

백삼 · 홍삼 · 압출성형백삼의 발효적성과 발효액의 특성 비교

한재윤 · 구대훈 · 한민수* · 류기형
공주대학교 식품공학과, *혜전대학 치기공과

Comparison of Fermentability and Characteristics of Fermented Broth for White Ginseng, Red Ginseng and Extruded White Ginseng

Jae-Yoon Han, Dae-Hoon Goo, Min-Soo Han* and Gi-Hyung Ryu

Department of Food Science and Technology, Kongju National University

*Department of Dental Technology, Hyejeon College

Abstract

The aim of this study was to compare the fermentability and characteristics of fermented broth for white ginseng(A), red ginseng(B) and extruded white ginseng(C). The WSI(water soluble index), WAI(water absorbtion index), and paste viscosity of ginseng samples were measured in order to compare fermentability. The pH, acidity, brix, reducing sugar content, and ethanol content were analyzed to characterize ginseng fermented broths. Fermentation condition of ginseng samples was temperature at 27°C for 14 days and fixed cultivation with *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus usamii*, and *Rhizopus japonicus*. The peak viscosity of A and C was higher than that of B. The WSI and WAI of B was the highest in samples. The WSI and WAI of A was the lowest among samples. pH of ginseng fermented broths showed 3.12(A), 4.03(B), and 3.24(C). Acidity of ginseng fermented broths was 3.2%(A), 1.14%(B), and 2.44%(C). The fermented broth of B was the highest in brix, reducing sugar, and alcohol content. The fermented broth of A was the lowest in brix, reducing sugar, and alcohol content. The alcohol fermentation efficiency was increased by extruding white ginseng.

Key words: ginseng, extrusion process, ethanol fermentation, fermentability

서 론

인삼은 우리나라를 비롯한 동양에서 건강증진 기능을 가진 전통적인 약재로 이용되고 있는 대표적인 식물이다. 가공형태에 따라 원형이 유지되는 1차 가공형태로서 홍삼, 백삼, 태극삼 등이 있고, 2차 가공하여 제조하는 분말, 타블렛(tablet), 캡슐 등의 분말 제품류와 드링크, 차, 팩 등의 액상 제품이 판매되고 있다(Ha와 Ryu, 2005).

백삼은 수삼을 그대로 건조 가공하는 것이며 홍삼은 수삼을 세척, 찌기(90~100°C), 1차 건조(35~

40%), 저장, 2차 건조(16% 내외), 정형의 공정을 통해 제조된다. 홍삼의 경우 증숙과정을 거치는 동안 조직 중의 전분입자가 호화되어, 조직이 견고해지며 각종 효소들이 불활성화 되어 저장성 향상과 사포닌의 변화, 아미노산의 변화, 갈변화 등이 수반되어 효능이 우수해지며, 호화된 전분은 분자들이 완전히 풀어진 상태이므로 전분 분해효소의 작용을 받기 쉽다(Kim과 Jo, 1984).

압출성형공정은 혼합, 분쇄, 가열, 성형, 건조와 같은 단위조작이 단시간에 일어나므로 다른 열처리 가공공정과 비교하여 효율적이고 경제적인 공정이다(Harper, 1989). 압출성형공정은 원료투입속도, 수분함량, 스크루 회전속도, 사출구의 구조, 스크루 배열에 따라 목적하는 제품의 특성을 조절할 수 있기 때문에 다양한 특성을 가지는 제품을 생산할 수 있다(Meuser, 1989).

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Chungnam 340-802 South Korea.
Phone: 041-330-1484, Fax: 041-335-5944
E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

국외에서 압출성형기를 효소 반응기로 이용하여 옥수수전분을 액화시키기 위해 스크루 회전속도와 배럴온도를 최적화한 연구(Roussel *et al.*, 1991)가 있었고, Zhan *et al.*(2006)은 임계탄산 주입 압출성형공정을 적용하여 호화시킨 수수를 알코올 발효했을 경우 에탄올발효수율이 압출성형하지 않은 수수보다 크게 향상되었다는 연구결과를 보고하였다.

