

벌꿀발효주의 제조

임중환 · 김동한* · 정순택

목포대학교 식품공학과, *목포대학교 식품영양학과

Production of Fermented Honey Wine

Jong-Whan Rhim, Dong-Han Kim* and Soon-Teck Jung

Department of Food Engineering, Mokpo National University

*Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

Abstract

In order to compare methods of making a mead and a melomel, changes of alcohol contents, reducing sugar, soluble solids, pH and total acidity during fermentation of a mead and Japanese plum melomel was investigated. Fermentation rate of the melomel were much faster than the mead. Reducing sugar and soluble solids were continuously decreased until the 16th day of fermentation, while alcohol contents were increased continuously during the same period. After fermentation of 21 days, alcohol contents of the mead was reached 7.6%, while that of the Japanese plum melomel reached 12.4%. pH and total acidity were not changed considerably during the whole fermentation period. Clear honey wines with transmittance of 99.4% were obtained by membrane filtration. In conclusion, the method of making melomel using the osmotically extracted fruit juice with honey was found to be more advantageous than the method of making a simple mead.

Key words: honey wine, mead, melomel

서 론

벌꿀술은 천연벌꿀을 발효시켜 만든 발효음료로서 hydrohoney, honey wine 또는 mead라고 한다^(1,5). Mead는 약 2000~2500년 전인 고대 이집트나 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⁽¹⁾. 이와같이 벌꿀 술은 오랜 역사를 갖는 고급술이었음에도 불구하고 대중적으로 널리 보급되지 못하고 있는데 이는 mead가 갖는 근원적인 문제점에 기인한다. 즉 꿀술은 body가 부족하고 너무 달다는 점 외에도 물로 희석한 꿀에는 yeast가 생육하는데 필요한 무기염이나 질소원 및 산과 같은 효모가 생육하는데 필요한 영양소가 충분하지 못하여 발효가 충분히 일어나지 않을 뿐만 아니라 발효기간도 오래 걸리고 이에 따라 품질이 저하되는

문제점이 있다⁽²⁾. 또한 꿀에는 종류에 따라 다르나 약 0.3%의 단백질을 함유하고 있어^(6,7) 발효중 혼탁의 원인이 되고 가열시에는 탄맛, 누른 맛 또는 금속취와 같은 불쾌취가 나서 최종제품의 품질에 영향을 미치게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 1930년대에는 벌꿀에 과일즙을 첨가하는 방법⁽⁸⁾이 연구되었으며, 최근에는 미국의 Cornell대학의 연구진에 의해 고온단시간의 열처리에 의해 가열효과를 최소화할 수 있는 방법⁽⁹⁾과 미세여과법을 사용하여 열처리를 하지 않고 꿀속의 단백질을 제거하여 양질의 꿀 술을 얻는 방법⁽¹⁰⁾이 개발되었다.

일반적으로 과실이나 야채즙을 이용하여 발효주를 만들려면 먼저 이들 과실이나 야채로부터 주스를 제조해야 하는데 압착법에 의해 통상적인 방법으로 제조된 주스는 발효주를 제조하는데 적합하지 못한 경우가 많다. 예를 들어 매실은 무기질 함량이 많은 알칼리성 식품으로 식품 조리시 또는 의약용으로 이용되어 왔고 최근에는 가공음료 또는 주류로 각광을 받고 있으나⁽¹¹⁾ 압착법에 의해 주스를 제조하면 강한 신맛과 쓴맛이 나서 기호성이 떨어질 뿐 아니라 주스의 pH가 2.7이하이기 때문에 직접 발효원으로 사용하

Corresponding author: Jong-Whan Rhim, Department of Food Engineering, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chonggye-myon, Muan-gun, Chonnam 534-729, Korea

