

산삼배양근 첨가가 알콜 발효에 미치는 영향

정현상[†] · 강태수¹ · 우관식 · 백기엽² · 유기원² · 양승준³

[†]충북대학교 식품공학과, ¹충북과학대학 식품생명과학과, ²충북대학교 첨단원예기술개발연구센터, ³충청북도 보건환경연구원

Effects of Cultured Wild Ginseng Roots on the Alcoholic Fermentation

Heon-Sang Jeong[†], Tae-Su Kang¹, Koan-Sik Woo, Kee-Yeoup Paek², Kee-Won Yu²
and Seung-Joon Yang³

[†]Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Okcheon 373-807, Korea

²Reserach Center for the Development of Advanced Horticultural Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

³Chung Cheong Buk-do Institute of Health and Environment, Cheongju 361-290, Korea

Abstract

In order to manufacture the alcoholic drinks using cultured wild ginseng roots(CWGR) of 5 and 10% (w/v), sugar content of fermentation media was adjusted to 24-25 °Brix with white sugar and glucose. And 3 kinds of yeast (*S. cerevisiae*(KCCM 50757), *S. cerevisiae* (KCCM 50583) and *S. bayanus*(ATCC 10601) were used and then the quality of alcoholic drinks was analyzed by physical, chemical and sensory evaluation. Alcohol content was highest value of 15.8% in 10% of CWGR, white sugar, and *S. bayanus*(ATCC 10601). Major alcohols were ethanol and 1-propanol. Number of yeast cells increased to 5 days fermentation and slightly decreased afterwards. The pH was decreased abruptly from 5.0 in initial fermentation to 3.1-4.1 in 5 days fermentation. Total sugar contents were decreased continuously with fermentation periods and showed 7.0-10.5 °Brix in 20 days fermentation. Saponin patterns and contents were various and higher in wine treated with *S. bayanus*(ATCC 10601). From the sensory evaluation, the highest score of overall quality was observed in the alcoholic beverage of 10%(w/v) of CWGR, glucose, and *S. cerevisiae*(KCCM 50583).

Key words : cultured wild ginseng roots(CWGR), alcohol fermentation, saponin, *Saccharomyces cerevisiae*

서 론

산삼은 깊은 산중에서 자생하는 야생인삼으로 천종, 지종, 인종, 장뇌로 분류한다. 천종, 지종 및 인종은 야생의 인삼으로 조류가 종자를 먹고 배설하여 자연적으로 배양되며, 장뇌삼은 산삼종자를 산속에 뿌려 야생상태에서 인위적으로 재배하며, 주로 그늘지고 습기가 많은 곳에서 잘 자란다. 다년생 식물인 인삼은 4~6년간 재배해야 수확할 수 있으나 오랜 재배기간과 연작이 불가능하여 재배가능

면적이 점점 감소하고 있으며, 해가림이라는 특수한 시설 조건하에서 재배가 가능하다. 이러한 재배인삼의 문제점을 보완하는 방안으로 식물의 조직배양기술을 이용하여 인삼을 대량생산하고 있으며, 최근에는 pilot plant시설에 의해 대량의 배양산삼근이 생산되고 있어 많은 관심을 끌고 있다(1-2).

배양산삼근의 생산과정은 천연 산삼으로부터 조직을 분리하여 세포괴(callus)를 유도한 다음, 세포괴에서 뿌리가 자라나도록 부정근을 유도하고, 이 뿌리 중에서 건설한 것을 선별하여 다양한 생물반응기를 이용하여 45일 가량 배양하여 수확하고 있다(3-4). 이와 같이 생산된 배양산삼근

[†]Corresponding author. E-mail : hsjeong@chungbuk.ac.kr,
Phone : 82-43-261-2570, Fax : 82-43-271-4412

은 천연 산삼과 성분에서 매우 유사하며, 대체로 인삼보다 사포닌 함량이 높고 인삼에서 볼 수 없는 다양한 약리성분도 함유되어 있는 것으로 알려지고 있으며, 이를 이용한 다양한 제품개발이 시도되고 있다.

발효주 제조에 관한 연구를 살펴보면 수박을 이용한 발효주의 제조(5), 벌꿀발효주의 제조와 벌꿀발효주의 청징과 숙성(6-7), 복숭아 발효주 개발에 관한 연구(8), 지골피 발효주의 특성(9), 알로에 발효주의 barbaloin 함량변화(10), 제주도산 감귤발효주의 양조특성(11), 솔잎 약용주(발효주)의 개발(12), 대추 첨가량을 달리한 대추술의 발효특성(13) 등이 연구되었으며, 배, 사과 등의 과일을 이용한 연구 등이 보고되어 있다(14-15) 그 외 약용주의 증류와 품질특성(16), 몇가지 약초침출주의 제조(17) 및 삼일주(18), 백하주(19) 등의 약용주에 대한 연구가 보고되어 있다.

현재 우리나라는 고도의 경제성장과 함께 인구의 고령 인구의 증가와 산업화 추세로 우리의 생활패턴이 달라지고, 비만, 성인병, 노인성질환 등의 만성, 퇴행성 질환이 늘어나고 있는 추세이며 이에 대한 국민들의 건강에 대한 관심이 날로 증가하고 있어 이들 질환의 예방과 치료차원에서 생체방어기능을 갖는 고 기능성 식품에 대한 관심과 수요가 급증하고 있다. 따라서 단기간 내에 대량생산이 가능한 배양산삼근을 이용한 건강, 기능성식품의 개발은 산업화의 성공가능성은 매우 클 것으로 전망된다. 그러나 배양산삼근에 대한 성분분석, 약리효능 및 다양한 가공제품 개발 등에 관한 연구내용이나 기초적인 정보는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 조직배양에 의해 생산된 배양산삼근의 부가 가치를 향상시키고 이를 이용한 가공상품의 개발로 국민건강 증진에 기여하기 위한 연구의 일환으로 배양산삼근을 주원료로 하여 발효주를 개발하고자 하였으며, 이를 위하여 효모의 종류와 배양산삼근 첨가량에 따른 최적 발효 조건을 구명하였으며, 발효 기간동안 다양한 이화학적 성분변화를 살펴보았다.

