



국산 밀랍의 일반성분 분석 및 영양학적 가치평가

최홍민, 우순옥, 김세건, 김효영, 김성국, 김선미, 이혜진, 문효정, 이영신, 유 식, 한상미*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

General Component Analysis and Nutritional Evaluation of Domestic Beeswax by *Apis mellifera*

Hong Min Choi, Soon Ok Woo, Se Gun Kim, Hyo Young Kim, Sung-Kuk Kim, Seon Mi Kim, Hye Jin Lee, Hyo Jung Moon, Young Sin Lee, Sik Lyu and Sang Mi Han*

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

Abstract

Beeswax is a hydrophobic substance secreted by the wax glands of young worker bees and is used in the construction of beehives. Beeswax finds applications across various industries such as medicine, food additives, food coatings, and preservatives. This study evaluates the general composition and nutritional value of beeswax. Beeswax is primarily composed of over 90% crude lipids and carbohydrates, with carbohydrates having the highest content. Proteins are present in minimal amounts. Beeswax contains a total of six minerals, with potassium (K) being the most abundant at 11.05 mg/100 g. The fatty acid content in beeswax is notably high at 10.2 g/100 g, with over 80% being saturated fatty acids. Through this research, the nutritional value of beeswax as a versatile material has been analyzed, providing fundamental data for its utilization in various industries including the food sector as additives.

Keywords

Beeswax, Nutritional evaluation, Fatty acid, Minerals

서 론

일반적으로 일부 밀랍을 생산하는 곤충들이 존재하지 만 우리가 사용하는 천연밀랍의 대부분은 꿀벌에 의해 생산된다(Tulloch, 1970). 꿀벌 중에서도 인간이 가장 많이 사육하는 서양종꿀벌 (*Apis mellifera*)과 재래꿀벌 (*Apis cerana*) 중에서 특히 많은 천연밀랍이 생산되고 다양한 용도로 사용되고 있다.

밀랍은 생후 12~18일 된 외부 활동을 하기 직전의 어린 일벌의 복부에 있는 왁스 분비샘에서 분비되는 액체 형태의 물질이다(Chauvin, 1968). 분비된 밀랍은 공기와 접촉 시 빠르게 굳는데 이때 어린 일벌들이 화분 프로폴리스를

추가하여 벌집을 짓는 데 이용한다(Bogdanov, 2004, 2009).

일벌이 처음 분비하는 순수한 밀랍은 거의 흰색에 가까우며, 벌집을 짓는 과정에서 풀이나 화분, 프로폴리스 등이 첨가됨에 따라 점차적으로 황색으로 변하게 되며, 시간이 지날수록 갈색에 가깝게 색이 진해진다(Hepburn, 1991).

밀랍은 고대 이집트 때부터 사용되었다고 전해지는데 이집트인들이 미라를 만들기 위해 사용했다는 기록이 있으며(Benson *et al.*, 1978), 기원전 1550년경 이집트에서 편찬된 피피루스에 나와있는 32가지 처방전에 밀랍이 사용되었다고 언급하고 있다(Crane, 1999). 고대 로마시대에는 만능 크림으로 불리며 화상, 타박상, 골절 등의 치료를

위해 사용된 “콜드 크림”에 밀랍이 사용되었다(Chauvin, 1968). 최근에는 밀랍이 일부 박테리아에 항균활성을 나타낸다고 보고된 바 있다(Ghanem, 2011).

또한 밀랍은 사람이 섭취하더라도 안전한 것으로 확인되었으며, 미국에서는 식품의 성분으로 승인된 바 있다(FDA, 1978). 밀랍은 체내 소화 시스템에 영향을 받지 않으며 그대로 외부로 배출된다. 최근에는 이러한 성질을 이용하여 의약제제를 운송하기 위한 연구도 활발하였다(Nahum and Abraham, 2022). 유럽에서는 식품안전정책(Esfa)에서는 E901이라는 항목으로 밀랍을 향 운반제, 식품방부제 등으로 승인하여 관리하고 있으며(Aguilar, 2007), 이를 바탕으로 초콜릿의 코팅, 빵집, 과일 등의 수분 증발 방지, 용기 코팅 등 다양하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 이처럼 다양하게 활용되고 있는 밀랍에 대한 일반 성분 분석과 영양학적 평가를 통해 소재 활용을 위한 가치 평가 기초자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 밀랍은 2022년 국립농업과학원 소재 양봉장(전북 전주)에서 서양종꿀벌(*Apis mellifera*)이 지은 덧집을 수거하여 분석에 사용하였다.

