Korean J. Food Preserv.
Vol. 13, No. 4. pp. 490-494, August 2006

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

떫은감 '청도반시'의 알코올 발효조건 모니터링

이수원 · 이오석 · 장세영[1] · 정용진[1] · 권중호†
경북대학교 식품공학과
[1]계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸덱스

Monitoring of Alcohol Fermentation Condition for '*Cheongdobansi*' Astringent Persimmon (*Diospyros kaki* T.)

Su-Won Lee, Oh-seuk Lee, Se-Young Jang[1], Yong-Jin Jeong[1] and Joong-Ho Kwon†
Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[1]*Department of Food Science and Technology Keimyung University, and Keimyung Foodex Co., Daegu 704-701, Korea*

Abstract

Alcohol fermentation conditions were investigated using '*Cheongdobansi*' astringent persimmon (*Diospyros kaki* T.) for the study of persimmon wine and distilled liquor. The optimal yeast strain for '*Cheongdobansi*' astringent persimmon alcohol fermentation was *Saccharomyces kluyveri* DJ97, which showed 10.8% of alcohol concentration, 96.25% of alcohol yield, and 935 ppm of methanol. The initial conditions of 22 °Brix and 120%(v/w) water addition resulted in the highest alcohol concentration of 10.7%. The alcohol concentration was higher in pectinase non-treated samples than in pectinase-treated samples. Lower concentrations of acetaldehyde and n-propanol were measured for the pectinase-treated sample than for the non-treatment samples. However, the methanol concentration of the pectinase-treated sample was higher than that of the pectinase non-treatment sample.

Key words : *Cheongdobansi*, astringent persimmon, alcohol fermentation, pectinase, methanol

서 론

감나무(*Diospyros Kaki*, T.)는 아열대로부터 온대에 이르는 넓은 지역에 재배되고 있다. 감의 주요 원산지는 한국, 중국 및 일본에 집중되어 있으며, 우리나라의 기후 풍토에 적합하여 중, 북부 및 일부 산간 지방을 제외하고 전국 어디서나 널리 재배되어 왔다(1). 감은 크게 단감과 떫은감으로 구분되며, 단감 생산량은 2002년 199,869톤으로 1980년에 비해 약 33배 증가하였으나 2000년을 정점으로 현재는 감소 추세이다. 떫은감은 1995년에 39,848톤 규모였으나 1997년부터 급격히 생산량이 증가하여 2002년에는 81,247톤으로 1995년에 비해 203% 증가하였다. 특히 경상북도 청도군의 특산물인 청도반시는 2002년도 생산량이 약 24,400톤으로 국내 떫은감 전체 생산량의 약 30%를 차지하고 있다(2). 감과실은 전 세계적으로 크게 재배되지 않는 우리나라 고유의 과실로 국제적 경쟁력이 높을 것으로 예상되지만 감에 대한 수요가 크지 않아 농가소득을 촉진할 만한 수준에는 이르지 못하고 있다. 감과실을 이용한 대표적인 식품으로는 곶감, 연시, 수정과, 건과, 감식초 등(3-5)이 생산되고 있으나, WTO 체제의 출범으로 우리농산물의 국제 경쟁력이 약화되고 있는 시점에서 감의 수요를 증가시키고 가격폭락을 방지하여 농가소득을 증대시키기 위해서는 다양한 제품의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

최근 국내 주류 시장은 큰 변화를 겪고 있으며. 그 중에서도 고가의 브랜드를 선호하는 고급화 지향의 경향으로 인해 위스키와 브랜디 시장의 급속한 성장은 주목할 부분이다. 그러나 국내에서 현재 유통되고 있는 위스키나 브랜디는 대부분 완제품을 수입하거나 원액을 수입한 후 브랜딩 한 것으로 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 국내 감을 이용한 주류 연구로는 곶감주 개발(6), 감과실을 이용한 발효주 제조에 관한 연구(7), 감술 제조에 관한 연구(8) 등이

†Corresponding author. E-mail : jhkwon@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5775, Fax : 82-53-950-6772

보고되었으나 증류주 제조 및 와인을 제조하기 위한 감과실 알코올 발효에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 또한 감과실 증류주는 국내외적으로 아직 개발되지 않고 있으며, 감과실을 이용한 주류의 개발은 프랑스 꼬냑 지방과 같은 독특한 지역특산물화 및 국제적인 관광상품화가 가능할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 경북 청도군의 특산물인 청도반시를 이용하여 감과실 와인 및 증류주 개발을 위한 기초연구로써 씨없는 청도반시의 알코올 발효 조건을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 감과실은 2002년 10월경 경북 청도에서 생산된 떫은감 품종인 청도반시를 홍시로 제조하여 -20℃에서 냉동 보관하고 있는 것을 경북 청도군 경청영농조합법인에서 구입하여 사용하였다.

