

국내산 및 수입산 벌꿀의 물리적 특성 및 Diastase 활성 평가

Physicochemical and Diastase Activity Properties for Domestic and Imported Honey

길주애¹

Juae Gil
축산물품질평가원

이왕열¹

Wang Yeol Lee
축산물품질평가원

김혜경^{2*}

Hye-kyung Kim
국립한국농수산대학교
농수산융합학부

¹ Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation, Sejong 30100, Korea

² Department of Agriculture and Fisheries Convergence, Korea National University of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

ABSTRACT

This study investigated the electrical conductivity, pH, and diastase activity characteristics of 31 types of domestic and imported honey, which are not currently used in the Korean honey grading system, to determine the feasibility of introducing these indicators into the honey grading system. The results showed that the moisture content of domestic and imported honey is around 20%, indicating that domestic quality standards are relatively well controlled, and the pH values are distributed in the range of pH 3.91 to 6.31. The electrical conductivity of domestic and imported honey ranged from 0.09-1.51mS/cm, which showed a large difference between the samples. Although there was a large difference of electrical conductivity from the honey types, further research is needed to determine whether it is applicable to Korean honey. Finally, in the case of diastase activity, Korean honey showed relatively high DN values compared to imported honey from Vietnam, New Zealand, the United States, and China. Therefore, diastase activity is an important indicator for evaluating the quality of honey, and further research is needed to confirm its feasibility as an additional indicator for the domestic honey grading system in Korea. This study evaluated the physical properties and enzyme activity characteristics of domestic and imported honey, and is expected to provide basic information for the establishment of a honey grading system, thereby improving consumer trust in the honey grading system and enhancing the development of honey distribution in Korea.

Keywords: Apiculture, Honey, Physicochemical, Diastase activity

Received Aug. 21. 2024
Revised Sep. 13. 2024
Accept Sep. 19. 2024

*Correspondence

Hye-kyung Kim
hyegyong@korea.kr

서론

벌꿀은 꿀벌에 의해 꽃의 밀선에서 분비되는 화밀을 전

화 및 숙성시킨 물질로, 높은 에너지를 내는 에너지원일 뿐만 아니라, 단맛을 내는 천연 감미료로 널리 이용되어 왔다. 벌꿀은 약 18%의 수분과 70~80%의 과당 및 포도



당 외에 아미노산, 단백질, 유기산, 지방, 항산화제, 무기물, 효소 등 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다(White and Crane, 1975; Ferreres et al., 1993; Nagai et al., 2006). 벌꿀이 지니는 이러한 특성으로 인해 벌꿀은 전통적으로 화상 및 상처치료 용도로 이용되었으며, 현대에 이르러서는 건강 기능성 소재로 이용되기도 한다(Al-Manary et al., 2002).

우리나라에서는 벌꿀을 식품공전에서 정의하고 있으며, 이에 따른 벌꿀류의 정의는 다음과 같다. 즉, 벌꿀류라 함은 꿀벌들이 꽃꿀, 수액 등 자연물을 채집하여 벌집에 저장한 것 또는 이를 채밀한 것을 말하며, 그 유형은 벌집꿀, 벌꿀, 사양벌집꿀, 사양벌꿀로 구분할 수 있다. 그중 벌꿀의 기준 및 규격은 수분(20% 이하), 물불용분(0.5% 이하), 산도(40meq/kg 이하), 전화당(60% 이상), 자당(7% 이하), hydroxy methyl furfural (HMF, 80mg/kg 이하), 타르색소(검출되어서는 아니된다), 인공 감미료(검출되어서는 아니된다)로 규정하고 있다(MFDS, 식품공전, 2013). 하지만 최근 우리나라는 벌꿀에 대한 등급제를 전면 시행하게 되면서, 이에 따른 1+등급 아카시아꿀을 탄소동위원소비(-23.5 이하) 수분(20% 이하), 과당/포도당비(1.5% 이상), hydroxy methyl furfural (HMF, 3mg/kg 이하), 외 향미, 결함, 색도로 정하고, 이를 등급화하고 있다.