국내에서는 압출성형을 통한 밀가루 전분질의 분자구조 변화와 알코올 발효효율에 관한 연구결과가 Lee *et al.*(1991)에 의해 보고되었으며, 최근에는 인삼 전분의 전처리로 압출성형공정을 이용하였을 때 효소처리에 의한 전분의 액화와 당화율이 증가한다는 연구결과가 발표되었다(Han *et al.*, 2006). 아직까지 압출성형 공정을 통한 발효소재 개발에 대한 연구가 미흡한 실정이며 압출성형을 통한 인삼의 발효적성에 대한 연구는 진행되지 않았다.

그러므로 본 연구는 백삼, 홍삼, 압출성형백삼의 알코올 발효적성을 살펴보기 위하여 페이스트 점도, 수분용해지수와 수분흡착지수의 비교와 인삼시료의 알코올 발효시간에 따른 발효액의 pH, 산도, 당도, 환원당 함량, 알코올 함량의 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 인삼은 4년근 백삼분말(동진제약, 충남 금산)과 4년근 홍삼분말(동진제약, 충남 금산)을 사용하였다. 감마선 조사(7 kGy)로 살균한 시료의 수분함량은 백삼분말이 7.85%, 홍삼분말이 5.27%로 측정되었다. 발효에 사용된 누룩은 *Aspergillus usarii*와 *Rhizopus japonicus* 가 포함된 바이오 누룩(한국효소(주), 경기 화성)을 사용하였으며, 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*(한국효소(주), 경기 화성)를 사용하였다.

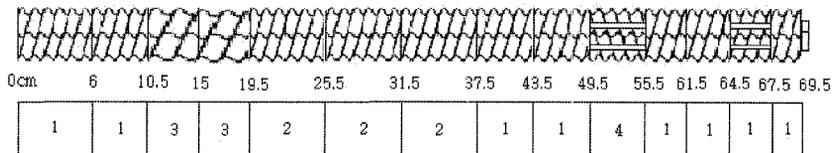
압출성형 백삼

백삼가루의 압출성형에 사용된 압출성형기는 자체 제작한 실험용 쌍축압출성형기(THK 31T, Incheon Machinery Co., Korea)이며 압출성형기의 스크루 직경은 29.0 mm, 직경과 길이의 비(L/D ratio)는 25:1이며 스크루 배열은 Fig. 1과 같다. 압출성형백삼의 알코올발효 특성을 알아보기 위하여 배럴온도 120/120/80°C(배럴순서 1/2/3), 스크루 회전속도 250 rpm, 수분함량 20%, 원료 사입량 140 g/min, 사출구 직경 3.0 mm로 고정하여 압출성형하였다. 압출성형백삼 시료는 열풍건조기(HB-502MP, Han Beak Co., Korea)에서 50°C, 8시간 건조하였으며, 건조된 시료는 가정용 분쇄기(FM-681, Hanil, Korea)로 분쇄한 다음, 35 mesh 표준체(Testing sieve, Chung-gye Sanggong Co., Korea)를 통과한 분말을 분석 및 발효용 시료로 이용하였다.

페이스트 점도

인삼분말의 페이스트 점도를 측정하기 위하여 신속점도측정기(RVA, Rapid Visco Analyser, Newport Scientific Inc., RVA3D, Australia)를 사용하였다. 시료 3.5 g(14%, w.b.)을 알루미늄캔에 넣은 후 25 mL의 증류수를 가하고 유리막대기를 이용하여 1차 교반한 후 페이스트 점도를 측정하였다. 신속점도 측정기의 가열과 냉각조건은 초기온도 25°C를 2분 동안 유지한 다음 5분 동안 95°C까지 가열, 3분 동안 95°C로 유지, 5분 동안 25°C까지 냉각하였다. 총 소요 시간은 18분이었으며 시료의 분산을 증가시키기 하여 10초간 960 rpm으로 페달을 회전시킨 후 160 rpm에서 점도를 측정하였다.

