

## *Staphylococcus aureus*에 대한 벌꿀의 항균 활성

정 동 현 · 백 승 화\*†

한국양봉농업협동조합, \*도립 충북과학대학 식품생명과학과

### Antibacterial Activities of Honeys on the *Staphylococcus aureus*

Dong-Hyun Chung and Seung-Hwa Baek\*†

Korean Apiculture Co, National Agricultural Cooperative Federation, In-Chon,

\*Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Ok-cheon,  
Chungbuk, 373-800, Korea

#### Abstract

This study examined for the investigation the effect of honey on antibacterial activity. The experimental honey were used the domestics, or chestnut honey, multiflower honey, acassia honey, native honey and the foreign, or manuka honey, clover honey, canola honey, and the artificial honey, made with the diluted solution of each 12.5%, 25.0%, 50.0%. The result of compared the occasion of added-catalase with not added-catalase about the honey's antibacterial activity on *Staphylococcus aureus* by agar well diffusion assay were as follows.

When the catalase was not added, manuka honey antibacterial activity was superior to chestnut honey's in the diluted honey of 12.5% and on the occasion of the diluted honey of 25.0%, it was approved in the order of manuka honey > chestnut honey > multiflower honey > native honey > clover honey > acassia honey and the occasion of the diluted honey of 50.0%, it was approved in the order of manuka honey > chestnut honey > canola honey > native honey > multiflower honey > clover honey > acassia honey ( $p > 0.01$ ). The clear zone representing inhibition of growth in diluted honey of 12.5, 25.0, 50.0 % with non-treat catalase ranged from 5.85 to 6.60, 4.26 to 8.27, 5.24 to 11.49 mm, respectively.

When the catalase was added, antibacterial activity only showed in the manuka honey of 12.5% and on the occasion of the diluted honey of 25.0%, manuka honey's antibacterial activity was superior to chestnut honey ( $p > 0.01$ ). On the occasion of the diluted honey of 50.0%, antibacterial activity was high in the order of manuka honey > chestnut honey > clover honey > canola honey > native honey ( $p > 0.01$ ). The correlation was approved significantly among the manuka honey, chestnut honey, clover honey, canola honey and native honey. The clear zone representing inhibition of growth in diluted honey of 12.5, 25.0, 50.0 % with treat catalase ranged from 5.89, 5.01 to 6.84, 3.10 to 8.28 mm, respectively.

Key words : domestic and foreign honey's, antibacterial activity, diluted solution of honey, clear zone

#### 서 론

벌꿀의 항균성질(antibacterial property)에 대한 연구는 Aristole(BC. 350)와 Dioscorides(AD. 512)가 특정한

밀원. 지역 그리고 계절에서 채취한 벌꿀로 감염성 질병(infectious disease)의 치료에 이용하였다는 기록이 있는 후 벌꿀의 항균 활성에 대한 본질을 밝히기 위한 연구가 계속되어 왔다<sup>1)</sup>.

† Corresponding author : Seung-Hwa Baek

Sackett 등<sup>2)</sup>은 벌꿀의 항균 성질에 대해서 고삼투압 (high osmolarity)이라고 하였다. 그 후 희석된 벌꿀에서도 항균활성이 나타난다는 사실이 입증되어 Dold 등<sup>3)</sup>은 벌꿀의 항균활성을 나타내는 원인물질에 대해서 inhibine이라고 명명하고 이 물질은 열과 빛에 불안정한 물질이라고 밝혔다.

White 등<sup>4,5)</sup>, Dustmann<sup>6)</sup>은 벌꿀의 항균물질에 대해서 과산화수소(hydrogen peroxide)라고 확인하였다. 이 과산화수소는 숙성되지 않은 벌꿀이나 희석된 벌꿀에서 포도당 산화효소(glucose oxidase)에 의해서 생성되는데, 이 효소는 열에 불안정하고 저온살균에 의해서도 쉽게 파괴된다고 하였다.