현재 시행되고 있는 꿀 등급제가 2023년 12월 법제화를 통해 본 사업화가 되면서 제도의 안정적을 위해 등급제도에 접목할 수 있는 새로운 지표에 대한 발굴 연구도 반드시 필요하다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 현재 우리나라 꿀 등급제에서 사용하고 있지 않는 지표인 전기전도도, pH에 대한 특성 및 Diastase 효소 활성 특성을 수입산 벌꿀과 비교함으로써 해당 지표의 꿀 등급제 도입 가능성을 확인해 보고자 한다. 이를 통해 우리나라 벌꿀에 대한 고유의 기준을 위한 기초 정보를 제공하여 꿀 등급제를 통한 소비자의 신뢰를 향상 및 벌꿀 유통 선진화를 제고할 수 있기를 기대한다.

연구방법

벌꿀 시료

본 연구에서 사용한 벌꿀 시료는 국내에 유통 중인 벌꿀을 대상으로 원산지 및 밀원에 따라 인터넷 쇼핑몰 및

대형마트 또는 현지에서 구매하였다. 분석에 사용된 벌꿀은 국내산의 경우, 아카시아꿀 3종, 밤꿀 3종, 사양꿀 1종이었으며, 수입산은 뉴질랜드산으로 마누카꿀 UMF 5+ 3종과 UMF 10+ 3종, 레와레와꿀 2종, 잡화꿀 1종, 베트남산으로 아카시아꿀 2종, 롱간꿀 1종, 람부탄꿀 1종, 잡화꿀 3종, 미국산으로 아카시아꿀 3종, 밤꿀 2종, 중국산으로 해바라기꿀 1종, 아카시아꿀 2종, 총 31종을 분석에 사용하였다.

수분함량

수분함량 측정은 시료를 잘 섞고 20℃를 유지하면서 벌꿀수분측정기(지원하이텍, 한국, 모델: GMK-315AC, 측정범위:12.0%~0.0%, 민감도: 0.1%, 정확도: ±0.2%)를 이용하여 굴절률을 측정하고, 식품공전에 명시된 온도에 따른 보정 값을 적용한 후 수분 환산표에 따라 수분함량을 산출하였다.

Diastase activity

벌꿀의 Diastase activity는 Phadebas tablet(Phadebas Amylase Test, Magle AB, Sweden)을 이용해 벌꿀의 전분 분해능을 측정하는 방법으로 수행되었다. 먼저 벌꿀 시료 1g을 Acetate buffer(0.1M pH 5.2) 100mL에 녹인 뒤, 녹인 용액 5mL를 test tube에 담아 water bath(40℃)에 넣고 5분 이상 정치시켰다. 이후 Phadebas tablet(Phadebas Amylase Test, Magle AB, Sweden)을 첨가하고 즉시 vortex(10초)한 뒤 다시 water bath에 넣고 30분간 정치하였다. 반응을 멈추기 위해 0.5M NaOH 1mL를 넣고 vortex(5초)한 뒤 원심분리하고(1500G, 5분) 상등액을 취한 뒤 620nm에서 흡광도를 측정하였다.

pH

벌꿀의 pH는 시료를 20%(w/v) 희석한 뒤 pH meter (HI 98127, Hanna instruments, Mauritius)를 이용해 측정하였다.

전기전도도(Electrical conductivity)

벌꿀의 전기전도도는 전기 전도계를 이용해 측정하였다.

먼저 탈이온수(deionised water)에 벌꿀 시료를 20% (w/v) 희석한 뒤 전기 전도계 Metler-Toledo SevenMulti conductimeter (Mettler-Toledo S.A.E., Barcelona, Spain)를 이용해 측정하였다.

결과 및 고찰

수분함량

수집된 벌꿀의 수분함량을 측정한 결과, 모든 벌꿀은 14.63-20.33% 범위의 수분함량을 나타내었다(Table 1, Fig. 1). 산지별 벌꿀의 수분함량은 국내산의 경우 15.55-20.33%, 뉴질랜드산의 경우 15.23-19.33%, 베트남산의 경우 14.63-19.68%, 미국산의 경우 15.60-17.95%, 중국

산의 경우 17.85-19.85%의 수분함량 값을 나타내었지만, 산지별로 큰 차이를 보이지는 않았다. 우리나라 식품공전 상 벌꿀의 수분함량 기준 및 규격은 20% 이하로 규정되어 있다(MFDS, 2024). 이는 EU 및 Codex 기준(20% 이하)과 동일한 수준으로(Codex, 2001; EU, 2014), 수집된 벌꿀은 국내는 물론 국제적인 벌꿀 기준 및 규격에 부합한다는 것을 확인할 수 있었다.

