중 가장 중요한 것이 oligosaccharides의 혼합물로서 주로 glucose와 fructose의 disaccharides와 trisaccharides로 이루어져 있다. White 등<sup>(2)</sup>은 invertase에 의해 sucrose가 glucose로 전이되는 과정 중에 5~6개의 oligosaccharide가 중간 산물로 생성되었다가 최종적으로는 대부분이 glucose와 fructose가 되고 극소량의 oligosaccharide만 존재하게 되는데, 이러한 과정이 진행되는 동안 최고 11%까지 존재하게 되는 trisaccharide를 발견하였다고 보고 하였는데 그 당이 바로 erlose로서 벌꿀, 특히 honeydew honey에 많이 함유되어 있는것으로 알려져 있다. Erlose는 sucrose로

부터 떨어져 나온 glucose가 다른 sucrose의 glucose-4-position으로 전이되어 생성되는 물질로 o- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl- $\beta$ -D-fructofuranoside의 구조를 갖는데 이 물질은 진드기와 같은 곤충류에 의해 생성되어 식물의 잎에 묻어 있다가 벌꿀에 의해 수집, 저장되는 경우가 많다. 흥미롭게도 벌꿀은 대부분 좌선성인데 반해 erlose는 우선성으로 비선광도  $[\alpha]_D = +128.8$ 을 나타낸다<sup>(3)</sup>.

그동안 벌꿀중의 oligosaccharides를 분석하기 위해 paper chromatography<sup>(4)</sup>, TLC<sup>(5)</sup>, GLC<sup>(6)</sup>, HPLC<sup>(7)</sup> 등을 이용한 많은 크로마토그래피 방법들이 연구되었는데, Low 등<sup>(8)</sup>이 GLC의 FID를 이용하여 40 ppb 정도 함유되어 있는 oligosaccharides를 분리해낸 바 있지만 oligosaccharides는 휘발성이 없기 때문에 GLC로 분석하려면 미리 유도체화 시켜야 하는 번거로움이 따른다.

Truong 등<sup>(9)</sup>은 HPLC로 amino-bonded silica column을 이용하여 oligosaccharides의 분리를 시도해 보았는데, 대부분의 oligosaccharides가 모두 glucose와 fructose로 이루어져 있어 구조적으로 매우 유사하기 때문에 분리에 어려움이 있었다고 보고하였다.

이처럼 벌꿀 중의 oligosaccharide에 대한 연구가 활발히 진행되어 monosaccharides를 제외한 나머지 당성분에 대해서 Siddique<sup>(10,11)</sup>, Low<sup>(7)</sup> 등이 11개의 disaccharide를, White<sup>(12)</sup>, Siddiqui 등<sup>(13)</sup>은 11개의 trisaccharide와 2개 이상의 higher saccharides를 확인하였으며, Kevin

Corresponding author: Chong-Ouk Rhee, Department of Food Science and Technology, Chon-nam National University, Kwang-ju 500-757, Korea

**Table 1. Operating conditions of the GC used for the analysis of disaccharides and trisaccharides**

Instrument	Hewlett-Packard 5890 II
Column	HP-5 capillary column (50 m × 0.32 mm × 0.3 μm)
Detector	FID
Injector temperature	300°C
Detector temperature	300°C
Oven temperature	
disaccharides	250°C(40 min) - 2°C/min - 300°C
trisaccharides	300°C
Injection volume	1 μl (split 30:1)
Carrier gas	N <sub>2</sub> , 1 ml/min
H <sub>2</sub> & Air	35 & 350 ml/min
Chart speed	0.3 cm/min
Attenuation	4
Integrator	HP 3396 series II

등<sup>(14)</sup>은 3개의 disaccharides와 1개의 trisaccharides를 추가로 확인했다고 보고하였다.