Fig. 2의 페이스트 점도곡선으로부터 최고점도(peak viscosity, PV), 최저점도(trough viscosity, TV), 최종 점도(final viscosity, FV), 구조파괴점도(breakdown viscosity, BV)와 회복점도(setback viscosity, SV) 등



- 1. 1/2 Pitch screw
- 2. 2/3 Pitch screw
- 3. Forward paddle
- 4. Reverse screw element
- L/D ratio : 25:1
- Φ : 2.9cm

Fig. 1. Screw configuration for ginseng process(Model THK 31T).

의 페이스트 점도 지표를 각각 계산하였다.

수분용해지수와 수분흡착지수

인삼분말의 수용성 성질을 분석하기 위하여 AACC 방법(1983)을 응용하여 시료 1 g(건량기준)에 증류수 25 mL를 가하여 30°C의 항온수조(SHWB-30, Woori Science Instrument Co., Korea)에서 30분간 교반한 후 원심분리기(H-1000-3, Hanil Science Industrial Co., Korea)에서 2,500 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 상등액은 알루미늄접시에 부어 105°C의 열풍건조기(HB-502MP, Han Beak Co., Korea)에서 2시간 동안 건조하였다. 건조된 시료를 데시케이터에 담아 30분간 방냉 후 고형분 함량을 측정하였다. 수분용해지수(water soluble index, WSI)와 수분흡착지수(water absorption index, WAI)를 각각 식(1)과 식(2)로 계산하였다.

$$WSI(\%) = \frac{\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant} \times 100}{\text{Dry sample wt.}} \quad (1)$$

$$WAI(g/g) = \frac{\text{Hydrated Sample wt.} - \text{Dry Sample wt.}}{\text{Dry sample wt.}} \quad (2)$$

발효액의 제조

백삼분말, 홍삼분말, 압출성형백삼분말을 각각 500 g에 증류수를 2,500 mL를 가하여 혼합한 후 각각의 혼합액에 개량 효모 2.5 g과 개량 누룩 6.5 g을 접종하였다. 발효조건은 27°C에서 정치배양을 하였으며, 처음 48시간까지는 3시간 간격, 이후 96시간까지는 24시간 간격으로 발효액을 채취하였고, 94시간 이후부터는 48시간 간격으로 발효액을 채취하였다. 발효시간에 따른 발효액은 4°C에서 보관한 다음 원심분리기(Mega 21R, Hanil Science Industrial Co., Korea)에서 7,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 상등액을 분석시료로 사용하였다.

pH 및 산도 측정

발효액의 pH는 Microprocessor pH Meter(Hanna instruments, HI 223, Italy)를 이용하여 측정하였다. 산도는 식품공전(2002)의 조미식품 식초 시험방법에 준하여 측정하였다. 발효액 10 mL을 증류수로 10배 희석하고 희석된 발효액을 20 mL를 취하여

이 검액에 1% phenolphthalen alcohol 0.5 mL를 가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 엷은 홍색이 30초 유지되는 시점에서의 소비량을 측정하여 acetic acid percentage(%)로 환산하였다.

당도

발효액의 당도는 아날로그 당도계(Hand Refractometer, ATAGO N1, Japan)를 이용하여 측정하였다.

환원당 함량

환원당 함량은 DNS법(Miller, 1959)으로 정량하였다. 발효액 3 mL에 증류수를 가해 100 mL로 정용하여 희석하였다. 희석액 2 mL와 DNS 시약 6 mL를 혼합하여 끓는 물에서 5분간 반응시키고, 상온으로 급속냉각 하였다. 반응액은 증류수를 가하여 50 mL로 정용한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량의 검량곡선은 glucose를 이용하여 작성하였다.

알코올 함량

알코올 함량은 국제청기술연구소 주류분석규정(2006)에 의한 주정분 분석법과 산화환원법(채수규 등, 2004)을 응용하여 측정하였다. 발효액 1 mL와 CaCO₃ 1 g, 증류수 200 mL를 혼합한 후 가열증류를 하였다. 증류액이 70~80 mL정도 채워진 후 증류수를 이용해 100 mL로 정용하였다. 증류액 1 mL에 0.2 N 중크롬산칼륨용액 2 mL와 진한 H₂SO₄ 1 mL를 혼합한 후 냉암소에서 1시간동안 반응 시킨 후 590 nm파장에서 흡광도를 측정하였다. 알코올 함량의 검량곡선은 ethanol을 이용하여 작성하였다.

