

꿀의 기능화와 생산방법

순천대학교 동물자원과학과 농학박사 오 동 환 교수

가능성 꿀 및 그 생산에 대하여 관심이 있다면 우선 벌과 꽃과 꿀의 등식관계(벌=꽃=꿀)를 이해하고 벌꿀의 이용역사를 고찰하여 향후 이용 변화추위에 따라 소비자들이 선호하는 꿀을 생산하여야 할 것으로 본다.

인간에 대한 의학이 발달은 꿀에 대한 소비자들의 인식을 변화시키고 있으며, 건강 증진 및 장수를 위한 well-being 생활의 추구에 따라 식생활도 변화하고 있기 때문에 꿀에 대한 재평가가 요구되고 있다. 따라서 수명과 관련하여 건강증진에 유익한 기능성 꿀 생산은 매우 적절한 대응전략이라고 생각한다.

기능성 꿀을 생산하려면 꿀에 대한 성분과 특성을 이해하고 기능성물질의 탐색과 더불어 벌을 통한 생산방법을 개발하여 가치 있는 기능성 꿀을 생산하여야 함으로 기능성 꿀 및 생산에 관한 정보를 제공하고자 한다.

1. 벌꿀의 이용역사

벌꿀은 벌들에 의해 꽃의 밀샘으로부터 수집되는 천연 당으로 수집 시에는 벌의 특수한 물질이 혼합되고 벌집에 저장되어 숙성되어 생산된다는 것이 꿀의 일반적인 정의로 이해되고(Codex Alimentarius, 1989), 벌꿀의 생산량은 양봉가에게는 경제적으로 매우 중요하다.

사람들은 고대로부터 꿀을 이용하여왔다. 벌꿀의 이용역사는 인류의 역사와 병행하며 주로 식품의 원료, 종교적 상징, 마법이나 의식 행사, 질병치료 등에 이용하여왔다(Crane, 1980; Zwaeneprel, 1984).

벌꿀을 이용한 기록 중 하나로 성경의 창세기에서는 땅의 아름다운 소산을 그릇에 담아 가지고 내려가서 그 사람에게 예물을 삼을지니 곧 유황, 꿀, 향품, 몰약 등과 함께 지상에서 얻을 수 있는 가장 귀중한 신의 선물로 취급하였다. BC 7000년 전 스페인의 동북부 발렌치

아 동굴 벽화에 벌꿀을 따는 그림과 BC 2000년 전 이집트의 의학을 기록한 예바의 파피루스에 벌꿀과 밀랍의 효능에 관한 기록과 힌두 문명 시대에 벌꿀과 밀랍을 질병치료에 이용하였다는 기록 등으로 볼 때 인류 창조와 더불어 벌꿀을 이용하였을 것으로 본다.

꿀을 최초로 발견한 이래 지금까지 변함 없이 이용되어 내려오고 있는 최고의 물질이며 최근까지도 사람들의 벌꿀 이용은 매우 독보적이고, 가장 광범위하게 이용되고 있으며 복잡한 소화과정을 거치지 않고 흡수되는 당(Crane, 1975)으로 동일 지역에서 생산하는 동일 벌꿀이라도 꿀의 이용은 매우 다양하다.

우리나라의 벌 역사를 보면 고구려 주몽 시대(BC 58~18)부터 사육한 것으로 알려지고 있으며, 당시 사육한 벌은 현 재 일부의 지역에서 사육하고 있는 토종벌인 동양종 벌(Apis cerana)로 한반도에 정착하게 된 것이 사육의 계기가 되었고 꿀의 이용도 이 때부터 이었음으로 생각한다. 그 후 20세기 초 선교사에

의해 서양종 벌이 들어온 후로는 대부분의 농가에서 서양종 벌을 사육하고 있다.

II. 벌꿀의 이용

1. 식품으로서의 이용 및 형태

과학적 입증으로서 꿀은 의학적 치료제로 이용하기보다는 식품으로서 이용하는 것이 더 이상적이고, 영양적으로도 더 효과적이라는 것이 몇몇 요인으로 설명할 수 있다.

벌꿀은 일반적으로 가공하지 않은 상태로 이용된다. 주로 벌집으로부터 분리하여 액상상태나 분리하지 않은 소밀상태로 이용한다. 그리고 이 형태에서 의학에 이용하고, 식품 또는 식품에 첨가하여 성분간에 상호 보완한다.

꿀은 유럽, 북아메리카, 라틴아메리카, 북아프리카, 일본과 이웃하고 있는 극동지역 등 여러나라의 사회에서는 식품으로 생각하고 있다. 아프리카의 대부분의 지역에서는 벌꿀맥주로 이용되고 의학적으로의 이용은 더 낮다. 대부분의 아시아에서는 꿀을 의학적으로 여기고 또는 수시로 당으로 이용한다. 선진국에서는 주로 식품첨가 원료로 이용되고 있다. 꿀의 소비량을 증가시키기 위해서는 포장과 반 가공형태로 질이 좋고 순수한 상품으로 시장에 내놓고 있다.