재료 및 방법

원료 및 효모

주원료인 배양산삼근은 CBN Biotech에서 생산한 것을 사용하였으며, 당도보정을 위해 당류로는 백설탕과 포도당을 이용하였다. 효모 균주는 *Saccharomyces cerevisiae* (KCCM 50757), *S. cerevisiae* (KCCM 50583) 및 *S. bayanus* (ATCC 10601)를 사용하였으며, 각 효모 균주는 Yeast-Malt(YM) 한천배지(glucose 10 g/L, peptone 5 g/L, yeast extract 3 g/L, malt extract 30 g/L, agar 15 g/L)를 조제하여 121°C에서 15분간 멸균 후, 무균접종하여 30°C에서 2일간 배양한 다음 사용하였다.

원료첨가량, 당도보정 및 살균

배양산삼근의 첨가량은 경제성을 고려하여 액체배양으로 생산된 배양산삼근을 5%(w/v)와 10%(w/v) 농도로 첨가하였으며, 주조용수는 수돗물을 사용하였다. 또한 당도 보정용 당류로는 백설탕과 포도당을 각각 사용하였고 최종 당도를 24.5 °Brix로 조절하여 6 L유리용기에 5 L용량이 되도록 분주한 다음, 고압멸균기를 이용하여 65°C에서 30분간 살균하였다.

효모 증균 배양

알콜발효용 효모 증균의 배양은 전배양과 본배양으로 나누어 배양하였다. 전배양은 YM액체배지(glucose 10 g/L, peptone 5 g/L, yeast extract 3 g/L, malt extract 3.0 g/L)를 조제하여 100 mL의 삼각플라스크에 50 mL씩 분주하고, 121°C에서 15분간 멸균한 다음, YM한천 사면배지에서 배양된 효모를 크린벤치에서 백금으로 접종하고 회전 진탕배양기에서 30°C, 200 rpm으로 48시간 동안 배양하였다. 본배양은 배양산삼근 5%(w/v)를 수돗물에 첨가하여 균질기로 30초 정도 균질화한 후, 백설탕으로 당도를 24.5 °Brix로 조절하여 500 mL의 삼각플라스크에 300 mL씩을 분주하고, 121°C에서 15분간 멸균하였다. 멸균 후 실온으로 방냉한 다음, 전배양액 5%(v/v)를 접종하여 회전진탕배양기에서 온도 30°C, 회전속도 200 rpm으로 36시간 동안 배양한 후 이를 알콜 발효용 증균배양액으로 사용하였다.

알콜 발효

효모 증균배양액을 배양산삼근 함유 원료액에 5%(w/v) 용량이 되도록 접종하여 20°C에서 20일간 정치배양하면서 알콜 발효를 수행하였다. 이때 발효용 유리용기의 마개는 살짝 닫아 발효 중에 생성되는 이산화탄소의 방출을 원활하게 하였고, 1일 2~3회 정도 발효액을 교반하여 주었으며, 5일 간격으로 일정 용량의 시료를 채취하여 이화학적 특성을 조사하였다.

발효주의 이화학적 특성분석

알콜 함량은 발효액 100 mL를 단증류장치의 수기에 취한 다음 약 70 mL정도를 증류하고 증류액에 증류수를 가하여 최종 용량이 100 mL이 되도록 조절한 후 알콜 비중계로 알콜 도수(%)를 측정하고 다음 온도 보정표를 이용하여 환산하였다(17). 효모균수는 광학현미경(Olympus CH 41, Japan)으로 계측한 다음 log cells/mL로 환산하였으며, 3회 반복하여 평균값으로 표시하였다(20). 총산은 발효액을 중화시키는데 필요한 0.1 N NaOH의 소요량(mL)을 주석산의 상당량으로 표시하였다(19). 당도 측정은 굴절당도계(Atago 2T, Japan)를 사용하여 발효액의 당도를 측정하여 °Brix로 표시하였다.

Saponin 분석

발효주의 saponin 분석은 수포화 n-butanol 추출방법(21)을 변형하여 사용하였다. 즉, 발효가 완료된 시료 100 mL를 진공농축기로 40℃에서 완전히 농축한 후 증류수 100 mL에 녹인 다음 ethyl ether를 가하여 지질 등을 제거 하고 수포화 n-butanol로 3회 추출하여 얻은 butanol추출액을 증류수 30 mL로 2회 세척한 다음 감압농축하여 HPLC용 methanol에 용해한 후, 0.45 μ m filter로 여과한 다음 15 μ L를 HPLC에 주입하여 분석하였다. Saponin 분석에 사용된 HPLC는 Water 2690 separation module(Millennium system)이었으며, column은 μ -Novapak C₁₈ (3.9×150 mm), detector는 Water 996 photodiode array detector(203 nm)를 사용하였다. 이동 상으로는 A를 H₂O, B를 acetonitrile로 하여 처음에는 82:18, 10분에 77:23, 14분에 75:25, 18분에 69:31, 34분에 67:33, 38분에 62:38, 40분에 82:18의 비율로 하여 0.8 mL/min의 속도로 흘려주었다.

휘발성성분 분석

발효주의 휘발성성분 분석은 GC를 이용하여 측정하였다(22-23). 표준품으로 사용된 acetaldehyde, 1-propanol, 2-propanol, iso-butanol, n-butanol, ethanol, iso-amyl-alcohol은 sigma-aldrich Co. 제품이며, acetonitrile과 methanol은 mallinckrodt Co.의 HPLC용을 사용하였다. 발효주 2 mL를 syringe filter(Osmonics INC. polypropylene, 0.45 μ m)로 여과한 후 GC의 주입에 따른 개인차를 줄이기 위해 내부표준물질로 acetonitrile 100 μ L를 넣은 다음 1 μ L를 주입하였다. GC는 ACME 6000 GC(Younglin Ins. Korea)를 이용하였고 HP-FFAP(50 m×0.2 mm×0.3 μ m) column으로 분리하였다. 주입구와 검출기 온도는 250℃로 하였으며, carrier gas는 질소를, 유속은 1.0 mL/min으로 하였다. 오븐온도는 50℃에서 5분간 유지시킨 후 5℃/min의 속도로 100℃까지 승온시키고 150℃까지 10℃/min의 속도로 승온시켜 150℃에서 5분간 유지시켰다.