그러나 국내산 벌꿀의 oligosaccharide에 대한 연구는 극히 드물어서 이 등<sup>(15)</sup>이 토종꿀과 양봉꿀중의 유리아미노산, 유기산, 당성분을 paper chromatography and column chromatography를 이용하여 확인 보고하였을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 호남지방에서 생산된 토종꿀에 대해, 벌집에 저장되어 숙성되는 동안 효소의 작용에 의해 생성되어졌거나, 또는 벌꿀의 원료가 되는 식물 nectar로부터 유래되어 벌꿀에 함유되어 있는 oligosaccharides를 HPLC 방법과 GC 방법을 병행하여 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

호남지방의 화순군 동면(HD)과 북면(HB), 구례군 간전면(GG)과 토지면(GT), 남원군 운봉면(NW) 그리고 광양군 옥룡면(KO) 등에서 1992년 3월부터 9월 사이에 가능한 한 설탕의 공급을 최소화하여 사양한 토종꿀 6 점을 벌집채 직접 구입해, 으깬 후 실온에서 표준체(850 μm)를 이용해 여밀한 것을 공시재료로 하였으며 이들 벌꿀은 4°C 냉장고에 저장하면서 필요에 따라 사용하였다. 한편 당표준품은 미국 Sigma사와 일본 Wako사 표준품을 사용하였으며, Tri-sil Z는 미국의 Pierce Scientific.사로부터 구입하였다. 그 외에도 본 실험에서는 모두 HPLC용, GC용 및 특급 시약을 사용하였다.

### Monosaccharides의 정량

벌꿀 중의 monosaccharides는 AOAC<sup>(16)</sup>와 식품공전<sup>(17)</sup>의 방법에 의하여 HPLC로 분리, 정량하였다.

### 수분의 정량

벌꿀 중의 수분 함량은 AOAC<sup>(16)</sup>와 식품공전<sup>(17)</sup>의 방법에 따라 20°C에서 Abbe굴절계(Richard-Jung Abbe Mark II)로 굴절률을 측정하고 수분환산표에 따라 구하였다.

### Disaccharides 와 Trisaccharides의 분획

벌꿀 중의 disaccharides와 trisaccharides는 Whistler<sup>(18)</sup>, Kevin 등<sup>(19)</sup>의 방법을 응용하여 분획하였다. 즉 벌꿀 1g을 정확히 취하여 증류수 19 ml에 녹인 다음 활성탄(Fisher Scientific Co., 50~200 mesh) 4g을 혼합하여 10시간동안 교반시킨 후, 활성탄과 celite (Fisher) 1:1 혼합물 4g이 담겨있는 glass column(φ30 mm)에 넣고 0.1%(v/v) ethanol 수용액 1l를 용출시킴으로서 monosaccharides를 제거하였다. 계속해서 8%(v/v) ethanol 수용액 500 ml를 10.0 ml/min의 유속으로 용출시켜 disaccharides를 분획하였고, 다시 50%(v/v) ethanol 수용액 500 ml를 같은 유속으로 용출시켜 trisaccharides를 분획하였다. disaccharides와 trisaccharides의 분획분은 냉동건조기(Edwards Co. 영국)로 냉동시켜 건조한 후 -20°C 냉동실에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### HPLC를 이용한 당성분의 분리 및 정량

분획된 disaccharides와 trisaccharides는 AOAC<sup>(16)</sup>와 Honda 등<sup>(19)</sup>의 방법에 의해 Waters 410 RI detector를 이용하여 각각의 당성분으로 분리하였다. 이 때 column은 carbohydrate column(300 mm × 3.9 mm × 10 μm)을 2개 연결하여 사용하였으며, column temperature는 32°C, mobile phase는 83% acetonitrile 수용액으로 하였다. 각 분획분을 HPLC grade H<sub>2</sub>O에 녹여 일정량으로 채운 다음 millipore 여과기(0.45 μm)로 여과하여 그 여액 20 μl를 HPLC에 주입하였다.

### GC를 이용한 disaccharides와 trisaccharides의 분리 및 정량

분획된 disaccharides와 trisaccharides를 Low 등<sup>(8)</sup>의 방법에 따라서 trimethylsilyl(TMS) 유도체화 시킨 후 gas chromatography로 분석하였다. 각 분획분에 5 ml의 증류수를 넣어 잘 녹인 후 100 equivalent NaBH<sub>3</sub>를 가하여 상온에서 1시간동안 교반한 다음 10% 빙초산을 적가하여 중화시키고 Dowex 50 wx8 이온교환수지 column(φ10 mm)을 통과시켰다. 이 액에 methanol을 가해 주면서 진공감압농축기(BÜCHER 121)로 농축시켜 수분을 완전히 날려보낸 후 Tri-sil Z(N-Trimethyl-silylimidazol in dry pyridine: 1.5 meq/ml) 5 ml를 가해 실리콘 마개로 잘 막고 60°C에서 15분간 가열한 다음 다시 80°C의 수욕상에서 15분 동안 반응시켜 silylation하여 시험 용액을 얻었다. 이 때 사용한 GC의 측정조건은 Table