2. 일반성분 분석

밀랍에 함유된 수분, 조단백질, 조지방, 탄수화물 및 회분 등의 분석은 식품공전(2020)에 고시된 분석법에 의거하여 실시하였다. 수분 함량의 경우, 상압가열건조법을 이용하여 분석하였으며, 밀랍을 드라이오븐(DS-520M, Daewonsci, Korea)을 이용하여 100~103°C에서 5시간 동안 건조시킨 후 데시케이터에서 30분간 방치 후 무게를 측정하여 수분 함량을 측정하였다. 조단백질 함량은 단백질 분석기(KjelMaster K375, Buchi, Swiss)를 이용하여 킬달 분석법에 따라 측정하였으며, 밀랍의 질소계수인 6.25를 곱하여 단백질 함량을 계산하였다. 조지방은 밀랍시료에 물을 가하여 가운한 후 흔들어 혼화시킨 후 로제-고트리브법에 따라 함량을 측정하였다. 회분 함량은 600°C의 회화로(LF-MS550, Daihan scientific, Korea)에서 3시간 가열하여 백색~회백색 회분이 얻어질 때까지 가열하여 이를

식힌 후 무게를 측정하였다.

3. 무기질 분석

밀랍의 무기질 함량 분석은 AOAC (Association of Official Agricultural Chemists, 2010)에 제시된 분석법에 따라 실시하였다. 밀랍을 강산과 혼합하여 Microwave digestion system을 이용하여 가열분해 후 유도결합플라즈마 분광분석기(Inductively coupled plasma optical emission spectrometer, ICP-OES)를 이용하여 무기질을 측정하였으며, 해당 조건은 Table 1에 나타내었다.

4. 지방산 분석

밀랍의 지방산 함량 분석을 위해서 밀랍 시료를 0.5 N 메탄올성 수산화나트륨 용액에 첨가하고 질소를 붙여넣은 후 5분 동안 100°C에서 가열하였다. 이후 14% 트리플루오로보란메탄올(BF₃) 용액과 혼합한 후 100°C에서 3분간 더 가열하고 식혀준 후에 이소옥탄 용액을 가하고 30초간 흔들어 주었다. 이후 분리된 이소 옥탄층을 무수황산나트륨으로 탈수하여 기체크로마토그래피(Agilent Gas chromatography GC-FID 8890, California, USA)를 이용

Table 1. ICP-OES conditions for 10 minerals in beeswax

Classification	Condition
Instrument	ICP-OES (Avio200, Perkin Elmer, USA)
RF power	1350 W
Plasma gas	Argon
Nebulizer	20 psi
Wavelength (nm)	Ca 393.366, Cr 267.716, Cu 327.393, Fe 238.204, K 766.490, Mg 208.271, Mn 257.610, Na 589.592, P 213.617, Zn 206.200, As 188.979, Cd 228.804, Pb 214.423, S 180.669

Table 2. Gas chromatographic conditions for fatty acids in beeswax

Parameters	Condition
Column	SP-2560 (100 m × 0.25 mm × 0.2 μm)
Injector temperature	225°C
Detector temperature	285°C
Oven temperature	80°C
Carrier gas	N ₂ (0.8 mL/min)
Injection	1 μL, split ratio 50 : 1

하여 분석하였으며, 각 개별지방산 methyl ester의 지방산 전환계수를 곱하여 함량을 계산하였다. 분석에 사용된 기기의 분석 조건은 Table 2와 같았다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