관능검사

발효가 끝난 시료를 14명의 선발된 관능검사원으로 하여 금 5점 채점법(5점: 매우 좋다, 4점: 좋다, 3점: 적당하다, 2점: 나쁘다, 1점: 아주 나쁘다)으로 맛, 색, 향 및 전체적 기호도를 평가하였고 이를 평균값으로 나타내었다. 그리고 이들 값은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

알콜함량

배양산삼근 첨가량과 당류 및 효모의 종류에 따른 알콜

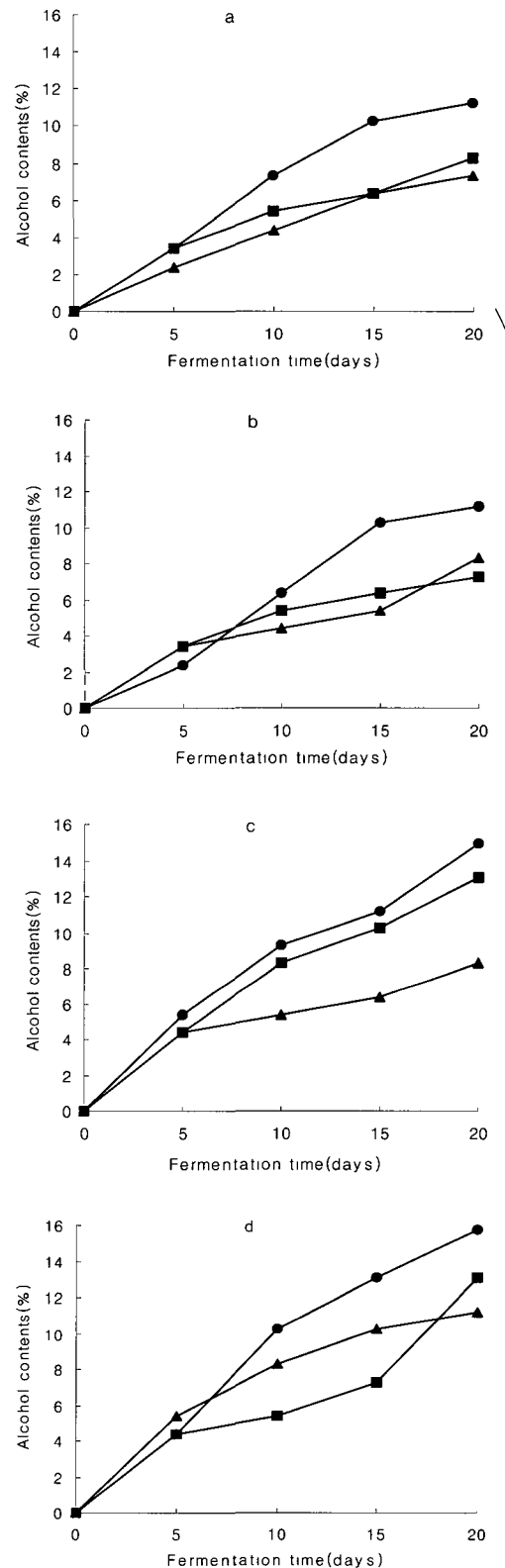


Fig. 1. Changes of ethyl alcohol contents during fermentation at 20°C.

a cultured wild ginseng roots(5%) and white sugar, b. cultured wild ginseng roots(5%) and glucose, c cultured wild ginseng roots(10%) and white sugar, d cultured wild ginseng roots(10%) and glucose
 ■ *S. cerevisiae* (KCCM 50757), ▲ *S. cerevisiae* (KCCM 50583), ● *S. bayanus* (ATCC 10601)

함량의 변화를 경시적으로 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 발효 5일째 알콜함량은 3종의 효모 모두 배양산삼근 첨가량이나 당류에 관계없이 유사하였으며, 배양 10일 후에는 *S. bayanus* (ATCC 10601) 10%의 배양산삼근 첨가구, 설탕과 포도당에서 각각 9.3 및 10.3%로 높게 나타났다. 또한 발효 15일 후에도 *S. bayanus* (ATCC 10601)로 발효시킨 처리구가 10.3~13.1%로 3종의 효모 중에서 가장 높은 알콜함량을 나타내었으며, 발효 종료일인 20일 쯤에도 배양산삼근 10%를 첨가하고 *S. bayanus* (ATCC 10601)로 발효시킨 처리구가 14.9~15.8%로 가장 높은 알콜함량을 보였다. 또한 *S. cerevisiae* (KCCM 50757)의 경우도 10% 배양산삼근에 백설탕 및 포도당 처리구 모두 13.1%로 비교적 높은 알콜함량을 나타내었다. 본 실험 결과에서 20일간의 발효기간을 통하여 10%의 배양산삼근 첨가구가 5% 첨가구에 비해 알콜 함량이 높았으며, *S. bayanus* (ATCC 10601)를 이용하여 10%의 배양산삼근을 첨가하고 포도당으로 당도를 보정한 처리구가 15.8%로 가장 높은 알콜함량을 보였다. 이같은 알콜함량의 결과는 이론적으로 생산될 수 있는 알콜함량에 비해 다소 높은 값을 보였는데, 이는 효모의 당이용 발효특성이나 기질에 함유된 당조성 등에서 기인한 것으로 판단된다. 또 Kim 등(24)은 당 종류별 적포도주의 발효특성 연구에서 발효 초기에 급격히 알콜함량이 증가하고 최종 10~12%의 알콜을 생성한 반면, 본 실험에서는 알콜함량이 서서히 증가하는 양상을 보였고 최종 알콜함량이 9.3~15.8%로 비교적 높은 함량을 보였다. 한편, 배양산삼근 10% 첨가구가 5%에 비해 알콜함량이 높았는데 이는 배양산삼근내에 함유되어 있는 여러 가지 발효성 성분이나 효모

균체 생육 촉진물질 등의 함량차이로 알콜함량에서 차이가 나는 것으로 생각된다. 그러나 산업화에 적용할 경우 알콜함량이나 기호성 뿐만 아니라 경제성도 고려해야 할 중요한 요인이므로 배양산삼근 첨가량은 신중히 판단해야 할 것으로 생각된다.