단지 꿀로서 판매될 때에는 꿀에 대한 보증함으로 1차 상품에 대한 어떤 가치를 부여할 수 있다. 여기에는 신용이 필요하다. 꿀에 대한 진가나 가격, 포장한 자연꿀에는 소비꿀을 볼 수 있다. 용기에서 액상꿀에 소밀꿀 조각을 넣어서 포장하면 소비자들에게 구매력을 끌 수 있으며 꿀에 대한 의구심을 떨쳐버릴 수 있다. 크림형 꿀은 흘러내리지 않아서 사용하기에 편리하고 매우 인기있는 제품이다. 꿀은 때로 꿀 자체의 상태를 바꾸지 않고 화분이나 프로폴리스, 로얄제리를 포함하여 강화시킬 수 있다.

어느 나라에서도 유통되고 있는 꿀의 외관은 매우 중요한 것이 아니다. 즉 액상, 결정꿀, 반 결정꿀, 소밀이 있는 것 없는 것 등은 중요하지 않다. 꿀은 병 용기를 주로 이용한다. 어떤

나라의 소비자들은 맑은 꿀뿐만 아니라 액상 꿀을 원한다. 결정된 꿀이 설탕과 관계가 있다고 불신하는 소비자들의 의식을 전환시키는 정보가 필요하다. 서서히 결정된 꿀은 처리하지 않아도 녹을 수 있다.

꿀의 결정은 glucose와 fructose의 비율에 의해 일어나고 열처리를 하면 결정이 풀린다. 수분이 낮은 상태에서 결정되면 결정이 풀리는데 시간이 걸린다. 결정체가 균일하면 이용하기가 좋고 시각적으로도 보기가 좋다. 꿀을 25℃이상에서 보관하면 액상으로 남으나 수개월 후에는 향이 소실된다.

식품으로서 꿀은 단 당으로서 과당과 포도당이 주성분이고 이들 성분이 어떻게, 언제, 왜 이용되는가는 기본적인 지식이다. 꿀은 즉시 이용할 수 있는 열량이고 건강과 심한 노동을 한 사람에게 에너지로 쓰인다. 소화과정 없이 흡수되어 에너지로 즉시 이용되기 때문에 당뇨와 비만 같은 당 대사관련 질환을 가져올 수 있는 위험이 있다.

비 에너지 적 영양소로서 꿀에는 비타민, 무기물 같은 영양소가 있지만 그 양이 극히 낮기 때문에 부족한 성분을 보충할 만큼 충분하지는 않다. 화분이나 왕유와 같은 벌의 생산물에 대하여 영양적으로 건강에 유익함에 대해서도 같은 논리다. 봉산물의 유익한 특성에 대하여 여러 경우에서처럼 Y물질 중 X량과 같은 단순한 논리에 근거 할 수 없다. 질과 영양의 이용은 인체에 대하여 유용하게 쓰이고 중요하다는 것이 잘 알려져 있다. 처리하지 않은 꿀에서 미생물영양은 질이 좋은 것일 가능성을 가정할 수 있어서 영양 적 관점에서는 상승적 균형효과 또는 존재하고 있는 다른 영양소와 이용이 열려 있다는 것이다. 더 많은 실험되지 않은 가설이 많다는 것 중에 하나다.

2. 질병치료제로의 이용

동물의 상처치료(El Banby 등, 1989), 쥐에서 화상치료 실험(Burlando, 1978) 및 사람에서 화상치료(Effem, 1988; Green, 1988; Kandil 등, 1987a,b; 1989)와 특별히 만들어진 polysaccharide 분(粉)과 순수한 sucrose로 이용하였을 때의 효

과와는 동일하지 않다. 상처치료 시 꿀은 조직의 재생을 자극하다. 꿀을 바르면 상처가 딱딱하지 않다. 새로운 피부가 허약하게 되는 것을 예방한다. 항생제와 다른 약으로 치료하는 여러 병원에서는 꿀을 장기간 이용하여 성공적인 결과를 얻기도 하였다.

힌두교에서 의학적 이용으로 꿀은 약초 추출액과 같은 약의 흡수를 신속히 하는데 탁월하다는 것이 인도의 힌두교 의학계에서는 잘 연구되었으며 전통적으로 이용되어 왔다. 꿀은 호흡곤란, 전염성 질환, 입의 상처, 눈의 결막염 등과 관련되는 질환의 치료에 이용되고, 보강되고 있다. 꿀은 신생아, 어린이, 노인, 심한 노동을 하는 농부, 건강회복 등 체력을 보강시키는 일반적인 약으로 이용되어왔다(Nananiaya, 1992). 벌꿀간에는 치료가 구분되지 않았다.

피부와 상처치료, 화장품에서 보습제와 피부보호 크림으로 이용되고 있다. 그러나 때로는 상처, 종기, 화상, 피부가 벗겨진데 약으로 직접 이용하였다(Armon, 1980; Dumronglert, 1983). 만약 꿀을 화상 즉시 바르면 물집을 감소시키고 새 조직으로 신속히 재생시킨다. 역사적으로 많은 경우에서 의학적으로 광범위하게 사용하였다는 문헌이 있다. 여러 종류의 피부상처에 꿀과 올리브유, 호밀가루와 섞어서 하루에 3번씩 바르면 성공적으로 치료할 수 있다고 한다. 꿀과 대구간유를 섞어서 만든 크림은 시험결과 부작용 없이 사용할 수 있었다.