기에는 부적합하다⁽¹²⁾. 그런데 우리나라에서 예로부터 유자청과 같은 제품을 만들 때 사용해 온 삼투압 추출법은 과실에 꿀을 부어 과실의 유용성분을 추출하는 방법인데⁽¹³⁾, 이와같이 삼투압 추출법에 의해 제조된 과실주스나 야채주스는 재래의 압착법에 의해 제조된 주스와는 달리 과실 속의 모든 성분이 추출되어 나오는 것이 아니라 향이나 일부 유용성분만 추출되므로 품질이 우수하고 맛이 부드러워 그 자체만으로도 건강음료로 사용이 가능할 뿐만 아니라 2차 가공의 중간산물로도 활용이 가능하다. 또한 삼투압법에 의해 제조된 주스를 발효원료의 제조와 같은 2차 가공에 사용할 경우 당도만을 조절하여 발효원료로 사용이 가능하다. 따라서 꿀을 사용하여 삼투압법에 의해 과실의 유용성분을 추출하여 이를 직접 발효원료로 사용하면 과실 향이 첨가된 고품질의 꿀 술을 제조할 수 있다. 이와같이 과실주스에 꿀을 첨가하여 발효시킨 음료를 melomei이라 한다⁽¹⁴⁾. 현재 국내에서는 비발효법으로 제조되는 과실주나 희석식 소주에 풍미를 더하기 위하여 꿀을 가미하는 경우가 있으나 꿀술을 직접발효법에 의해 생산하는 예는 아직 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내산 봉밀의 이용 증대 방안의 일환으로 천연 벌꿀을 이용하여 과실 향이 첨가된 봉밀과실 발효주를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

꿀은 가보농산에서 제공받은 잡꿀로 수분 $19.0 \pm 1\%$, 회분 $0.3 \pm 0.05\%$, 환원당 $70.0 \pm 2\%$, 가용성 고형분 $78 \pm 2^\circ\text{Brix}$, pH 3.6 ± 0.1 되는것을 사용하였으며, 삼투압추출용 매실은 6월중순에 무게가 $15 \pm 3\text{g}$ 전후 되는 완숙직전의 매실을 시장에서 구입하여 사용하였다.

사용균주

본 실험에 사용한 균주는 한국중균협회 부설 미생물보존센터(KCCM)에서 분양받은 *Saccharomyces uvarum* ATCC 26602를 사용하였다. 주모는 순수 배양한 효모를 YM broth에 접종하여 30°C 에서 2일간 3회 전 배양하여 사용하였다.

꿀술의 제조

꿀술의 제조공정은 Fig. 1에 표시한 바와 같다. 단 벌꿀발효주(mead)의 제조시에는 벌꿀을 물로 희석하

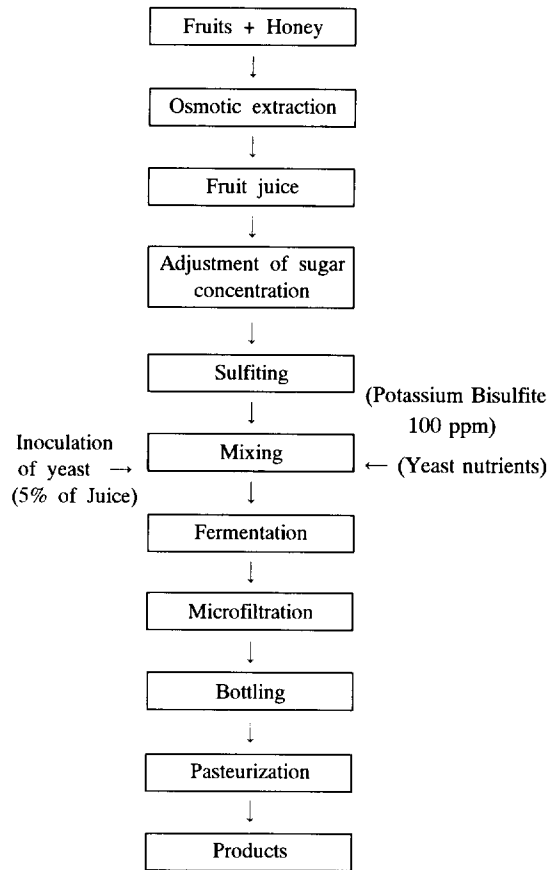


Fig. 1. Procedure for manufacturing of honey wine.

는 단계에서부터 시작하였다.

삼투압추출

우선 매실주스를 꿀을 이용한 삼투압추출법에 의해 제조하였는데, 본 실험에서는 18 L 용량의 유리병에 깨끗이 닦은 청매를 씨있는채로 6 kg넣고 그 위에 12 kg의 꿀을 부어 뚜껑을 덮은 다음 30°C 에서 5일간 방치하여 매실성분을 추출한 후 이를 걸러서 벌꿀 매실주스를 제조하였다.