효모균수

배양산삼근 발효주의 발효기간별 효모균수를 측정한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 발효 초기 효모 균체수는 5.04 log cells/mL 이었으며, 발효 5일 후에는 효모균체수가 초기에 비해 거의 100배 전후로 급격하게 증가하였는데 효모의 종류, 배양산삼근 첨가량 및 당류의 종류에 따라 약간의 차이가 있었다. 특히 *S. cerevisiae*(KCCM 50757)를 이용하여 10%의 배양산삼근을 첨가하고 백설탕으로 당도를 보정한 처리구가 7.43 log cells/mL로 가장 많은 효모수를 보였다. 이와 같이 효모균체수가 5일까지 급격히 증가한 것은 알콜발효 초기에 효모의 생육 및 발효에 적합한 영양 및 환경조건 때문인 것으로 생각된다. 그 후 5일 이후부터 15일까지의 발효기간 중에는 효모 균체수가 큰 변화 없이 완만히 증가하는 경향을 보였다. 그러나 발효 종료일인 20일 쯤에는 발효 15일쯤에 비해 효모균체수가 모든 처리구에서 약간 감소하는 경향을 보였는데 *S. bayanus*(ATCC 10601)로 5% 배양산삼근을 첨가하고 백설탕으로 당도를 보정한 처리구가 6.60 log cells/mL로 가장 낮았다. 이는 Kim 등(24)의 연구와 유사한 결과로 발효 20일째의 효모균체수가 감소된 것은 술덧내의 영양원의 고갈 및 산의 생성 등에 따른 생육환경의 악화로 인해 감소하는 것으로 생각된다.

Table 1. Changes of number of yeast cells during fermentation period at 20°C

Strains	CWGR (%) ¹⁾	Sugars	Fermentation period (days)				
			0	5	10	15	20
			(unit. log cells/mL)				
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50757)	5	white sugar	5.04	7.17±0.13	7.07±0.10	7.11±0.11	7.15±0.13
	5	glucose	5.04	7.29±0.09	6.99±0.14	7.00±0.08	7.13±0.10
	10	white sugar	5.04	7.43±0.11	7.30±0.11	7.25±0.12	7.21±0.12
	10	glucose	5.04	6.48±0.08	7.29±0.09	7.15±0.13	7.08±0.09
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50583)	5	white sugar	5.04	7.14±0.10 ²⁾	7.18±0.12	7.10±0.13	7.07±0.12
	5	glucose	5.04	7.18±0.09	7.11±0.11	7.01±0.11	6.90±0.11
	10	white sugar	5.04	6.24±0.12	7.33±0.09	7.12±0.09	6.91±0.15
	10	glucose	5.04	6.44±0.08	7.27±0.13	7.04±0.13	6.81±0.08
<i>S. bayanus</i> (ATCC 10601)	5	white sugar	5.04	7.25±0.09	7.06±0.09	6.92±0.15	6.60±0.12
	5	glucose	5.04	6.99±0.12	7.01±0.13	6.88±0.09	6.63±0.11
	10	white sugar	5.04	7.07±0.13	7.39±0.15	7.17±0.14	6.97±0.14
	10	glucose	5.04	6.72±0.10	7.26±0.11	6.99±0.11	6.70±0.11

¹⁾Added amount of cultured wild ginseng roots(CWGR)

²⁾Values are mean±SD (n=3)

Table 2. Changes of total acidity during fermentation period at 20°C

Strains	CWGR (%) ¹⁾	Carbon source	Fermentation period(days)			
			5	10	15	20
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50757)	5	white sugar	0.296±0.005	0.289±0.006	0.258±0.005	0.357±0.006
	5	glucose	0.319±0.004	0.274±0.005	0.312±0.005	0.289±0.005
	10	white sugar	0.296±0.005	0.296±0.004	0.304±0.005	0.304±0.005
	10	glucose	0.312±0.004	0.289±0.004	0.319±0.004	0.304±0.004
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50583)	5	white sugar	0.289±0.005	0.289±0.005	0.342±0.005	0.342±0.004
	5	glucose	0.258±0.005	0.334±0.005	0.289±0.006	0.334±0.005
	10	white sugar	0.266±0.004	0.266±0.005	0.319±0.005	0.304±0.006
	10	glucose	0.319±0.004	0.289±0.004	0.312±0.005	0.289±0.005
<i>S. bayanus</i> (ATCC 10601)	5	white sugar	0.365±0.006	0.243±0.005	0.296±0.006	0.312±0.004
	5	glucose	0.327±0.005	0.342±0.006	0.357±0.003	0.296±0.005
	10	white sugar	0.289±0.003	0.296±0.005	0.388±0.005	0.289±0.005
	10	glucose	0.327±0.005	0.334±0.006	0.296±0.005	0.296±0.005

¹⁾See Table 1

총산 및 당도

배양산삼균 발효주의 총산함량은 Table 2에서 보는 바와 같이 발효기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내었는데 이러한 완만한 증가는 발효주의 원재료 중에는 유기산이 거의 함유되어 있지 않고 대부분의 유기산이 탄수화물 대사 중에 생성되기 때문이라 생각된다. 총산의 변화를 살펴보면 3종의 효모 모두 포도당으로 당도를 보정한 처리구가 백설탕으로 당도를 보정한 처리구보다 낮은 경향을 보였다. 특히 발효 20일째에 *S. cerevisiae*(KCCM 50757)를 이용하여 5%의 배양산삼균을 첨가하고 포도당으로 당도를 보