결과 및 고찰

페이스트 점도

인삼분말의 페이스트 점도를 비교 분석한 결과는 Table 1과 같다. 최고점도는 백삼분말과 압출성형백삼분말이 홍삼분말에 비하여 높았으며, 백삼분말과 압출성형백삼분말의 차이는 없었다. 최저점도는 백삼분말이 가장 낮았고, 홍삼분말과 압출성형백삼분말의 차이는 없었다. 구조파괴점도는 최고점도와 최저점도의 차이로서 백삼분말, 압출성형백삼분말, 홍삼분말 순서로 높았다.

압출성형백삼분말과 백삼분말의 최저점도는 압출성형백삼분말이 높았으며, 구조파괴점도는 압출성형백삼분말이 백삼분말과 비교하여 낮게 측정되었는

Table 1. Paste viscosity of various ginseng samples

Sample	Paste viscosity(cp)				
	PV ¹⁾	TV ²⁾	FV ³⁾	BV ⁴⁾	SV ⁵⁾
White ginseng	73.0	0.0	112.0	73.0	112.0
Red ginseng	49.0	31.0	101.0	18.0	70.0
Extruded white ginseng	72.6	30.3	40.0	42.3	9.6

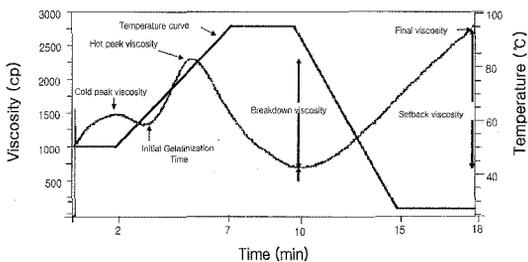
¹⁾Peak viscosity, ²⁾Trough viscosity, ³⁾Final viscosity, ⁴⁾Breakdown viscosity, ⁵⁾Setback viscosity

데, 이는 혼합곡류의 압출성형을 통해서 곡류전분의 사슬이 파괴되어 구조파괴점도가 감소한다는 Jin *et al.*(2005)의 보고와 유사한 결과였다. 홍삼분말의 구조파괴점도가 백삼분말, 압출성형백삼분말과 비교하였을 때 현저하게 낮게 측정된 것은 홍삼분말의 감마선 조사에 의한 살균과정 및 증숙공정으로 인한 전분사슬이 절단되었기 때문인 것으로 판단되었다.

최종점도와 회복점도는 백삼분말, 홍삼분말, 압출성형백삼분말의 순서로 감소하였다. 최종점도는 일반적으로 전분의 겔형성력과 노화도 등의 지표로 사용된다(RVA Manual, 1995). Grant(1998)는 노화도가 낮을수록 최종점도가 낮게 나타난다고 보고하였는데, 본 실험에서 백삼의 압출성형을 통하여 인삼전분의 노화도가 급격히 낮아지는 것을 확인 할 수 있었다.

수분용해지수와 수분흡착지수

백삼, 홍삼, 압출성형백삼의 수분용해지수와 수분흡착지수는 Fig. 3, 4와 같다. 홍삼의 수분용해지수는 압출성형백삼 33.19%, 백삼 31.46%와 비교하여 42.15%로 가장 높았다. 압출성형공정을 통해 백삼의 수분용해지수가 약 2% 증가하였다. 수분흡착지



PV: Peak viscosity TV: Trough viscosity
 SV: Setback viscosity FV: Final viscosity
 BV: Breakdown viscosity IGT: Initial gelatinization time

Fig. 2. RVA temperature profile and pasting parameters.