**Table 2. Composition of glucose, fructose and water in honey samples** (unit: %, w/w)

Honeys <sup>1)</sup>	Glucose	Fructose	Fructose/Glucose	Water	Glucose/Water
NW	28.5	36.7	1.28	19.2	1.48
KO	30.7	35.6	1.16	20.4	1.50
HB	29.2	40.8	1.40	20.1	1.45
HD	30.5	37.5	1.23	20.5	1.48
GG	28.2	38.4	1.36	18.0	1.56
GT	28.8	36.9	1.28	18.5	1.55
mean±SD	29.3±1.0	37.7±1.8	1.28±0.08	19.5±1.0	1.50±0.04

<sup>1)</sup>NW: Namwon-Woonbong, KO: Kwangyang-Okryong, HB: Hwasoon-Bukmyon, HD: Hwasoon-Dongmyon, GG: Gurye-Ganjeun, GT: Gurye-Toji

**Table 3. Sugar composition of oligosaccharides in honey samples**

Honeys	Monosaccharide		Disaccharide		Trisaccharide	
	%	T% <sup>1)</sup>	%	T%	%	T%
NW	65.2	80.7	8.2	10.1	5.4	6.7
KO	66.3	85.9	7.3	9.5	3.5	4.5
HB	70.0	90.3	6.1	7.8	1.4	1.8
HD	68.0	88.0	5.9	7.6	3.3	4.3
GG	66.6	84.1	8.4	10.6	4.1	5.2
GT	65.7	83.7	7.6	9.7	5.2	6.6
mean±SD	67.0±1.8	85.5±3.4	7.3±1.0	9.2±1.2	3.8±1.5	4.9±1.8

<sup>1)</sup>Percentage in total solids

1과 같다.

### 결과 및 고찰

#### Glucose, Fructose 및 수분의 함량

벌꿀은 자연식품 중에서 가장 복잡한 당 혼합물로서 주성분은 glucose와 fructose인데 HPLC를 이용하여 토종꿀에 함유된 이들의 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 그 결과 glucose가 평균 29.3%, fructose는 평균 37.7%를 나타내었는데, 화순 북면(HB) 백아산 토종꿀은 다른 토종꿀들에 비해 fructose 함량이 매우 높아 밀원의 차이 때문이 아닌가 추측된다. White 등<sup>(20)</sup>은 미국산 벌꿀의 glucose 함량이 23.12~33.58%, fructose함량은 35.05~38.25%이라고 보고하였는데 본 실험결과와 비슷한 수준이었다.

한편, 벌꿀은 흡습성이 높을 뿐 아니라 20~21% 이상의 수분을 함유하게 되면 효모에 의한 발효가 일어나기 쉽고, 결정화에도 큰 영향을 미치기 때문에 벌꿀의 품질에 있어서 수분 함량은 매우 중요하다. White<sup>(21)</sup>에 따르면 잘 숙성된 벌꿀의 수분함량은 18% 정도이며, 벌꿀의 품질을 원래대로 장기간 유지하려면 18~20% 정도가 적절하다고 하였다.

본 실험에 사용된 토종꿀은 수분함량이 평균 19.5%를 나타내 White 등<sup>(21)</sup>이 보고한 미국산 벌꿀의 평균값인 17.2% 보다는 다소 높은 함량이지만 벌꿀의 규격기준인

21% 이하로서 모두 적합하였다. 김 등<sup>(22)</sup>이 보고한 강원도산 토종꿀 19.2~21.6%에 비하면 본 실험 결과가 다소 낮은 함량을 보이고 있는데, 수분함량은 숙성정도, 기후, 채밀시기 등에 따라 큰 영향을 받으므로 이는 지역적인 차이로 여겨진다.

