

## 누룩과 효모의 혼합사용에 의한 벌꿀주의 제조

김설희 · 김선재 · 김보희 · 강성국 · 정순택  
목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터

### Traditional Honey Wine Prepared with Nuruk-Yeast Mixture

Sul-Hee Kim, Seon-Jae Kim, Bo-Hee Kim, Seong-Gook Kang and Soon-Teck Jung  
Department of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center,  
Mokpo National University

#### Abstract

Fermentation characteristics for the production of honey wine with *Saccharomyces sake*, *Saccharomyces bayanus* and *nuruk* were investigated. Among the yeast strains and the mixture with *nuruk* tested, *nuruk-Sacch. sake* mixture and *nuruk-Sacch. bayanus* mixture showed higher alcohol production and better fermentability than the single strains. Total acid and pH did not change considerably during the whole period of fermentation. As the fermentation progressed, reducing sugar decreased rapidly until the 6 days of fermentation, while alcohol content increased rapidly during the same period. In fermentation of 6 days, honey wine consisted of about 7.5~8.1°Brix of soluble solid, 22.7~31.8% of reducing sugar. Alcohol content were reached up to 12.5 and 13.1% for honey wine manufactured with *nuruk-Sacch. sake* mixture and *nuruk-Sacch. bayanus* mixture, respectively, relative to 5.2~7.2% of the single strains. Generally, honey wines prepared with the mixture of *nuruk*-yeast strains were fermented more efficiently than those with the single yeast.

Key words : *nuruk*, *saccharomyces bayanus*, honey wine, mead

#### 서 론

벌꿀주는 천연벌꿀을 발효시켜 만든 발효음료로서 hydrohoney, honey wine 또는 mead라고 한다<sup>(1-3)</sup>. Mead는 약 2000-2500년 전인 고대 이집트인 그리스, 로마시대부터 제조되어 온 역사가 오래된 발효음료중의 하나로서 벌꿀을 물로 희석하여 직접발효법에 의해 알코올 함량이 약 12%가 되도록 발효시킨 것으로 고대나 중세에는 주로 왕이나 봉건영주들이 즐겨 마시던 고급 음료로 알려져 있다. 또한 우리나라의 전통 재래주에서도 산림경제 양주편과 임원십육지 정조지에 벌꿀에 누룩을 첨가하여 벌꿀을 발효시켜 술을 제조한 밀주방(蜜酒方)과 밀은투병향방(蜜溫透瓶香方)의 기록이 있다<sup>(4)</sup>. 현대에도 mead는 많은 사람들의 흥미를 자극하여 여러 나라에서 지역의 특산품으로 제조되고

있다. 벌꿀주는 이와 같이 오랜 역사를 가지고 있음에도 불구하고 대중적으로 널리 보급되지 못하고 있는데 이는 벌꿀주는 질량감이 부족하고 비발효성당이 많아 감미가 너무 높으며 벌꿀주의 발효가 매우 까다롭다는 것이다<sup>(5,6)</sup>. 전통적인 mead는 단지 꿀을 물로 희석하여 제조하였는데 천연의 꿀만으로는 효모의 생육과 발효에 필요한 비타민, 무기질과 질소원의 영양소가 제한되어 있다. 산도가 적정치 않고 발효가 충분히 일어나지 않을뿐더러 발효가 지연되며 이상발효로 품질이 저하되는 문제점이 있다<sup>(5)</sup>. 이런 문제점을 해결하기 위하여 벌꿀에 과일즙을 첨가하고<sup>(6)</sup> 고온단시간 열처리<sup>(7)</sup> 하거나 미세여과법에 의해 단백질을 제거한 벌꿀주의 제조방법<sup>(8)</sup>이 개발되었다. 벌꿀주의 발효에 대하여는 Fabian의 연구<sup>(5)</sup> 이래 발효조건에 대한 일부 보고 등<sup>(9,10)</sup>이 있고 사과<sup>(11)</sup> 그리고 포도<sup>(12)</sup>에 벌꿀을 첨가하거나 매실을 삼투압추출<sup>(13)</sup> 및 청징<sup>(14)</sup>하여 과실주를 제조한 바 있다.