아황산 처리

벌꿀 매실주스나 벌꿀을 물로 희석하여 가용성 고형분(soluble solids)의 함량이 27°Brix 가 되도록 조절하여 발효원료로 사용하였는데, 이 때 벌꿀이나 과실에 존재하는 야생효모나 유해균을 살균시키기 위하여 potassium metabisulfite ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 100 ppm을 벌꿀 희석액 또는 벌꿀 매실주스 희석액에 첨가하여 완전히 용해시켜 1일 정도 방치한 후 발효원료로 사용하였다.

효모의 영양 성분

효모의 생육을 촉진시키기 위하여 과일즙스 추출액 또는 벌꿀 희석액 1 Liter당 Table 1에 표시된 바와 같은 효모 영양성분을 첨가하였다. 매실즙스 추출액에는 구연산의 함량이 높으므로 효모의 영양성분 첨가 시 유기산은 첨가하지 않았다.

발효

18 L 용량의 PC (Polycarbonate)병에 27°Brix로 조정된 발효원료 14 L를 넣고 앞서 배양한 주모를 5%되게 첨가하여 발효를 시작하였다. 발효초기에는 균체의 증식을 위하여 발효조의 입구를 거즈로 덮어서 호기적인 상태로 만들어준 후 30°C의 온도로 유지하면서 이따금 흔들여 주면서 2일간 발효시켜 균체가 충분히 증식한 다음 발효관으로 밀폐하여 혐기적 상태에서 온도를 20°C로 유지시키면서 알코올발효를 진행시켰다.

가용성고형분 및 환원당 측정

발효를 진행시키면서 정기적으로 발효액을 취하여 가용성 고형분량과 환원당을 측정하였는데, 가용성 고형분은 굴절당도계(Atago Refractometer, Japan)를 사용하여 °Brix로 측정하였으며, 환원당은 Somogyi방법⁽¹⁵⁾을 사용하여 측정하였다.

산도 측정

시료용액 10 mL에 phenolphthalein 지시약을 가하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 구연산의 상당량으로 표시하였다.

알코올 함량의 측정

각 sample을 100 mL씩 취하여 증류액이 3/4이상이 되게 수증기 증류하고, 증류액에 증류수를 가하여 시료 채취량 꼭 같게 희석하고 주정계의 눈금과 액운을 측정하여 주정도 온도 보정표⁽¹⁶⁾에서 알코올 농도를 구하였다.

Transmittance

각 시료의 청징도를 조사하기 위하여 시료의 transmittance를 증류수를 blank로 하여 UV Spectrophoto-

meter (Hewlett Pakard, HP 8452, USA)를 사용하여 660 nm에서 측하였다.

미세여과

발효가 끝난 꿀술은 pore size 0.45 µm의 membrane filter (DDS Mini-Lab 10, De Danske Sukkerfabrikker, DDS RO-Division, Denmark)를 이용하여 미세 여과하여 제균 및 청징을 행하였다.

저온 살균

청징된 술을 병에 넣고 밀봉한 후 70°C의 수조에서 20분간 살균하여 최종 제품을 만들었다.

결과 및 고찰

발효중의 성분변화

벌꿀 희석액 및 벌꿀 매실추출액의 발효과정 중의 각 성분의 변화는 Fig. 2~6과 같았다. 벌꿀만을 사용하여 발효시킨 것을 mead라 하고, 벌꿀 매실추출액을 발효시킨 것을 매실 melomel이라 하는데, 두 경우 모두 발효가 진행되면서 당이 감소하고 알코올 함량이 증가하는 모습을 볼 수 있었다. 환원당(Fig. 2)은 발효 초기부터 발효 16일까지 점차적으로 감소하였다. mead의 경우는 초기 5일까지는 감소속도가 완만하나 그 이후 감소가 심하여 발효 16일에는 초기 환원당량의 약 50%까지 감소되었으며, melomel의 경우는 발효 초기부터 빠른 속도로 환원당이 감소하여 16일 후에는 초기 환원당량의 약 80%가 소모되었다. melomel의 경우는 초기부터 빠른 속도로 환원당이 소모되는데 비해 mead의 경우는 초기 감소속도가 다소 느렸던 것은 발효초기에 효모의 발효기질에 대한 적응기간이 필요

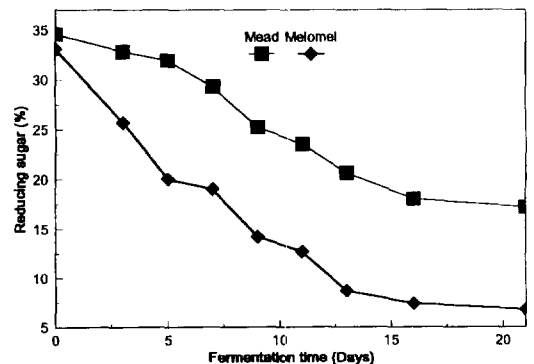


Fig. 2. Changes of reducing sugar contents during fermentation of honey wine.