벌꿀의 수분함량은 벌꿀의 유통기한 및 품질에 영향을 미치는 중요한 요소로, 일반적으로 매우 엄격한 기준으로 설정되는 지표 중 하나이다. 즉, 벌꿀 내 수분함량이 높으면 미생물 증식의 위험성이 높아져 벌꿀의 품질을 떨어뜨릴 수 있을 뿐만 아니라, 수분함량이 높을수록 벌꿀 내 존재하는 효모가 발효할 가능성이 높아져 꿀의 맛과 색이 변할 수 있다. 이에 따라 많은 나라들은 벌꿀의 수분함량 기준을 18%에서 20% 이하로 설정하고 있다. 기존 벌꿀의

Table 1. Physico-chemical and diastase activity characteristics of domestic and imported honey samples

No.	Country	Floral source	Company	EC (ms/cm)	pH	Diastase activity (DN)	moisture(%)
1	Domestic honey	Acacia	K_A	0.20±0.00	3.85±0.02	3.08±1.39	15.55±0.25
2		Acacia	K_B	0.28±0.00	3.86±0.02	21.25±1.54	16.55±0.13
3		Acacia	K_C	0.14±0.00	4.02±0.01	3.69±1.18	18.98±0.74
4		Chestnut	K_A	0.92±0.04	4.81±0.02	15.92±0.54	17.78±0.15
5		Chestnut	K_B	1.51±0.02	5.21±0.01	23.27±1.16	16.30±0.34
6		Chestnut	K_C	1.43±0.04	4.94±0.02	10.17±0.24	18.30±0.22
7		Artificia	K_A	0.09±0.00	3.91±0.01	-0.44±0.08	20.33±0.33
8	New Zealand	Manuka 5+	N_A	0.47±0.03	4.24±0.02	3.75±0.15	18.55±0.30
9		Manuka 10+	N_A	0.59±0.01	4.07±0.01	1.34±0.21	18.93±0.51
10		Manuka 5+	N_B	0.52±0.01	4.11±0.01	0.84±0.06	18.98±0.34
11		Manuka 10+	N_B	0.60±0.01	4.07±0.01	1.10±0.05	18.78±0.35
12		Manuka 5+	N_C	0.60±0.01	4.31±0.01	3.86±0.04	18.43±0.38
13		Manuka 10+	N_C	0.59±0.01	4.21±0.01	1.42±0.11	19.33±0.33
14		Rewarewa	N_A	0.63±0.05	4.35±0.02	0.95±0.09	15.23±0.36
15		Wildflower	N_C	0.63±0.01	4.21±0.02	3.05±0.15	17.10±0.18
16		Rewarewa	N_B	0.75±0.13	4.55±0.01	4.81±0.11	16.75±0.44
17	Vietnam	Acacia	V_A	1.15±0.02	4.11±0.00	13.90±0.07	14.63±0.57
18		Acacia	V_B	0.16±0.00	3.97±0.01	11.35±0.50	17.78±0.45
19		Longan Honey	V_A	0.80±0.01	4.39±0.01	13.08±0.41	17.18±0.88
20		Rambutan Hone	V_A	0.45±0.01	4.41±0.01	9.36±0.36	17.08±0.39
21		Wildflower	V_C	0.77±0.00	4.15±0.02	9.84±0.04	15.90±0.90
22		Wildflower	V_D	0.59±0.00	4.02±0.00	10.81±0.14	17.68±0.21
23	Wildflower	V_E	0.85±0.01	4.18±0.01	9.63±0.15	19.68±0.46	
24	American	Acacia	A_A	0.14±0.00	6.32±0.04	13.48±0.13	17.43±0.30
25		Acacia	A_B	0.41±0.01	4.17±0.01	12.41±0.46	15.98±0.36
26		Acacia	A_C	0.22±0.00	4.12±0.02	10.07±0.38	18.43±0.36
27		Chestnut	A_D	0.99±0.01	4.38±0.02	15.21±0.44	15.60±0.23
28		Chestnut	A_C	0.47±0.35	4.69±0.01	3.18±0.48	17.95±0.06
29	China	sunflower	C_A	0.45±0.08	4.10±0.01	14.69±0.86	18.75±0.21
30		Acacia	C_B	0.49±0.04	3.92±0.05	9.55±0.33	19.85±0.64
31		Acacia	C_C	0.09±0.01	3.92±0.06	6.29±0.72	17.85±0.13

