

*Saccharomyces bayanus*를 이용한 벌꿀 발효주의 양조 특성

정순택 · 임종환 · 김동한*

목포대학교 식품공학과, *목포대학교 식품영양학과

Fermentation Characteristics of Honey Wine by *Saccharomyces bayanus*

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

Department of Food Engineering, Mokpo National University

*Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

Abstract

Fermentation characteristics for the production of honey wine (mead and melomel) was investigated. Among the yeast strains tested, *Saccharomyces bayanus* showed higher alcohol production and better fermentability than the other strains at low temperature. Optimum pH and temperature for the production of honey wine by *Saccharomyces bayanus* were pH 4.0 and 20°C, respectively, and optimum soluble solid content of diluted honey solution for the fermentation was between 24 and 27°Brix. Total acidity and pH of honey wine (mead) did not change considerably during the whole period of fermentation, but those of Tangerine and Japanese apricot honey wine (melomel) changed during the fermentation. As the fermentation progressed, reducing sugar decreased continuously until the late period of fermentation, while alcohol content increased continuously during the same period. After fermentation of 21 days, honey wine consisted of about 8.5~9.1°Brix of soluble solid, 1.90~2.32% of reducing sugar with the conversion rate of 90~92%. After 21 days of fermentation, alcohol contents of mead fermented with polyflower and acasia flower were 13.3 and 13.7%, respectively. Final alcohol content was not affected significantly by the source of honey. While pH of the osmotically extracted fruit honey juice decreased rapidly to pH 2.92~2.97 after 13 days of fermentation, total titratable acidity of Tangerine and Japanese apricot honey wine were 0.30 and 0.53%, respectively. After 13 days of fermentation, reducing sugar of fruit honey wines were reduced to 2.03~2.87%, alcohol content were reached up to 13.1 and 12.5% for Tangerine and Japanese apricot honey wine, respectively. Generally, honey extracted fruit juices were fermented more efficiently than diluted honey juice.

Key words: honey wine, fermentation characteristics

서 론

벌꿀은 인류가 발견한 가장 오래된 천연감미료 및 건강식품으로 사용되어 왔으며 최근에는 화장품이나 제약원료로 이용되어 생산량의 증가와 함께 그 이용분야도 넓어지고 있다⁽¹⁾.

벌꿀주는 천연 벌꿀을 발효시켜 만든 발효음료로 honey wine 또는 mead라 하여 고대나 중세에 주로 왕이나 봉건영주들이 즐겨 마시던 고급음료로 알려져 있다⁽²⁾. 우리나라의 전통 재래주에서도 홍만선의 산림경제 양주편에 누룩과 벌꿀을 사용하여 술을 제조한 기

록⁽³⁾이 있다. 벌꿀주는 이와 같이 오랜 역사를 갖고 있었음에도 불구하고 대중적으로 널리 보급되지 못하고 있는데, 이는 벌꿀주의 질량감(body)이 부족하고 너무 달다는 점 이외에 벌꿀에는 효모의 생육에 필요한 영양소가 충분하지 못하여 발효가 원활히 진행되지 못하며 발효기간이 길어 발효 중 잡균의 오염에 따른 품질 저하에 기인한다^(4,5). 또한 벌꿀에는 약 0.34%의 단백질을 함유하고 있어^(6,7) 발효 중 혼탁의 원인이 되고 가열 시에는 탄맛, 누른맛 또는 금속취와 같은 불쾌취가 나서 최종 제품의 품질에 영향을 미치게 된다⁽⁸⁾.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 벌꿀에 과실쥬스를 첨가하고⁽⁹⁾, 고온단시간 열처리⁽¹⁰⁾하거나 미세여과법에 의해 단백질을 제거한 벌꿀주의 제조 방법⁽¹¹⁾이 개발되었다. 또한 벌꿀주의 발효에 대하여는 Fabian의 연구⁽⁴⁾이

Corresponding author: Soon-Teck Jung, Department of Food Engineering, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chonggye-myon, Muan-gun, Chonnam 534-729, Korea

래 발효조건에 대한 일부 보고^(12,13) 등이 있고 사과⁽¹⁴⁾나 포도⁽¹⁵⁾에 벌꿀을 첨가하여 과실주를 제조한 바 있다.

