

고추를 첨가한 발아현미 술의 품질특성

박찬순¹ · 오은희² · 정현상³ · 윤향식^{4*}

¹농촌진흥청, ²충북보건의료센터
³충북대학교 식품공학과, ⁴충북농업기술원

Quality Characteristics of the Germinated Brown Rice Wine Added with Red Pepper

Chan Soon Park¹, Eun Hee Oh², Heon-Sang Jeong³, and Hyang-Sik Yoon^{4*}

¹Rural Living Division, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-707, Korea

²Chungbuk Health Industry Center, Chungbuk 363-883, Korea

³Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

⁴Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Service, Chungbuk 363-883, Korea

Abstract

This study is to develop wine with germinated brown rice and red pepper (*Capsicum annuum*) and to make effective use of the rice and red pepper. The results of alcohol fermentation were as follows. pH 5.5 was decreased to 4.5~5.1 during fermentation. The total acidity was changed from 0.56% in initial fermentation to 0.96~1.42% in after fermentation. Reducing sugar was changed from 0.27% in initial fermentation to 1.33~1.40% at the end of the fermentation. The ethanol content was 16.6~17.0% at the end of the fermentation. The addition of 10~50% red pepper did not have influence on the fermentation. From Hunter's L, a, and b values, a (redness) and b (yellowness) value were increased according to content of red pepper addition. The major volatiles were ethyl acetate, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-butanol and benzeneethanol. Capsaicin content in the samples of red pepper addition was the highest in 50% and the lowest in 10%. In sensory evaluation, the wine with 20% red pepper had the highest acceptance scores in all of the properties examined than those of other samples.

Key words: germinated brown rice, red pepper, wine

서 론

식생활의 변화에 따라 쌀의 소비는 감소되고 재고미는 증가하여 쌀을 이용한 가공식품 개발의 필요성은 확대되고 있으나 우리나라의 쌀 소비 형태는 전체 쌀 생산량의 95% 이상이 밥으로 소비되고 있으며 가공용은 주류를 포함해서 5% 내외에 머물고 있는 실정이다(1). 발아현미는 현미를 싹틔운 것으로 현미의 배아부분이 싹트기 시작하면 단백질의 가수분해효소로 부분적으로 분해되어 유리아미노산이 증가하는 동시에 그 안의 glutamate decarboxylase의 작용으로 GABA(γ -aminobutyric acid)로 변환된다(2).

GABA는 중추신경계의 주된 억제성 신경전달물질로 알려진 비단백태 아미노산으로, 혈압강하, 통증완화, 뇌신경의 흥분 억제, 뇌의 혈류를 원활하게 하여 뇌에 산소운반을 증가시켜 뇌세포의 대사를 촉진하고 뇌기능을 활발하게 한다(3-5).

고추의 학명은 *Capsicum annuum*이며 많은 양의 조지방,

조섬유 이외에 glucose, sucrose 등의 당과 amino acid, mineral, vitamin C, carotenoids 등이 풍부하며, 식품의 관능적 품질에 기여하는 capsanthin, β -carotene, capsorubin 등의 색소와 alkyl methoxy pyrazinase 등의 aroma stimuli, capsaicin, dihydrocapsaicin 등의 pungency stimuli 등이 함유되어 있다(6).

고추의 매운맛 성분인 capsaicin은 체지방 축적과 체중의 증가를 억제하며 체내흡수가 빠르고 중추신경을 자극하여 부신수질 호르몬의 방출이 많아져 에너지 대사가 촉진된다(7). 고춧가루 또는 매운맛 성분 capsaicin 투여는 대장암 및 폐암에 대해 항암효과가 있다고 보고하고 있다(8,9).

한편, 쌀과 특산물을 이용한 술에 관한 연구로는 탁주(10-12), 약주(13), 소주(14), 홍자두발효주(15), 손바닥선인장주(16), 복숭아주(17) 등이 있지만 발아현미와 고추를 이용한 발효주에 관한 연구는 없다. 따라서 본 연구는 발아현미와 고추를 이용하여 술을 제조한 후 품질특성을 조사하였다.

*Corresponding author. E-mail: aroma67@korea.kr
Phone: 82-43-220-8373, Fax: 82-43-220-8419

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용한 발아현미는 (주)미력(경기도 여주, 한국)에서 구입하여 사용하였고, 고추는 충북 괴산지역에서 재배하여 2005년도 수확한 생홍고추(품종: 왕대박)를 구입하여 사용하였다. Capsaicin standard는 Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서, dihydrocapsaicin standard는 Sigma사(St. Louis, MO, USA)로부터 90% 이상 순도의 시약을 구입하여 사용하였으며 acetonitrile과 water는 HPLC급을 구입하였고 그 외의 분석용 시약은 Sigma사에서 구입하여 사용하였다. 본 실험에 사용한 생전분 분해효소제와 효모는 한국효소주식회사(Gyeonggi, Korea)에서 구입한 대한민국 바이오누룩-R을 사용하였다.