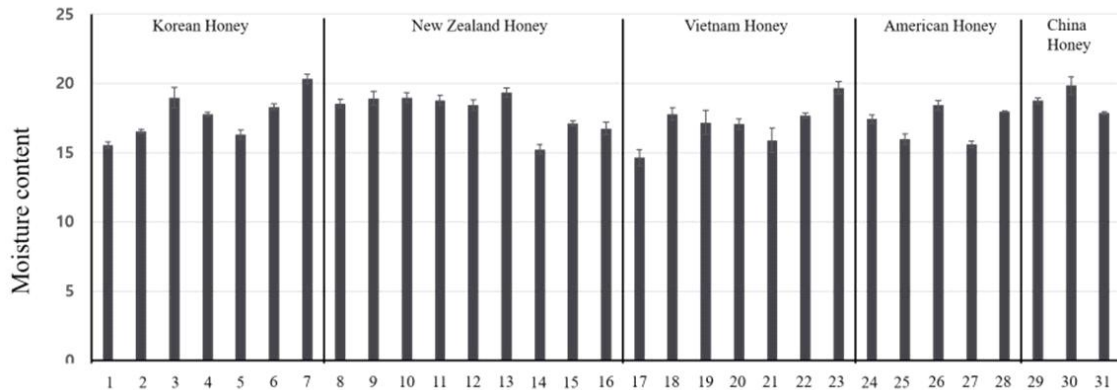


Fig. 1. Moisture content of domestic and imported honey samples.

품질평가 연구 결과와 비교하면 본 연구의 결과는 적절한 수준을 유지한다고 판단되었다. Haver 등(1992)은 아카시아 꿀이 18-22% 수준이라 보고하였고, Kim과 Rhee(1996)는 토종꿀의 경우 평균 19.50%, 양봉꿀은 평균 19.50% 수준이라 보고한 바 있다. 따라서 기존 연구와 더불어 본 연구의 결과는 수분함량 20% 내외로서 국내 품질 규격 관리가 비교적 양호한 것으로 판단된다.

pH

수집된 벌꿀의 pH를 측정된 결과, 모든 벌꿀은 pH 3.91-6.31 범위의 pH 값을 나타내었다(Table 1). 원산지에 따른 벌꿀의 pH 값은 국내산의 경우 pH 3.85-4.94, 뉴질랜드산의 경우 pH 4.07-4.55, 베트남산의 경우 pH 3.97-4.39, 미국산의 경우 pH 4.12-6.32, 중국산의 경우 pH 3.92-4.10의 값을 나타내었다. 본 연구에서는 미국산 벌꿀 1종을 제외한 나머지 벌꿀은 pH 3.5-5.5 사이의 값을 나타낸 것으로 드러났다.

Živkov-Baloš(2018) 등은 아카시아꿀의 산도는 2.5-9 mEq/kg으로 다른 벌꿀에 비해 산도가 낮다고 평가했는데, 본 연구에서 또한 아카시아꿀은 다른 꿀에 비해 산도가 낮은 것으로 평가되었다. 일반적으로 꿀은 pH 3.5-5.5의 산성 물질인데(Bogdanov et al., 2004), 이는 꿀에 포함되어 있는 유기산에 의한 결과이다. 벌꿀의 산도는 미생물의 발생을 억제하는 측면에서 매우 중요한데, 벌꿀의 높은 산도는 벌꿀에 존재하는 당분이 유기산으로 발효되는 것을 막음으로써 벌꿀의 풍미와 미생물 부패에 대한 안정성(Bogdanov et al., 2008)에 큰 영향을 미칠 수 있다.