한편 우리나라는 전통적으로 우수한 주조기술과 다양한 음주문화를 향유하여 왔으나 근래에 서구문화의 확산과 세계화의 파장 속에서 우리의 문화유산이 단

Corresponding author : Soon-Teck Jung, Department of Food Engineering, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chonggye-myon, Muan-gun, Chonnam, 534-729, Korea  
Tel : 82-61-450-2421  
Fax : 82-61-454-1521  
E-mail : stjung@chungkye.mokpo.ac.kr

절될 위기에 있으며 이들 전통적인 주류들을 발굴하여 재현하고 보존하며 계승하는 것이 중요한 과제이다. 그리고 국민생활 수준이 향상되고 소득이 증가하면서 건강지향적 고급 주류와 복고적 취향이 확산되어 가고 있으며 전통주류에 대해 관심이 집중되고 있다. 특히, 우리나라 전통주류 중 한가지인 밀주(蜜酒)는 국내의 양봉산업이 수입개방과 가격경쟁력을 확보하는데 중요한 소재가 되고 있으며, 본 연구에서는 전통밀주의 개발과 산업화의 기초연구로서 우리나라의 독창적인 전통방법에 따라 벌꿀주를 제조하였다. 그리고 품질개선을 위하여 누룩과 효모 혼합첨가 등의 방법으로 벌꿀주를 제조, 발효과정 중 성분의 변화 등을 측정하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

벌꿀은 가보농산(주)에서 제공받은 잡화꿀을 사용하였으며 이 꿀은 수분 19.0±1%, 회분이 0.3±0.1%, 환원당 70.0±2%, 가용성 고형분이 78±2°Brix, pH가 3.7±0.2% 되는 것을 실온에서 보관하면서 사용하였다. 누룩은 송학곡자제조장에서 구입하여 사용하였다. 벌꿀주 발효를 위한 효모로는 *Saccharomyces sakei*(일본, 주조협회9호), *Saccharomyces bayanus*(IFO 1802)를 사용하였다.

#### 주모의 제조

효모의 영양성분은 Rhim 등<sup>(13)</sup>이 제시한 효모의 영양성분을 참고로 재구성하였다. 즉, 10°Brix로 조절한 벌꿀액 100 mL에 대하여 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1.00 g; K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 0.50 g; MgCl<sub>2</sub>, 0.20 g; NaHSO<sub>4</sub>, 0.05 g; Peptone, 0.02 g; Thiamine, 5.00 mg; Ca-Pantothenate, 2.50 mg; Inositol, 2.00 mg; Pyridoxine, 0.25 mg; Biotin, 0.02 mg 등을 첨가한 후 pH 4.0으로 조절, 1.2 kg/cm<sup>2</sup>하에서 10분간 가열살균하였다. 이어 효모 전배양액 1 mL를 접종하여 25°C에서 48시간 동안 배양, 주모를 제조하였다.

#### 벌꿀주의 제조

벌꿀을 물로 희석하여 가용성 고형분의 함량이 24°Brix가 되도록 조절하여 발효 원료로 사용하였는데 이때 벌꿀에 존재하는 야생효모나 유해균을 살균하기 위해 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 100 ppm을 벌꿀 희석액에 첨가하여 완전히 용해시켜 1일정도 방치한 후 발효 원료로 사용하였다.