현재 국내에서는 비발효법으로 제조되는 과실주나 회석식 소주에 풍미를 더하기 위하여 벌꿀을 가미하는 경우가 있으나 벌꿀주를 직접 발효법으로 생산하는 예는 아직 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 국내산 벌꿀의 이용증대 방안을 일환으로 벌꿀주 제조에 적합한 균주의 선정과 선정된 균주의 발효조건을 검토하여 벌꿀 발효주를 제조하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

벌꿀은 가보농산(주)에서 제공받은 잡화꿀과 밤꿀 및 아카시아꿀을 사용하였으며 이들 꿀은 수분 $19.0 \pm 1\%$, 회분 $0.3 \pm 0.1\%$, 환원당 $70.0 \pm 2\%$, 가용성 고형분 $78 \pm 2^\circ\text{Brix}$, pH $3.7 \pm 0.2\%$ 되는 것을 실온에서 보관하면서 사용하였다.

사용균주

벌꿀주 발효를 위한 효모로는 *Saccharomyces cerevisiae* IFO 0304, *Saccharomyces uvarum* ATCC 26602, *Saccharomyces formosensis*(日本, 醸研1號), *Saccharomyces sake*(日本, 醸造協會9號), *Saccharomyces bayanus*를 사용하였다.

삼투압 추출

매실은 과실 전체를, 감귤은 4등분하여 벌꿀을 2배량 첨가하고 상온($20 \pm 5^\circ\text{C}$)에서 5일간 방치하면서 삼투압에 의해 과실 성분을 추출한 후 여액을 4점의 cheese cloth로 걸러서 벌꿀 과실 주스를 제조하였다.

효모의 영양성분

벌꿀주 발효에 필요한 효모의 생육을 촉진하기 위하여 발효액 1 L당 Table 1과 같이 영양성분을 첨가하였다⁽¹³⁾.

Table 1. Composition of yeast nutrients for honey wine fermentation (Ingredients per liter)

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1.0 g	Thiamine	5 mg
K_3PO_4	0.5 g	Ca ⁻ pantothenate	2.5 mg
MgCl_2	0.2 g	Inositol	2 mg
NaHSO_4	0.05 g	Pyridoxine	0.25 mg
Peptone	0.02 g	Biotine	0.02 mg
Tartaric acid	1.44 g		
Malic acid	2.33 g		

주모의 제조

Table 1의 효모 영양액에 벌꿀을 사용하여 당도를 10°Brix , pH 4.0으로 조절한 후 250 mL 삼각플라스크에 100 mL씩 분주하고 1.2 kg/cm^2 에서 10분간 가열 살균하고 효모를 1~2백금이 접종하여 25°C 에서 48시간 동안 가끔 흔들어 주면서 배양하여 사용하였다.

알코올 발효

상기 배양액을 벌꿀의 당도를 24°Brix , pH는 4.0으로 조절하고 Na_2SO_3 를 사용하여 SO_2 농도가 100 ppm 되게 첨가하여 2 L 용량의 발효병에서 24시간 방치한 후 앞서 배양한 주모를 발효액의 5% 되게 첨가하여 20°C 에서 발효시켰다. 발효 2일간은 효모의 증식을 위하여 입구를 거즈로 덮어 1일 3~4번 교반하면서 호기 발효시켰고 3일 이후에는 발효전을 부착하여 혐기 발효시켰다.

성분분석

발효 과정중 경시적으로 pH는 pH meter(Orion Research Inc. 920A, USA)를 이용하여 직접 측정하였고, 총산은 시료 10 mL에 bromthymol blue, neutral red 혼합지시약 1~2방울을 가한 후 0.1N NaOH용액으로 적정하여 구연산으로 정량하였다. 가용성 고형분은 굴절 당도계 (Atago Refractometer, Japan)를 사용하여 $^\circ\text{Brix}$ 로 측정하였으며 환원당은 Somogyi 변법으로⁽¹⁶⁾ 알코올은 Hydrometer법⁽¹⁷⁾으로 정량하였다.