밀랍의 일반성분(수분, 조단백질, 조지방, 탄수화물, 회분)을 분석한 결과 Table 3과 같은 결과를 나타내었다. 밀랍(beeswax)은 영문명에서도 알 수 있듯이 왁스 성분으로 비극성 성분인 지방이 많으며 수분 함량이 적을 것으로 사료되었다. 일반적으로 식품에 있어 수분 함량은 미생물의 증식 등 식품의 품질에 있어서 매우 큰 영향을 미치는 요인으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2017). 본 연구를 통해 분석한 밀랍의 실제 수분함량은 전체의 0.6% 정도로 매우 극미량 존재하였다(Table 3). 이는 밀랍을 보관하거나 실제 식품으로 활용하기에 매우 유리하다고 할 수 있다. 밀랍의 조단백질 함량은 수분보다도 더 낮은 0.3% 존재하였다(Table 3). 일반적으로 식품이나 식품 원료 등에 있어서 알레르기 원인 물질들은 보통 단백질이나 질소를 포함하는 단백질성 화합물로 알려져 있는데(van Putten *et al.*, 2006), 밀랍의 경우 그 함량이 매우 낮아 알레르기 반응에 대한 안전성을 별도로 확보할 필요는 없을 것으로 사료된다. 일반적으로 밀랍하면 떠오르는 것이 왁스인만큼 밀랍의 일반성분에서는 지방이 가장 많을 것으로 예상되었지만 실제 밀랍에서의 조지방 함량은 42.7%였으며, 의외로 탄수화물 함량이 56.3%로 가장 높게 나타났다(Table 3). 따라서 밀랍의 주요 구성성분은 탄수화물과 지방이라고 할 수 있다. 곤충 생화학 교과서에 따르면 밀랍의 지방 성분은 모노카르복실산인 알킬 에스테르가 72%, 유리 지

방산이 14%, 탄화수소가 11%로 구성되어 있다(Richard., 1978). 알킬 에스테르는 길게 이어진 비극성 사슬에 에스테르가 붙어있는 형태이며, 알콜성 지방산 에스테르인 왁스 성분도 여기에 속한다(Tulloch, 1980). 지방의 경우 쉽게 가수분해되거나 산화를 통해 산가 증가에 영향을 미친다. 이러한 가수분해는 지방의 에스테르 결합에 작용하여 유리지방산을 생성하게 되는데, 이는 다양한 지방분해 효소들이 관여하는 것으로 알려져 있다(Mukherjee, 1990). 산가는 식품 등의 품질에 영향을 미치는 요인으로 실제 식품공전에 식품첨가물로 등록된 밀랍의 품질 규격평가의 기준 항목으로 포함되어 있다(MFDS, 2021). 또한 밀랍은 의외로 탄수화물의 비율이 높게 존재하여 식품이나 관련 소재로서 활용할 경우 높은 열량을 낼 수 있을 것으로 생각된다.

2. 무기질 분석

무기질은 체내에서 합성되지는 않지만 다양한 기능을 유지하기 위해 필수적인 물질로 보통 식품을 통하여 섭취하여야 하며, 신체 골격 구조 형성이나, 성장, 발육 등의 다양한 대사 활동을 위해 적당량을 섭취하지 않을 시 질병을 야기할 수 있다(Blumfield *et al.*, 2013). 본 연구에서는 국산에서 서양종꿀벌(*Apis mellifera*)에 의해 생산된 밀랍의 무기질 조성과 함량을 분석하여 그 결과를 Table 4와 같이 나타내었다. 밀랍에는 총 6종의 무기물이 검출되었으며, 그중에서 체내 삼투압을 유지하고(Leigh, 2001), 세포막에서 전위 전압차를 일으켜 신호를 전달하는 칼륨(K)이 11.05 mg/100 g으로 가장 높은 함량으로 존재하였으며, 그 외에도 칼슘(Ca) 6.55 mg/100 g, 인(P) 5.43 mg/100 g 순서로 높게 존재하였다.