#### 발효 및 여과

10 L 용량의 PC(Polycarbonate)병에 24°Brix로 조절된 발효 원료 8 L를 넣고 배양한 주모를 5% 첨가하여 발효를 시작하였다. 발효초기에는 균체의 증식을 위하여 발효조의 입구를 거즈로 덮어서 호기상태로 만들어준 후 30°C의 온도를 유지하면서 가끔 흔들어서 주면서 2일간 발효시켜 균체가 충분히 증식한 다음 발효관으로 밀폐하여 혐기적 상태에서 온도를 20°C로 유지시키면서 알콜발효를 진행시켰다. 누룩은 24°Brix로 조절된 발효 원료에 약 10% 첨가하여 동일한 방법으로 발효시켰다. 발효된 벌꿀주는 pore size 0.45 μm의 membrane filter(DDS Mini-Lab 10, De Danske Sukkerfabrikker, DDS RO-Division, Denmark)를 이용하여 미세여과하여 제균 및 청징을 행하였다.

#### 성분분석

발효 과정중 경시적으로 pH는 pH meter(Orion Research Inc. 520A, USA)를 이용하여 직접 측정하였고, 총산은 시료 10 mL에 pH meter를 이용하여 pH 8.4까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 구연산함량으로 나타내었다. 가용성 고형분은 굴절 당도계(Atago Hand Refractometer, Japan)를 사용하여 °Brix로 측정하였으며, 환원당은 Somogyi 변법으로<sup>(15)</sup> 알코올함량은 각 시료를 100 mL 씩 취하여 증류액이 80 mL가 되게 수증기 증류하고 증류액에 증류수를 가하여 시료를 100 mL로 정용한 후 15°C에서 알코올 농도를 구하였다<sup>(13)</sup>.

#### Hunter value 및 Transmittance 측정

Hunter value의 측정은 Hunter Lab Colorimeter (Color Quest Hunter Lab Associates Laboratory, Inc. USA)를 이용하여 각각의 벌꿀주에 대하여 L값(명도), a값(적색도) 그리고 b값(황색도)을 측정하였다.

각 시료의 청징도를 조사하기 위하여 시료의 transmittance를 측정하였다. 증류수를 대조구로 하여 UV-Vis spectrophotometer(Hewlett Pakard, HP 8452, USA)를 사용하여 660 nm에서 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 발효중의 성분변화

벌꿀주 발효는 누룩과 효모, *Sacch. sakei*, *Sacch. bayanus*를 단독 또는 혼합 첨가의 방법으로 벌꿀주를 발효시켰으며 발효과정중 여러가지 성분의 변화는 Fig. 1-5에 나타냈다. 벌꿀주의 발효기간 중 pH의 변화는

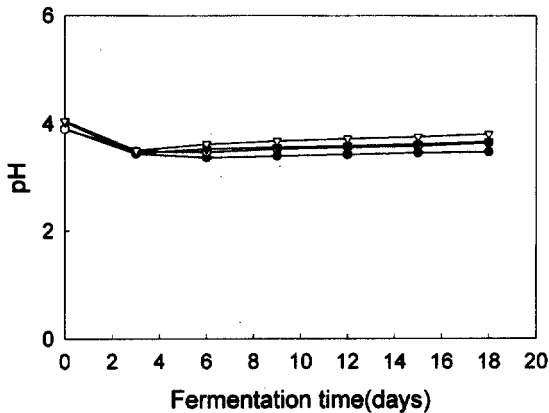


Fig. 1. Changes of pH during fermentation of honey wine.

Honey wine were prepared with yeast strains and *nuruk*-yeast mixture. ●-●, *Sacch. sake*; ○-○, *Sacch. bayanus*; ▼-▼, *nuruk-Sacch. sake* mixture; ▽-▽, *nuruk-Sacch. bayanus* mixture.

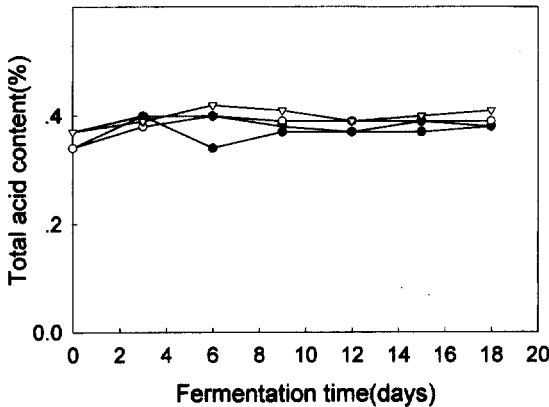


Fig. 2. Changes of total acid content during fermentation of honey wine.