꿀을 눈의 각막염이나 결막염 등 여러 안질에 직접 이용 시 치료효과가 있다는 임상실험과 전통적으로 사용하여왔다고 주장한다. 특히 남아메리카, 중앙아메리카, 인도에서 생산하는 Meliponid, trigonid 꿀은 더욱 치료효과가 있다. 순수한 꿀 또는 바세린의 sulphidine 연고를 꿀로 대체(3%)하여 각막염치료로 전통적으로 이용하여왔다.

기타 꿀은 신장기능을 정상으로 유지시키고 열을 내리고 불면증에 도움이 된다고 말한다. 그리고 fructose는 술을 해독시키고 간을 보호하는데 효과가 있다. 심장, 순환계 및 간 질환, 환자회복에 20~40%꿀 용액을 주사하면

개선되었다고 한다.

3. 식품 첨가 원료의 이용

전통적 요리에서 첨가하였던 꿀은 근래에는 설탕이나 물엿으로 대체되어 첨가되고 있다. 성분과 특성에서 꿀 첨가와 비슷하기 때문에 비용 절감차원에서 사용하고 있다. 같은 시대의 어떤 나라에서는 천연 꿀 이용이 증가되고 있다. well-being의 식생활에서 소비자들은 건강증진과 관련 천연 꿀을 선호하고 있으며 식품의 상품적 가치를 위해서 천연 꿀을 첨가하고 있다. 지난 20년 간 식품산업에서 꿀의 이용은 성공을 거두지 못하였으나 현재는 현저히 성공을 이루고 있다. 가정에서는 빵, 갠디, 유제품 등을 요리 시 꿀을 사용하고 있다. 자연 식품산업, 건강 및 생물산업에서는 꿀을 많이 사용하고 있다. 모든 식품요리 및 제조 시 설탕대신 꿀을 사용할 수도 있지만 제품의 생산비용, 제조공정 및 최종제품의 특성에 변화 때문에 이용이 제한되고 있다.

꿀을 이용한 요리 책이 여러 언어로 출판되고 있다. 이들 요리 책에서는 꿀을 식품 첨가제로 이용하고 있으나 그 량은 적고 꿀을 많이 이용하는 요리는 찾아보기가 힘들다.

꿀을 이용하는 식품 생산에 관한 책이 Paillon(1960)에 의해 출판되었다. 미국 양봉협회에서는 꿀을 이용하여 식품을 생산하는 산업에 관한 정보와 기술을 소개하고 있다.

꿀을 첨가 원료로 하는 산업으로는 제빵산업을 비롯하여 confectionery(당과) 생산, breakfast cereal 산업, candy bars 제조, 향을 위한 요리, jams의 갈색화, 아이스크림 등 여러 유제품, 비 알코올 음료, 약품 제조 등 매우 광범위하다.

꿀 첨가시 제품의 효과로서 빵의 효과를 보면, 빵이 부드럽고, 쉽게 건조하지 않으며 표면에 균열이 잘 생기지 않는다. 이러한 원인은 꿀의 흡수성에 기인된다. 그리고 꿀은 당도가 높아 낮은 온도에서도 갈색으로 쉽게 된다. 이는 꿀의 fructose 함량 때문이고 첨가량은 설탕의 1/3수준인 6%만을 첨가하여도 효과를 얻을 수 있다.

III. 벌꿀의 특성과 성분

1. 꿀의 물리적인 특성

1) 꿀의 점도

꿀의 점도는 꿀 이용에 영향을 미치며, 꿀 중의 여러 성분과 물질에 따라서 다른데 특히 수분과 온도에 민감하여 온도를 높이면 점도는 내려간다. 그리고 꿀의 점도는 밀원식물에 따라서 다른데 수분함량이 16.5%이고 온도가 25℃일 때 sage 꿀의 점도는 115이고, sweet clover 꿀의 점도는 87이다. 25℃에서 수분함량이 13.7%일 때 white clover 꿀의 점도는 420이나 20.2%일 때는 20이다. 수분이 16.1인 sweet clover 꿀의 온도가 13.7일 때 점도는 600.0이지만 71.1도에서는 2.6으로 내려간다.

2) 꿀의 밀도

꿀의 물리적 특성 중 주요한 하나는 밀도다. 꿀의 밀도는 비중(specific gravity)으로 표시한다. 물의 밀도보다 크고 꿀 중 수분 함량에 따라서 다르다. 꿀의 온도가 20℃이고 수분함량이 13%일 때 밀도는 1.4457이지만 수분함량이 20%일 때 밀도는 1.4027이다.

3) 꿀의 수분 흡수성

꿀은 강한 흡수성을 가지고 있기 때문에 가공할 때와 최종 제품의 저장 시 매우 중요하다. 공기 중 습도가 60이하일 때와 그 이상에서는 꿀의 수분함량에 미치는 영향은 매우 크다.