균주 및 주모배양

알코올발효용 효모는 *Saccharomyces kluyveri* DJ97, *Saccharomyces cerevisiae* LSW14, *Saccharomyces cerevisiae* Wine, *Saccharomyces cerevisiae* Balyoun 1 및 *Saccharomyces cerevisiae* PDA를 계명대학교 발효공학실에서 분양받아 YPD 배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에 접종하여 30℃에서 24시간 배양한 후 4℃에서 보관하면서 사용하였다. 주모 배양은 홍시를 해동하여 homogenizer(HF-93, SMT company, Japan)로 파쇄하고 121℃에서 15분간 살균 후 효모배양액을 각각 5%(v/v) 접종하여 30℃에서 24시간 정치 배양하여 사용하였다(3).

일반 성분의 분석

감과실의 일반성분 분석은 AOAC법(9)에 준하여, 수분함량은 105℃에서 상압가열건조법으로 측정하였으며, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조섬유는 fritted glass crucible method법, 조회분은 직접 회화법으로 측정하여 백분율로 나타내었다. 가용성 무질소물 함량은 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분을 제외한 값으로 구하였다.

균주 선별

감과실의 발효에 적합한 효모를 선별하기 위하여 홍시를 파쇄한 감 펄프액에 pectinase(35,000 μ/g, Kyowa Co., Tokyo, Japan)를 300 ppm(w/w)을 처리한 다음 설탕으로 22 °Brix로 보당한 후 효모 5종을 각각 접종하였다. 상온에서 4일간 정치 배양 후 메탄올 함량이 낮고 알코올 함량 및 발효수율이 가장 높은 균주를 선별하였다.

알코올 발효 조건

초기 당도에 따른 알코올 발효특성을 조사하기 위해서 초기 당도를 15, 20, 22 및 24 °Brix로 조정한 후 30℃에서 4일간 정치 배양하였다. 가수량에 따른 영향은 초기 당도를 22 °Brix로 고정한 후 가수량을 0, 100, 120, 140, 160, 180, 200 및 220%(v/w)로 조정하여 실험하였다. 이때 pectinase 처리에 따른 메탄올 생성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 pectinase를 300 ppm(w/w) 처리하여 알코올발효특성을 조사하였다.

알코올 성분 및 알코올 함량 분석

알코올 함량 및 성분 분석은 국세청기술연구소 주류분석 규정(10)에 따라 분석하였다. 알코올성분은 gas chromatograph (Hewlett packard 6980, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건은 fused silica capillary column(30 m×0.25 mm)를 사용하였고 detector는 FID, injector temperature는 200℃, detector temperature는 230℃, carrier gas는 N_2(60 mL/min)를 사용하였다. 알코올함량은 발효가 끝난 술덧을 100 mL 취하여 증류수 약 50 mL와 혼합하여 증류 플라스크에 넣고 증류를 실시하여 증류액 80 mL를 받아 주정계로 알코올 농도를 측정하고 Gay-Lucsac 표를 이용하여 보정하였다. 이론적 알코올 발효 수율은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{Ethanol yield}(\%) = \frac{\text{Final ethanol concentration}(\%, v/v)}{\text{Initial sugar concentration}(\%, v/v)} \div 0.51 \times 100$$

pH 및 총산 측정

시료의 pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정하여 초산으로 환산하여 나타내었다(11).

환원당 측정

시료의 환원당 함량의 측정은 DNS (dinitrosalicylic acid) 법으로 측정하였다(12). 즉 시료 1 mL에 DNS 시약 3 mL을 첨가하여 95℃에서 5분간 가열하여 발색 시킨 후 실온에서 냉각한 다음 증류수를 첨가하여 546 nm에서 측정하였다. 환원당 함량은 표준 검량 곡선을 사용하여 glucose로 환산하여 계산하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

청도반시의 일반성분을 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다. 즉, 수분 77.52%, 조단백질 0.32%, 조지방 0.14%, 조회분 0.52%, 가용성 무질소물 22%로 각각 나타났다. 이러한 결과는 Kim(13)이 보고한 감의 영양적 성분과 유사하였으

Table 1. Proximate composition of '*Cheongdobansi*' astringent persimmon (*Diospyros kaki*, T.)