Molan<sup>7)</sup>은 일반 병원균의 생육최적 pH 범위가 7.2~7.4 이기 때문에 pH가 3.2~4.5인 벌꿀에서는 생존하기 어렵다고 하였다. 즉, 상처에 감염시키는 *Escherichia coli*는 pH가 4.3, *Salmonella* sp.은 pH가 4.0, *Streptococcus pyogenes*은 pH가 4.5로 최소 생존 pH에 해당하기 때문에 균의 성장을 어렵게 만든다고 하였다.

White 등<sup>4)</sup>, Dustmann<sup>17)</sup>, Morse<sup>18)</sup>은 벌꿀의 항균성질에 대해서 주로 과산화물 생성계(hydroxide generating system)에서 과산화 수소가 항균 활성을 나타낸다고 믿어왔다.

그러나 Adcock<sup>19)</sup>은 희석벌꿀용액에 catalase를 첨가하여 과산화수소를 제거한 후에도 항균활성이 지속된다는 사실이 입증되어, Molan 등<sup>9)</sup>은 New Zealand산 Manuka 벌꿀의 항균활성을 확인하기 위하여 catalase 첨가하여 *Staphylococcus*의 생육실험을 한 결과 높은 항균활성을 나타내어, 이 물질을 non-peroxide 인자라고 명명하고 독특한 밀원과 관계되며 열에 안정하다고 하였다.

Manuka 벌꿀의 항균성분에 관하여 Russell 등<sup>11)</sup>은 methyl syringate 등이라고 확인하였고, Allen 등<sup>12)</sup>은 345종의 벌꿀에 catalase 첨가하여 항균활성을 검토한 결과 Manuka 벌꿀에서 높은 항균활성이 나타내 이것은 non-peroxidase 성분 때문이라고 보고하였다. Wahdan<sup>15)</sup>은 벌꿀의 항미생물 성분은 과산화수소라기보다 phenolic acids(caffeic acid와 ferulic acid)와 flavonoids라고 보고하였다.

현재까지 알려진 벌꿀의 항균활성에 대한 연구들은 벌꿀의 고삼투압<sup>7)</sup>, 과산화수소<sup>4~6,17,18)</sup>와 낮은 pH<sup>7)</sup>(acidity) 그리고 벌꿀자체에 함유되어 있는 항균물질(non-peroxide 또는 phytochemicals)<sup>9,11,13~16)</sup> 등에 의해서 항균활성이 나타난다고 보고되었으나 국내의 연구 보고는 보기도 못한 실정이다.

따라서 본 실험에서는 벌꿀이 항균활성에 미치는 영향을 구명하기 위해 국내산 벌꿀인 밤꿀, 잡화꿀, 아카시아꿀, 재래종 벌꿀과 외국산 벌꿀인 마누카꿀, 크로버꿀, 캐놀라 벌꿀을 12.5%, 25%, 50% 수용액으로 각각 조제하여 catalase 무첨가 또는 첨가한 경우 벌꿀의 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 agar well diffusion assay로 측정 한 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 1. 벌꿀 및 성분 분석

국내산 벌꿀은 1997년도산 한국양봉농업협동조합에 입고된 밤꿀, 잡화꿀, 아카시아꿀, 토종꿀을 사용하였고, 외국산 벌꿀은 Manuka(뉴질랜드), Canola(캐나다), Clover(미국)사용하였다.

벌꿀의 성분 분석을 위하여 수분은 Refractometer(ATAGO, Japan), 당은 High Performance. Liquid Chromatography(Alliance 2690 HPLC, Water's Co, U.S.A), Hydroxymethylfurfural(HMF)은 비색법(UV/Vis-Spec. 2401, Shimazu Co. Japan), 벌꿀의 순수도는 탄소동위원소 비율 측정(Stable carbon Isotope Ratio, Mass spectrometer, Finigan Co., Germany)법, pH는 pH meter를 이용하였다.