정한 처리구와 *S. cerevisiae*(KCCM 50583)를 이용하여 10%의 배양산삼균을 첨가하고 포도당으로 당도를 보정한 처리구가 0.29%로 비교적 낮은 총산을 나타내었으며, *S. cerevisiae*(KCCM 50757)를 이용하여 5%의 배양산삼균을 첨가하고 백설탕으로 당도를 보정한 처리구가 0.36%로 가장 높은 값을 보였다. 총산은 발효주의 품질에 중요한 영향을 미치는데 특히 총산이 높으면 신맛이 강하기 때문에 부재료를 가하여 총산을 낮추거나 calcium carbonate 등을 이용한 화학적 중화법으로 총산을 낮추는 방법(25)이 사용되기도 한다.

Table 3. Saponin contents after fermentation

Strains	CWGR (%) ¹⁾	Carbon source	Saponin (unit · ppm)								
			Rg ₁	Re	Rb ₁	Rc	Rb ₂	Rb ₃	Rd	Rg ₃	Rh ₂
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50757)	5	white sugar	8.89	2.35	7.62	-	19.45	-	19.50	-	-
	5	glucose	6.44	18.91	7.77	-	20.38	-	20.66	-	-
	10	white sugar	20.06	32.60	8.00	7.34	21.83	-	22.51	-	-
	10	glucose	6.71	18.44	10.39	7.85	22.72	-	24.17	-	-
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50583)	5	white sugar	-	-	6.78	6.55	19.39	-	20.58	8.43	20.99
	5	glucose	10.74	23.08	18.62	11.38	29.76	18.11	36.69	8.36	-
	10	white sugar	57.86	84.77	20.52	12.92	32.82	19.76	34.69	-	-
	10	glucose	23.38	57.02	13.78	10.62	27.55	21.11	31.50	-	-
<i>S. bayanus</i> (ATCC 10601)	5	white sugar	64.30	105.1	14.19	11.86	30.28	21.48	34.98	-	-
	5	glucose	67.84	103.2	30.48	17.30	40.29	19.26	44.95	7.43	-
	10	white sugar	45.82	72.92	19.05	13.14	31.09	20.61	32.62	7.55	-
	10	glucose	56.77	99.62	26.51	19.58	42.89	19.94	55.92	7.83	-

¹⁾See Table 1

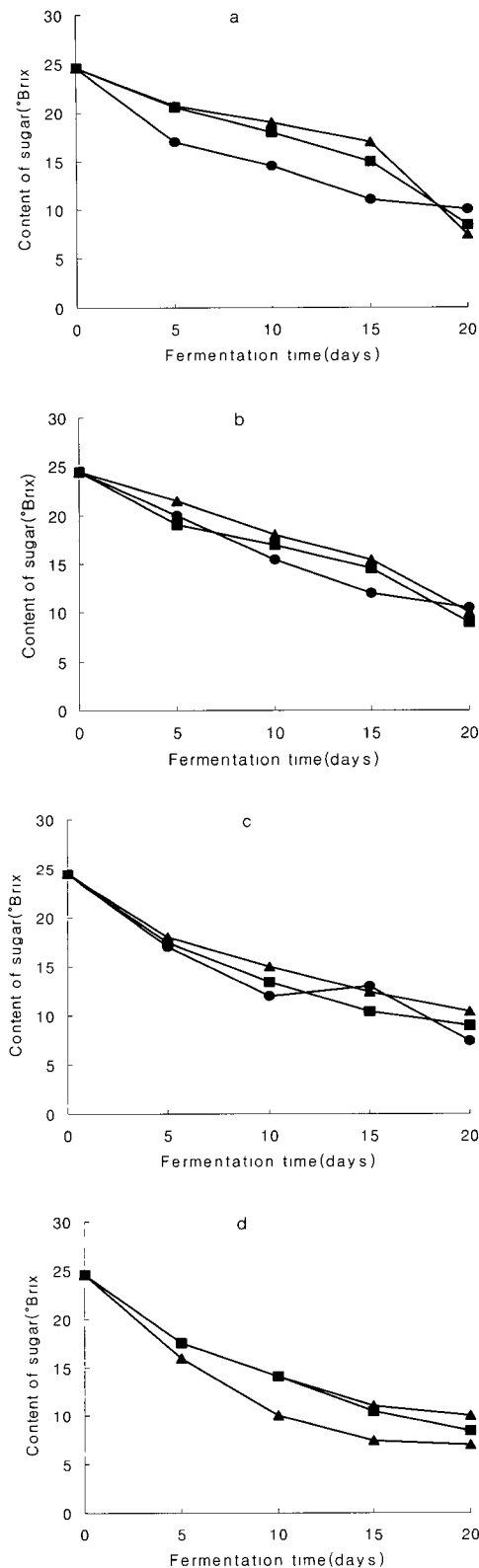


Fig. 2. Changes of sugar contents during fermentation at 20°C.

a cultured wild ginseng roots(5%) and white sugar, b cultured wild ginseng roots(5%) and glucose, c cultured wild ginseng roots(10%) and white sugar, d cultured wild ginseng roots(10%) and glucose
 ■ *S. cerevisiae*(KCCM 50757), ▲ *S. cerevisiae*(KCCM 50583), ● *S. bayanus*(ATCC 10601)