Compositions (% dry basis)				
Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Nitrogen-free extract
77.52 ± 3.00[1)]	0.32 ± 0.04	0.14 ± 0.02	0.52 ± 0.01	22.00 ± 0.50

[1)]Mean of triplicates±S.D.

나 수분함량은 낮게 나타났다.

균주 선발

감과실의 발효에 적합한 효모를 선별하기 위하여 효모 5종을 이용하여 알코올 함량 및 알코올 수율을 조사해 보았다. 그 결과 Table 2에 보는 바와 같이 *S. kluyveri* DJ97이 알코올 함량 10.8%, 알코올 수율 96%로 다른 균주에 비해서 높게 나타났으며 다음으로 *S. cerevisiae* LSW14가 알코올 함량 10.6%, 알코올 수율 94%로 나타났다. 알코올 성분의 GC 분석 결과, 메탄올과 fusel oil 함량은 *S. kluyveri* DJ97에서 조금 낮게 나타났으며 균주들 간에 큰 차이는 없었다. 국내 주세법 규정에 증류주 및 브랜디의 메탄올 함량은 1000 ppm 이하(10)로 증류과정에서 메탄올의 함량이 증가하므로 메탄올 생성이 적은 균주가 적합하다. Acetaldehyde는 *S. cerevisiae* PDA에서 55 ppm으로 가장 낮게 나타났으며 *S. kluyveri* DJ97에서는 95 ppm으로 다른 균주에 비해서 낮게 나타났다. 따라서 알코올 함량과 알코올 수율이 가장 높고 메탄올 함량이 낮은 *S. kluyveri* DJ97을 선별하여 실험에 사용하였다.

Table 2. Comparison of alcohol concentration, alcohol yield, acetaldehyde, methanol, and fusel oil concentrations in alcohol fermentation by various yeast strains

Strains	Alcohol concentration(%)	Alcohol yield(%)	Acetaldehyde (ppm)	Methanol (ppm)	Fusel oil (ppm)
S. kluyveri DJ97	10.8±0.1[1)]	96.25±0.2	95±0.1	935±0.2	453±0.2
S. cerevisiae LSW14	10.6±0.2	94.47±0.3	186±0.2	945±0.1	491±0.2
S. cerevisiae Wine	10.1±0.1	90.02±0.4	185±0.3	949±0.2	492±0.3
S. cerevisiae Balyoun 1	10.4±0.2	92.69±0.1	138±0.3	947±0.3	423±0.2
S. cerevisiae PDA	10.2±0.3	90.91±0.5	55±0.2	947±0.2	514±0.3

[1)]Mean of triplicates±S.D.

초기 °Brix에 따른 영향

초기 °Brix를 15, 20, 22 및 24로 조정하여 알코올발효에 미치는 초기 °Brix의 영향을 조사하였다. 그 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 알코올 함량은 초기 °Brix가 높을수록 증가하여 22 °Brix일 때 알코올 함량이 10.4%로 가장 높게 나타났으나 그 이상의 농도에서는 큰 변화가 없었다. 고형분과 환원당 함량은 Table 3에서 보는 바와 같이 초기 °Brix가

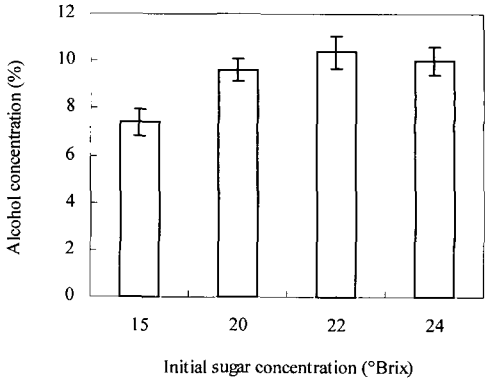

Fig. 1. Effects of initial °Brix on alcohol concentration in alcohol fermentation by *S. kluyveri* DJ97.