술 담금 및 발효

술 제조 시 발아현미는 세척하여 2시간 동안 물에 침지한 후 1시간 동안 물 빼기를 하여 분쇄한 후 사용하였으며 고추는 세척하여 물기를 제거하고 꼭지를 따낸 후 믹서에 갈은 생고추를 사용하였다. 술의 발효기간은 총 8일로 1단 담금에서는 발아현미 1 kg, 생전분 분해효소 20 g, 효모 7 g, 증류수 1,500 mL를 10 L 유리항아리에 넣어 6개의 처리구를 만들어 25°C에서 2일간 발효시켰다. 2단 담금에서는 발아현미 2 kg, 생전분 분해효소 40 g과 증류수 3,000 mL를 각각의 처리구에 넣었으며 고추를 2단 담금 시 사용한 발아현미 량의 10%, 20%, 30%, 40%, 50% 첨가하여 25°C에서 6일 동안 더 발효시켰다.

pH, 총산

pH 측정은 시료 10 mL를 취하여 pH meter(Thermo Orion, Beverly, MA, USA)로 측정하였으며 총산은 증류수 50 mL를 가하고 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH용액으로 중화 적정하여 초산으로 나타내었다(18).

환원당

환원당은 시료를 10배로 희석하여 DNS법(19)으로 측정하였으며 표준물질 glucose를 0.2% 농도로 조제하여 작성한 검량곡선으로부터 환산하였다.

에탄올 농도

술덧 100 mL와 증류수 100 mL을 500 mL 플라스크에 넣고 증류장치를 이용하여 증류액 80 mL를 받은 후 증류수로 100 mL가 되도록 채운 다음 주정계로 에탄올 농도를 측정하였으며 Gay-Lussac 주정환산표에 의하여 15°C로 보정하였다(20).

색도

색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 투과에 의한 명도(L)와 색도(a, b)를 측정하여 Hunter's

color로 나타내었으며, 대조구로는 증류수를 사용하였다.

향기성분 분석

향기성분은 고추를 첨가한 발아현미 술 10 mL을 headspace용 20 mL vial에 담아 headspace autosampler(Agilent 7694E, Agilent Technologies, Wilmington, DE, USA)로 추출하였다. 추출조건은 80°C 온도에서 30분 동안 평형화시켰으며 GC/MS에 상부공간의 향기성분 추출액 1 mL를 1분 동안 주입하였다. 내부표준물질로는 4-methyl-2-pentanol를 사용하여 시료량에 20 ppm이 되도록 첨가하여 추출하였다. GC/MS는 Agilent사의 6890 N/5973 N MSD를 이용하였고 칼럼은 FFAP(30 m×25 m×0.2 μm, Agilent Technologies)를 사용하였다. 오븐 온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 5°C로 220°C까지 상승시켰으며 이 온도에서 1분간 유지하였다. 주입구의 온도는 250°C로 하였으며 carrier gas는 헬륨을 사용하였고 칼럼유속은 1 mL/min로 하였다(21). 화합물의 동정은 GC-MS로 얻은 mass spectrum을 Wiley 275L data base로 검색하여 동정하였다.

Capsaicinoids 분석

시료는 원심분리한 후 0.45 μm filter를 통과시킨 다음 HPLC용 시료로 사용하였다. HPLC는 Agilent사의 HP 1100 series를 사용하였으며 칼럼은 HP Eclipse XDB-C18(2.1×150 mm), 이동상은 acetonitrile과 water를 50:50(v/v)으로 혼합하여 0.8 mL/min의 유속으로 흘려보낸 후 UV(Agilent Technologies) 280 nm에서 검출하였으며 capsaicinoid 함량은 capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량의 합으로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 색, 향, 단맛, 신맛, 매운맛, 전반적인 기호도에 대하여 충북농업기술원 연구원 5명에게 술에 대한 차이식별 검사법을 훈련시킨 다음 9단계 기호 척도법으로 평점하게 하였다. 고추를 첨가한 발아현미 술은 발효를 완료한 후 여과하고 증류수를 첨가하여 에탄올 함량 12%로 희석하여 제시하였으며, 아주 나쁘다 1점, 아주 좋다 9점으로 평가하였다.