알콜 발효기간 중 배양산삼근 첨가 발효주의 당도 변화를 조사한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 초기 24.5 °Brix에서 시작하여 발효가 진행되는 동안 당도는 감소하는 경향을 나타내었으며, 발효 종료일인 20일째에는 모든 처리구의 당도가 7.0~10.5 °Brix로 감소하였다. 특히 알콜 농도가 가장 높았던 *S. bayanus*(ATCC 10601)에 배양산삼근 10%를 첨가하여 포도당으로 당도를 보정한 처리구가 7.0 °Brix로 가장 낮았는데 이는 다른 처리구에 비해 상대적으로 당류의 이용성이 높아 알콜 전환율이 증가하여 당도가 낮은 것으로 생각된다. 또한 2종의 당류인 포도당과 백설탕의 이용성에서는 효모의 종류에 관계없이 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Saponin 분석

발효 종료 후 일정기간 숙성된 배양산삼근 발효주의 saponin의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같으며, saponin 표준품과 시료의 HPLC chromatogram은 Fig. 3과 같다. 모든 발효주에서 여러가지 saponin이 검출되었으며, 특히 *S. bayanus*(ATCC 10601)를 이용하여 발효한 발효주에서 많은 종류의 saponin이 검출되었다. 대부분의 처리구에서 ginsenosides-Re, -Rg₁, -Rb₂, -Rd 등이 많이 함유되어 있었으며, 그 중에서도 ginsenosides-Re의 함량이 가장 높았다. *S. bayanus* (ATCC 10601)와 배양산삼근 5%를 첨가한 백설탕 처리구에서 ginsenosides-Re의 함량이 105.1 ppm, 포도당에서 103.2 ppm으로 가장 많이 함유되어 있었으며, ginsenosides-Rg₁도 64.3, 67.84 ppm으로 높은 수치를 나타내었다. 보통 ginsenosides의 함량은 첨가되는 배양산삼근의 양이 많을수록 높지만 본 연구에서는 첨가된 배양산삼근의 양에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다(27). 이는 첨가된 당의 종류나 발효효모의 기질특이성에 의한 차이로 인한 것으로 생각되는데 이에 대한 관한 집중적인 연구가 필요하리라 생각된다. 특히 설탕을 첨가하고 *S. bayanus*(ATCC 10601)를 이용한 발효주가 saponin의 함량이 높았는데 이는 *S. bayanus*(ATCC 10601)가 배양산삼근에서 배당체로 존재 하던 saponin을 다른 균보다 더 잘 분해한 것으로 생각되며, 이러한 결과로부터 배양산삼근을 이용한 발효주의 제조에는 *S. bayanus* (ATCC 10601)가 적합한 것으로 판단되었다.

휘발성 성분

GC를 이용하여 휘발성 성분을 분석한 결과 Table 4와 같이 대부분의 발효주에서 ethanol이 주요성분으로 나타났다. 휘발성 성분의 식품공전기준은 acetaldehyde는 0.1~0.7 mg/mL이고, methanol은 0.5~1.0 mg/mL, 2-propanol, iso-butanol, n-butanol, iso-amyl-alcohol 등은 1.0~3.0 mg/mL인데(22-23) 본 실험의 모든 처리구에서 acetaldehyde, methanol, iso-amyl-alcohol 등은 공전기준에 초과되지 않은 농도로 함유되어 있었으며, iso-butanol, 1-propanol, n-butanol,

Table 4. Volatile compound contents after fermentation

Strains	CWGR (%) ¹⁾	Carbon source	Compounds (unit . %)			
			acetaldehyde	methanol	ethanol	iso-amyl alcohol
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50757)	5	white sugar	0.2345	0.0023	7.9669	0.0377
	5	glucose	0.0193	0.0018	7.1938	0.0228
	10	white sugar	0.1121	0.0021	13.1914	0.0389
	10	glucose	0.0216	-	12.9340	0.0147
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50583)	5	white sugar	0.1144	0.0025	7.1244	0.0181
	5	glucose	0.0069	0.0049	8.2283	0.0240
	10	white sugar	0.0093	0.0015	8.1451	0.0411
	10	glucose	0.0477	0.0012	9.1633	0.0198
<i>S. bayanus</i> (ATCC 10601)	5	white sugar	0.0026	0.0006	8.9771	0.0253
	5	glucose	0.0007	0.0012	9.0579	0.0328
	10	white sugar	0.0013	0.0017	12.7806	0.0257
	10	glucose	0.0036	0.0027	13.3853	0.0387