높을수록 증가하는 경향으로 이것은 고농도의 당이 존재할 때 효모의 당 이용성이 감소하여 잔존하는 당의 함량이 높게 나타나는 것으로 생각된다. pH는 구간들 간에 큰 차이는 없었으나 총산은 초기 °Brix가 높을수록 증가하는 경향으로 나타났다. 알코올발효에서 총산의 증가는 오염균에 의한 산패현상으로 알코올 수율의 감소와 이취의 원인이 된다. 본 실험에서는 초기 22 °Brix 일 때 총산 0.81%로 나타나 Jeong 등(14)이 감과실 알코올발효과정에서 총산 0.78%이하가 최적범위라는 결과와 유사하였다.

Table 3. Effects of initial °Brix on alcohol concentration, total solid, reducing sugar concentration, pH, and total acidity in alcohol fermentation by *S. kluyveri* DJ97

Initial °Brix	Total solid concentration (%)	Reducing sugar concentration (%)	pH	Total acidity (%)
15	6.49 ± 0.3[1)]	5.2 ± 0.2	3.91± 0.2	0.68± 0.1
20	6.78 ± 0.2	6.4 ± 0.3	3.84± 0.3	0.79± 0.2
22	6.82 ± 0.2	6.7 ± 0.3	3.83± 0.1	0.81± 0.1
24	9.64 ± 0.6	9.0 ± 0.5	3.82± 0.2	0.99± 0.3

[1)]Mean of triplicates±S.D.

가수량 및 pectinase 처리에 따른 영향

가수량에 따른 알코올함량의 변화는 Fig. 2에서와 같이 가수하지 않은 군에 비해 가수군 간의 알코올함량이 높게 나타났다. 알코올함량은 120%(v/w) 가수했을 때 10.7%로 가장 높게 나타났고 120%(v/w) 이상에서는 알코올함량에 큰 차이는 없었다. Pectinase처리에 따른 알코올 함량은 큰 차이 없었으나 무처리군에서 알코올함량이 조금 높게 나타났다. 알코올성분을 분석한 결과 Table 4와 같이 주요 알코올성분은 acetaldehyde, methanol, n-propanol, isobutanol, n-butanol 및 isoamylalcohol로 나타났으며, 가수량이 증가함에 따라 함량이 조금씩 낮아지는 경향이었다. Pectinase처

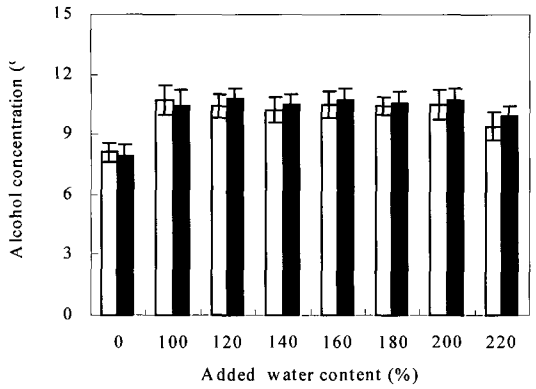

Fig. 2. Changes in alcohol concentration by different water addition with or without pectinase treatment.

□; 300 ppm pectinase treatment, ■; pectinase non-treated.

리구에서 acetaldehyde, n-propanol 및 isobutanol함량은 무처리구 보다 낮게 나타났으나 methanol과 isoamylalcohol함량은 높게 나타났다. 이러한 결과는 Jeong 등(7)이 감 펄프에 pectinase 300 ppm(w/w) 처리하여 물성을 개선하였으나 메탄올의 함량이 높아진다고 한것과 Jeong 등(15)이 감과실 알코올발효 과정에서 pectinase처리는 메탄올 함량을 증가시킨다는 결과와 유사하여 산업적인 대량 생산에 적용하기 위해서는 pectinase처리를 하지 않는 것이 적절할 것으로 생각된다.