또한 벌꿀의 산도는 벌꿀에 포함된 미네랄 함량과도 깊은 상관관계가 있어(Mohammed and Babiker, 2009; EL-Metwally, 2015), 높은 산도를 보유한 벌꿀은 높은 미네랄 함량을 보유한다는 것을 간접적으로 나타낼 수도 있다.

전기전도도(Electrical conductivity, EC)

수집된 벌꿀의 전기전도도는 0.09mS/cm에서 1.51 mS/cm로 시료 간에 큰 차이를 보였다(Table 1, Fig. 2). 특히 전기전도도는 벌꿀의 원산지에 의한 차이보다는 벌꿀 종류에 의한 차이가 커서, 아카시아와 같은 맑은 색의 벌꿀은 낮은 전기전도도 값을 보였고, 마누카꿀이나 밤꿀과 같이 짙은 색의 꿀은 높은 전기전도도 값을 보였다. 국내산 벌꿀은 0.09±0.00mS/cm에서 1.51±0.02mS/cm로 큰 편차가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 그중 아카시아 꿀의 전기전도도는 0.14-0.28mS/cm 로 다른 꿀에 비해 낮았고, 밤꿀은 0.92-1.51mS/cm로 다른 꿀에 비해 높은 것을 확인할 수 있었다. 뉴질랜드산의 경우, 마누카꿀 및 다른 종류의 꿀 모두 전기전도도 값은 0.47-0.75mS/cm의 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 반면 베트남산의 경우, 0.16-1.15mS/cm의 전기전도도 값을 나타내었으나, 한 종의 아카시아꿀이 특이하게 높은 전기전도도 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 미국산의 경우에는 시료의 전기전도도 값이 0.14-0.99mS/cm 수준으로 확인되었는데, 이때 한 종의 밤꿀이 다소 높은 전기전도도 값을 보이는 경우를 제외하면 일반적인 수준의 전기전도도 값을 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 중국산의 경우, 해바라기 꿀 및 아카시아꿀의 전기전도도 값이 0.09-0.49mS/cm로

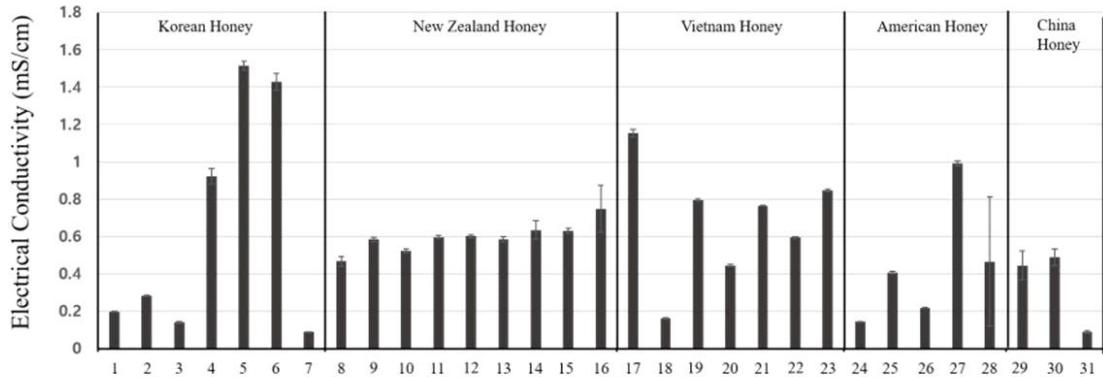


Fig. 2. Electrical conductivity of domestic and imported honey samples.