결과 및 고찰

균주의 선발

벌꿀주 생산에 적합한 효모를 선발하기 위하여 벌꿀 회석액에 균주를 달리하여 발효과정중 알코올 함량의 변화를 검토한 결과는 Fig. 1과 같다. 발효가 진행되면

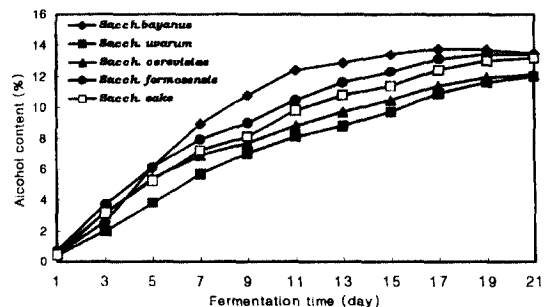


Fig. 1. Changes in alcohol content of honey wine fermented by various yeasts.

서 알코올을 생성은 점진적으로 증가하여 *Sacch. bayanus*는 17일에 13.8%로 최고에 달했으며, 다음으로는 *Sacch. formosensis*와 *Sacch. sake*가 발효능이 우수하였고, *Sacch. uvarum*과 *Sacch. cerevisiae*는 발효속도도 늦을 뿐만 아니라 21일 발효 후에도 알코올 함량은 12% 내외로 낮았다. 그러나 효모 균주에 상관없이 발효가 완료되는 기간이 17일 이상으로 과실 발효주의 경우 Elderberry wine은 5일⁽¹⁸⁾, 수박쥬스는 8일⁽¹⁹⁾, 포도와 감귤, 배발효주는 7일^(20,21,22)안에 발효가 완료되었던 보고들에 비하여 발효기간이 길었는데 이는 벌꿀 희석액에 효모 발효를 위한 영양성분을 첨가하였지만 천연 과일쥬스에 비해 알코올발효에 충분한 조건은 아닌 것으로 사료된다. Steinkraus 등⁽¹³⁾도 벌꿀에 영양성분을 첨가하여 12% 이상의 알코올을 생성하는데 2주 이상의 발효기간이 소요되었으며, 효모의 영양원이 본 실험과 달랐던 벌꿀 희석액의 알코올 함량은 21일 발효 후에도 7.6%에 그쳤다고 보고한 바 있다⁽⁸⁾. 따라서 이후 발효 조건 실험에서는 알코올 생성이 빠른 *Sacch. bayanus*와 알코올을 생성은 조금 늦으나 맛이나 향 등 관능적으로 양호하였던 *Sacch. sake* 균주를 1차 선발하여 수행하였다.

발효조건

발효온도를 16~28°C로 달리하여 벌꿀 희석액을 발효시킨 결과는 Fig. 2와 같이 *Sacch. bayanus*는 발효 중기까지는 24°C에서 알코올 생성이 높았으나 그 이후에는 20°C에서 알코올 생성이 높았고, *Sacch. sake*는 발효 온도가 높을수록 알코올 생성이 많아 28°C에서 제일 높았다. 그러나 알코올 함량은 *Sacch. bayanus*가 *Sacch. sake*에 비하여 많았는데 Kishimoto 등⁽²³⁾은 포도주 양조시 *Sacch. bayanus*가 *Sacch. cerevisiae*에 비하여 저온에서 알코올 발효능이 양호하였다고 보고 한 바

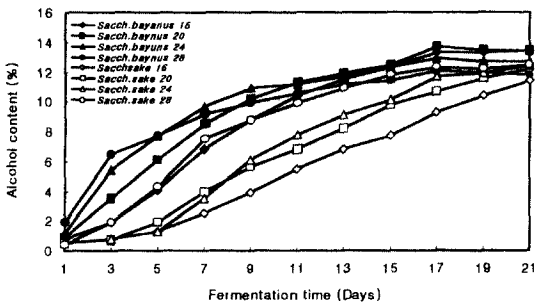


Fig. 2. Effect of fermentation temperature and yeast strains on the production of alcohol in honey wine fermentation.

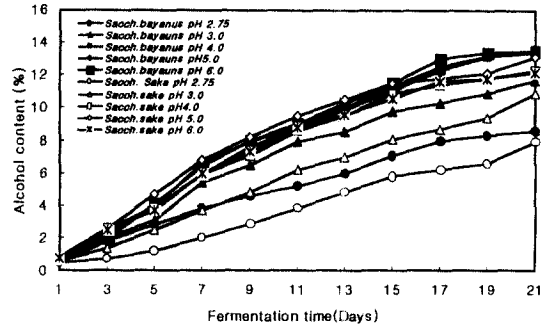


Fig. 3. Effect of initial pH of fermentation broth and yeast strains on the production of alcohol in honey wine fermentation.