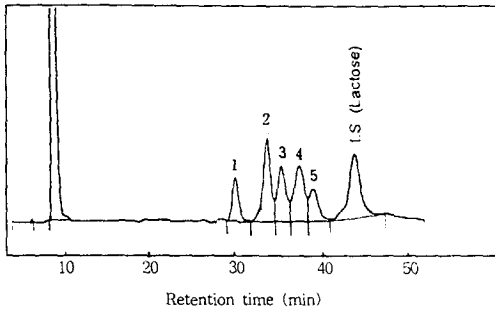
벌꿀의 결정화에 영향을 미치는 요인으로는 fructose/glucose 비와 glucose/water 비가 알려져 있는데, fructose/glucose 비는 클수록 결정화 속도가 느려지고, glucose/water 비에 있어서는 그 값이 1.7 이하이면 결정화가 일어나지 않는 벌꿀이며, 2.1 이상이면 결정화 속도가 매우 빠른 벌꿀이라고 보고<sup>(20)</sup>되어 있다. 본 실험에서 나타난 토종꿀의 fructose/glucose비는 1.16~1.39 범위로 평균값 1.28을 나타내 이 등<sup>(23)</sup>이 양봉꿀에 대해 측정된 1.14에 비해 높은 수준을 보였고, glucose/water 비에 있어서도, 토종꿀이 1.48~1.56의 범위로 평균 1.50을 나타내 토종꿀이 비교적 결정화 속도가 느릴 것으로 추정되었다.

#### Oligosaccharides의 조성

벌꿀은 고형분의 95% 이상이 당으로 이루어져 있는데, glucose와 fructose가 85~95%를 차지하고 나머지 5~15%는 glucose와 fructose로 이루어진 disaccharides와 trisaccharides가 혼합되어 있다<sup>(24)</sup>. 토종꿀중에 함유되어 있는 oligosaccharides의 조성을 분석한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 당성분이 벌꿀 전체의 77.1~79.1%를

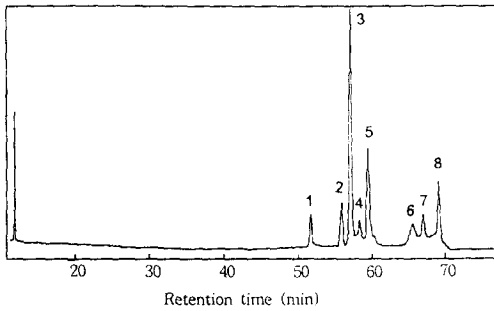
차지하고 있었고, 그 중 disaccharides는 5.9~8.4%, trisaccharides는 1.4~5.4% 함유되어 있었다.

이같은 결과는 토종꿀에 대해 oligosaccharides의 함



**Fig. 1. HPLC chromatogram of disaccharides in native-bee honey samples**

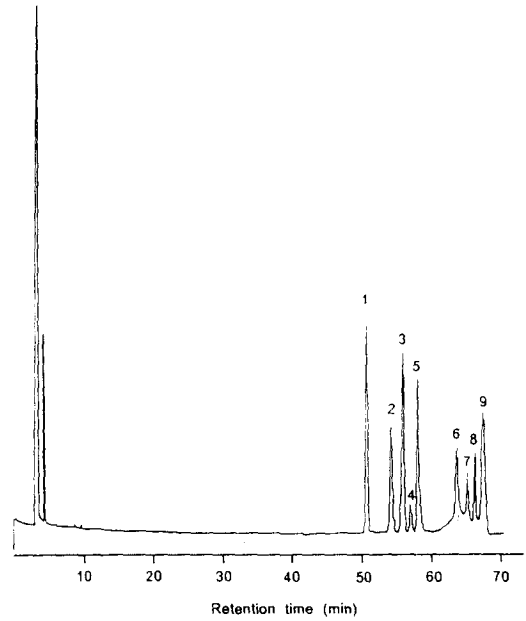
1. sucrose, 2. turanose, 3. nigerose, 4. maltose, 5. kojibiose



**Fig. 2. GC chromatogram of disaccharides in native-bee honey samples**

1. sucrose, 2. nigerose, 3. maltose, 4. laminaribiose, 5. turanose, 6. kojibiose, 7. palatinose, 8. isomaltose

량을 연구한 문헌이 전혀 없어서 비교가 어려웠지만 Siddiqui 등<sup>(13)</sup>이 보고한 벌꿀 중의 oligosaccharides가 3.65%로 그중 disaccharides가 57.0%, trisaccharides가 13.4% 함유되어 있었다는 결과와 Kevin 등<sup>(14)</sup>이 보고한 벌꿀 중의 oligosaccharides 함량 7.5%와 비교해 볼 때 훨씬 높은 수준인 것으로 판단되었다.