Table 3. Moisture, crude protein, crude fat, carbohydrate, and ash contents in beeswax produced by *Apis mellifera*

Component	Content (%)
Moisture	0.6±0.01
Crude protein	0.3±0.01
Crude fat	42.7±0.3
Carbohydrate	56.3±0.3
Ash	0.1±0.01

Table 4. Contents of minerals in beeswax produced by *Apis mellifera*

Minerals	Content (mg/100 g)
Cu	1.12±0.03
Ca	6.55±0.14
K	11.05±0.14
Na	1.24±0.03
Fe	2.56±0.54
Zn	ND
P	5.43±0.19
Se	ND

3. 지방산 분석

지방산은 지방이 가수분해되어 탄화수소 사슬에 카르복실기를 갖는 형태의 화합물을 말하며, 탄화수소 사슬에 이중결합의 유무에 따라 포화지방산과 불포화지방산으로 나뉜다. 포화지방산은 탄화수소 사슬이 단일결합으로 구성된 지방산으로 동물성 지방에 주로 함유되어 있는 지방산으로 잘 알려져 있으나 코코넛유나 팜유에도 많이 존재한다(Verrallo-Rowell *et al.*, 2016). 밀랍 100 g에는 8.64 g의 포화지방산이 존재하였으며, 불포화지방산은 100 g당 1.56 g 정도 함유되어 있었다. 그중에서도 특히 포화지방산인 헥사데칸산의 함량이 4.59 ± 0.519 g/100 g으로 가장 높게 존재하였으며, 불포화지방산 중에서는 올레산의 함량이 1.373 ± 0.007 g으로 가장 높은 함량으로 존재하였다(Table 5). 일반적으로 불포화지방산의 경우 포화지방산보다 불

안정하여 산패의 위험성이 많이 존재하는데, 밀랍의 경우 포화지방산의 함량이 상대적으로 높아 식품의 코팅 등의 식품첨가물 소재로 활용하기에 용이할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구에서는 밀랍을 다양한 소재로 활용하기 위해 밀랍의 영양학적 가치를 확인하고자 서양종 꿀벌이 생산한 밀랍 시료를 가지고 영양성분 및 무기질 분석을 실시하였다. 수분, 조단백질, 탄수화물, 조지방, 회분 등 일반적인 성분 분석을 하였다. 밀랍에는 조지방과 탄수화물의 함량이 거의 대부분을 차지하였으며, 탄수화물이 가장 높은 함유량을 나타냈으며, 단백질은 매우 미량 존재하였다. 밀랍에는 총 6종의 무기질이 포함되어 있었으며, 그중에서 칼륨(K)이 가장 많이 존재하였다. 밀랍 내 지방산의 함량은 10.2 g/100 g으로 매우 높게 존재하였으며, 80% 이상이 포화지방산으로 구성되어 있었다. 본 연구를 통하여 밀랍을 다양한 소재로 활용하기 위한 영양학적 가치를 분석하였으며, 이러한 연구 결과를 바탕으로 밀랍을 식품첨가물 등의 다양한 산업에 이용하기 위한 기초적인 데이터로 활용할 수 있을 것이다.

Table 5. Contents of minerals in beeswax produced by *Apis mellifera*

Class	Fatty acid	Content (g/100 g)
Saturated fatty acids	C8:0	0.002±0.002
	C10:0	0.01±0.001
	C12:0	0.03±0.004
	C14:0	0.04±0.004
	C15:0	0.10±0.145
	C16:0	4.59±0.519
	C17:0	0.25±0.355
	C18:0	0.17±0.009
	C20:0	0.06±0.041
	C22:0	0.31±0.037
C24:0	3.08±0.013	
	Saturated	8.64±0.023
Unsaturated fatty acids	C16:1	0.01±0.002
	C18:1	1.37±0.074
	C18:2	0.02±0.004
	C18:3	0.02±0.003
	C20:1	0.08±0.004
	C20:3	0.002±0.002
	C20:5	0.02±0.016
	C22:1	0.02±0.001
	C22:6	0.007±0.005
	C24:1	0.006±0.009
	Unsaturated	1.56±0.012
	Total fatty acids	10.2±0.014

Values represent means ± SD (n = 3).