### 2. 벌꿀용액

인조 벌꿀은 fructose, glucose, maltose, sucrose, 증류수를 42 : 35 : 5 : 2 : 21 의 비율로 50℃에서 용해시켜 만들었고 사용한 당은 모두 Sigma Co. 제품이다.

모든 시료는 무균적으로 햇빛을 피해서 조제하였고, 벌꿀 희석용액(50 %, w/v) 조제는 멸균증류수로 37℃에서 균질화 시키고, 30분간 정치하여 왁스를 제거한 후 12.5 %, 25 % 벌꿀용액을 만들었다.

### 3. Catalase 용액의 조제

Catalase용액은 멸균 증류수 20ml에 catalase(sigma 2060 unit/mg) 80mg을 용해시켜 바로 사용하였다.

### 4. Staphylococcus aureus 배양 및 항균활성측정

*Staphylococcus aureus*(KCCM NO. 12214)의 배양은 Trypticase Soy Broth (Caso Agar Cat. NO. 1,05459,0500) 30g/l을 조제하여 *Staphylococcus aureus* 균을 1 loop 접종하여 37℃에서 18시간 배양하여 항균성 측정에 사용하였다.

항균활성 측정은 agar well diffusion 방법을 사용하였다. 즉, 45℃로 방냉한 멸균 영양 한천 배지(nutrient

Table 1. The composition of general and sugar analysis in honey

Sample No. & source	Assumed floral source	Moisture (%)	Invert sugar (%)	Sucrose (%)	HMF (mg/kg)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	
1	Chestnut	21.3	61.3	9.4	5.4	- 23.0	
2	"	21.1	67.9	3.0	3.1	- 23.9	
3	"	20.9	63.3	7.9	6.8	- 23.0	
4	"	23.1	59.7	9.2	9.6	- 23.1	
5	"	23.1	59.7	9.2	9.6	- 23.1	
	Mean	21.9	62.4	7.7	6.9	-23.22	
6	Mutiflower	22.2	70.5	0.1	30	- 25.6	
7	"	21.8	62.0	8.2	5.3	- 23.6	
8	"	23.7	62.4	5.9	6.5	- 23.5	
9	"	19.2	73.0	1.6	5.5	- 25.8	
10	"	22.2	70.5	0.1	30	- 25.6	
	Mean	21.8	67.7	3.42	15.5	24.82	
Domestic	11	Acacia	22.9	69.9	0.1	4.6	- 24.1
	12	"	20.1	70.2	2.6	4.3	- 23.5
	13	"	22.6	68.4	1.0	4.9	- 24.4
	14	"	21.0	69.3	1.7	5.7	- 23.8
	15	"	22.6	68.4	1.0	4.9	- 24.4
	Mean	21.8	69.2	1.28	4.9	-24.04	
	16	Native bee	18.5	67.9	5.1	5.1	- 24.6
	17	"	19.0	65.2	6.5	0.5	- 23.9
	18	"	20.3	66.3	5.4	0.4	- 23.8
	19	"	17.7	67.5	4.9	1.5	- 23.6
	20	"	19.0	68.0	4.5	0.9	- 23.9
	Mean	18.9	67.0	5.3	1.7	-23.96	
	21	Manuka	18.1	72.0	2.0	8.9	- 23.1
	22	"	19.1	71.5	1.9	9.8	- 24.3
	23	"	17.8	71.9	2.3	8.1	- 22.2
	24	"	19.5	70.5	1.5	10.2	- 24.7
	25	"	18.4	71.2	1.6	11.5	- 23.1
	Mean	18.6	71.4	1.9	30.4	-23.48	
Imported	26	Clover	17.6	71.8	1.5	15.2	- 22.3
	27	"	18.3	70.7	2.0	18.0	- 23.5
	28	"	16.6	71.9	1.9	19.5	- 22.7
	29	"	16.4	71.7	1.1	16.1	- 22.4
	30	"	17.6	71.9	2.3	17.5	- 22.3
	Mean	17.3	71.6	1.8	17.3	-22.64	
	31	Canola	18.8	72.9	1.3	15.1	- 23.4
	32	"	17.3	70.6	2.5	16.9	- 22.5
	33	"	19.2	69.3	1.9	14.8	- 24.4
	34	"	17.7	69.7	2.9	15.8	- 22.4
	35	"	19.4	68.9	2.3	16.1	- 24.7
	Mean	18.5	70.3	2.2	15.7	-23.48	
Artificial	36	Artificial	20.4	76.5	1.8	1.9	- 11.0
	37	"	20.4	76.5	1.8	1.9	- 11.0
	38	"	20.4	76.5	1.8	1.9	- 11.0
	39	"	20.4	76.5	1.8	1.9	- 11.0
	40	"	20.4	76.5	1.8	1.9	- 11.0
	Mean	20.4	76.50	1.80	1.9	-11.00	