**Fig. 3. GC chromatogram of the standard disaccharides**

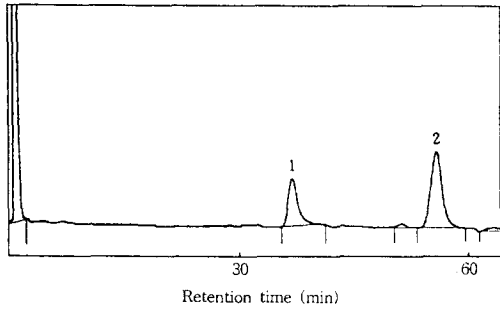
1. sucrose, 2. nigerose, 3. maltose, 4. laminaribiose, 5. turanose, 6. kojibiose, 7. palatinose, 8. gentiobiose, 9. isomaltose

**Table 4. Composition of disaccharides and trisaccharides in honey samples**

(unit: %, w/w)

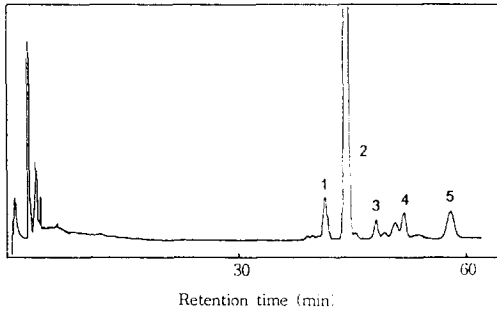
sugars	NW <sup>1)</sup>	KO	HB	HD	GG	GT	mean ± SD
<b>Disaccharides</b>							
sucrose	0.23	0.28	0.68	0.35	0.83	2.40	0.79 ± 0.81
nigerose	0.44	0.35	0.13	0.59	0.57	0.20	0.38 ± 0.12
maltose	2.87	1.90	2.65	1.87	2.72	1.71	2.28 ± 0.51
laminaribiose	0.16	0.07	0.06	0.09	0.15	0.10	0.10 ± 0.04
turanose	1.92	1.49	1.38	1.53	1.71	1.41	1.57 ± 0.23
kojibiose	0.84	0.63	0.09	0.63	0.81	0.67	0.61 ± 0.22
palatinose	0.07	0.08	0.07	0.08	0.09	0.04	0.07 ± 0.01
isomaltose	0.92	1.06	0.79	0.32	0.83	0.31	0.70 ± 0.33
<b>Trisaccharides</b>							
isopanose	0.05	0.02	0.04	0.05	0.09	0.05	0.05 ± 0.02
erlose	4.43	2.53	0.92	2.69	2.36	4.09	2.83 ± 1.27
theanderose	0.01	0.02	0.01	0.01	0.55	0.28	0.14 ± 0.22
maltotriose	0.26	0.43	0.02	0.02	0.69	0.02	0.24 ± 0.27
panose	0.23	0.12	0.02	0.24	0.06	0.04	0.11 ± 0.09