있다. 또한 가열살균 처리하지 않고 알코올을 발효시킬 때 발효온도가 높으면 유산균 등의 생육이 촉진되어 이상 발효가 일어날 가능성이 높기 때문에 향미가 풍부하고 기호도가 뛰어난 과일주를 얻기 위해서는 저온에서 발효시키는 것이 좋다고 보고^(20,22)된 바 있다.

효모 영양원을 첨가한 벌꿀 희석액의 pH는 2.75 ± 0.05 부근으로 알코올 발효에 적당하지 않기 때문에 NaOH를 이용하여 발효 초기의 pH를 조절하여 발효중 알코올 생성의 변화를 검토한 결과는 Fig. 3과 같다. 영양원을 첨가한 벌꿀 희석액의 pH를 조절하지 않거나(pH 2.75) pH를 3.0으로 조절한 시험구는 발효율이 낮았다. *Sacch. bayanus*균주는 pH 4.0~6.0사이의 범위에서는 큰 차이가 없이 유사한 반면 *Sacch. sake*균주는 pH 5.0에서 가장 알코올 생성이 양호하였다. 즉, *Sacch. bayanus*는 *Sacch. sake*에 비하여 낮은 pH에서 발효가 양호하였고, 이는 *Sacch. ellipsoideus*의 수박쥬스에서 발효 최적 pH가 pH 5.7이었던 보고⁽¹⁹⁾에 비하여도 낮았다. 또한 *Sacch. sp*의 사과주 양조에서 최적 pH는 4.0이었고⁽²⁴⁾, 벌꿀 발효의 바람직한 pH는 pH 3.7~4.6이라는 보고⁽¹³⁾ 등을 고려하여 볼 때, 발효 최적 pH가 낮아 발효중 잡균 오염의 염려가 적고 발효온도도 20°C로 낮은 *Sacch. bayanus*를 벌꿀주 발효에 적합한 균주로 최종 선정하였다.

발효액의 당도를 18, 21, 24, 27 및 30°Brix로 달리하여 *Sacch. bayanus*의 알코올 발효를 검토한 결과는 Fig. 4와 같다. 발효액의 당도가 낮은 구일수록 발효초기에 알코올 생성이 빨라 18°Brix 구의 경우 15일 경에 발효가 완료되었으나 알코올은 10.1%로 낮았고, 21°Brix 이상의 시험구에서 알코올 12% 이상의 벌꿀 발효주를 얻을 수 있었다. 그러나 발효후 벌꿀주의 감미를 고려할 때 24°Brix 이상이 바람직하나 30°Brix에서는 발효가 상당히 지연되었고 알코올 생성도 14.6%

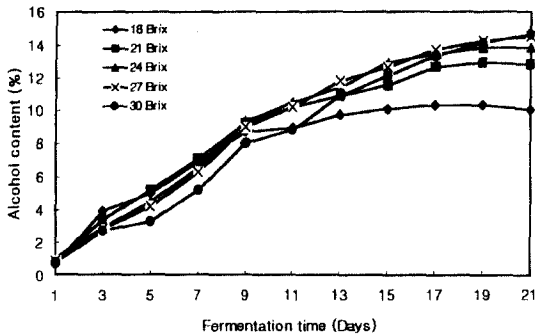


Fig. 4. Effect of soluble solids on the production of alcohol in honey wine fermentation by *Saccharomyces bayanus*.

로 27°Brix의 알코올 14.5%에 비하여 큰 차이가 없었다. 따라서 벌꿀 희석액의 발효는 24~27°Brix의 범위가 바람직한 것으로 생각된다. 고 등⁽²¹⁾은 감귤 발효주에서 초기 당농도가 25°Brix 이상에서는 고농도 당함량으로 효모의 생육을 저해하여 발효의 지연과 알코올 생성이 저하되었다고 하였고, 배술 발효에서도 24°Brix에서 양호하였다고 보고⁽²²⁾하여 본 실험결과와 유사하였다. 그러나 Shimazu 등⁽²⁵⁾의 당 30%에서 포도주의 알코올 생성이 최대를 보였다는 보고와는 다소 차이가 있었다.