통계분석

관능검사의 결과분석은 Package window용 SAS(Statistical Analysis System) rel. 6.12 통계 프로그램을 이용하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시하였고, Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH, 총산 함량의 변화

고추 첨가량을 달리한 발아현미 고추술의 발효과정 중 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 발효초기 pH는 5.5이었으며 발효가 진행되면서 감소하여 3일째 4.5~4.8로 최저점을 보인 후 완만하게 증가하는 경향을 나타내었으며 처리 간 큰 차이는

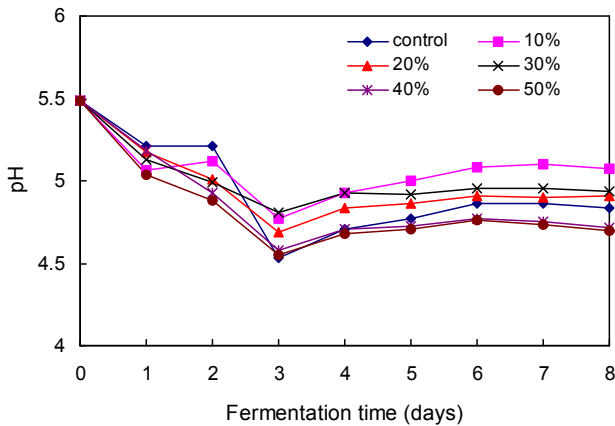


Fig. 1. Changes in pH during fermentation with germinated brown rice and red pepper. Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

없었다. 이는 Shon 등(10)의 무증자 알코올 발효초기 6.0과 발효완료 시 5.0이 되었다는 보고와 유사하였으나 Lee 등(11)의 주모 첨가 멥쌀주의 3.7, 찹쌀주 3.8, 보리쌀주 3.6, 밀가루주 3.5보다는 약간 높은 결과를 나타내었다. 알코올발효 기간 중의 총산의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효초기 총산 함량은 0.56%이었고, 고추를 첨가한 2단 담금 직후 대조구와 10%, 20% 첨가구는 급격히 감소한 후 증가하였으나 30%, 40%, 50% 첨가구는 지속적인 증가 경향을 나타내었다. 이는 Shon 등(10)과 Min과 Cho(22)의 결과와 유사하였다. 발효완료 후 총산 함량은 고추첨가량이 증가함에 따라 0.98%에서 1.42%로 증가하였으며 이는 고추에 함유된 유기산 함량에 의한 것으로 생각된다(23).

환원당의 변화

알코올발효에 따른 환원당의 변화는 Fig. 3과 같다. 발효초기의 환원당은 0.27%를 나타내었으며, 2단 담금 직후 2일

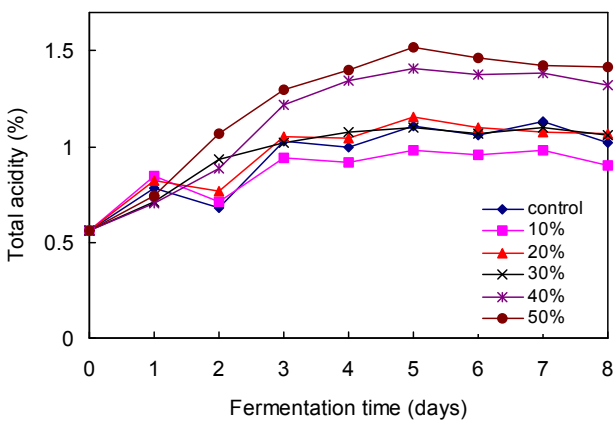


Fig. 2. Changes in total acidity during fermentation with germinated brown rice and red pepper. Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

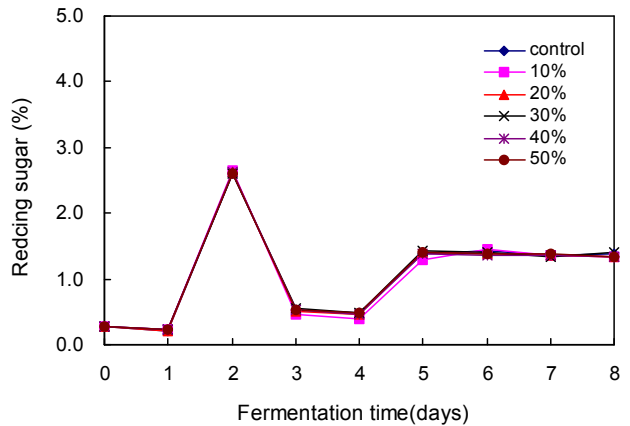


Fig. 3. Changes in reducing sugar during fermentation with germinated brown rice and red pepper. Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

째 2.60~2.63%로 급격히 증가한 후 발효 3일과 4일째에 0.38~0.55%로 급격히 감소한 값을 나타내었고 발효 5일째 1.29~1.42%로 증가한 후 발효완료 시까지 비슷한 값을 유지하였으며 고추첨가에 따른 처리구간 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 발효기간에 따른 환원당의 변화는 2단 담금에 의해 전분과 전분분해효소가 첨가됨에 따라 일시적으로 급격히 증가하였으며, 알코올 생성속도가 가장 빠른 발효 3일과 4일째 알코올 생성을 위해 환원당이 급격히 소모된 것으로 생각된다. 이는 Lee 등(11)이 발효 후 1.3%의 환원당 함량을 나타내었다는 보고와 유사하였으며 Bae 등(16)의 2단 담금 후 환원당의 변화가 거의 없었다는 보고와는 다소 차이가 있다.