<sup>1)</sup>See footnote of Table 2



**Fig. 4. HPLC chromatogram of trisaccharides in native-bee honey samples**

1. internal standard(lactose), 2. erlose



**Fig. 5. GC chromatogram of trisaccharides in native-bee honey samples**

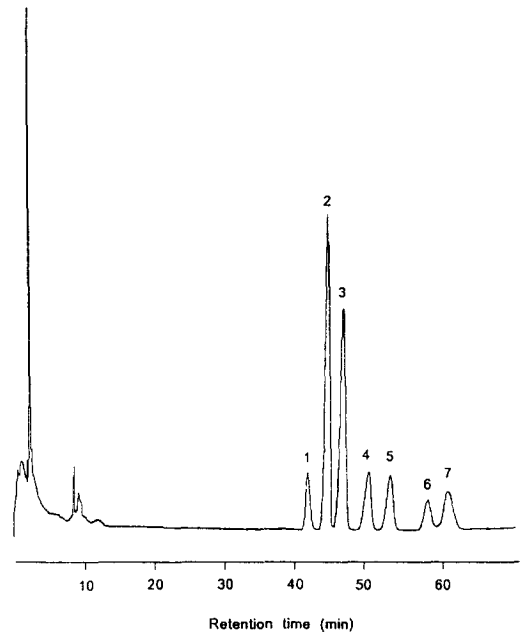
1. isopanose, 2. erlose, 3. theanderose, 4. maltotriose, 5. panose

**Disaccharides의 분리 및 정량**

각 벌꿀의 disaccharides 분석은 HPLC와 GC를 이용하여 분리하였는데, 구례 간전면(GG)에서 생산된 토종꿀의 HPLC 크로마토그램은 Fig. 1, GC 크로마토그램은 Fig. 2와 같다. 한편 disaccharides 표준품의 GC 크로마토그램은 Fig. 3과 같다.

HPLC의 크로마토그램에서는 turanose, laminaribiose와 palatinose가 동일한 retention time을 나타내 전혀 분리가 되지 않았고 isomaltose는 peak가 전혀 나타나지 않아 5개의 peak만이 분리되었는데, 그 중에서도 kojibiose는 maltose와의 분리상태가 매우 좋지 않았다. 반면 GC 크로마토그램에서는 8개의 peak가 분리되었다. 즉, HPLC에 의한 방법은 전처리가 간단한 장점은 있으나 각 disaccharides의 분자량이 모두 같기 때문에 분리도가 매우 낮을 뿐 아니라 미량 함유되어 있는 당류는 peak가 거의 나타나지 않은 반면에, GC에 의한 방법은 TMS 유도체화 시키는 과정이 복잡하기는 하지만 미량 함유되어 있는 당류까지도 검출이 가능하였고 분리도도 매우 좋았다.

GC를 이용하여 토종꿀의 disaccharides를 정량한 결



**Fig. 6. GC chromatogram of the standard trisaccharides**

1. isopanose, 2. erlose, 3. laminartriiose, 4. theanderose, 5. maltotriose, 6. panose, 7. isomaltotriose

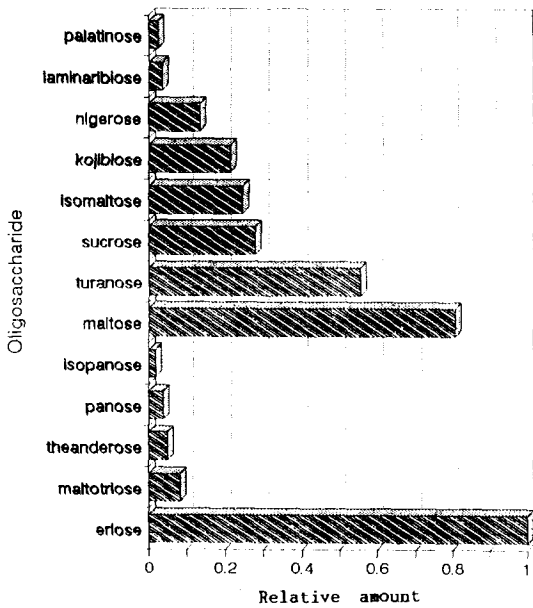
과는 Table 4와 같다. sucrose, nigerose, maltose, laminaribiose, turanose, kojibiose, palatinose, gentiobiose 및 isomaltose 등 모두 9개의 disaccharides를 분리 및 정량하였다. Low<sup>(8)</sup>는 GC를 이용하여 Alsike 벌꿀에서 12개의 disaccharides를 분리한 바 있다.

토종꿀의 disaccharides를 살펴보면 maltose의 함량이 평균 2.28%로 가장 높았고, turanose가 그 다음으로 평균 1.57%의 함량을 보였으며, sucrose, isomaltose와 kojibiose가 각각 평균 0.79%, 0.70%, 0.61%로서 거의 비슷한 수준을 보였다. 한편 palatinose와 laminaribiose는 평균 0.1% 이하로 매우 낮은 함량을 나타내었다.