벌꿀 종류의 영향

벌꿀의 종류를 밤꿀, 잡화꿀, 아카시아꿀로 달리하여 발효시킨 결과는 Table 2와 같이 발효액의 pH는 발효 3일 경까지 낮아지나 그 이후에는 오히려 증가하는 경향을 보여 발효 21일 후에는 pH 4.0 정도를 나타

내어 발효 중 pH의 변화는 적었고 벌꿀 종류에 의한 차이도 미미하였다. 산도는 pH가 떨어졌던 발효 3~5 일경까지 증가하다 이후 점진적으로 감소하는 경향을 나타냈으나 pH변화와는 달리 발효가 시작될 때보다는 발효 후에 약간 증가하였으며 발효 중 pH가 증가하고 산도가 감소하는 것은 발효중 생성된 유기산이 알코올과 ester화하기 때문인 것으로 생각된다⁽¹⁸⁾. 알코올의 생성은 현저한 차이는 없으나 잡화꿀보다는 아카시아꿀과 밤꿀에서 알코올 생성이 약간 많았다. 가용성 고형분(°Brix)은 발효 초기에는 알코올 생성에 반비례하여 낮아지나 발효중기 이후에는 환원당과는 달리 미미한 감소를 보여 21일 발효 후에도 8.5~9.1°Brix를 유지하였으나 환원당은 1.90~2.32%로 감소하였다. 따라서 발효중기 이후 가용성 고형분의 변화는 발효액에 존재하는 효모 현탁액이나 색소 등에 좌우되기 때문에 발효정도의 기준으로 삼기에는 적합치 못하였다. 또한 벌꿀 발효주 제조시 벌꿀 종류의 영향은 미미한 것으로 사료되나 *Sacch. uvarum*에 의한 벌꿀주 발효에서 16일 발효후에 환원당이 50% 정도 소모되어 7% 수준의 알코올을 생성하였던 보고⁽⁸⁾에 비하여 본 실험의 경우 17일 후 환원당이 89% 이상 소비되었고 알코올도 12% 이상 생성하였던 것으로 미루어 볼 때 효모의 영향도 있으나 벌꿀주 발효는 효모 생육에 필요한 충분한 영양원의 공급이 필요한 것으로 생각된다.

벌꿀과실 주스의 발효

벌꿀주에 과실향이 첨가된 벌꿀과실 발효주를 생산하기 위하여 감귤과 매실의 벌꿀 삼투압 추출액을 24°Brix되게 조절한 후 13일간 발효시킨 결과는 Table

Table 2. Effect of various honey on honey wine fermentation

	Honey	Fermentation time (days)								
		0	1	3	5	7	9	13	17	21
pH	Chestnut	3.93	3.91	3.76	3.76	3.78	3.80	3.92	3.98	4.00
	Polyflower	3.94	3.92	3.79	3.80	3.80	3.82	3.94	3.99	4.01
	Acasia	3.92	3.89	3.74	3.75	3.78	3.80	3.91	3.98	4.00
Total acidity(%)	Chestnut	0.40	0.49	0.54	0.49	0.46	0.46	0.44	0.48	0.46
	Polyflower	0.45	0.49	0.53	0.57	0.45	0.57	0.46	0.47	0.47
	Acasia	0.42	0.53	0.59	0.56	0.47	0.49	0.50	0.50	0.47
Alcohol(%)	Chestnut	-	0.8	1.8	4.7	7.0	9.4	11.9	12.6	13.5
	Polyflower	-	0.8	1.5	4.4	6.5	8.8	11.4	12.3	13.3
	Acasia	-	0.8	1.8	4.8	6.9	9.0	11.8	12.5	13.7
°Brix	Chestnut	24.2	23.1	20.3	17.7	15.4	13.0	10.4	8.8	8.6
	Polyflower	24.8	23.8	21.2	18.1	16.0	13.8	11.2	9.4	9.1
	Acasia	24.5	23.6	21.2	18.0	15.9	13.8	10.8	9.0	8.5
Reducing sugar(%)	Chestnut	22.75	20.01	17.28	14.48	11.22	6.02	3.64	2.35	2.20
	Polyflower	22.91	21.19	17.52	15.01	11.45	7.92	3.76	2.55	2.32
	Acasia	23.36	22.08	18.91	15.94	12.11	8.28	3.94	2.63	1.90

Table 3. Results of fermented honey wine fortified with Tangerine and Japanese apricot