대체로 낮은 값을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

벌꿀의 전기전도도는 미네랄 또는 총회분, 염분, 유기산 및 단백질의 농도와 밀접한 관련이 있으며, 벌꿀의 밀원에 따라 큰 편차를 보여 벌꿀의 식물학적 기원을 판단하는 좋은 기준이 될 수 있어(Terrab et al., 2003; León-Ruiz et al., 2011; Adenekan et al., 2010), Codex 및 유럽, 그리고 전 세계 많은 나라들이 전기전도도를 벌꿀의 품질 및 규격 지표로 채택하고 있다(Thrasivoulou et al., 2018). 하지만 이때 벌꿀의 기준 및 규격으로 정하고 있는 전기전도도 값은 대부분 0.8mS/cm 이하로 정하고 있으며, 유럽의 경우에는 전기전도도 0.8mS/cm을 기준으로 그 이상이 될 때는 감로꿀로 규정하고 있다. 이 기준에 의하면 이번 시험에 의한 결과는 베트남꿀 2종, 미국꿀 1종, 그리고 국내산 밤꿀은 벌꿀로서 국제 기준에 미치지 못한다고 결론지을 수 있다. 물론 우리나라 식품공전 기준에는 전기전도도 값을 채택하고 있지 않지만, 지속적인 연구를 통해 우리나라 밤꿀의 전기전도도 특성이 어떻게 다른지에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Diastase activity

벌꿀에는 여러 효소가 포함되어 있으며, 그중 가장 두드러진 효소는 diastase, invertase (α-glucosidase), glucose-oxidase, catalase 및 acid phosphatase이다 (Sak-Bosnar and Sakač, 2012). 그중 가장 중요한 효소 중 하나인 diastase(α-amylase, β-amylase)는 꿀의 영양 및 치료 기능을 풍부하게 할 뿐만 아니라, 꿀의 품질을 평가하는 중요한 지표로 활용되고 있다. Diastase 활성은

시험 조건에서 40°C에서 1시간 동안 0.01g의 전분을 전화시키는 효소의 양으로 정의되며, 일반적으로 Schade units (Kedzierska-Matysek et al., 2016) 또는 diastase number (DN)로 표기된다.

본 연구에 의한 벌꿀의 diastase 활성은 벌꿀의 원산지 및 밀원에 따라 다양하게 평가되었다. 국내산 벌꿀 중 아카시아꿀은 diastase 활성이 3.08-21.25DN으로 큰 편차가 있는 것으로 나타났다. 반면 밤꿀은 10.17-23.27DN으로 비교적 높은 활성을 지니는 것으로 평가되며, 반면 사양꿀은 -0.44DN으로 효소 활성이 거의 없는 것으로 평가되었다. 뉴질랜드산의 경우, diastase 활성은 0.84-4.81 DN으로 낮은 활성을 지니는 것으로 평가되며, 베트남산의 경우 9.36-13.90DN, 미국산의 경우 3.18-15.21DN, 중국산의 경우 6.29-14.69DN의 활성을 지니는 것으로 평가되었다(Table 1, Fig. 3).

Diastase 활성에 대한 유럽 및 Codex 기준은 0.8DN 이상으로 diastase 활성이 높을수록 높은 품질을 지닌 것으로 평가하고 있다. 이에 본 연구결과를 유럽 및 Codex 기준에 적용시켜보면, 우리나라 밤꿀 및 아카시아꿀 1종은 유럽 및 Codex 기준을 충족하나, 아카시아꿀 2종 및 사양꿀은 이를 충족하지 못하는 것으로 드러났고, 베트남 및 미국, 중국 벌꿀은 대체로 이를 충족하나, 뉴질랜드 벌꿀은 이를 충족하지 못하는 것으로 드러났다. 하지만 중국의 경우, diastase 활성 기준은 4DN 이상으로 국제 기준에 비해 다소 낮은 수치인데, 이 기준을 적용한다면 중국산 벌꿀도 자국의 기준을 충족하는 것으로 드러났다.