에탄올함량 변화

고추의 첨가량에 따른 발아현미 술의 발효 중 에탄올함량 변화는 Fig. 4와 같다. 발효 1일째 처리구별 4.5~5.9%의 에

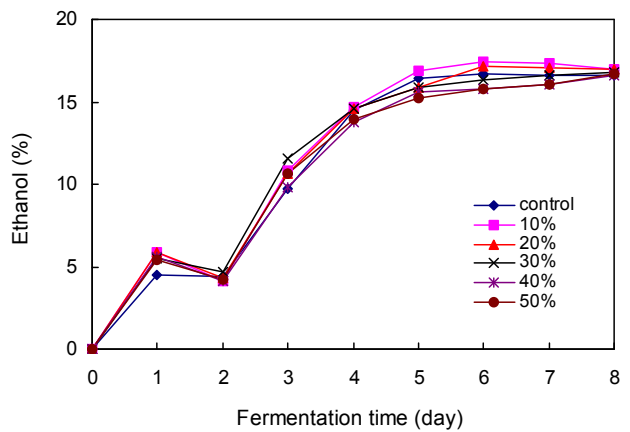


Fig. 4. Changes in ethanol content during fermentation with germinated brown rice and red pepper. Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

Table 1. Changes in color during fermentation with germinated brown rice and red pepper

Sample ¹⁾	Fermentation time (day)							
	2 days		8 days		2 days		8 days	
	L ²⁾		a		b			
Control	64.72±1.33 ³⁾	68.72±0.22	0.73±0.04	0.01±0.02	19.42±0.12	26.38±0.08		
10%	69.78±2.29	63.78±0.16	3.06±0.05	10.24±0.07	25.36±0.43	42.99±0.20		
20%	51.33±0.97	53.03±0.76	10.87±0.04	18.84±0.08	39.26±0.20	53.47±0.43		
30%	43.99±5.07	47.46±0.50	13.51±0.91	24.48±0.17	43.83±3.50	62.51±0.56		
40%	56.84±1.93	54.28±1.22	9.47±0.12	22.51±0.29	41.81±0.80	62.45±0.98		
50%	48.26±0.97	43.32±0.64	22.05±0.14	28.13±0.23	55.15±0.41	67.06±0.80		

¹⁾Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

²⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness.

³⁾Values are mean±SD (n=3).

탄올함량을 보였으며, 2단 담금 직후 약간의 감소를 나타내었고, 발효완료 시점인 8일째에 16.6~17.0%의 에탄올함량을 나타내었다. 이는 Lee 등(11)의 멥쌀주 11.6%, 찹쌀주 11.1%, 보리쌀주 10.1%, 밀가루주 9.8%보다는 높게 나타났으며 Shon 등(10)의 무증자 탁주 16%와는 비슷하였다. 발효기간에 따른 처리간 에탄올 함량은 고추 첨가량이 증가할수록 약간 낮은 에탄올함량을 보였으나 고추 첨가가 알코올발효에 큰 영향은 주지 않은 것으로 생각된다.

색도의 변화

고추 첨가 시기인 발효 2일째(2단 담금 직후)의 색상과 알코올발효 완료 후의 색상변화는 Table 1과 같다. L(명도) 값은 발효초기에 44.0~69.8로 대조구와 고추 10% 첨가구가 높은 값을 보였으며, 발효완료 시는 43.3~68.7 값으로 발효초기보다 약간 감소하거나 증가하였으며 대조구가 68.7로 가장 높은 값을, 고추 50% 첨가구가 43.3으로 가장 낮은 값을 나타내었으나 고추 첨가량에 따라 일정한 증가와 감소는 나타내지 않았다. 고추 10~50% 첨가구의 a값(적색도)은 발효초기에 3.1~22.1, 발효완료 시 10.2~28.1로 발효가 진행하면서 증가하였으며, 고추 첨가량의 증가는 적색도를 증가시켰다. 복숭아주(17), 찹쌀주(11)는 발효완료 시 a값(적색도)이 약간 상승하고, 홍자두 발효주(15)는 23.7로 30% 고추 첨가구 24.5와 비슷하였다. b값(황색도)은 발효초기 대조구가 19.4로 가장 낮은 값을 나타내었고 50% 첨가구가 55.2로 가장 높은 값을 나타내었으며 발효완료 시에는 26.4~67.1로 발효초기에 비해 크게 증가하였다. 또한 고추 10~50% 첨가구의 b값은 홍자두 발효주(15)의 34.1보다 높았다. Park(24)은 고추의 색소는 여러 가지 카로티노이드로 구성된 색소로 지용성 용매에 녹으며 pH에는 안정하고 산소 및 광에 민감한 것으로 보고하였다. 그러므로 고추술의 저장이나 유통시 고려해야 할 것으로 생각된다.