Honey wine	day	pH	Total acidity(%)	Alcohol (%)	°Brix	Reducing Sugar(%)
Tangerine	0	4.35	0.13	-	24.2	22.73
	2	3.75	0.17	2.5	21.2	18.25
	4	2.99	0.25	6.1	17.0	11.76
	6	2.75	0.28	8.9	12.0	7.95
	8	2.83	0.31	10.8	10.0	4.76
	11	2.90	0.30	12.7	9.0	2.47
	13	2.92	0.30	13.1	8.6	2.03
Japanese apricot	0	3.12	0.41	-	24.2	22.85
	2	3.07	0.39	1.8	22.2	19.03
	4	2.98	0.48	5.7	18.0	14.20
	6	2.76	0.54	7.0	14.0	12.11
	8	2.77	0.55	9.9	11.5	6.67
	11	2.82	0.56	11.7	10.1	4.03
	13	2.97	0.53	12.5	9.1	2.87

3과 같다. pH는 삼투압추출주스의 pH를 조절하지 않은 관제로 발효초기 pH는 매실이 pH 3.12로 낮고 감귤이 pH 4.35로 높았으나 발효 후에는 양자 모두 pH 2.90~2.97로 급격히 저하하여 벌꿀 회석액을 이용한 발효주와는 다른 양상을 보여 발효가 왕성할 때 pH 저하도 심함을 알 수 있었다. 산도는 발효 중 점진적으로 증가하나 pH와는 달리 벌꿀 매실주가 벌꿀 감귤주에 비하여 현저하게 높았는데 이는 주스에 함유된 유기산 조성의 차이 때문인 것으로 생각된다. 알코올의 생성은 벌꿀주에 비하여 현저하게 빨라 벌꿀 감귤주는 11일, 벌꿀 매실주는 13일에 알코올이 12% 이상 도달하였다. 가용성 고형분(°Brix)은 13일 발효 후 8.6~9.19°Brix로 벌꿀주와 유사하게 감소하였고 환원당은 13일 발효 후 2.03~2.87%로 환원당의 87%~89%가 소비되어 발효가 거의 완료되었음을 알 수 있었다. 이상의 결과로 미루어 보아 벌꿀만을 사용한 발효주에서는 효모의 영양원을 첨가하였음에도 불구하고 발효 기간이 20여일로 길었으나 벌꿀 과일주는 과일 추출물에 효모 생육에 필요한 영양성분들이 비교적 풍부하여 발효기간이 단축되었다. 따라서 벌꿀만을 이용한 발효주는 영양원에 대한 검토가 필요하였고, 벌꿀 매실 발효주의 제조에는 *Sacch. bayanus*가 16일 이후에 초기 환원당의 80%가 소모되었던 *Sacch. uvarum*⁽⁸⁾에 비하여 발효력이 양호함을 알 수 있었다.

요 약

벌꿀 발효주의 발효 특성을 조사하였다. 벌꿀 회석

액의 알코올 발효에는 *Saccharomyces bayanus*가 저온에서 발효력이 우수하였고 알코올 생성도 많았다. 벌꿀 발효주의 생산 최적조건은 pH 4.0, 20°C이었으며, 최적 발효액의 당도는 24~27°Brix이었다. 벌꿀 회석액은 발효시 pH와 산도의 변화는 적었으나 과일 삼투압 추출액에서는 산도의 저하가 심하였다. 발효중 환원당은 점진적으로 감소하고 알코올은 증가하여 발효 종료후 가용성 고형분은 8.5~9.1°Brix로 저하 하였으며 잔류환원당은 1.90~2.32%, 발효율은 90~92%이었다. 21일 발효후 알코올은 잡화꿀에서 13.3%, 아카시아 꿀에서 13.7%로 아카시아 꿀이 알코올 생성이 높았으나 벌꿀 종류에 따른 차이는 적었다. 과일의 벌꿀 삼투압 추출액은 13일 발효 후 pH는 2.92~2.97로 급격히 저하하였으나 산도는 벌꿀 감귤주에서 0.30%로 벌꿀 매실주 0.53%에 비하여 적었다. 발효 후 잔류 환원당은 2.03~2.87%이었고 알코올생성은 벌꿀 감귤주가 13.1%로 벌꿀 매실주의 12.5% 보다 높았으며 발효도 벌꿀주에 비하여 양호하여 벌꿀 과일추출액이 벌꿀 회석액보다 벌꿀발효주 제조에 유리하였다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 농림수산 특정 연구과제인 "봉밀 과일 발효주의 개발"에 관한 연구의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, B. N., Kim, T.J. and Cheigh, H.S. Minerals, HMF and vitamins of harvested in Kangwon area. J. Kor. Soc. Food Nutr. 23: 675-679 (1994)
2. Morse, R.A. Mead-What is it? pp. 11-24, In: Making Mead (Honey wine). WICWAS Press, New York, USA (1980)
3. Korea Records Research Institute. Honey Wine: Forest Economy (2), pp. 340. Seoul Asia Culture Press, Korea (1978)
4. Fabin, F.W. The use of honey in making fermented drinks. Fruit Prod. J. Fd. Mfr. 14: 363-366 (1935)
5. Steinkraus, K.H. and Morse, R.A. Chemical analysis of honey wines. J. Apic. Res. 12: 191-195 (1973)
6. Chung, W.C., Kim, M.W., Song, K.J. and Choi, E.H. Chemical composition in relation to quality evaluation of Korean honey. Kor. J. Food Sci. Technol. 16: 17-22 (1984)
7. Kim, E.S. and Rhee, C.O. Comparison of quality attributes of Korean native-bee honey by K/Na ratio. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 25: 672-679(1996)
8. Rhim, J.W., Kim, D.H. and Jung, S.T. Production of