본 실험에 사용한 벌꿀의 disaccharides 함량을 Kevin 등<sup>(11)</sup>의 실험결과와 비교해 보면 한국산 벌꿀이 미국산 벌꿀에 비해 maltose와 isomaltose의 함량이 다소 높게 나타났다.

**Trisaccharides의 분리 및 정량**

Trisaccharides 분석은 역시 HPLC와 GC를 모두 이용하여 분리하였다. 구례 토지면(GT)에서 생산된 토종꿀의 HPLC 크로마토그램은 Fig. 4, GC 크로마토그램은 Fig. 5와 같으며 trisaccharides 표준품의 GC 크로마토그램은 Fig. 6과 같다. HPLC 크로마토그램은 erlose peak만 나타나 있고 다른 peak들은 나타나지 않은 반면 GC 크로마토그램에서는 7개의 peak가 분리되었다.



**Fig. 7. Relative amount of identified disaccharides and trisaccharides found in native-bee honey samples compared with erlose**

GC를 이용하여 정량한 각 벌꿀의 trisaccharides 함량은 Table 4와 같다. isopanose, erlose, theanderose, maltotriose 및 panose 등 5개의 trisaccharides를 분리하였고 laminaritriose와 melezitose는 6점의 벌꿀에서 모두 검출되지 않았다.

erlose는 sucrose로부터 떨어져 나온 glucose가 다른 sucrose의 glucose-4-position 으로 전이되어 생성되는 물질로 invertase 에 의해 sucrose가 전화되는 과정에 생성되거나 진드기와 같은 곤충류에 의해 생성되어 식물에 묻어 있다가 벌에 의해 수집되어 저장되는 당으로 알려져 있다<sup>(2)</sup>. 본 실험에 사용된 토종꿀의 erlose 함량은 화순 북면(HB)에서 생산된 토종꿀을 제외하고는 모두 2.36~4.43% 이상의 높은 함량을 보여 토종꿀은 깊은 산중에서 사양해야 하는 지역적인 여건때문에 벌들이 꽃이외에도 나무의 수액이나 잎에 묻어있는 honeydew를 수집 해오기 때문이 아닌가 여겨진다. Kevin<sup>(14)</sup>은 미국산 벌꿀의 erlose함량 범위가 0.26~3.43%라고 보고 하였는데, 본 실험결과는 그 보다 약간 높은 수준을 보이고 있다.

erlose를 제외한 나머지 trisaccharides는 대체적으로 낮은 함량을 보였는데 각 벌꿀마다 함량의 차이가 많았다.

본 실험에서 토종꿀에 대해 분리, 확인한 전체 oligosaccharides의 조성을 가장 높은 함량을 보이고 있는 erlose함량을 기준으로 해서 살펴본 결과 Fig. 7과 같이 erlose, maltose, turanose, sucrose 및 isomaltose 등이

높은 함량을 보였는데, 전체적으로 볼 때 disaccharides가 trisaccharides 보다 훨씬 더 많이 함유되어 있음을 확인할 수 있었다.

결과적으로 토종꿀 중에는 13종 이상의 oligosaccharides가 다양하게 존재하기 때문에 이러한 특성을 이용하면 벌꿀의 변조여부를 판별할 수 있는 하나의 지표가 될 수 있을 것으로 사료되었다.

**요 약**

호남지방에서 생산된 6점의 토종꿀을 대상으로 disaccharides와 trisaccharides를 분취한 다음 GC와 HPLC를 이용하여 각 oligosaccharides를 분리, 정량하였다.

disaccharides는 토종꿀 중에 5.9~8.4% 범위로 함유되어 있었는데 GC로 분석한 결과 sucrose, nigerose, maltose, laminaribiose, turanose, kojibiose, palatinose 및 isomaltose 등 8개의 당류가 분리되었으며, 그 중 maltose가 평균 2.28%로 가장 많이 함유되어 있었으며 그 다음으로 turanose가 평균 1.57%의 함량을 나타냈다.

trisaccharides는 토종꿀 중에 1.4~5.4% 범위로 함유되어 있었는데 isopanose, erlose, theanderose, maltotriose, panose 등 5개의 당류가 분리되었으며, 그 중 erlose가 평균 2.83%로 가장 많은 부분을 차지하고 있었다.