향기성분의 변화

고추 첨가량에 따른 발아현미술의 발효 중 향기성분 변화는 Table 2와 같다. 술의 향기성분은 headspace 방법으로 전처리한 후 GC/MS로 정성하였다. 정성된 화합물 중 주요 성분은 ethanol 외에 5가지로 ethylacetate, 3-methyl-1-

butanol, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol과 benzeneethanol 등이다.

Ethyl acetate는 발효가 진행됨에 따라 급격하게 증가하는 경향이었으며 발효 5일째 이후에는 완만하게 증가 또는 감소하였다. 본 연구에서 발효완료 시 농도는 337.5~489.3 ppm의 범위에 속하였으며 대조구인 발아현미술에 비해 고추 첨가 술에서 모두 높게 나타났다. 이는 전통소주인 안동소주, 문배주, 이강주의 술덧 및 소주(14)에 비해 높은 값이며 전통약주인 백하주, 녹파주, 동동주, 청명주에서 28.52~62.04 ppm을 나타내었다는 보고(13)에 비해 높은 함량을 나타내었다. 이는 시료 전처리 방법과 정성 및 정량방법에 따른 차이로 생각된다.

Fusel oil은 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol로 구성되어 있으며 원료 중 아미노산으로부터 알코올발효 시에 효모에 의한 탈아미노 반응과 탈 카르복시 반응에 의해 생성된다(14). 이러한 fusel oil은 wine의 향기성분(13)과 알코올음료제품에 공통적으로 발견되는 휘발성 화합물로 알려져 있다(25). 1-Propanol은 발효 4일째부터 검출되었으며 발효가 진행됨에 따라 약간 증가하거나 감소하는 등 처리 간에 일정한 경향을 나타내지 않았으며 발효완료 시의 농도는 62.4~103.9 ppm 범위를 나타내었다. 이와 같은 결과는 전통 약주 6개의 1-propanol 함량이 30.44~73.74 ppm의 범위보다 약간 높거나 유사한 값을 나타내었다(13). 2-Methyl-1-propanol은 발효 4일째에 검출되었으며 발효가 진행됨에 따라 약간 감소하거나 증가하는 경향을 나타내었다. 발효완료 시 2-methyl-1-propanol의 함량은 대조구 23.44 ppm에 비해 전반적으로 낮은 43.2~159.2 ppm의 범위를 나타내었으며 처리 간에 일정한 경향을 나타내지 않았다. 이와 같은 결과는 Jung 등(13) 보고에서도 일반적으로 1-propanol에 비해 높은 값인 72.12~194.21 ppm을 나타내었으나 일부 멥쌀과 찹쌀을 이용한 약주에서 12.56 ppm과 24.72 ppm을 나타내어 1-propanol에 비해 낮은 값을 나타낸 보고와 유사하였다. 3-methyl-1-butanol은 1단 담금 2일째에 459.4~609.7 ppm으로 가장 높은 값을 나타내었으며 2단 담금 직후인 발효 3일째 감소한 후 완만하게 증가하는 경향

Table 2. Changes in volatile compounds during fermentation with germinated brown rice and red pepper (ppm)

Compounds	Sample ¹⁾ (%)	Fermentation time (day)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ethyl acetate	Control	42.6	71.9	171.7	229.3	262.1	312.9	353.3	329.9	337.5
	10	42.6	69.2	180.2	224.4	288.6	399.5	291.2	349.8	426.2
	20	42.6	49.1	165.0	293.5	279.9	386.3	355.7	325.7	489.3
	30	42.6	51.9	189.1	236.4	270.3	335.6	325.5	376.3	417.2
	40	42.6	80.8	187.2	328.3	261.5	331.2	360.7	411.1	391.3
	50	42.6	69.2	160.1	315.7	255.6	280.8	368.5	403.0	383.1
1-Propanol	Control	—	—	—	—	74.4	77.5	88.1	81.5	83.7
	10	—	—	—	—	80.5	88.7	69.4	78.7	95.8
	20	—	—	—	—	73.1	82.2	79.2	67.4	103.9
	30	—	—	—	—	80.5	87.1	79.3	84.1	93.8
	40	—	—	—	—	63.2	61.8	67.5	89.8	62.4
	50	—	—	—	—	63.0	59.8	64.3	77.0	91.5
2-Methyl-1-propanol	Control	—	—	—	—	123.5	246.0	297.1	66.0	230.2
	10	—	—	—	—	248.4	271.1	188.0	237.7	128.4
	20	—	—	—	—	48.5	168.2	171.5	148.6	106.3
	30	—	—	—	—	132.0	38.5	156.0	60.5	43.2
	40	—	—	—	—	140.1	131.3	162.1	91.5	159.2
	50	—	—	—	—	139.3	123.0	152.0	46.7	40.4
3-Methyl-1-butanol	Control	28.1	400.1	536.2	465.6	429.8	445.0	512.2	445.4	459.8
	10	28.1	390.6	568.0	453.1	465.5	497.1	365.7	452.0	495.5
	20	28.1	358.2	555.0	249.7	298.6	329.1	299.9	262.3	357.1
	30	28.1	350.8	609.7	269.2	325.3	342.8	316.5	340.6	370.1
	40	28.1	495.8	576.0	212.6	238.5	242.4	261.0	330.6	253.7
	50	28.1	259.9	459.4	216.0	238.7	215.0	260.1	263.1	360.3
Benzeneethanol	Control	—	—	—	—	12.5	4.3	5.1	7.3	7.1
	10	—	—	—	—	4.6	4.0	3.8	10.5	12.3
	20	—	—	—	—	1.5	1.1	1.1	2.4	20.4
	30	—	—	—	—	1.2	3.0	2.2	5.5	4.9
	40	—	—	—	—	0.9	0.9	1.4	12.4	1.3
	50	—	—	—	—	1.6	1.2	1.7	2.7	3.0