Table 1. Composition of yeast nutrients (unit: g/L)

(NH ₄) ₂ SO ₄	1.0
K ₂ PO ₄	0.5
MgCl ₂	0.2
NaHSO ₄	0.05
Citric acid	5.0

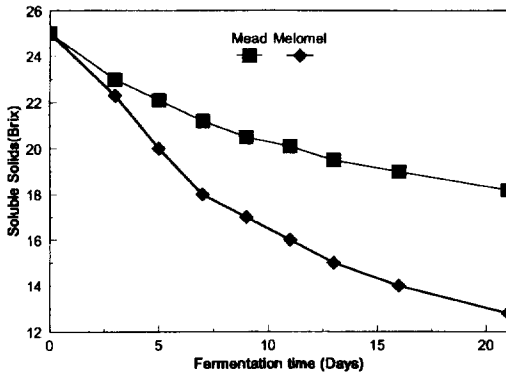


Fig. 3. Changes of soluble solids concentration during fermentation of honey wine.

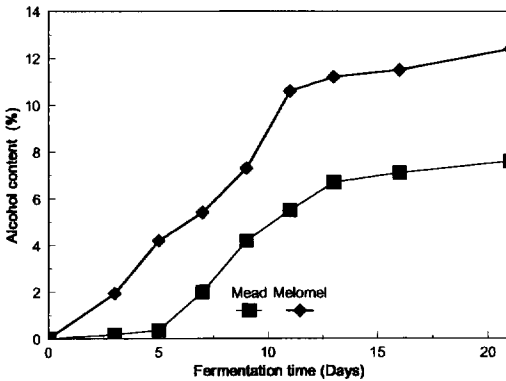


Fig. 4. Changes of alcohol contents during fermentation of honey wine.

했던 것으로 생각된다. 또한 환원당의 감소속도와 발효 말기까지의 알코올 생성량을 볼 때, 단지 벌꿀만을 발효기질로 사용하는 것보다 벌꿀 매실추출액이 발효가 더 활발하게 이루어 지고 있음을 알 수 있다. 가용성 고형분의 경우도 전 발효기간을 통하여 점차 감소하는 모습을 나타냈는데(Fig. 3), 그 감소하는 경향은 환원당의 경우와 유사하였다. 발효액 중의 당이 소모되면서 알코올이 생성되는데, 발효중 알코올의 함량은 발효기간 중 점차 증가하여 발효 13일 후에 mead는 알코올함량이 6.7%, 매실 melomel은 11.2%에 이르러 환원당의 소비량에 비례하여 증가하는 모습을 나타냈다(Fig. 4). Mead의 경우 발효 초기 5일까지는 알코올의 생성이 미미하다가 그 이후 점차 증가하는 경향을 보이는데, 이는 환원당이 감소하는 경향(Fig. 2)에서도 예측할 수 있는 것으로 발효 초기에는 당이외의 효모생육에 필요한 영양원이 충분치 못하기 때문에 발효기질에 대한 효모의 적응기간이 필요했던 것으로 생각된다. 또한 발효 말기의 최종 알코올함량이

Table 2. Characteristics of experimental honey wine sample

	mead	Japanese plum melomel
pH	2.73	3.02
Total acidity(%)	0.49	0.69
Alcohol (%)	7.6	12.4
Residual sugar (%)	17.2	6.8
Transmittance	99.4	99.4

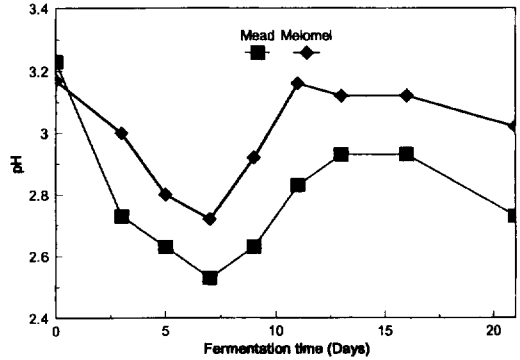


Fig. 5. Changes of pH during fermentation of honey wine.