¹⁾See Table 1

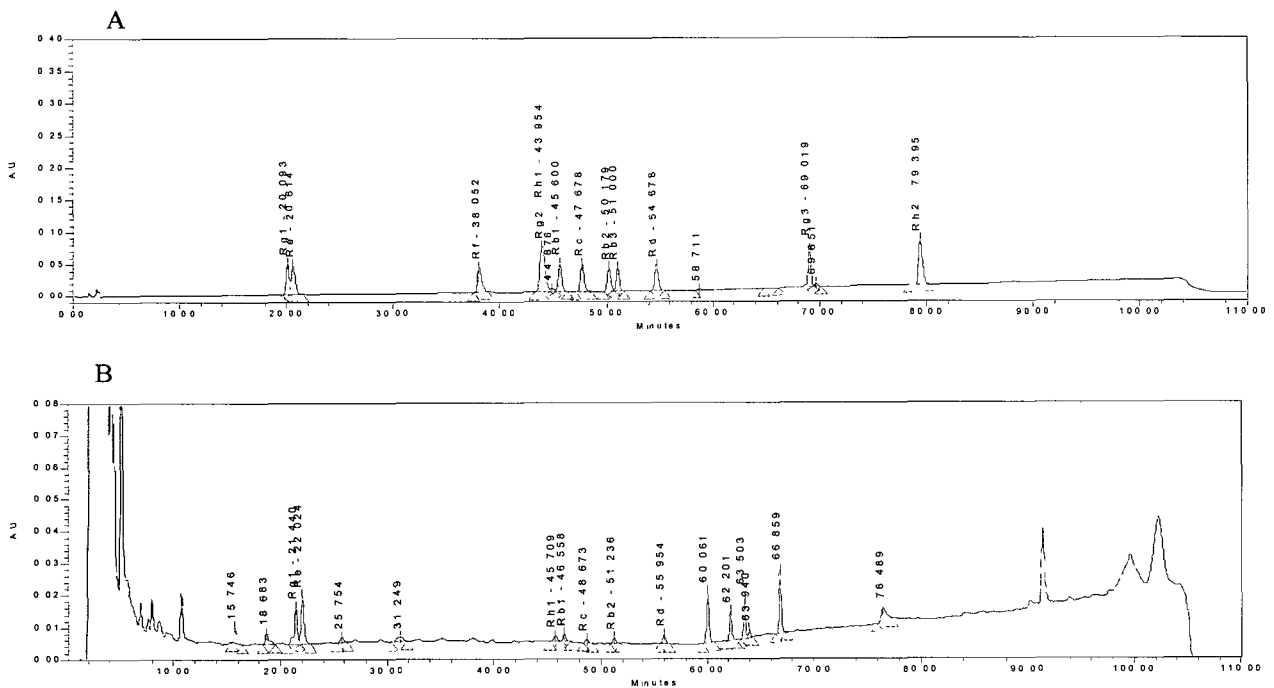


Fig. 3. The HPLC chromatogram of saponin standards and sample(A : saponin standard, B : *S. cerevisiae*(KCCM 50757), cultured wild ginseng roots(10%), white sugar).

2-propanol 등은 거의 검출되지 않았다. Ethanol의 경우 *S. cerevisiae*(KCCM 50757), 배양산삼근 10%첨가, 백설탕으로 당도를 보정한 처리구와 *S. bayanus*(ATCC 10601), 배양산삼근 10%첨가, 포도당으로 당도를 보정한 처리구에서 13.19와 13.39%로 가장 높은 함량을 보였다. 이는 첨가한 효모의 당 이용능에 따라 달라지는 것으로 생각된다. 또한

S. cerevisiae(KCCM 50757)와 *S. bayanus* (ATCC 10601) 모두 배양산삼근의 함량이 높을수록 ethanol 함량이 높아지는 것을 알 수 있었으나 *S. cerevisiae*(KCCM 50583)는 첨가된 배양산삼근이 많을수록, 포도당으로 당도를 보정한 처리구가 ethanol의 함량이 증가하였으나 뚜렷한 양상을 보이지 않았다.

Table 5. Sensory evaluation scores after fermentation

Strains	CWGR (%) ¹⁾	Sugars	Taste	Flavor	Color	Overall quality
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50757)	5	white sugar	3.71±0.82	3.57±0.76	3.71±0.68	3.86±0.64
	5	glucose	3.29±0.77	3.14±0.82	3.79±0.83	3.29±0.66
	10	white sugar	3.07±0.68	2.79±0.76	3.71±0.72	3.36±0.72
	10	glucose	3.43±0.74	3.64±0.83	3.43±0.81	3.64±0.85
<i>S. cerevisiae</i> (KCCM 50583)	5	white sugar	3.64±0.94	3.21±0.74	3.14±0.75	4.00±0.71
	5	glucose	3.07±0.76	2.93±0.82	2.86±0.68	2.79±0.82
	10	white sugar	3.35±0.58	3.36±0.68	3.71±0.61	3.64±0.83
	10	glucose	4.36±0.72	3.79±0.64	4.00±0.82	4.14±0.73
<i>S. bayanus</i> (ATCC 10601)	5	white sugar	2.43±0.97	2.86±0.75	3.43±0.73	2.71±0.68
	5	glucose	2.79±0.86	2.93±0.73	3.50±0.53	3.36±0.74
	10	white sugar	2.64±0.81	3.07±0.68	3.43±0.81	3.14±0.66
	10	glucose	2.29±0.76	2.93±0.78	3.43±0.68	2.36±0.86

¹⁾See Table 1

관능검사

발효 종료 후 일정기간 숙성된 배양산삼근 발효주에 대하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 모든 발효주에서 인삼 고유의 자연스러운 향이 있었으며, 배양산삼근의 첨가량과 향의 강도는 비례하지 않았다. 표에서와 같이 맛, 향, 색 및 전반적인 기호도에서 *S. cerevisiae*(KCCM 50583)를 이용하고 배양산삼근을 10% 첨가하여 포도당으로 당도를 보정한 처리구에서 평균 4.14로 가장 우수한 결과를 보였다. 또 *S. cerevisiae*(KCCM 50583)과 배양산삼근 5%를 첨가하고 백설탕으로 보정한 처리구도 평균 4.00으로 비교적 우수한 관능결과를 보여 배양산삼근을 이용한 발효주의 경우 최적 효모는 *S. cerevisiae*(KCCM 50583)임을 알 수 있었다.

가장 높은 알콜함량을 보였으며 주된 알콜성분은 ethanol과 1-propanol이었다. 효모균수는 발효 5일째까지 많은 증가를 보인 다음 그 이후에는 큰 변화가 없었다. 당도는 초기 약 24.5 °Brix에서 발효가 진행되면서 감소하다가 발효 종료시 모든 처리구에서 7.0~10.5 °Brix 값을 나타내었다. 사포닌은 Rg₁, Re, Rb₂, Rd 등이 모든 처리구에서 높은 함량을 보였다. 관능검사 결과 맛, 향, 색 및 전반적인 기호도는 배양산삼근을 10%(w/v) 첨가하고 포도당으로 당도를 보정하고, *S. cerevisiae*(KCCM 50583)를 사용하였을 때 가장 좋은 점수를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 (주) CBN Biotech의 연구비 지원에 의한 연구로 이에 감사드립니다.