4) 꿀의 비열

꿀의 비열은 꿀의 결정입자 및 성분에 따라서 0.56~0.73 cal/sec/℃로 다양하고 살균과 여과에 중요하다.

5) 꿀의 색

꿀의 색은 물과 같은 색으로부터 검은 색(검은 호박빛)에 이르기까지 다양하다. 꿀의 색은 황색호박 빛의 뉘앙스(nuances)와 sugar의 카라멜 농도 또는 희석에 따라서 결정된다.

꿀의 색은 식물본래의 다양한 색과 저장상태 또는 화분입자의 혼합 정도 등에 따라서 다르다. 일반적으로 꿀의 색은 해바라기 꿀과 같이 밝은 황색, chestnut 같은 붉은 색, eucalyptus greyish, honeydew greenish 색이 보편적이다. 꿀이 결정되면 색은 glucose가 흰색이기 때문에 밝아진다. 동아프리카의 어떤 꿀은 결정상태에서는 우유와 같고 액체일 때는 물과 같은 색이다.

꿀 색의 가장 중요한 면은 시장에서 꿀에 대한 가치의 신뢰에 있다. 검은 색 꿀은 산업에서 흔히 이용하고 밝은 색의 꿀은 시장에서 소비자의 구매에 영향을 미친다. 시장에서 꿀 거래가 많은 나라에서는 소비자들이 꿀을 구매할 때 색을 고려하여 결정한다. 따라서 꿀의 색은 질과 가격결정에 중요한 영향을 준다.

꿀 색은 미농무성의 분류에 의해 육안으로 결정하고, 최근에는 색의 흡광도에 의해 더 세분화한다.

꿀의 색과 관련하여 확실한 물질이라고 알려진 것은 거의 없다. 많은 것이 관련되어 있다고 할지라도 꿀 색은 다양하다. 자연꿀은 거의 무색인 것에서부터 매우 밝은 황색, 짙은 검은 색에까지 다양하다. 밝은 색 꿀은 지용성 색소보다도 수용성 색소가 적게 함유하고 있다. 지용성 색소는 자연에서는 carotenoid 이다. polyphenols이 꿀에서 발견되고 산화에 의해 어두운 색으로 된다. amino-carbonyl 반응에 의해 melanoidin이 들어 있고 flavanoid 색소는 nectar와 화분으로부터 추출되었다.

꿀은 저장하거나 열을 가하면 어두운 색으로 된다. 꿀의 색은 향기와도 관련있다. 밝은 색의 꿀은 온유한 향기가 있고 짙은 색의 꿀은 더욱 뚜렷한 맛이 있다. 꿀의 색은 향기와 맛과 관련되기 때문에 거래 시 제한을 받으나 꿀의 색은 일반적으로 품질과 관련되는 것은 아니다.

6) 꿀의 결정(granulation)

꿀이 과포화 용액일수록 입자가 증가된다. 이러한 꿀은 불안전하며 결정상태를 이룰 때 용액이 안전한 상태로 돌아간다. 대부분의 꿀은

결정되고 결정되는 양은 dextrose 함량과 동등하다. 꿀의 결정은 꿀 중 sugar 조성, 수분 함량, 온도와 관련되며, 대부분의 꿀은 입자를 가지고 있기 때문에 정상적인 꿀도 결정체를 갖는다. 이 결정체 물질은 dextrose계 monohydrate이다. 어떤 꿀은 전혀 결정 입자가 없는 것도 있지만 어떤 꿀은 채밀 후 수일 내 결정이 일어나기도 한다. 소비에 저장되어 있을 때도 생긴다. 결정입자는 단단하고 투명하며 둥글다. 열처리하면 결정이 지연된다. 결정입자가 있으면 부드러운 느낌이 감소된다. 결정된 꿀을 27-30℃에 두면 꿀은 부드러워진다.

벌꿀의 결정은 가격결정에 영향을 주는 것은 아니지만 시장에서 또 하나의 중요한 지표가 된다. 정상적인 온도에서 꿀의 결정은 기후에 따라서 일시적으로 생긴다. 꿀의 결정은 sugar(자당) 용해의 과포화상태에서 생기는데 즉 용액에 용해되는 양 이상으로 많이 들어 있을 때 일어난다. 아직도 대부분의 소비자들은 결정된 꿀은 질이 나쁘거나 설탕이 혼합된 것으로 생각한다. 결정은 glucose가 결정체로 된다. 결정형태는 꿀의 성분과 저장상태에 따라서 결정된다. 꿀의 수분 함량이 낮고 glucose 함량이 높으면 결정은 빨리 진행된다. 25℃ 이상과 5℃ 밑에서는 사실상 결정이 일어나지 않으며, 14℃ 부근에서는 결정이 신속히 일어나는 최적 온도가 된다. 그러나 화분 같은 고형분이 들어 있거나 천천히 저으면 더 빨리 일어나고 결정체는 더 커지고 더욱 불규칙적으로 된다. 결정되는 동안 수분은 분리되어 액체 꿀의 수분이 증가함으로 발효가 일어날 수 있다. 따라서 꿀의 결정은 저장에 문제가 될 수 있기 때문에 결정을 억제하거나 완전히 결정상태로 유도한다. 부분적으로 결정된 꿀은 소비자들에게 신뢰를 받지 못한다.