broth. 8g, agar 15g) 150ml에 TS broth로 배양한 *Staphylococcus aureus* 용액 100  $\mu$ l를 접종하여 4°C에서 24시간 보관 후 멸균한 8mm 코르크 보오러로 영양한천배지에 well을 만들어 이 well에 12.5%, 25.0%로 희석한 벌꿀용액 100  $\mu$ l 씩을 각각 분주하여 37°C에서 18시간 배양시킨 후 clear zone을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

벌꿀의 항균활성에 미치는 영향을 규명하기 위하여 사용한 국내산과 외국산 벌꿀의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1의 일반 성분중 신뢰도가 높은 벌꿀의 순수도 품질평가 방법으로 탄소동위원소비율( $^{13}C/^{12}C$ )의 값( $\delta^{13}C$ )을 조사하였는 바 국내산의 경우 밤꿀 -23.22‰, 잡화꿀 -24.82‰, 아카시아꿀 -24.4‰, 자연산꿀 -23.96‰, 수입산 꿀의 경우 마누카꿀 -23.48‰, 클로버꿀 -22.64‰, 캐놀라꿀 -23.48‰, 인조벌꿀의 경우 -11.0‰ 수준이었는데, 본 연구에 쓰인 꿀의 탄소동위원소비율( $^{13}C/^{12}C$ )의 값( $\delta^{13}C$ )은 각종 식물체로부터 채집된 꿀의 탄소동위원소비율( $^{13}C/^{12}C$ )의 값( $\delta^{13}C$ )이 -23.4~26.4‰로 보고<sup>19)</sup>된 수준에 포함되었으나 클로버꿀 만이 약간 낮았고, 인조벌꿀(과당, 포도당, 맥아당, 설탕, 증류수를 42 : 35 : 5 : 2 : 21의 비율)의 경우 탄소동위원소값이 아주 낮은 -11.0‰수준이었는데 이는 조합에 사용한 당류의 탄소동위원소 비율에 기인한 결과로 생각되었다.

벌꿀이 항균활성에 미치는 영향을 구명하기 위해 국내산과 외국산 벌꿀의 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 agar well diffusion assay로 측정한 결과는 Table 2와 같다.

인조벌꿀은 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성은 나타나지 않았으나 벌꿀수용액은 인조벌꿀보다 높은 항균활성을 나타냈다.

벌꿀희석액에 catalase 첨가하지 않은 경우에 있어서 12.5%로 희석한 벌꿀중 마누카꿀, 밤꿀에서 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 나타냈다. 마누카꿀은 밤꿀보다 항균활성이 유의적( $p < 0.01$ )으로 더 높았다. 25%로 희석한 벌꿀은 마누카꿀>밤꿀>잡화꿀>클로버꿀>재래종꿀>아카시아꿀 순으로 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 나타냈는데 밤꿀과 잡화꿀, 아카시아꿀과 클로버꿀 사이에는 유의성이 없었다. 50%로 희석한 벌꿀에서는 마누카꿀>밤꿀>캐롤라꿀>재래종꿀>잡화꿀>아카시아꿀 순으로 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 나타내며 반하여 잡화꿀과 재래종꿀, 아카시아꿀과 클로버꿀 사이에는 유의성이 없었다.