- fermented honey wine. Kor. J. Food Sci. Technol. 29: 337-342 (1997)
9. Filippello, F. and Marsh, G.L. Honey wine. Fruit Prod. J. Fd. Mfr. 41: 78-81 (1941)
 10. Kime, R.W., McLellan, M.R. and Lee, C.Y. An improved method of mead production. Am. Bee. J. 131: 394-395 (1991)
 11. Kime, R.W., McLellan, M.R. and Lee, C.Y. Ultra-filtration of honey for mead production. Am. Bee J. 131: 517-52 (1991)
 12. Morse, R. The fermentation of diluted honey. Ph. D. thesis, Cornell Univ. Ithaca, USA (1953)
 13. Steinkraus, K.H. and Morse, R.A. Factor influencing the fermentation of honey in mead production. J. Apic. Res. 5: 17-26 (1966)
 14. Kime, R.W. and Lee, C.Y. The use of honey in apple wine making. Am. Bee. J. 127: 270-271 (1987)
 15. Lee, C.Y., Kime, R.W. and Gavitt, B. The use of honey in wine making. Am. Bee. J. 130: 535-536 (1990)
 16. Somogyi, M. Notes of sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23 (1952)
 17. Amerine, M.A., Berg, H.W., Kunkee, R.E., Ough, C.S., Singleton, V.L. and Webb, A.D. Evaluation of wines and brandies, pp.666-679. In : The Technology of Wine Making. 4th ed., Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA (1980)
 18. No, H.K., Kim, D.S. and Yu, T.J. Studies on the production of elderberry wine. Kor. J. Food Sci. Technol. 12: 242-253 (1980)
 19. Kim, S.L., Kim, W.J., Lee, S.Y. and Byung, S.M. Alcohol fermentation of Korean watermelon juice. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 27: 139-145 (1984)
 20. Yoo, J.Y., Seong, H.M., Shin, D.H. and Min, B.Y. Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng. 12: 185-190 (1984)
 21. Koh, J.S., Koh, N.K. and Kang, S.S. Citrus wine making from mandarin orange produced in Cheju island. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 32: 416-23 (1989)
 22. Oh, Y.J. Effect of culture temperature and nutritional components on the production of ethanol using *Pyrus serotina* by *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4124. J. Kor. Soc. Food Nutr. 24: 582-586 (1995)
 23. Kishimoto, M., Soma, E., Shinohara, T. and Goto, S. Comparison of wine making properties between *Saccharomyces bayanus* and *Saccharomyces cerevisiae*. J. Brew. Soc. Japan 93: 231-237 (1998)
 24. Chung, K.T. and Lee, J.S. Studies on the brewing of apple wine, culture condition of a cider yeast, *Saccharomyces* sp. R-II on the synthetic medium. Kor. J. Mycol. 10: 75-83 (1982)
 25. Shimazu, Y. and Watanabe, M. Effect of yeast strains and environmental conditions on fermentation of organic acids in must during fermentation. J. Ferment. Technol. 59: 27-32 (1981)
-
- (1999년 5월 26일 접수)