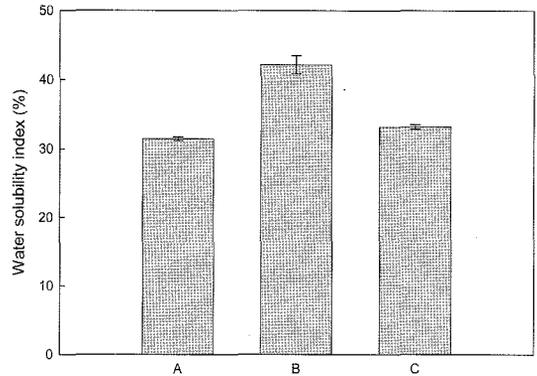


Fig. 3. Water solubility index(WSI) of white ginseng(A), red ginseng(B) and extruded white ginseng(C).

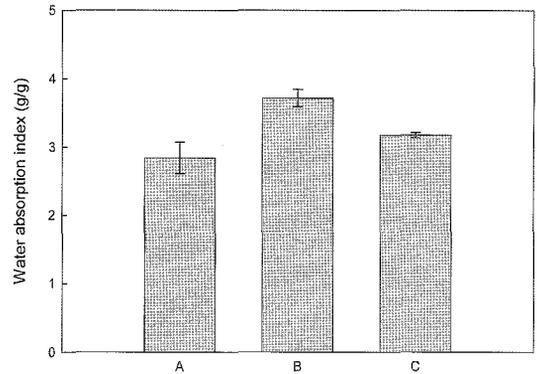


Fig. 4. Water absorption index(WAI) of white ginseng (A), red ginseng(B) and extruded white ginseng(C).

수는 홍삼 3.72, 압출성형백삼 3.18, 백삼 2.84의 순서로 측정되었다. 수분용해지수와 같이 백삼을 압출성형하였을 때 수분흡착지수가 0.34 증가하였다.

이상의 결과에서 홍삼의 수분용해지수와 수분흡착지수가 가장 높았으며, 압출성형공정을 통해 백삼의 수분용해지수와 수분흡착지수는 높아지는 것을 알 수 있었다. 홍삼은 제조과정 중 증숙에 의한 전분의 예비호화의 증가로 인하여 수분흡착지수가 증가하였으며(Kim과 Jo, 1984), 감마선 조사에 의해서 수용성 아밀로오스 함량의 증가(Kuhm *et al.*, 2004)로 인해 수용성지수가 높아진 것으로 판단되었다.

Jin *et al.*(2005)은 압출성형을 통하여 곡류의 수용성지수가 증가한다는 연구결과를 보고하였으며, Shin *et al.*(2003)은 곡류를 압출성형하였을 때 원료 및 볶음곡류와 비교하였을 때 압출성형곡류가 수분용해지수가 높았다고 보고하였다. 곡류의 압출성형

과 마찬가지로 백삼도 압출성형공정을 거치면서 전분의 부분적인 호화와 스크루의 회전을 통한 전단력에 의해 전분사슬의 절단에 의해 아밀로오스 함량이 증가하여 수분용해지수와 수분흡착지수가 높아진 것으로 판단되었다.

pH 및 산도

인삼 발효액의 pH는 Fig. 5와 같다. 발효전 현탁액의 pH는 백삼 5.13, 홍삼 5.07로 측정되어 큰 차이가 없었고, 압출성형백삼은 4.87로 가장 낮게 측정되었다. 백삼과 압출성형백삼 발효액의 pH는 발효기간 동안 계속 낮아졌고, 홍삼 발효액의 pH는 96시간 발효 후부터 큰 변화가 없었다. 백삼발효액의 pH는 발효시간 21시간까지 감소하였고, 24시간에서 다시 5.17까지 높아졌는데 이는 발효초기에 누룩이 생성하는 젖산으로 인해서 pH가 감소하는 과정 중에 효모의 알코올 생성으로 인해 일시적인 pH 증가로 판단되었다. 이후 다시 낮아져서 최종 백삼 발효액의 pH는 3.12로 발효액 중 가장 낮게 나타났다. 홍삼발효액도 30시간에서 33시간까지는 증가하였다가 다시 낮아졌으며, 최종 pH는 4.03이었다. 압출성형 백삼발효액은 발효기간 동안 pH가 계속해서 낮아지는 패턴을 보였다.