7) 꿀의 세균 문제

꿀에도 세균이 성장할 수 있다. 그러나 당도가 60% 이상이고, pH 4 보다 낮으면 일반적으로 세균은 증식할 수 없다.

2. 꿀의 성분

꿀의 종류는 밀원의 종류, 단일 밀원과 혼합 밀원, 생산 지역, 생산 계절에 따라서 여러 종류로 나누고, 꿀의 물리적인 상태에 따라서는 소밀, 분리밀, 반고체 꿀로 분류한다. 그리고 꿀은 가공이 필요 없이 생산 시 물리적 상태 그대로 소비자들에게 전해진다.

꿀의 성분은 벌들이 수집하는 지역과 꽃꿀에 따라서 차이는 있으나 유의할 정도의 차이는 아니다.

화밀(nectar)은 식물의 밀선으로부터 분비되는 당액이며, 아미노산, 유기산, 단백질, 지방, 항산화제, dextrin, 무기물, 효소 등을 함유한다(Baker와 Baker, 1983). 당의 함량은 환경, 밀원의 종류, 수집시간 등에 따라서 4~5%으로부터 60%까지 이르고 총 고형분 함량은 92%까지 발견되었다(Brewer 등, 1974). 화밀에 들어 있는 주요 당은 sucrose, glucose 및 fructose 이며(Percival, 1961), 화밀은 당 조성에 따라서

- sucrose가 우세한 nectar
- sucrose, glucose, fructose가 서로 비슷하게 들어 있는 nectar
- hexoses가 우세한 nectar 등으로 분류하기도 한다.

벌에 설탕용액을 급여 시에는 저장된 꿀에서 sucrose가 많이 검출된다(Waller, 1972). 벌은 sugar 조성에 따라서 nectar을 수집하기 보다는 nectar가 풍부하고 쉽게 모을 수 있는 꽃으로부터 수집한다고 한다(Southwick 등, 1981).

nectar에 들어 있는 아미노산 함량은 너무 낮아 벌에게는 별 도움이 안되며 총 고형분 100mg당 0.002-4.8mg 검출된다고 한다(Mostowska, 1965). 그러나 아미노산은 모든 nectar에서 검출되지만 그 조성은 꽃에 따라 다르다.



표 1. 꿀의 평균 성분과 함량*

벌꿀의 성분	평균함량	표준편차	범 위
Moisture	17.2	1.5	12.2-22.9
Fructose	38.4	1.8	30.9-44.3
Glucose	30.3	3.0	22.9-40.7
Sucrose	1.3	0.9	0.2-7.60
Maltose	7.3	2.1	2.7-16.0
Higher Sugars	1.4	1.1	0.1-3.8
Free Acid as Gluconic	0.43	0.16	0.13-0.92
Lactone as Gluconolactone	0.14	0.07	0.0-0.37
Total Acid as Gluconic	0.57	0.20	0.17-1.17
Ash	0.169	0.15	0.02-1.028
Nitrogen	0.041	0.026	0.00-0.133
pH	3.91	-	3.42-6.10
Diastase	20.8	9.8	2.1-62.1

*Data for 490 samples of U.S. honey (White, Riethof, Kushnir, & Suber, 1962)

1) 수분(Moisture)

꿀의 수분 함량은 소비에 저장된 기간 및 분리 후 꿀의 저장상태에 따라서 다르다. 소비에 저장된 꿀의 수분함량은 꽃꿀 본래의 수분 함량, 기후상태, 봉군세력 등에 따라서 다르다. 벌통 안에서는 벌들에 의해서 조정되고 채밀 후에는 저장 전후상태에 따라서 다르며, 저장 중에는 꿀의 품질 변화에 영향을 미친다.

2) 꿀의 당

꿀은 고형분의 95% 이상인 천연 당이다. 거의 sugars, monosaccharides이고, sugars는 분자의 크기와 복합체에 따라서 분류한다. monosaccharides가 더 많은 복합당 형태로 되어 있다. 꿀의 당은 주로 dextrose(glucose)와 levulose(fructose)로 되어 있으며 그 외 sucrose(table sugar), lactose(milk sugar), maltose(malt sugar)와 disaccharide, oligosaccharides 등 여러 종류의 복합 당이 들어있다.

꽃꿀에서는 발견되지 않은 여러 종류의 당은 저장되어 있는 동안, 벌의 효소 및 꿀의 산에 의해 형성된다. glucose와 fructose은 전 당의 85~95%이며 꿀의 당도, 열량, 물리적인 특성을 결정한다. d-fructose은 꿀의 흡수성을 나타낸다. d-fructose은 d-glucose보다 더 잘 녹는다. 꿀의 결정은 꿀의 포화 용액으로부터 glucose의 함수 결정으로 분리되는 것

이다.