¹⁾Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

을 나타내었다. 고추를 첨가한 2단 담금 직후인 3일째에 대조구와 고추 10% 첨가구의 3-methyl-1-butanol의 함량은 감소폭이 적게 나타났으나 고추 20% 이상 첨가구에서 감소폭이 크게 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 발효완료 시의 농도도 대조구 459.8 ppm, 10% 첨가구 495.5 ppm으로 높은 값을 나타내었으며 고추 첨가량이 20% 이상일 때 253.7 ppm에서 370.1 ppm으로 낮은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 고추 첨가가 3-methyl-1-butanol의 향기성분 생성에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 전통약주인 백하주는 418.14 ppm, 녹파주는 870.55 ppm, 청명주는 925 ppm, 멥쌀 약주는 94.18 ppm(13), 안동소주와 문배주는 각각 357 ppm과 436 ppm이라는 보고와 유사하거나 약간 낮은 값으로 이와 같은 차이는 제조 원료와 방법에 따른 차이로 생각된다. Benzeneethanol은 발효 4일째 검출되어 발효완료 시 대조구가 7.1 ppm, 고추 첨가 10%가 12.3 ppm, 20%가 20.4 ppm으로 가장 높은 값을 보였으며, 고추첨가 30~50%에서는 1.3~4.9 ppm으로 약간 낮은 값을 나타내었다. 이 향기성분은 탁주술덧(12)에서 24~70 ppm, 전통소주(14)에도 0.1~0.4 peak area %를 나타내었다.

Capsaicinoids의 변화

고추 첨가량에 따른 알코올발효 중 capsaicinoids의 함량은 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량의 합으로 Fig. 5와 같

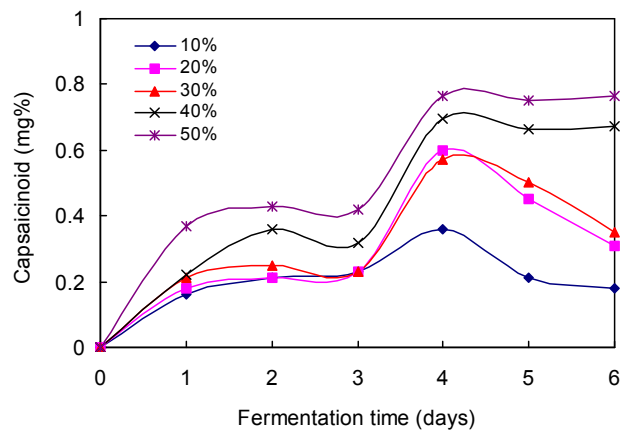


Fig. 5. Changes in capsaicinoids during 2nd stage fermentation with germinated brown rice and red pepper. Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

Table 3. Sensory quality of germinated brown rice wine added with red pepper

Sample ¹⁾	Color	Flavor	Sweet taste	Sour taste	Pungency	Overall taste
Control	5.8 ^a	6.7 ^{ab}	7.3 ^a	5.7 ^a	4.3 ^a	6.2 ^b
10%	5.4 ^a	6.8 ^a	6.9 ^a	5.7 ^a	4.8 ^a	6.4 ^{ab}
20%	5.9 ^a	6.4 ^{abc}	6.3 ^b	5.3 ^a	5.8 ^a	7.2 ^a
30%	6.1 ^a	6.2 ^{abc}	4.6 ^c	4.7 ^a	6.0 ^a	5.8 ^b
40%	6.2 ^a	4.8 ^{bc}	4.4 ^c	5.1 ^a	5.0 ^a	4.7 ^c
50%	6.3 ^a	4.7 ^c	4.8 ^{bc}	4.9 ^a	4.6 ^a	4.6 ^c
F-value	0.19	2.35 [*]	4.83 ^{**}	0.71	0.88	10.92 ^{**}

¹⁾Control: germinated brown 100% wine, 10%: red pepper 10% wine, 20%: red pepper 20% wine, 30%: red pepper 30% wine, 40%: red pepper 40% wine, 50%: red pepper 50% wine.