벌꿀희석액에 catalase를 첨가하여 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성 시험결과 12.5%로 희석한 벌꿀의 경우 마누카꿀 만이 항균활성을 나타냈다. 25%로 희석한 벌꿀이 경우 밤꿀과 마누카꿀에서 항균활성을 나타냈고 마누카꿀이 밤꿀보다 유의적( $p > 0.01$ )으로 항균활성이 더 높았다. 50%로 희석한 벌꿀의 경우 마누카꿀>밤꿀>클로버꿀>캐롤라꿀>재래종꿀 순

Table 2. The antibacterial activity of a range of diluted honeys tested on *Staphylococcus aureus*

Floral source of honey	N	Inhibition size with catalase non-added (mm)			Inhibition size with catalase added (mm)			
		12.5%	25%	50%	12.5%	25%	50%	
Domestic	Chestnut	5	#5.85 ± 0.19 <sup>b</sup>	7.58 ± 0.28 <sup>b*</sup>	9.88 ± 0.37 <sup>b</sup>	—	5.01 ± 0.11 <sup>b</sup>	6.94 ± 0.21 <sup>b</sup>
	Multiflower	5	—	7.46 ± 0.29 <sup>b</sup>	7.17 ± 0.16 <sup>c</sup>	—	—	—
	Acacia	5	—	4.26 ± 0.15 <sup>d</sup>	5.24 ± 0.37 <sup>d</sup>	—	—	—
	Native	5	—	5.44 ± 0.40 <sup>c</sup>	7.19 ± 0.19 <sup>c</sup>	—	trace	3.10 ± 0.16 <sup>d</sup>
Imported bee honey	Manuka	5	6.60 ± 0.26 <sup>a</sup>	8.27 ± 0.15 <sup>a</sup>	11.49 ± 0.36 <sup>a</sup>	5.89 ± 0.21	6.84 ± 0.15 <sup>a</sup>	8.28 ± 0.24 <sup>a</sup>
	Clover	5	—	4.57 ± 0.21 <sup>d</sup>	5.86 ± 0.20 <sup>d</sup>	—	trace	6.47 ± 0.16 <sup>c</sup>
	Canola	5	—	trace	7.26 ± 0.23 <sup>c</sup>	—	trace	6.21 ± 0.07 <sup>c</sup>
	Artificial	5	—	—	—	—	—	—

# Mean ± SD

\* Means with the same letters in the same column are not significantly different at the 1% level by Duncan's multiple range test.

The activity is expressed as the radial extent from the well of the zone of complete inhibition of bacterial growth on agar plates.

으로 항균활성이 높게 나타났다. 마누카꿀, 밤꿀, 재래종꿀 사이에는 유의성( $p>0.01$ )이 인정되었으나 클로버꿀과 캐놀라꿀 간에는 유의성이 없었고, 잡화 꿀과 아카시아꿀 간에는 항균활성이 나타나지 않았다.

본 실험결과 인조 벌꿀은 희석농도와 관계없이 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 나타내지 않았다. 벌꿀은 catalase 첨가가 catalase무첨가 경우보다 항균활성이 낮았으며, 벌꿀의 농도가 높을수록 항균성이 높게 나타났다. 또한 밀원(floral source)에 따라서 항균활성 차이가 있었고, catalase첨가한 벌꿀 희석액에서도 항균활성을 나타내어 과산화수소에 의한 항균활성 보다는 밀원 자체로부터 유래된 성분에 기인하는 것으로 생각된다.