Honey wine were prepared with yeast strains and *nuruk*-yeast mixture. ●-●, *Sacch. sake*; ○-○, *Sacch. bayanus*; ▼-▼, *nuruk-Sacch. sake* mixture; ▽-▽, *nuruk-Sacch. bayanus* mixture.

Fig. 1과 같이 발효초기부터 발효후기, 18일에 이르기 까지 pH 3.48~4.05 부근에서 일정하게 나타나 효모 단독첨가 또는 누룩과 효모의 혼합첨가가 pH의 변화에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 발효기간 중의 총산의 변화는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 발효초기부터 발효후기에 이르기까지 0.34%~0.37%부근의 값을 나타내어 총산의 변화도 미미한 것으로 나타났다. 벌꿀주 발효기간 중 환원당의 변화는 Fig. 3에 나타낸 것 처럼 발효초기부터 발효 18일까지 감소하는 경향을 나타냈다. *Sacch. sake* 단독첨가구(SS)의 경우

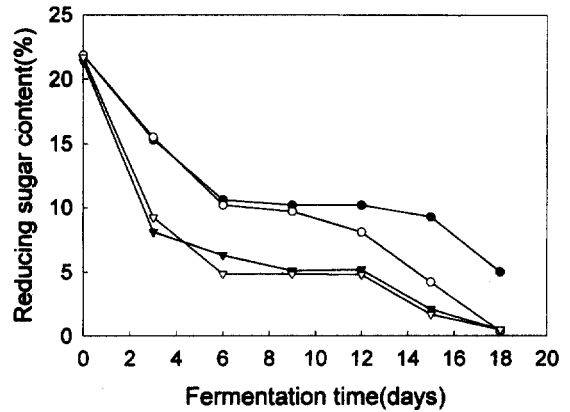


Fig. 3. Changes of reducing sugar content during fermentation of honey wine.

Honey wine were prepared with yeast strains and *nuruk*-yeast mixture. ●-●, *Sacch. sake*; ○-○, *Sacch. bayanus*; ▼-▼, *nuruk-Sacch. sake* mixture; ▽-▽, *nuruk-Sacch. bayanus* mixture.

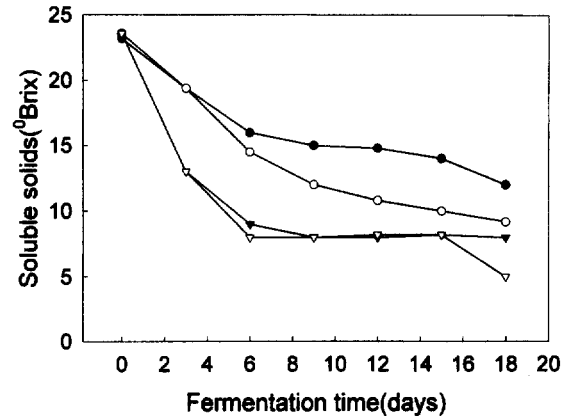
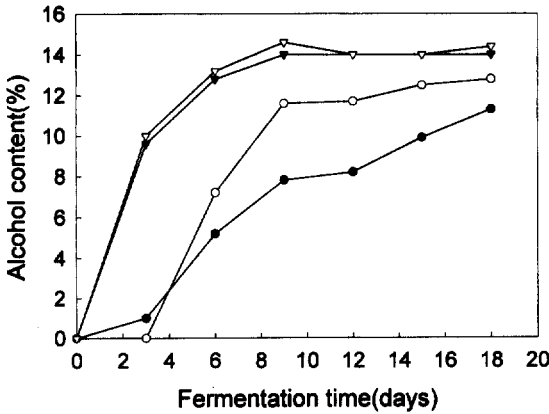


Fig. 4. Changes of soluble solids during fermentation of honey wine.