Scores of attributes evaluated by very poor (1 point) to very good (9 point).

^{a-c}Different superscripts within a column indicate significantly different by Duncan's multiple range test. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

다. 고추 매운맛의 85~98%는 capsaicinoids로 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 차지하고 있다(26). 고추를 첨가한 2단 담금 1일째 capsaicin 함량은 0.16~0.37 mg%로 고추 첨가량과 비례하였다. 이때 에탄올 함량은 9.7~11.58%였다. 2단 담금 3일까지 capsaicin 변화가 거의 없으며, 4일째 큰 폭으로 증가하여 0.36~0.72 mg%로 발효기간 중 최고함량을 나타내었으며, 이때의 에탄올은 15.8~17.4%의 농도로 10%, 20% 첨가구는 알코올 발효기간 중 에탄올 함량이 최고 정점이었다. 2단 담금 5일째부터는 고추 10~30% 첨가구에서 capsaicin이 감소하였으며, 40~50% 첨가구는 거의 변화가 없었다. 발효완료 시 capsaicin 함량은 고추 10% 첨가구가 가장 낮은 0.18 mg%, 50% 첨가구가 가장 높은 0.72 mg%로 고추 첨가량의 증가와 비례하였다.

Dihydrocapsaicin의 함량은 10~20% 첨가구는 발효완료 시까지 검출되지 않았으며, 30~50% 첨가구에서는 2단 담금 4일째부터 검출되었으며, 발효완료 시에는 30% 첨가구는 검출되지 않았고, 40%, 50% 첨가구에서 각각 0.02 mg%, 0.04 mg%를 나타내었다.

이러한 결과에 따라서 capsaicinoids는 2단 담금 1일째 고추 첨가량에 따라 0.16~0.37 mg% 구간을 보이며, 알코올발효 완료 시에는 0.18~0.76 mg%의 함량을 나타내어 고추 첨가량과 비례하였다. Capsaicinoids는 alcohol, ether, benzene 등의 유기용매에 용해되며 발효가 진행됨에 따라 capsaicinoids의 함량이 증가한 것은 알코올발효로 인한 에탄올 함량의 증가로 capsaicinoids의 용출을 용이하게 한 것이라고 생각된다.

관능검사

고추첨가량을 달리하여 발효시킨 발아현미 술의 관능검사 결과는 Table 3과 같다. 색에 대한 기호 평가에서는 5.4~6.3점으로 10% 첨가구가 가장 낮고, 50% 첨가구가 가장 높은 점수를 얻었으며 고추 첨가량이 많을수록 높은 기호도를 보였지만 통계적으로 유의차가 없는 것으로 나타났다. 향에 대한 평가는 고추 첨가량이 증가함에 따라 낮은 기호를 보였으나 대조구와 고추첨가 10%, 20%, 30%까지는 통계적으로

유의차가 없는 것으로 나타났다. 고추 첨가량의 증가는 향에 대한 기호에 나쁜 영향을 미치는 것으로 생각된다. 단맛에 대한 평가는 4.4~7.3점으로 시료 간 유의차가 있는 것으로 나타났으며 대조구인 고추 무첨가구가 가장 높게, 40% 고추 첨가구가 가장 낮은 점수를 보였으며 고추 첨가량이 높을수록 기호도가 감소하였다. 신맛과 매운맛은 처리 간 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났으며 이는 신맛은 시료 간 큰 차이가 없고, 매운맛은 관능검사 시 쉽게 감각이 무디어지기 때문으로 생각된다. 전반적인 기호도는 고추 첨가 20%가 가장 우수하였으며 처리 간 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났으며 고추 첨가 50%가 가장 낮게 나타났다.

요 약

본 연구는 발아현미와 고추를 이용하여 2단 담금으로 발효주를 제조한 후 pH, 총산, 환원당, 색도, 향기성분을 분석하고 관능검사를 실시하였다. pH는 발효 초기 5.5에서 발효가 진행되면서 감소하여 발효완료 된 8일째 4.5~5.1을 나타내었으며, 총산은 발효초기 0.56%에서 발효완료 후 0.96~1.42%를 나타내었다. 환원당은 발효초기 0.27%에서 발효완료 후 1.33~1.40%를 나타내었으며, 에탄올 함량은 발효완료 후 16.6~17.0%이었으며 고추 10~50%의 첨가는 알코올 발효에 크게 영향을 주지 않았다. L(명도)값은 고추 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, a(적색도)값과 b(황색도)값은 고추 첨가량에 따라 증가하였다. 알코올발효 과정 중 검출된 주요한 향기성분은 ethyl acetate, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-butanol, benzeneethanol이었다. 고추 첨가량에 따른 알코올발효 완료 후 capsaicin 함량은 고추 첨가량의 증가에 따라 증가하였으며 고추 50% 첨가구가 가장 높은 0.72 mg%이고, 10% 첨가구가 가장 낮은 0.18 mg%이었으며, dihydrocapsaicin은 10~30% 첨가구에서는 검출되지 않았으며 40%, 50%에서 각각 0.02 mg%, 0.04 mg% 검출되었다. 전반적인 기호도는 고추 20% 첨가구가 가장 우수하였으며 50% 첨가구가 가장 낮은 선호도를 보였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 고추특화작목연구개발과제의 연구 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문헌