Diastase 활성은 벌꿀의 품질관리에 있어 매우 중요하게 생각되는 지표 중 하나로 Pasiadis 등(2017)은 diastase

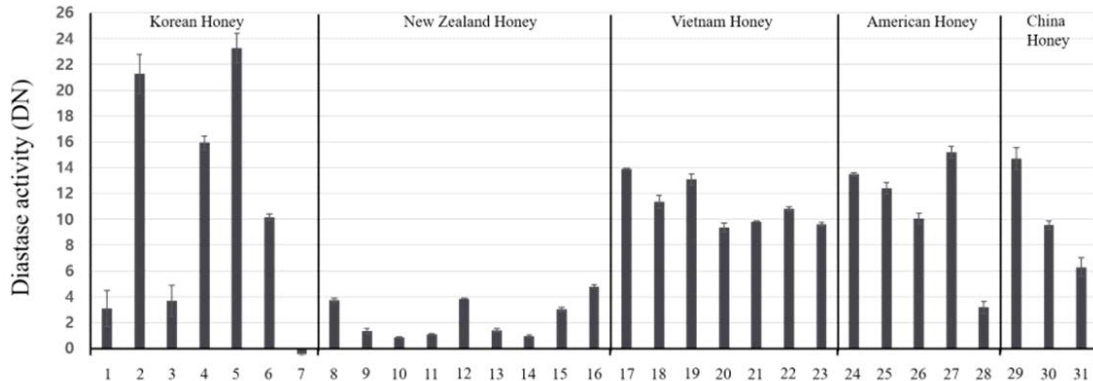


Fig. 3. Diastase activity of domestic and imported honey samples.

activity를 꿀벌에 인공 먹이를 제공하는지 여부를 확인할 수 있는 중요한 지표라고 하기도 하였으며, Huang 등 (2018)은 해당 지표를 활용하여 벌꿀이 고온 농축기를 통해 농축되었는지 여부를 평가할 수 있다고 밝히기도 하였다. 즉, 벌꿀은 가공되지 않은 신선한 상태에서 diastase 활성은 일반적으로 25DN을 초과하는 반면, HMF(hydroxy methyl furfural)는 사실상 존재하지 않거나 매우 낮다. 반면 벌꿀을 가열하면 diastase가 비활성화되고 HMF가 형성되는데, 이때 HMF가 40mg/kg을 초과하면서 diastase 활성이 없으며, 벌꿀의 품질이 저하된 것으로 간주할 수 있고, 또한 사양액과 같은 설탕 시럽을 과도하게 공급하여 벌꿀에 혼입이 되면 이를 감지하는 용도로도 사용이 가능하다.

현재 우리나라의 식품공전 및 꿀 등급제에 대한 벌꿀 규격에는 diastase 활성은 포함되어 있지 않다. 하지만 이 기준은 유럽 및 Codex, 캐나다, 콜롬비아 등 많은 나라들이 벌꿀 품질 규격에 포함하고 있는 만큼 우리나라에서도 적극적인 도입을 검토해야 할 것으로 판단된다(Thrasylvoulou et. al., 2018).

적 요

벌꿀은 과당 및 포도당 외 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있어 매우 선호도가 높은 식품이지만, 최근 기후변화 등으로 벌꿀 생산성 및 수입산 벌꿀에 대한 가격경쟁력이 급격히 낮아지고, 진위 여부에 대한 소비자 불신이 팽배해 있어 이에 대한 대책 마련이 시급하다. 이에 따른 대책으로 우리나라는 2023년부터 꿀 등급제를 전면 시행

하고 있으며, 현재 시행되고 있는 꿀 등급제 지표를 새롭게 도입해야 하는지에 대한 연구도 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 현재 우리나라 벌꿀 등급제에서 사용하고 있지 않는 지표인 전기전도도, pH 및 효소 활성 특성을 국내산과 수입산 벌꿀 31종을 비교함으로써 해당 지표의 꿀 등급제 도입 가능성을 확인해 보고자 하였다. 그 결과, 국내산 벌꿀 및 수입산 벌꿀의 수분 함량은 20% 내외로 국내 품질 규격 관리가 비교적 양호한 것으로 판단되며, pH 값은 pH 3.91-6.31 범위로 분포하여 산성을 나타내는 것으로 확인되었다. 국내산 벌꿀 및 수입산 벌꿀의 전기전도도는 0.09-1.51mS/cm로 시료 간에 큰 차이를 보였지만, 벌꿀 종류에 따른 차이가 크므로 우리나라 벌꿀에 적용 가능한지에 대해서는 추가 연구가 필요할 것으로 보인다. 마지막으로 diastase 활성의 경우, 국내산 벌꿀은 베트남, 뉴질랜드, 미국, 중국 수입산 벌꿀과 수입산 벌꿀에 비해 상대적으로 높은 DN 값을 보였다. 이에 따라 diastase 활성도는 벌꿀의 품질을 평가할 수 있는 중요한 지표이니만큼 국내 꿀 등급제를 위한 추가 지표로서 도입 가능성 확인을 위한 추가 연구가 필요하다. 본 연구는 국내산 및 수입산 벌꿀에 대한 물리적 특성 및 효소 활성 특성을 평가한 논문으로 꿀 등급제 기준 마련을 위한 기초 정보를 제공함으로써 꿀 등급제를 통한 소비자의 신뢰를 향상 및 벌꿀 유통 선진화를 제고할 수 있기를 기대한다.