Jung과 Jung(1985) 및 Min과 Cho(1994)의 연구결과에서 발효 인삼주의 pH가 3.8~4.2였고, Ann과 Lee(1996)의 연구결과에서도 발효인삼주의 pH가 3.5~4.0로 보고된 결과와 비교하였을 때, 홍삼발효액과 압출성형백삼발효액은 유사한 결과를 나타내었으나 백삼발효액의 pH는 3.12로 낮게 측정되어 상이한

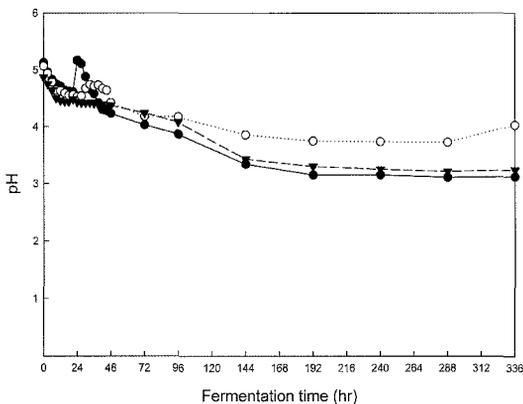


Fig. 5. Changes in pH of various ginseng fermented broths during fermentation at 27°C. -●- White ginseng, -○- Red ginseng, and -▼- Extruded white ginseng.

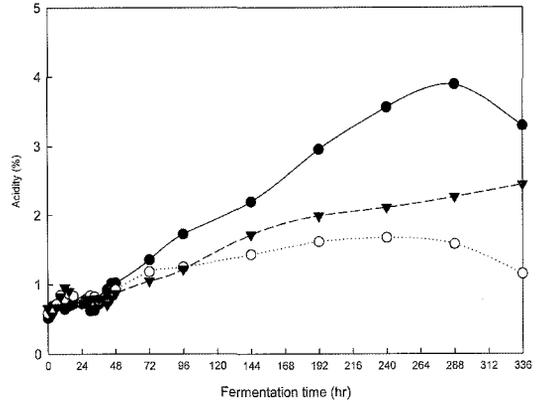


Fig. 6. Changes in acidity of various fermented broths during fermentation at 27°C. -●- White ginseng, -○- Red ginseng, and -▼- Extruded white ginseng.

결과를 보였다.

산도는 백삼현탁액, 압출성형 백삼현탁액, 홍삼현탁액 순서로 높았으며 발효시간에 따른 발효액의 산도 변화는 Fig. 6과 같다. 발효시간 336시간의 최종 산도는 백삼발효액 3.26%, 홍삼발효액 1.14%, 압출성형백삼발효액 2.44%로 측정되었다. 백삼발효액과 압출성형 백삼발효액의 산도는 Ann과 Lee(1996)가 보고한 2.4~3.3%와 유사하였으나, 홍삼발효액의 산도는 비교적 낮게 측정되었다.

당도

발효전 현탁액의 당도는 홍삼현탁액 12.8%, 압출성형 백삼현탁액 12.2%, 백삼현탁액 7.6%로 홍삼현탁액과 압출성형백삼 현탁액의 당도의 유의적인 차이는 없었고, 압출성형공정을 통하여 백삼의 당도가 증가한다는 것을 알 수가 있었다(Fig. 7).

발효액의 당도 변화는 발효 시작 후 15시간까지 급격히 낮아졌으며, 이는 Jung et al.(2005)이 산삼 배양근을 첨가한 발효주의 당도가 발효시간에 따라 낮아지는 것과 유사한 결과였지만, 당도가 감소하는 시간이 20일 동안 계속된 것과 비교하여 본 연구에서는 발효 24시간 이전에 급격히 감소하였다. 이와 같은 결과는 발효시작시 효모만을 접종한 Jung et al.(2005)의 연구와는 달리 누룩을 혼합하여 첨가에 의해 당류의 전환이 더욱 빨리 일어나서 알코올 전환율이 증가한 것으로 판단되었다. 발효시간 15시간 경과후의 당도는 백삼발효액 5.6%, 홍삼발효액 9.0%, 압출성형 백삼발효액 8.6%였다. 발효기간 중 백삼발효액의 최저 당도는 발효시간 15, 18시간