1. Ministry of Agriculture and Forestry. 1998. *Crops Statistics*. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea.
2. Tompson JF, Pollard JK, Steward JC. 1952. Investigations of nitrogen compounds and nitrogen metabolism in plants. III. γ -aminobutyric acid in plants, with special reference to the potato α -amino acids. *Plant Physiol* 27: 401-414.
3. Mody IY, Dedoninck TS, Soltesz OI. 1994. Bringing the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci* 17: 517-525.
4. Krosggaard-Larsen P. 1989. GABA receptors. In *Receptor pharmacology and function*. Williams M, Glennon RA, Timmermans PMWM, eds. Marcel Dekker Inc., New York, USA. p 349-383.
5. Nakawa K, Onota A. 1996. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ. *Food Processing* 31: 43-46.
6. Farrell KT. 1981. *Spices, condiments and seasonings*. AVI, New York, USA. p 3.
7. Chang UJ, Kim DG, Kim JM, Suh HJ, Oh SH. 2003. Weight reduction effect of extract of fermented red pepper on female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 479-484.
8. Kang JY, Alexander B, Baker F, Man WK. 1992. The effect of chilli ingestion on gastrointestinal mucosal proliferation and azoxymethane induced cancer in the rat. *J Gastroenterol Hepatol* 7: 194-198.
9. Jang JJ, Kim SH, Yun TK. 1989. Inhibitory effect of capsaicin on mouse lung tumor development. *In Vivo* 3: 49-54.
10. Shon SK, Rho YH, Kim HJ, Bae SM. 1990. Takju brewing of uncooked rice starch using rhizopus koji. *Kor J Appl Microbiol Biotech* 18: 506-510.
11. Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. 1996. Quality characteristics of mash Takju prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28: 330-336.
12. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile flavor components in mash of Takju prepared by using different Nuruks. *Korean J Food Sci Technol* 29: 563-570.
13. Jung JH, Jung ST. 1987. Comparison of the aroma components in the Korean traditional Yakjus. *J Korean Agric Chem Soc* 30: 264-271.
14. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. 1995. Volatile components and fusel oils of Sojues and mashes brewed by Korean traditional method. *J Food Sci Technol* 27: 235-240.
15. Seo SB, Han SM, Kim JH, Kim NM, Lee JS. 2001. Manufacture and physiological functionality of wines and liquors by using plum (*Prunus salicina*). *Korean J Biotechnol Bioeng* 16: 153-157.
16. Bae IY, Yoon EJ, Woo JM, Kim JS, Lee HG, Yang CB. 2002. The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 11-17.
17. Chung JH, Mok C, Lim S, Park YS. 2003. Changes of physicochemical properties during fermentation of peach wine and quality improvement by ultrafiltration. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 506-512.
18. Jeong YJ, Seo KI, Kim KS. 1996. Physicochemical properties of marketing and intensive persimmon vinegars. *J East Asian Dietary Life* 6: 355-363.
19. Lechsinger WW, Cornesky RA. 1962. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. *Anal Biochem* 4: 346-347.
20. National Tax Service Technical Service Institute. 1999. *Alcoholic liquors analytical rule: National Tax Service Technical Service Instructions*. National Tax Service Technical Service Institute, Korea. p 37-38.
21. Jeong JY, Woo KS, Hwang IG, Yoon HS, Lee YR, Jeong HS. 2007. Effects of heat treatment and antioxidant activity of aroma on garlic harvested in different cultivation areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1637-1642.
22. Min YK, Cho JG. 1994. Fermentation characteristics of some medicinal herb rice wine. *Korean Agric Chem Soc* 37: 175-181.
23. Jeong CH, Shim KH. 2001. Chemical components of unripe red and green pepper. *J Agric Life Sci* 35: 39-45.
24. Park TY. 1991. Studies on changes of color components of red pepper during storage and processing. *MS Thesis*. Kyunghee University, Seoul.
25. Martin GE, Burggraff JM, Dyer RH, Busceni DC. 1981. Gas-liquid chromatographic determination of congeners in alcoholic products with confirmation by gas chromatography/mass spectrometry. *J Assoc Off Anal Chem* 64: 186-190.
26. Scoville WL. 1912. Note on capsicum. *J Am Pharm Assoc* 1: 453.

(2009년 5월 18일 접수; 2009년 7월 10일 채택)