벌꿀은 과당 38%, 포도당 31%, 맥아당 6%, 설탕 1.9%, 올리고당 1.8%, melezitose 등과 수분이 18% 정도 함유된 고당, 저수분의 과포화용액으로<sup>20</sup> 고삼투압에 의한 항균활성을 나타냈다<sup>15</sup>. Effem<sup>22</sup>은 피부상처 치료에 있어서 벌꿀의 삼투압은 항균활성을 나타내는 중요한 인자라고 하였다. Gupta 등<sup>23</sup>은 물소의 감염성 상처 치료에 있어서 벌꿀은 ampicillin 연고 또는 ampicillin 벌꿀연고보다 치료기간을 더 단축시켰다. Subrahmanyam<sup>24</sup>은 화상(burn)치료에 있어서 벌꿀주입 거즈(honey impregnated gauze)는 양막봉대(amniotic membrane dressing)보다 치료기간을 더 단축시켰다.

White 등<sup>4</sup>은 벌꿀을 물로 희석할 때 포도당이 포도당 산화효소에 의해 gluconic acid와 과산화수소로 분해된다. 이때 생성되는 과산화수소<sup>4-6</sup>가 벌꿀의 항균활성을 나타내는 주요 인자이다.

Molan<sup>7</sup>은 벌꿀의 낮은 pH가 미생물의 성장조건을 어렵게 만든다고 보고하였을 뿐 아니라 Molan 등<sup>10</sup>은 64개의 벌꿀을 1/4, 1/8, 1/16의 비로 희석하여 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 검토한 결과 Manuka, Kanuka 등의 벌꿀은 다른 벌꿀보다 항균활성을 인정할 수 있었는데 이는 밀원(floral source)의 차이에서 오는 것이라고 하였고, Molan 등<sup>9</sup>은 Manuka 벌꿀에 과산화수소를 분해하는 catalase 첨가하여 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 검토한 결과 항균활성이 높았는데 이 활성물질은 밀원의 고유성분에서 기인하는 non-peroxide인자라고 보고하였다<sup>8,12</sup>. Manuka 벌꿀의 항균성분에 대해서 Russell 등<sup>11</sup>은 methyl syringate 등이라고 확인하였고, Weston<sup>16</sup>등은 phenol성 물질과 flavonoids로 확인하였으며 이 phenol성 물질이 항균활성에 기여한다. Molan<sup>26</sup>은 Manuka 벌꿀의 non-peroxide 항균활성은 그 전체 벌꿀에서 나타나는 것이 아니라 특정 지역에서 생산된 벌꿀에 국한된다고 보고한

바 있다.

Weston 등<sup>27</sup>은 19개의 Manuka 벌꿀에서 phenol성 물질을 분석한 결과 non-peroxide 항균활성이 높은 것과 없는 것을 발견하였고 이 phenol성 물질은 Manuka 벌꿀에서 non-peroxide 항균활성의 인자가 되지 않는다고 보고하였다.

한편 Manuka가 아닌 다른 벌꿀에서도 phenolic 물질과 flavonoids가 발견되어 벌꿀의 항균활성과 관련이 있다고 주장하고 있다.

Wahdan<sup>15</sup>은 *Salmonella paratyphi B* 등 21종의 세균에 대해서 벌꿀의 항미생물 활성을 검토한 결과 이 항균활성은 과산화수소 라기보다 flavonoids와 phenol성 물질(caffeic acid, ferulic acid)이 항균활성을 나타낸다고 하였으며, Martos 등<sup>28</sup>은 *Eucalyptus* 벌꿀에서 pinocembrin, pinobanksin, chrysin 등을 분리확인하였고, Andrade 등<sup>29</sup>은 heather, lavender, sunflower 등의 벌꿀에서 caffeic acid, ferulic, syringic 등의 phenol성 물질을 분리하여 보고하였고, Martos 등<sup>30</sup>은 Tunisian honey에서 수십종의 phenol성 물질과 flavonoid 물질을 분리보고하였다.