Honey wine were prepared with yeast strains and *nuruk*-yeast mixture. ●-●, *Sacch. sake*; ○-○, *Sacch. bayanus*; ▼-▼, *nuruk-Sacch. sake* mixture; ▽-▽, *nuruk-Sacch. bayanus* mixture.

는 발효 6일에 초기 환원당함량에 비해 50%까지 감소하다가 발효후기에는 초기 환원당량의 약 70%까지 감소하였다. *Sacch. bayanus* 단독첨가구(SB), 누룩과 *Sacch. sake* 혼합첨가구(NSS), 그리고 누룩과 *Sacch. bayanus* 혼합첨가구(NSB)는 발효후기에 초기 환원당량의 약 90%가 소모되었다. 발효 6일에 있어서 각각의 첨가구의 환원당량은 초기 환원당량에 비해 SS는 약 50% SB는 약 55%, NSS는 약 69% 그리고 NSB는 약 78%를 소모한 것으로 나타났다. Rhim 등<sup>(13)</sup>은 *Sacch. uvarum*의 균주를 이용, 벌꿀 발효주를 제조하



**Fig. 5. Changes of alcohol content during fermentation of honey wine.**  
 Honey wine were prepared with yeast strains and nuruk-yeast mixture. ●-●, *Sacch. sake*; ○-○, *Sacch. bayanus*; ▼-▼, nuruk-*Sacch. sake* mixture; ▽-▽, nuruk-*Sacch. bayanus* mixture.

였는데 벌꿀만을 발효시킨 mead가 발효 16일에 환원당 함량이 초기 환원당 함량에 비하여 약 50%까지 감소되었고 벌꿀 매실 추출액을 발효시킨 매실 melomel 이 발효 16일에 초기 환원당량에 비해 약 80%가 소모되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 발효 6일에 NSS와 NSB의 환원당량이 초기 환원당량에 비해 약 70~80%정도 소모하는 것으로 나타나 누룩과 효모를 혼합 첨가하여 발효시킨 벌꿀주의 환원당 감소속도는 이미 보고된 벌꿀주 발효조건<sup>(13,14)</sup>의 환원당 감소속도에 비해 10일정도 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 단독 효모균주보다 누룩과 효모 혼합첨가가 환원당의 감소속도에 영향을 미치는 이유는 발효초기에 누룩을 함께 처리함으로써 효모의 발효기질에 대한 적응기간이 빨랐을 것으로 생각된다. 또한 환원당의 감소속도와 발효말기까지의 알코올 생성량을 볼 때, 단독 효모균주 보다는 누룩과 효모 혼합 첨가구를 사용하는 것이 발효가 더 활발하게 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

가용성 고형분의 변화도 전 발효기간을 통하여 점차 감소하는 경향을 나타냈는데(Fig. 4) 그 감소경향은 환원당이 경우와 유사하였다. 발효 6일에 효모와 누룩의 혼합첨가구에서의 가용성 고형분 함량은 7.5~8.1°Brix로 단독 효모를 사용한 경우, 14.5~16.4°Brix보다 낮게 나타났다.