꿀에서 발견되는 3개의 주요 carbohydrates은 mono, disaccharides, higher sugars로 꿀의 종류와 지역에 따라 차이가 있다. 꿀의 물리적 특성은 glucose와 fructose의 조성에 따라서 다르다. glucose와 fructose의 비율은 꽃꿀이 꿀로 저장되는 동안에 결정된다. 미국에서 생산되는 439개의 꿀을 검사한 결과 fructose보다 glucose가 더 많았다(White 등, 1962).

3) 꿀의 산도

꿀은 당도가 높기 때문에 특별히 꿀의 산을 감지할 수 없다. 수 년 전까지는 주로 citric 산이 많았으며 그 외 formic, acetic, malic, succinic 산은 소량이었다. 1960년 Stinson 등은 꿀의 주요 산은 gluconic 산이고 dextrose로부터 유도된다고 하였다.

거의 모든 꿀에는 gluconic산이 있으며 glucose oxidase에 의해 생성된다. 꿀이 숙성되는 동안 bacteria의 활동에 의해서 일어난다. 꿀에 들어 있는 산 함량의 차이는 꽃꿀이 꿀로 전환되는 환경, 봉군세력, 꽃꿀의 sugar농도, glucose oxidase에 따라 결정된다(White, 1975)고 한다.

꿀에는 7~8종의 유기산 성분이 확인되었으며, 이등(1971)은 재래종 벌꿀에서 citric acid, succinic acid, oxalic acid, lactic acid, succinic acid을



보고하였고, 김등(1989)은 다른 꿀에서는 볼 수 없는 tartaric acid이 밤꿀과 토종꿀에서 각각 303.4mg/kg, 142.6mg/kg 검출하였다고 보고하였다.

꿀에 들어 있는 산의 함량은 pH값으로 나타낸다. pH는 용액 중 수소이온농도를 log로 표시한 것이다. 이 것은 꿀의 산 함량보다도 무기물 함량을 나타낸다. 꿀의 pH 범위는 3.2~4.5이고 평균 3.9이다. 이 정도는 약 식초에 해당된다.

4) 무기물

꿀의 무기물 함량은 평균 0.17이나 0.02~1.0이상 다양하다. 색이 짙은 꿀이 밝은 색 꿀에서 보다 더 높다. 꿀에 들어있는 주요 무기물은 potassium, calcium, sodium, phosphorus, magnesium, iron, copper, zinc 등이다.

5) 효소

① Invertase

벌꿀에 들어 있는 효소는 대부분 벌의 분비에 의해 함유하게 되고 다소는 식물의 효소가 포함된다. 화분의 invertase는 꿀로 들어가지 않는다. sugar는 세포벽 invertase에 의해 전환된다. sucrose 분해효소는 중요한 효소로서 꽃꿀의 sucrose를 안정적인 glucose와 fructose로 바꾸는 효소다. 꿀이 숙성될 때 더 증가한다. 꿀의 invertase는 yeast invertase와는 다르다. 꿀에 들어 있는 효소의 활성은 꿀의 저장온도와 기간에 따라서 감소된다.

어떤 꿀은 sucrose 함량이 많은데 이는 대부분 꽃꿀을 많이 분비하는 꽃으로부터 수밀하거나 고농도 sugar nectar 때문이며 벌과는 관계가 없다. 이러한 꿀은 때로는 국제적 벌꿀 시장에서 부정적으로 받아들인다.

sucrose 함량이 높은 꿀은 24~30℃에 몇 주 또는 한 달간 두면 전화효소의 활동으로 긍정적인 수준까지 내려간다고 한다(Deifel 등, 1985).

② Glucose oxidase

이 효소는 벌에서 분비되어 nectar로 유입된다고 한다(White 등, 1963). 꽃꿀이 숙성되는

동안 적은 량의 glucose를 gluconolactone으로 전화시키고 그 량은 꿀 자체에 들어 있는 gluconic acid 량과 같다. 꿀에서는 glucose oxidase 활성이 일어나며, 생성되는 peroxide는 꿀의 발효 및 오염으로부터 안정화를 이루는데 기여한다. 효소의 활성을 측정하려면 꿀을 희석하여야 하며, 효소의 활동으로 생성되는 산은 항균성이 있는 것으로 알려졌다. 꿀에는 pinocembrine이라는 열 안정성을 이루는 산도 있다고 한다(Graham, 1992).

③ Diastase

이 효소는 destroys starch로서 숙성 시에 벌로부터 분비되어 꽃꿀에 유입된다. 그 기능은 잘 알려져 있지 않다. 모든 효소처럼 열에 잘 파괴된다. 열과 관련되기 때문에 꿀 가열처리추정에 오래 동안 이용되어왔다. 30℃에서 200일간 보관 시 절반 수준으로 파괴되었다.

④ 기타 효소

미량이나마 꿀에는 hydrogen peroxide을 분해하는 catalase가 있다. phosphatase, lactase, protease, lipase, inulase 등 효소도 있다.

6) 단백질

꿀에는 소량의 단백질이 들어있다. Bergner와 Diemair(1975)은 꿀에는 5가지 단백질이 있는데 벌로부터 3개, 꽃으로부터 2개가 유입된 것이라고 보고하였다. 설탕만을 급이하였을 때는 7개가 분리되었으나, 자연꿀에서는 18개를 분리되었다. 꿀에 들어 있는 질소성분의 35-65%는 자연에서 발견되는 비단백태 질소이다(Marshall과 Williams, 1987).