이상과 같이 보고된 연구내용을 검토한 결과 벌꿀의 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성은 본 실험 결과로 미루어 보아 삼투압, 과산화수소 그리고 catalase첨가 경우 항균활성이 나타나는 것으로 보아 미지의 phenol성 물질, flavonoids 등 floral origin의 phytochemical 등이 항균작용에 관여한다고 생각된다. 더 나아가 밀원별로 채밀된 꿀로부터 phytochemical들을 분리하여 항균성을 지닌 물질의 새로운 분자구조를 밝히는 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 요 약

본 실험은 벌꿀이 항균활성에 미치는 영향을 규명하기 위해 국내산 벌꿀인 밤꿀, 잡화, 아카시아, 재래종 벌꿀과 외국산 벌꿀인 마누카, 클로버, 캐놀라 벌꿀 그리고 인공벌꿀을 각각 12.5%, 25.0%, 50%의 희석액으로 조제하여 catalase무첨가 또는 첨가한 경우에 있어서 벌꿀의 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 agar well diffusion assay로 비교한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

Catalase 무첨가의 경우 12.5% 희석한 벌꿀은 마누카꿀 > 밤꿀이, 25.0%로 희석한 벌꿀은 마누카 꿀 > 밤꿀 > 잡화꿀 > 재래종꿀 > 클로버 꿀 > 아카시아꿀이, 50.0%로 희석한 벌꿀은 마누카꿀 > 밤꿀 > 캐놀라꿀 > 재래종꿀 > 잡화꿀 > 클로버꿀 > 아카시아꿀 순으

로 항균활성이 인정되었다( $p > 0.01$ ). Catalase 무침가의 경우 12.5%, 25.0%, 50.0%로 희석한 벌꿀의 생육억제환은 각각 5.85~6.60mm, 4.26~8.27 mm, 5.24~11.49mm 범위였다.

Catalase 첨가의 경우 12.5%로 희석한 벌꿀은 마누카꿀에서만 항균활성을 나타냈다. 25.0%로 희석한 벌꿀은 마누카꿀이 밤꿀보다 항균활성이 더 높게 나타났다( $p > 0.01$ ). 50.0%로 희석한 벌꿀은 마누카꿀 > 밤꿀 > 클로버꿀 > 캐롤라꿀 > 재래종꿀 순으로 항균활성이 높았으며 마누카꿀, 밤꿀, 클로버꿀, 캐롤라꿀, 재래종꿀 사이에서 유의성이 인정되었다( $p > 0.01$ ). Catalase 첨가의 경우 12.5%, 25.0%, 50.0%로 희석한 벌꿀의 생육억제환은 각각 5.89mm, 5.01~6.84mm, 3.10~8.28mm 범위였다.