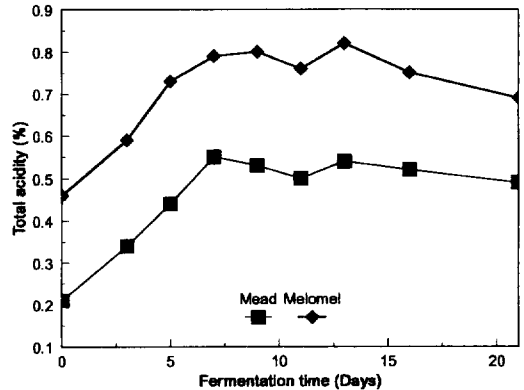


Fig. 6. Changes of total acidity during fermentation of honey wine.

mead는 7.6%에 그쳤는데, 매실 melomel은 12.4%를 나타내어(Table 2), 매실 melomel이 mead에 비해 발효도 잘 되며, 와인 등 일반적인 과실발효주의 알코올함량을 갖음을 알 수 있다. pH(Fig. 5)와 산도(Fig. 6)는 전 발효기간 중 큰 변화는 없었는데, mead는 초기의 pH가 3.23에서 발효 7일째 2.53까지 내려갔다가 이후 증가하여 발효 말기에는 2.73을 나타냈으며, melomel은 발효 초기에는 pH가 3.17이었으며 발효 7일째에는 2.72까지 내려갔다가 발효 말기에는 3.02를 나타냈다. 총산도도 발효기간 중 큰 변화는 없었으나 발효 7일째

에 다소 증가하여 이 시기에 pH가 감소했던 결과와 일치한다.

벌꿀발효주의 품질

벌꿀발효주의 품질 특성은 Table 2에 나타난 바와 같다. 매실 melomel은 알코올 함량이 12.4%에 이르러 일반적인 와인과 같은 정도의 알코올 함량을 나타냈으나, mead는 알코올함량이 7.6%로서 다소 낮을 뿐 아니라 잔당의 함량도 높아 완전히 발효가 이루어지지 않았음을 알 수 있다. mead의 경우는 환원당이 감소하는 경향(Fig. 2)과 알코올이 생성되는 경향(Fig. 4)으로 볼 때 더 발효가 진행되어야 하나 발효도중에 발효가 지연되는 것을 알 수 있었다. 그러나 발효기간이 길어지면 오염의 기회가 높아져 최종제품의 품질이 떨어질 가능성이 높아 발효기간을 단축시키고 알코올 함량을 증가시킬 수 있는 방법을 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 이러한 측면에서 볼 때 mead의 제조시 첨가한 Table 1에 표시된 영양성분은 효모의 성장을 위해 충분하지 못한 것으로 판단되며 이들 기본 영양성분 이외에 각종 비타민과 무기질의 첨가가 필요할 것으로 생각된다. 반면에 매실 melomel은 발효도 빨리 이루어질 뿐만 아니라 온화한 매실향 때문에⁽¹¹⁾ mead에 비해 여러가지 품질면에서 우수할 것으로 사료되었다. 발효가 끝난 후 미세여과를 하였을 때 mead와 매실 melomel은 그 투과도가 공통적으로 99.4%를 나타내어 맑고 투명한 제품이 얻어졌다.

이와같이 melomel은 mead의 특징을 갖으나 mead의 경우보다 발효속도가 훨씬 빠르며 mead보다는 적은 양의 꿀을 사용하므로 mead보다 값싸게 생산이 가능하다. 또한 mead의 제조시에는 사용하는 벌꿀의 품질이 완성된 mead의 품질을 결정하게 되나 melomel의 경우는 사용하는 벌꿀의 종류에는 큰 영향을 받지 않을 것으로 생각된다. 그러나 모든 과일즙스가 꿀과 함께 사용했을 때 품질이 좋은 melomel이 만들어지는 것은 아니다⁽¹⁴⁾. 예로써 elderberry나 blackberry와 같이 tannin의 함량이 높은 과실을 꿀과 함께 발효시키면 tannin의 수렴성이 벌꿀의 향과 혼합되어 미각과 조화되지 못하므로 이러한 과실들은 melomel의 제조에는 적합하지 못한 것으로 알려져 있다⁽¹⁴⁾. 그러나 이러한 과실로부터 즙스를 추출할 때 압착법을 사용하지 않고 본 연구에서 매실 melomel의 제조에 사용한 바와 같은 삼투압추출법을 사용한다면 양질의 melomel의 제조가 가능할 것으로 생각된다.