꿀에 있는 단백질 침전물질 유무에 따라서 자연꿀과 가공꿀을 구분하기도 한다. Paine등(1934)은 꿀에있는 유동성 물질의 약 절반이 단백질이라고 하였다.

7) 아미노산

비단백태 질소의 대부분은 아미노산이다. 꿀의 생산 지역에 따라서 아미노산의 조성이 다

를 수 있으며, 떡이로부터 유입될 수 있다. 벌꿀에는 특히 proline이 우세하다. Davies (1975)는 전 시료의 절반에서 검출하였으며, Bergner와 Hahn(1972)은 설탕급이 꿀 13개 시료의 89%가 proline이 검출되었으며 13개의 자연꿀에서는 75%가 검출되었다고 한다. 꿀의 proline 함량은 평균 53.3mg/100g이고 꿀에 들어 있는 아미노산은 벌과 화분 및 효소와의 관계에 따라서 다르다.

8) Hydroxymethylfurfural (HMF)

이 물질은 monosaccharide의 분해산물이다. 특히 산 상태에서의 fructose가 분해되었을 때 나타난다. 벌꿀이 통에서 농축, 숙성 될 때 fructose로부터 생성되고 산도가 적정 값으로 유지된다. 모든 화학적 반응과 같이 열처리 시에 촉진된다. 이 물질에 관해서는 70년 전부터 논의되어왔으며 초기에는 가공꿀과 자연꿀을 식별하는데 이용하기도 하였다. HMF은 단순한 꿀색에 관한 시험이었다. HMF은 꿀을 저장하고, 열처리 온도와 시간에 따라서 일어나며 이는 효소의 파괴가 원인인 것으로 입증되었다. HMF의 축적량은 저장온도와 기간에 영향을 받는다. HMF량은 소비 꿀에서보다 추출 꿀에서 더 높고 저장과 처리 시 더 증가한다.

자연꿀이라도 벌꿀의 HMF 값은 유통 중에도 일어날 수 있기 때문에 HMF 값으로 꿀의 진위를 가리기는 어렵다.

HMF는 caramelization 또는 mailard 반응에서 생기는 분해산물로 반응정도는 밀원에 따라서 다르고, HMF 생성은 fructose 함량이 많은 꿀로 잡화꿀이나 밤꿀보다는 아까시아꿀에서 증가율이 더 높고, 저장 온도가 높고, 기간이 길수록 증가한다고 한다(이, 1995).

IV. 꿀의 기능화 및 생산방법

1. 벌꿀의 생리학적 효과

미확인 상태의 증명에서 꿀은 수 천년동안 유일하게 고농도 당과 치료용으로 이용하였으며

그리고 마법이나 의식의 행사 때 상징적으로도 이용하였다.

꿀이 의학적으로 이용 성이 거의 없다는 것이 과학적으로 확인됨으로서 의학적 이용은 점점 배제되어왔다. 꿀은 높은 농도의 당(sugar)이며 당이 외 다른 당도(sweet) 발견되고 있다. 꿀이 단지 당으로 이용은 고대의 일이 아니고 처음 유럽에 소개되었을 때에는 많은 질병과 관련하여 이용이 고려되었고 그리고 신중하게 이용되었다.

꿀의 일반적 특성과 효과에 대하여 Donadieu(1983)은 꿀은 각 나라 각 지역의 문화와 전통적으로 이용이 다르기 때문에 한마디로 설명하기가 어렵다고 하였다.

꿀은 반복되는 활동에서 오는 피로 회복에 매우 효과적이다. 꿀은 허약한 어린이 특히 소화 불량과 건강에 이용하였다. 신생아의 성장을 증진시키고 뼈에서 칼슘을 고정시키고 빈혈치료 및 식욕부진 시 꿀을 먹으므로써 어느 정도의 영양적 효과와 자극이 있다.

꿀의 특성 중 하나는 산성이다. 꿀의 pH 값은 3.2-4.6으로 미생물 살균에 충분하다. 미생물의 성장에 적당한 pH는 7.2-7.4이며 상처치료에 필요한 최소한의 pH 값은 escherichia coli, 4.3; salmonella sp., 4.0; pseudomonas aeruginosa, 4.4; streptococcus pyogenes, 4.5이다.

꿀을 희석하지 않으면 성장에 적당하지 않다. 체액이 나와서 꿀이 희석되면 꿀의 pH 값은 미생물 성장을 억제시기에 적당하지 않다.

꿀의 삼투작용은 뛰어나고, 이 삼투작용에 의해 질병이 치료된다고 한다. 질병치료는 고농도의 당 용액의 삼투효과로 가정할 수 있다. 꿀은 고농도의 당 용액처럼 세균의 성장을 억제시키는 삼투압을 가지고 있다. 그러나 상처에 바를 때 상처에서 흘러나오는 체액에 의해 농도가 희석되어 삼투압이 떨어져 상처의 치료 효과를 감소시킨다. Staphylococcus aureus에 의해 발생하는 상처에 바르면 신속히 살균되었다. 상처치료용 꿀의 농도를 7-14 배로 희석하면 삼투효과가 없어서 치료되지 않는다.