### 참고문헌

1. Gunther, R. T. : (Reprinted) The Greek Herbal of Dioscorides, Hafner, New York.
2. Sackett, W. G. : Honey as a carrier of intestinal diseases. *Bull. Colo. St. Univ. Agric. Exp. Stn.*, No. 252 (1919).
3. Dold, H., Du, D. H., and Dziao, S. T. : Nachweis antibakterieller, hitze-und lichtempfindlicher Hemmungsstoffe (inhibine) im Naturhonig Blütenhonig *Z. Hyg. Infekt. Krankh.*, **120**, 155~167 (1937).
4. White, J. W., Mary, J. R., Subers, H. and Schepartz, A. I. : The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system, *Biochim. Biophys. Acta.*, **73**, 57~70 (1963).
5. White, J. W. and Subers, M. H. : Studies of honey inhibine, 3. The effect of heat. *J. Apic. Res.*, **3**, 454~450 (1964).
6. Dustmann, J. H. : Ueber den Einfluss des Lichtes auf den peroxid-Wert des Honigs, *Z. Lebensm., Unters. Forsch.*, **148**, 263~268(1972).
7. Molan, P. C. : The Antimicrobial activity of honey. 1. The nature of the antibacterial activity, *Bee Wld.*, **73**, 15~28(1992).
8. Willix, D., Molan, P. C. and Reid, G. M. : A comparison of the sensitivity of wound infecting species of bacteria to the antibacterial activity of Manuka honey and other honey, *J. Appl. Bacteriol.*, **73**(5) 388~394(1992).
9. Molan, P. C. and Russel K. M. : Non-peroxide antibacterial activity in some New Zealand Honeys, *J. Apic. Res.*, **27**(1) 62~67(1988).
10. Molan, P. C., Smith, I. M. and Reid, G. M. : A comparison of the antibacterial activity of some New Zealand Honeys, *J. Apic. Res.*, **27**(4) 252~256(1988).
11. Russell, K. M. et al. : Identification of some Antibacterial constituents of New Zealand Manuka Honey, *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 10~13 (1990).
12. Allen, K. L., Molan, P. C. and Reid, G. M. : A Survey of the Antibacterial activity of some New Zealand Honeys, *J. Pharm. Pharmacol.*, **43**, 817~822 (1991).
13. Molan, P. C. and Allen, K. L. : The effect of Gamma irradiation on the antibacterial activity of honey, *J. Pharm. Pharmacol.*, **48**, 1206~1209 (1996).
14. Bogdanov, S. : Non-peroxide antibacterial activity of honey, Bee products, New York, 39~47 (1996).
15. Wahdan, H. A. : Causes of the antibacterial activity honey, *Infection*, **26**(1) 26~30 (1998).
16. Weston, R. J. et al. : Antibacterial phenolic components of New Zealand Manuka Honey, *Food Chem.*, **65**, 295~301 (1999).
17. Dustmann, J. H. : Antibacterial effect honey. *Apiacta*, **14**, 7~11(1979).
18. Morse, R. A. : The antibiotic properties of honey. *Pan-pacific Entomologist*, **62**, 370~371(1986).
19. Hawer, W. D., Ha, J. H., and Nam, Y. J. : The Quality Assessment of Honey by Stable Carbon Isotope Analysis, *Analytical Sci. & Techn.*, **5**, 229~234(1992).
20. Adcock, D. : The effect of catalase on the inhibine and peroxide values of various honeys. *J. Apic. Res.*, **1**, 38~40 (1962).
21. Echigo, T. : Honey, *Honeybee Sci.*, **5**(4) 167~176(1984).
22. Effem, S. E. E. : Clinical observation on the wound healing properties of honey. *Br. J. Surg.*, **75**, 679~681(1988).
23. Gupta, S. K., Singh, H., Varshney, A. C. and Prakash, P. : Therapeutic efficacy of honey in infected wounds in buffaloes, *Ind. J. Anim. Sci.*, **62**(6) 521~523(1992).
24. Subrahmanyam, M. : Tropical application of honey in treatment of burns, *Br. J. Surg.*, **78**(4), 497~498 (1991).
25. Subrahmanyam, M. : Honey-impregnated gauze versus amniotic membrane in treatment of burns. **20**(4) 331~333 (1994).
26. Molan, P. C. : The antibacterial properties of honey, Chem. New Zealand, July, 10~14 (1995).
27. Weston, R. J. : Identification and quantitative levels of antibacterial components of some New Zealand honeys, *Food Chem.*, **70**, 427~435 (2000).
28. Martos, I. Fereres, F. and Thomas-Barberan, F. A. : Identification of flavonoid markers for the botanical origin of Eucalyptus honey, *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 1498~

- 1502 (2000).
29. Andrade, P. : Determination of phenolic compounds in honeys with different floral origin by capillary zone electrophoresis, *Food Chem.*, **62**, 79~84 (1997).
30. Martos, I, Francisco, A. and Tomás-Barberán, F. A. :  
Flavonoid composition of Tunistan Honeys and propolis, *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 2824~2829 (1997).
- 
- (2002년 4월 23일 접수)