Table 4. Comparison of alcoholic components according to different water addition

(unit: ppm)

Added water content (%)	Acetaldehyde		Methanol		n-Propanol		Isobutanol		n-Butanol		Isoamylalcohol	
	A[1]	B[2]	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	45.7	59.0	1011.0	653.3	32.7	41.0	41.0	49.0	ND	ND	407.7	417.3
100	21.0	52.7	995.3	657.3	34.7	48.0	42.7	51.7	1.3	ND	451.3	446.3
120	8.7	32.5	814.3	549.7	28.3	41.0	38.0	44.0	1.0	ND	427.7	394.3
140	23.3	35.5	764.0	468.7	23.7	32.0	39.7	45.3	1.0	ND	471.3	389.7
160	13.7	32.5	583.0	397.3	22.0	30.0	37.7	45.3	1.0	ND	384.3	394.0
180	14.3	29.0	516.3	352.7	20.0	25.0	39.3	46.0	ND	ND	418.7	392.3
200	41.0	32.0	503.7	318.7	ND	23.0	39.7	44.3	ND	ND	390.7	378.0
220	ND[3]	32.0	488.7	278.7	ND	20.0	37.7	44.7	ND	ND	369.7	358.0

[1]Pectinase 300 ppm treatment.
[2]Pectinase non-treatment.
[3]Not detected.

요 약

청도반시를 이용하여 감와인 및 증류주 개발을 위해 감과실의 알코올 발효특성을 조사하였다. 알코올 발효에 적합한 균주를 선별한 결과 *S. kluyveri* DJ97이 알코올 함량 10.8%, 알코올 수율 96.3%로 높게 나타났으며, 메탄올 함량은 935 ppm으로 가장 낮게 나타났다. 초기 °Brix와 가수량의 영향을 조사한 결과 초기 22 °Brix, 가수 120%(v/w)군간에서 알코올함량 10.7%로 가장 높게 나타났으며 pectinase 무처리군에서 알코올 함량이 조금 더 높게 나타났다. Pectinase 처리군은 무처리군에 비해 acetaldehyde, n-propanol 및 isobutanol 함량은 낮게 나타났으나 methanol 함량은 증가시키므로 pectinase처리를 하지 않는 것이 효과적이었다.

참고문헌

1. Matsuo, T., Itoo, S. and Ben-Arie, R. (1991) A model experiment for elucidating the mechanism of astringency removal in persimmon fruit using respiration inhibitors. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 60, 437-442
2. NAQS. (2003) www.naqs.go.kr/National Agaricultural Products Quality Management Service homepage
3. Jeong, Y.J., Shin, S.R., Kang, M.J., Seo, J.H., Won, C.H., Woo, C.Y. and Kim, K.S. (1996) Preparation and quality evaluation of the quick fermented persimmon vinegar using deteriorated sweet persimmon. J. East Asian Dietary Life, 6, 221-227
4. 원예연구소 보고서. (1994) 감 선도유지저장 및 가공이용 확대방안 연구. 농촌진흥청, 제 3차년도 완결보고서
5. Minoru, N., Hideyuki, N., Kaoru, M., Ichiji, Y. and Shohei, A. (1987) Changes in the composition of persimmon vinegar induced by *Acetobacter* sp. isolated from '*Sanja*' persimmon fruits during the fermentation. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 34, 818-821
6. Woo, K.L. and Lee, S.H. (1994) A study on wine-making with dreid persimmon produced in Korea. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 204-212
7. 정석태, 김지강, 장현세, 김영배. (1996) 감을 이용한 발효주 제조에 관한 연구. 농업과학논문집, 38, 904-908
8. Ann, Y.G., Pyun, J.Y., Kim, S.K. and Shin, C.S. (1999) Studies on persimmon wine. Korean J. Food & Nutr., 12, 455-461
9. A.O.A.C. (1990) Official Method of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Wsahington, D.C., p.1017-1917

10. 국세청기술연구소. (1999) 주류분석규정. 6, 65-67
11. 한국식품영양과학회. (2000) 식품영양실험핸드북. 효일출판사, 서울, p.807
12. Luchsinger, W.W. and Cornesky, R.A. (1962) Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. Anal. Biochem., 4, 346-347
13. Kim, Y.S. (1975) Study on the concentrations of nutrients and gelation substances in the Korean persimmons. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 4, 19-23
14. Jeong, Y.J., Lee, G.D. and Kim, K.S. (1998) Optimization for the fermentation condition of persimmon vinegar using response surface methodology. Korean J. Food Sci., 30, 1203-1208
15. Jeong, Y.J., Kim, H.I., Whang, K., Lee, O.S. and Park, N.Y. (2002) Effect of pectinase treatment on alcohol fermentation of persimmon. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 578-582

(접수 2006년 4월 4일, 채택 2006년 7월 28일)