감사의 글

본 성과물은 축산물품질평가원 학술연구용역사업(벌꿀 등급제도 발전 방향 수립)에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

1. Adenekan MO, Amusa NA, Lawal AO, Okpeze VE. 2010. Physico-chemical and microbiological properties of honey samples obtained from Ibadan. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 2(8):100-104.
2. Al-Mamary M, Al-Meerri A, Al-Habori M. 2002. Antioxidant activities and total phenolics in different types of honeys. *Nutritional Research* 2:1041-1047.
3. Bogdanov S, Ruoff K, Oddo LP. 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35(Suppl. 1):S4-S17.
4. Codex. 2001. Codex Alimentarius standard for honey 12-1981. Revised Codex standard for honey. Standards and standard methods (Vol. 11).
5. El-Metwally AAE. 2015. Factors affecting the physical and chemical characteristics of Egyptian beehoney. *Fac. Agric.: Cairo Univ.*
6. EU. 2014. Directive 2014/63/EU of the European parliament and of the council of 15 May 2014 amending council directive 2001/110/EC relating to honey. *Official Journal of the European Union L164*: 1-5.
7. Ferreres F, García-Viguera C, Tomás-Lorente F, Tomás-Barberán FA. 1993. Hesperetin: A marker of the floral origin of citrus honey. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 61(1): 121-123.
8. Hawer W, Ha J, Nam Y. 1992. The quality assessment of honey by stable carbon isotope analysis. *Analytical Science and Technology* 5(2):229-234.
9. Huang Z, Liu L, Li G, Li H, Ye D, Li X. 2019. Nondestructive determination of diastase activity of honey based on visible and near-infrared spectroscopy. *Molecules* 24(7):1244.
10. Kedzierska-Matyszek M, Florek M, Wolanciuk A, Skalecki P, Litwinczuk A. 2016. Characterisation of viscosity, colour, 5-hydroxymethylfurfural content and diastase activity in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures. *J Food Sci. Technol.* 53:2092-2098.
11. Kim ES, Rhee CO. 1996. 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
12. León-Ruiz V, Vera S, González-Porto AV, Andrés MPS. 2011. Vitamin C and sugar levels as simple markers for discriminating Spanish honey sources. *Journal of Food Science* 76(3): C356-C361.
13. MFDS. 2024. Food Code. Notification 2013-204. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea
14. Mohammed SEAR, Babiker EE. 2009. Protein structure, physicochemical properties and mineral composition of *Apis mellifera* honey samples of different floral origin. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3(3):2477-2483.
15. Nagai T, Inoue R, Kanamori N, Suzuki N, Nagashima T. 2006. Characterization of honey from different floral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat. *Food Chemistry* 97(2):256-262.
16. Pasiás IN, Kiriakou IK, Proestos C. 2017. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. *Food Chemistry* 229: 425-431.
17. Sak-Bosnar M, Sakač N. 2012. Direct potentiometric determination of diastase activity in honey. *Food Chem.* 135: 827-831.
18. Terrab A, Gonzalez AG, Díez MJ, Heredia FJ. 2003. Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(7): 637-643.

19. Thrasyvoulou A, Tananaki C., Goras G., Karazafiris E., Dimou, M., Liolios V., Kanelis D, Gounari S. 2018. Legislation of honey criteria and standards. *Journal of Apicultural Research* 57(1): 88-96.
20. White JW, Crane E. 1975. Honey a comprehensive survey. by Eva Crane, Morrison and Gibb Ltd 194-206.
21. Živkov-Baloš M, Popov N, Vidaković S, Ljubojević-Pelić D, Pelić M, Mihaljev Ž, Jakšić S. 2018. Electrical conductivity and acidity of honey.