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업기초기반연구(과제번호: PJ01512904)에 의하여 수행되었습니다.

인용 문헌

- Aguilar, F., H. Autrup, S. Barlow, L. Castle, R. Crebelli, W. Dekant, K.-H. Engel, N. Gontard, D. Gott, S. Grilli, R. Gürtler, J. C. Larsen, C. Leclercq, J.-C. Leblanc, F. Xavier Malcata, W. Mennes, M. R. Milana, I. Pratt, I. Rietjens, P. Tobback and F. Toldrá. 2007. Beeswax (E901) as a glazing agent and as carrier for flavours scientific opinion of the panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC). *EFSAJ*. 645: 1-28.
- Benson, G. G., S. R. Hemingway and F. N. Leach. 1978. Composition of the wrappings of an ancient Egyptian mummy. *J. Pharm. Pharmacol.* 30: 78.

- Blumfield, M. L., A. J. Hure, L. Macdonald-Wicks, R. Smith and C. E. Collins. 2013. A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutr. Rev.* 71(2): 118-132.
- Bogdanov, S. 2004. Beeswax: quality issues today. *Bee World* 85: 46-50.
- Bogdanov, S. 2009. Beeswax: uses and trade. *The Beeswax Book*, 1-16.
- Chauvin, R. 1968. *Traité de biologie de l'abeille*. Vol. 3, Les Produits de la ruche.
- Crane, E. 1999. *Beeswax The world history of beekeeping and honey hunting*, Gerald Duckworth & Co Ltd. London. pp. 524-537.
- FDA, 1978. Beeswax. Affirmation of GRAS status as a direct human food ingredient. *Federal Register* 43(68): 14643-14644.
- Ghanem, N. 2011. Study on the antimicrobial activity of honey products and some Saudi Folkloric substances. *Res. J. Biotech.* 6: 38-43.
- Hepburn, H. R., R. T. F. Bernard, B. C. Davidson, W. J. Muller, P. Lloyd and S. P. Kurstjens. 1991. Synthesis and secretion of beeswax in honeybees. *Apidologie* 2: 21-36.
- Kim, J. Y., Y. M. Bae, J. E. Hyun, E. M. Kim, J. C. Kim and S. Y. Lee. 2017. Microbiological Quality of Dried and Powdered Foods Stored at Various Relative Humidities. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 27(5): 576-582.
- Leigh, R. A. 2001. Potassium homeostasis and membrane transport. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 164(2): 193-198.
- MFDS. 2021. Food Additives Code. Ministry of Food and Drug safety Regulation #2021-19.
- Mukherjee, K. D. 1990. Lipase-catalyzed reactions for modification of fats and other lipids. *Biocatalysis* 3(4): 277-293.
- Nahum, V. and A. J. Domb. 2022. Solid lipid microspheres decorated nanoparticles as drug carriers. *Int. J. Pharm.* 621: 121797.
- Richards, A. G. 1978. The chemistry of insect cuticle. pp. 205-232. in *Biochemistry of Insects*, ed. by Rockstein, M. Academic Press, New York.
- Tulloch, A. P. 1970. The composition of beeswax and other waxes secreted by insects. *Lipids* 5: 247-258.
- Tulloch, A. P. 1980. Beeswax-composition and analysis. *Bee World*. 61(2): 47-62.
- van Putten, M. C., L. J. Frewer, L. J. Gilissen, B. Gremmen, A. A. Peijnenburg and H. J. Wichers. 2006. Novel foods and food allergies: A review of the issues. *Trends Food Sci. Technol.* 17(6): 289-299.
- Verrallo-Rowell, V. M., S. S. Katalbas and J. P. Pangasinan. 2016. Natural (mineral, vegetable, coconut, essential) oils and contact dermatitis. *Curr. Allergy Asthma Rep.* 16(7): 51.