요 약

배양산삼근을 5 및 10%(w/v)를 첨가하고, 설탕과 포도당으로 당도를 24~25 °Brix로 조절한 후, 3종의 효모를 이용하여 발효주를 제조하였다. 발효기간 중 품질특성(알콜함량, 사포닌함량, 효모균수, 총산도, 당도, 휘발성성분)을 조사하고 관능검사를 실시하였다. 배양산삼근 10%, 포도당 및 *S. bayanus* (ATCC 10601) 효모 처리구에서 15.8%의

참고문헌

1. Park, Y.G. and Son, S.H. (1988) Regeneration of plantlets from cell suspension culture derived poplar(*Populus alba* L.), Plant Cell Rep., 7, 567-570
2. Son, S.H. and Hall, R.B. (1990) Multiple shoot regeneration from root organ cultures of *Populus grandidentata*, Plant Cell Tissue Organ Cul., 20, 53-57
3. Son, S.H., Choi, S.M., Hyung, S.J., Yun, S.R., Choi, M.S., Shin, E.M. and Hong, Y.P. (1999) Induction and culture of mountain ginseng adventitious roots and AFLP analysis for identifying mountain ginseng, Biotechnol Bioprocess Eng., 4, 119-123
4. Gao, W.Y., Seon, J.H., Son, S.H., Malony, M. and Park, K.Y. (1999) Production of pigmen and alfa-tocopherol by cell cultures in safflower(*Carthamus tinctorius* L.),

- J. Biotechnol., 1, 69-77
5. Hwang, Y., Lee, G.G., Jeong, G.T., Go, B.L., Choe, D.C., Choe, Y.G. and Eun, J.B. (2004) Manufacturing of wine with watermelon, J. Korean. Food Sci. Technol., 36, 50-57
 6. Rhim, J.W., Kim, D.H. and Jung, S.T. (1997) Production of fermented honey wine, J. Korean Food Sci. Technol., 29, 337-342
 7. Kim, D.H., Rhim, J.W. and Jung, S.T. (1999) Clarification and aging of fermented honey wine, J. Korean. Food Sci. Technol., 31, 1330-1336
 8. Yi, S.H., Ann, Y.G., Choi, J.S. and Lee, J.S. (1996) Development of peach fermented wine, J. Korean Soc. Food Sci. Nutri., 9, 409-412
 9. Park, J.S., Seo, G.S., No, J.G., Cho, I.S. and Park, J.H. (1995) Characteristics of the Gigolphy (*Lycii cortex Radicis*) wine, J. Korean Soc. Med. Crop Sci., 3, 128-134
 10. Park, J.S., Sung, C. and Chang, K.W. (1996) Changes of barbaloin contents in aloe wine, J. Korean Agri. Chem. Soc., 39, 183-188
 11. Koh, J.S., Koh, N.K. and Kang, S.S. (1989) Making from mandarin orange produced in *Cheju* Island, J. Korean Agri. Chem. Soc., 32, 416-423
 12. Kim, H.R., Yoo, M.J. and Chung, H.J. (2001) Development of medicinal pine needle wine, Collec. Treati. Daesan., 9, 159-162
 13. Min, Y.K., Lee, M.K. and Jeong, H.S. (1997) Fermentation characteristics of jujube alcoholic beverage from different additional level of jujube fruit, J. Korean Agric. Chem. Soc., 40, 433-437
 14. Jang, H.S. and Kim, J.K. (1997) The study of exploitation on fermentation wine of promulgation used apple, Rural Development Administration, National Horticultural Research Institute, Examin. Res. Rep., 597-600
 15. Jang, H.S., Jeong, S.T. and Kim, J.K. (1997) The study of exploitation on fermentation wine and drink used pear, Rural Development Administration, National Horticultural Research Institute, Examin. Res. Rep., 588-596
 16. Min, Y.K., Jeong, H.S. and Cho, J.G. (1996) Distillation and quality characteristics of medicinal herb wines, J. Korean Agric. Chem. Soc., 39, 368-373
 17. Min, Y.K. and Jeong, H.S. (1996) Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking, J. Korean. Food Sci. Technol., 27, 210-215
 18. Min, Y.K., Yun, H.S., Jeong, H.S. and Jang, Y.S. (1992) Changes in compositions of liquor fractions distilled from Samil-ju with various distillation conditions, J. Korean Food Sci. Technol., 24, 440-446
 19. Bae, S.D., Bae, S.M. and Kim, J.S. (2004) Fermentation Characteristics of Rice-Grape Wine Fermented with Rice and Grape, J. Korean. Food Sci. Technol., 36, 616-623
 20. Cartledge, T.G., Drijver, D., Hass, J.S., Jenkinns, R.O. and Middelbeek, E.J. (1992) In vitro cultivation of micro-organism, Butterworth-Heinemann Ltd., UK. p.54-61
 21. Yu, K.W. (2000) Production of the useful metabolites through bioreactor culture of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer), Major in Hort. Sci. Depart. Hort. Grad. School, Chungbuk Nation. Univ.
 22. Jung, E.H., Lee, M.J., Kang, G.J., Moon, H.S., Yoo, B.O., Hwang, J.G. and Jang, J.S. (1992) Simultaneous analysis of ethanol and harmful components by GC in alcoholic liquors, Korean J. Food Hygiene., 7, 45-48
 23. Kim, J.Y., Min, Y.K. and Yoon, H.S. (2000) Flavor changes of Daechusul during storage, Food Engin. Prog., 4, 45-50
 24. Kim, J.S., Sim, J.Y. and Yook, C. (2001) Development of red wine using domestic grapes, *Campbell Early* Part (1) - Characteristics of red wine fermentation using Campbell Early and different sugars, J. Korean. Food Sci. Technol., 33, 319-326
 25. Iverson, J. (2000) Home wine making step by step, A guide to fermenting wine grapes, 3rd ed. Stonemark Publishing Co.
 26. Joo, H.K., Jung, D.K. and Kim, N.D. (1991) Changes of composition during storage of ginseng drink product, J. Korean Agric. Chem. Soc., 34, 339-343
 27. Roh, S.K., Song, J.S. and Park, K.H. (2001) Alcohol fermentability of insam starch and characteristics of insam wine, Food Engin. Prog., 4, 43-51

(접수 2005년 5월 10일, 채택 2005년 7월 15일)