토종꿀중에 함유되어 있는 전체 oligosaccharides의 조성을 살펴보면 erlose가 가장 많이 함유되어 있었으며 maltose, turanose, sucrose, isomaltose의 순서로 많이 함유되어 있었다.

**문 헌**

1. Landis, W.D.: The sugars of honey. *J. Sci. Food Agric.*, **28**, 443 (1977)
2. White, J.W., Jr. and Maher, J.: Transglucosidation by honey invertase. *Arch. Biochem. Biophys.*, **42**, 360 (1953)
3. White, J.W., Jr.: Wiely award address. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **70**, 181 (1987)
4. Partridge, S.M.: Aniline hydrogen phthalate as a spraying reagent for chromatography of sugars, *Nature*, **164**, 443 (1949)
5. Tate, M.E. and Biskop, C.T.: Thin layer chromatography of carbohydrate acetates. *Can. J. Chem.*, **40**, 1043 (1962)
6. Echigo, T.: Determination of sugars in nectar and honey and the mutarotation coefficient of glucose by gas-liquid chromatography. *Bull. Fac. Agric., Tamagawa Univ.*, **10**, 3 (1970)
7. Honda, S.: High-performance liquid chromatography of mono- and oligosaccharides. *Biochem. J.*, **140**, 1 (1984)
8. Low, N.H. and Sporns, P.: Analysis and quantitation of minor di- and trisaccharides in honey using capillary gas chromatography. *J. Food Sci.*, **53**, 558 (1988)
9. Truong, V.D., Biermann, C.J. and Marlett, J.A.: Simple

- sugars, oligosaccharides and starch concentrations in raw and cooked sweet potato. *J. Agric. Food Chem.*, **34**, 421 (1986)
10. Siddique, I.R. and Furgala, B.: Isolation and characterization of oligosaccharides from honey, Part I. Disaccharides. *J. Apic. Res.*, **6**, 139 (1967)
  11. Siddique, I.R.: The sugars of honey, *Adv. Carbo. Biochem.*, **25**, 285 (1970)
  12. White, J.W., Jr. and Hoban, N.: Composition of honey, IV. Identification of disaccharides. *Arch. Biochem. Biophys.*, **80**, 386 (1959)
  13. Siddique, I.R. and Furgala, B.: Isolation and characterization of oligosaccharides from honey, Part II. Trisaccharides. *J. Apic. Res.*, **7**, 51 (1968)
  14. Kevin, W.S. and Low, N.H.: Analysis and quantitation of the carbohydrates in honey using HPLC. *J. Agric. Chem.*, **38**, 1825 (1990)
  15. 이성우, 김광수, 김갑량, 이강자, 김경희: 각종 식품의 정미성분에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **3**, 168 (1971)
  16. AOAC: Official Methods of Analysis, 14th Ed, Association of Official Analytical Chemists, p.591, Washington. D.C. (1984)
  17. 보건사회부: 식품공전, 한국식품공업협회, p.599 (1991)
  18. Whistler, R.L. and Durso, D.F.: Chromatographic separation of sugar on charcoal. *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 677 (1950)
  19. Honda, S.: High performance liquid chromatography of mono- and oligosaccharides. *Anal. Biochem.*, **140**, 1 (1984)
  20. White, J.W., Jr., Riethof, M.L., Subers, M.H. and Kushnir, I.: Composition of American honeys. *U.S. Dept. Agric., Tech. Bull.*, **1261**, 1 (1962)
  21. White, J.W., Jr.: Moisture in honey, Review of chemical and physical methods. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **52**, 729 (1969)
  22. 김복남, 김택제, 최홍석: 강원도산 잡화벌꿀의 유기산 및 지방산 특성에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, **20**, 52 (1991)
  23. 이영근, 민병욱, 임선옥: 벌꿀의 밀원별 품질관련성분의 비교연구. *한국농화학회지*, **34**, 102 (1991)
  24. White, J.W., Jr.: Composition of Honey. In *Honey: A comprehensive survey*, E. Crane(Ed), p.157, Heine-mann, London (1979)

---

(1995년 5월 10일 접수)