1919년 보고에 의하면 희석한 꿀이 꿀의 항균력



을 증가시킨다고 하였는데 이 역설적 이론은 꿀에 있는 hydrogen peroxide을 생성하는 효소는 희석함으로써 활성화된다는 이유에서다.

꿀의 삼투압은 희석될 때 떨어지고, hydrogen peroxide에 의한 항균성은 희석되어질 때에 증가한다. 꿀의 삼투압과 hydrogen peroxide의 항균성은 역의 관계에 있다.

꿀과 설탕용액과의 상처치료효과는 삼투압의 차이에 달려 있다.

꿀의 당의 포화용액이다. fructose, glucose 84%, 수분이 15-21% 당성분은 물과 강하게 결합하고 있기 때문에 미생물이 이용할 수분은 거의 없다. 꿀에는 yeasts가 살아 있기 때문에 수분함량이 높아지면 곰팡이가 생긴다. 숙성꿀은 수분활성도가 낮기 때문에 성장할 수 없다. 수분함량이 17.1%일 때에는 발효가 일어나지 않는다. 대부분의 미생물은 수분활성도가 0.94-0.99일 때 성장이 억제된다. 꿀의 수분활성도는 평균 0.562-0.62이다.

꿀은 임파구와 백혈구 활성을 증가(Lymphocyte, phagocytic)시키는 것으로 알려지고 있는데 0.1% 수준의 낮은 농도로도 B임파구와 T 임파구의 활성이 증가되었다는 것이 보고되었다.

2. 꿀의 약리 작용

오늘날 꿀의 이용은 주로 영양 및 감미료로서 이용되고 있지만 과거에 조상들은 꿀을 약용으로 많이 이용하였다. 즉 위장장애나 감기 몸살 및 피부 질환에 많이 사용한 것으로 사료되었다. 벌꿀의 의학적 효과를 요약하면, 박테리아 억제 효과, 대사에너지로의 신속한 이용, 간기능 촉진과 해독효과, 소화기관의 연동운동 촉진에 의한 변비 치료 효과 등이다.

꿀의 항균적 특성은 1892년 van Ketel에 의해 처음으로 인정되었으며, 꿀에는 glucose oxidase의 활성에 의해 생성되는 gluconic acid를 비롯하여 citric acid, formic acid, acetic acid, malic acid, succinic acid, oxalic acid, lactic acid, benzoic acid, cinnamic acid라 등 여러 종류의 유기산(김 등, 1989) 및 과산화물인 항균물질(차와 방, 1999)이 들어있어서 세균 성장이 억제되며,

생리활성물질로는 flavonoids와 phenolic acids를 포함하여 tannin, methyl syringate 등 많은 phenol계 물질이 있음을 확인되었다(Ferrerres end, 1991; 윤, 2003).

꿀에서 검출되는 항균활성물질(hydrogen peroxide)이나 항산화물질(flavonoids, polyphenol) 등은 대부분 벌에 의해 꽃꿀로부터 유입되기 때문에 꿀의 생리활성 효과는 밀원의 종류에 따라서 다르다. 우리나라의 밤꿀(김 등, 1990)이나 뉴질랜드의 마누카(Manuka)꿀(Al-Mamary 등, 2002)은 생리활성 효과가 탁월한 기능성 꿀로 알려지고 있다.

꿀은 벌에 의해 꽃의 꿀이 저장되는 것이므로 각종 꽃에서 분비되는 꽃꿀에는 아미노산, 유기산, 단백질, 지방, 무기물, 비타민, 효소와 항균 및 항산화물질 등이 포함되어 있기 때문에 이들 유기성분들은 질병 예방 및 치료에 직·간접적으로 효과가 있을 것으로 사료된다.

소화기계에서 식욕부진을 개선시키고 변비와 같은 장의 전염성문제, 십이지장의 궤양, liver disturbances에 이용하였다. Salem(1981)과 Haffejee와 Moosa(1985)은 여러 종류의 소화기질병 치료에 성공적이었다고 보고하였다.

공기와 온도에 의한 호흡기계 질환으로서 감기와 입, 후두, 기관지 자극성 전염에 매우 효과적이라는 것은 잘 알려져 있다. 꿀의 항균 효과에 대하여 유무를 떠나 fructose는 이완 및 완화활동에 효과적이다.

꿀은 당뇨(Diabetes)에도 좋다고 종종 주장하기도 하지만 고농도의 당(sugar)이므로 당뇨에 좋다는 확증을 찾기가 쉽지 않다. 아무튼 설탕으로 만드는 제품보다는 더 좋다는 것이 Katsilambros 등(1988) 연구자들에 의해 밝혀졌다. 인슐린 수준이 동등한 량의 식품 열량과 비교하면 더 낮다고 한다. 그러나 혈당수준은 비교한 제품을 먹은 직후에 일시적으로 더 높거나 같았다. 개인에 따라서는 꿀을 먹었을 때 같은 량의 자당을 먹었을 때 보다 더 낮다고 한다.