발효액 중의 당이 소모되면서 알코올이 생성되는 데, 발효중 알코올 함량은 발효기간중 단독균주 또는 효모와 누룩 혼합 첨가구가 완만 또는 급속히 증가하는 등 다양한 경향을 나타냈다(Fig. 5). 발효후기, 18일의 알코올 함량은 SS가 9.0%, SB가 12.5%, NSS가 14.0% 그리고 NSB가 14.5%를 나타냈다. 한편, 발효 6일의 경우 누룩과 효모 혼합첨가구의 알코올 생성량은 단독 효모균주를 이용한 벌꿀주의 알코올 함량이 5.2~7.2%인 것에 비해 효모와 누룩 혼합첨가구가 12.5~13.1%를 나타내 환원당의 소모량에 비례하여 알코올 함량이 증가하는 경향을 나타냄을 알 수 있었다. 누룩과 효모 혼합첨가하여 제조한 벌꿀주는 알코올 함량이 12.5%~13.1%에 이르러 일반적인 포도주와 같은 정도의 알코올 함량을 나타냈으나 단독 효모균주를 사용한 벌꿀주의 경우는 알코올 함량이 다소 낮을 뿐 아니라 잔당의 함량도 높아 완전히 발효가 이루어지지 않았음을 알 수 있었다. 단독 효모균주를 사용한 경우는 환원당이 감소하는 경향(Fig. 3)과 알코올이 생성되는 경향(Fig. 5)으로 볼 때 더 발효가 진행되어야 하나 발효 도중에 발효가 지연되는 것을 알 수 있었다. 그리고 발효기간이 길어지면 오염의 기회가 높아져 최종제품의 품질이 떨어질 가능성이 높아지게 되는데<sup>(3)</sup> 이미 보고<sup>(3,13)</sup>된 벌꿀주의 발효기간이 발효 16일 부근이었는데, 본 연구에서는 벌꿀주의 적정 발효기간이 발효 6일로 나타나 누룩과 효모를 첨가함으로써 벌꿀주 발효기간이 10일정도 단축됨을 알 수 있었다. 단독 효모균주를 사용한 경우는 발효 6일에 상대적으로 알코올 생성이 미미하다가 그 이후 점차 증가하는 경향을 나타냈는데, 이는 환원당이 감소하는 경향(Fig. 3)에서

**Table 1. Characteristics of experimental honey wine**

	SS	SB	NSS	NSB
pH	3.37	3.47	3.53	3.62
Total acidity(%)	0.41	0.40	0.40	0.42
Residual sugar(%)	24.4	25.2	23.3	22.70
Hunter Value L	46.23	45.53	44.34	44.91
a	0.30	0.34	0.28	0.34
b	5.98	5.97	5.98	5.63
Transmittance(%)	99.40	99.30	99.40	99.50

Honey wine were prepared with *Sacch. sake*(SS), *Sacch. bayanus*(SB), *Nuruk-Sacch. sake* mixture(NSS) and *Nuruk-Sacch. bayanus* mixture(NSB) and fermented during 23, 20, 6 and 6 days, respectively.

도 예측할 수 있는 것으로 발효초기에는 당 이외의 효모생육에 필요한 영양원 또는 당분해 효소가 충분하지 못하기 때문에 발효기질에 대한 효모의 적응기간이 길었던 것으로 생각된다. 효모와 누룩첨가의 경우는 알코올 함량이 발효 6일에 급속히 증가하여 누룩에 존재하는 효소가 비발효성당을 분해하는데 촉진제 역할을 하고, 효모의 영양원으로 보충되었기 때문인 것으로 생각되었다.

#### 벌꿀주의 특성

효모 단독균주 또는 누룩과 효모를 혼합첨가하여 벌꿀주를 제조하고 각각의 조건에서 발효가 완료됐다고 판단된 시점(SS는 발효 23일, SB는 발효 20일, NSS와 NSB는 발효 6일)에서 각각의 벌꿀주에 대하여 미세여과한 후 알코올 함량을 12.5%로 제성한 벌꿀주의 특성을 조사하였고 그 결과를 Table 1에 나타냈다. 각각의 벌꿀주의 특성은 pH 3.37~3.62, 총산은 0.40~0.42%, 잔당은 23.3~25.2%로 큰 차이를 보이지 않았다. 색차계를 이용하여 각 첨가구에 대한 색도를 측정 한 결과 단독 효모균주와 누룩의 혼합첨가구의 색차에 큰 변화가 없어 공통적으로 동일한 제품을 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 제조된 벌꿀발효주를 미세여과 하였을 때 효모단독 또는 누룩과 효모를 혼합첨가하여 발효시킨 벌꿀주의 투과도가 99.3~99.5%를 나타내어 맑고 투명한 제품을 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 효모 단독균주를 사용하여 벌꿀주를 발효한 것과 누룩과 효모 혼합첨가하여 발효시킨 벌꿀주와 거의 동일한 품질특성을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