벌꿀발효주인 mead와 melomel의 제조방법을 비교하기 위하여, 천연벌꿀을 회석하여 제조한 mead와 벌꿀로 삼투압추출법에 의해 얻은 매실즙스를 회석하여 제조한 매실 melomel의 발효중 알코올함량, 환원당, 가용성고형분, pH 및 총산도의 변화를 조사하였다. 전반적으로 발효속도는 mead보다 melomel이 훨씬 빨랐다. 환원당과 가용성 고형분(Brix)은 발효시작 후 16일까지 점차적으로 감소하였으며, 이 기간 동안에 알코올함량은 점차적으로 증가하였다. mead의 경우는 초기 5일까지는 환원당량의 감소속도와 알코올 생성속도가 다소 지연되는 양상을 나타냈다. 발효 21일 후에는 mead의 알코올함량은 7.6%에 이르렀으며, 매실 melomel은 12.4%에 도달하였다. pH와 총산도는 발효 초기의 변화 외에는 전 발효기간 중 큰 변화를 보이지 않았다. 발효가 끝난 mead와 매실 melomel은 미세여과를 통하여 광투과도가 99.4%인 맑고 투명한 제품을 얻을 수 있었다. 결론적으로 벌꿀을 사용하여 삼투압법으로 추출한 과실을 사용하여 벌꿀발효주를 만드는 melomel의 제조법이 단순히 벌꿀만을 사용하는 mead의 제조법에 비해 장점을 갖음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 농림수산특정연구과제인 "봉밀과실발효주의 개발"에 관한 연구의 일부이며, 연구비를 지원하여 준 농림수산기술관리센터에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Morse, R.A.: Mead In *Making Mead (Honey Wine)*, WICWAS Press p.11 (1980)
2. Fabian, F.W.: The use of honey in making fermented drinks. *Fruit Prod. J. Fd. Mfr.* **14**, 363 (1935)
3. Steinkraus, K.H. and Morse, R.A.: Factors influencing the fermentation of honey in mead production. *J. Apic. Res.* **5**, 17 (1966)
4. Steinkraus, K.H. and Morse, R.A.: Chemical analysis of honey wines. *J. Apic. Res.* **12**, 191 (1973)
5. Lee, C.Y., Kime, R.W. and Gavitt, B.: The use of honey in wine making. *Am. Bee J.* **130**, 535 (1990)
6. 김은선 : 한국산 토종꿀의 이화학적 품질특성에 관한 연구. 박사학위 청구논문, 전남대학교 (1994)
7. 김복남, 김택제, 최홍식 : 강원도산 잡화 벌꿀의 아미노산, 당류 및 효소활성. *한국영양식량학회지*, **23**, 680 (1994)
8. Filippello, F. and Marsh, G.L.: Honey wine. *Fruit Prod. J. Fd. Mfr.* **41**, 78 (1941)
9. Kime, R.W., McLellan M.R. and Lee, C.Y.: An improved method of mead production. *Am. Bee J.* 394

요 약

- (1991)
10. Kime, R.W., McLellan M.R. and Lee, C.Y.: Ultra-filtration of honey for mead production. *Am. Bee J.* 517 (1991)
 11. 송보현 : 매실의 풍미향상에 관한연구. 농촌진흥청 보고서 (1995)
 12. 심기환 : 매실의 성숙중 주요 성분의 변화. 한국식품과학회지, **18**, 101 (1989)
 13. Ponting, J.D., Watters, G.G., Forrey, R.R., Jackson, R. and Stanley, W.L.: Osmotic dehydration of fruits. *Food Technol.* **20**, 1365 (1966)
 14. Acton, G.W.B. and Duncan, P.M.: Melomels In *Making Mead*, Argus Books Ltd. p.35 (1984)
 15. 정동효, 장현기, 김명찬, 박상희 : 최신식품분석법. 삼중당, p.129 (1977)
 16. 연세대학교학부 식품공학과편 : 식품공학실험 I. 탐구당, p.678 (1975)
-
- (1996년 12월 10일 접수)