#### 요 약

벌꿀주를 *Sacch. sake*, *Sacch. bayanus*, 그리고 누룩을 이용하여 발효시킨 후 그 특성을 조사하였다. 벌꿀회석액의 알코올발효에는 *Sacch. sake*와 누룩 혼합첨가구 그리고 누룩과 *Sacch. bayanus* 혼합첨가구에서 효모 단독균주를 이용하는 것보다 발효력이 우수하였고 알코올 생성량도 높았다. 벌꿀주의 pH와 산도는 발효과정 동안의 변화가 적었다. 누룩과 효모 혼합첨가구의 경우 발효중 환원당은 급속히 감소하고 알코올 함량은 증가하여 발효 6일에 가용성 고형분은 7.5~8.1 °Brix, 잔류 환원당은 22.7~31.8%이었다. 발효 6일에 알코올 생성은 누룩과 효모 혼합첨가구를 사용한 경우가 12.5~13.1%로 단독 효모균주를 사용한 것의 5.2~7.2% 보다 높게 나타났으며, 발효도 단독 효모균주 첨

가구에 비하여 양호하여 단독효모보다는 누룩과 효모를 혼합하여 첨가한 것이 벌꿀주 발효에 더 효과적이었다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 목포대학교 식품산업 기술연구센터(RRC-FRC)의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

#### 문 헌

- Morse, R.A. Mead-what is it? pp. 11-24 In: Makig Mead(Honey wine). WICWAS Press, New York, USA (1980)
- Lee, C.Y. and Kime, R.W. An improved method of mead production. Am. Bee J. 394-395 (1991)
- Jung, S.T., Rhim, J.W. and Kim, D.H. Fermentation characteristics of honey wine by *Saccharomyces bayanus*. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1044-1049 (1999)
- Korea Records Research Institute, Honey Wine. Forest Economy(2). pp. 340. In: Seoul Asia Culture Press, Korea. (1978)
- Fabin, F.W. The use of honey in making fermented drinks. Fruit Prod. J. Fd. Mfr. 14: 363-366 (1935)
- Filippello, F. and Marsh, G.L. Honey wine. Fruit Prod. J. Fd. Mfr. 41: 78-81 (1941)
- Kime, R.W., McLellan, M.R. and Lee, C.Y. An improved method of mead production. Am. Bee. J. 131: 394-395 (1991)
- Kime, R.W., McLellan, M.R. and Lee, C.Y. Ultra-filtration of honey for mead production. Am. Bee. J. 131: 517-552 (1991)
- Morse, R. The fermentation of diluted honey. Ph. D. thesis, Cornell Univ. Ithaca, USA (1953)
- Steinkraus, K.H. and Morse, R.A. Factor influencing the fermentation of honey in mead production. J. Apic. Res. 5: 17-26 (1966)
- Kime, R.W. and Lee, C.Y. The use of honey in apple wine making. Am. Bee. J. 127: 270-271 (1987)
- Kime, R.W., Lee, C.Y. and Gavitt, B. The use of honey in wine making. Am. Bee. J. 130: 535-536 (1990)
- Rhim, J.W., Kim, D.H. and Jung, S.T. Production of fermented honey wine. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 337-342 (1997)
- Kim, D.H., Rhim, J.W. and Jung, S.T. Clarification and aging of fermented honey wine. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1330-1336 (1999)
- Somogyi, M. Notes of sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23 (1952)