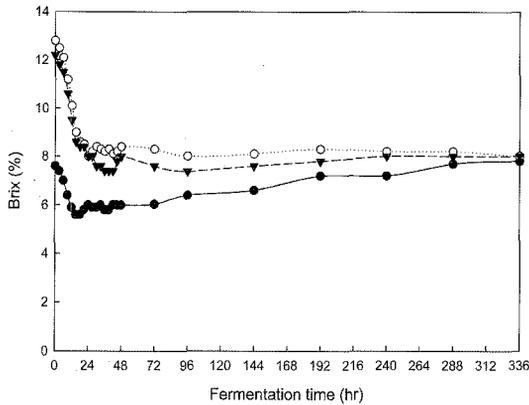


Fig. 7. Changes in brix of various ginseng fermented broths during fermentation at 27°C. - ● - White ginseng, - ○ - Red ginseng, and - ▼ - Extruded white ginseng.

에서의 5.6%, 홍삼발효액은 발효시간 24시간과 96시간에서 8%로 가장 낮았으며, 압출성형 백삼발효액의 경우에는 36~42시간과 96시간에서 최저당도인 7.4%로 측정되었다. 발효시간 15시간 이후에는 큰 변화가 생기지 않았다. 발효시간 동안에도 홍삼 발효액의 당도가 높았다. 발효시간 14일 경과후인 최종 발효액의 당도는 모두 7.8~8.0%로 큰 차이가 없었다.

환원당 함량

발효전 환원당함량은 홍삼현탁액 79.49 mg/mL, 압출성형백삼현탁액 59.28 mg/mL, 백삼현탁액 32.44 mg/mL의 순서로 측정되었다(Fig. 8). 백삼현탁액과

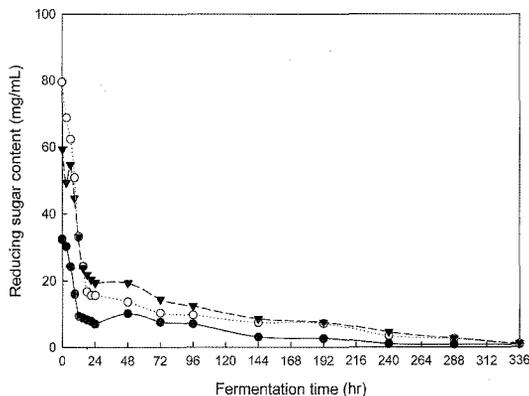


Fig. 8. Changes in reducing sugar of various ginseng fermented broths during fermentation at 27°C. - ● - White ginseng, - ○ - Red ginseng, and - ▼ - Extruded white ginseng.

압출성형백삼현탁액을 비교하였을 때 백삼은 압출성형공정을 통해서 2배 정도의 환원당 함량이 증가하는 것으로 확인되었으며, 이는 압출성형공정에서 인삼 전분의 호화와 함께 전분의 사슬이 절단되어 환원당 함량이 증가한다는 Ha et al.(2005)의 연구결과와 유사한 결과였다.

시간에 따른 발효액의 환원당의 변화를 보면, 발효시간 24시간에서 백삼발효액은 초기 환원당 함량의 25% 이하로 함량이 급격히 낮아졌고, 홍삼발효액은 20% 이하로 낮아졌다. 압출성형 백삼발효액은 초기함량의 30%수준으로 환원당 함량이 낮아졌다. 환원당 함량의 변화는 *Saccharomyces cerevisiae*의 기질이 되는 glucose가 24시간 이내에 급격히 소모됨을 확인할 수 있었으며, 이는 인삼의 발효가 24시간 이전에 급격히 일어남을 알 수 있었다.

Park et al.(1981)의 보고에 의하면 *Saccharomyces* 속 균을 접종한 인삼 추출액의 환원당 함량의 급격한 감소는 60시간 이후까지도 진행되었지만, 본 연구에서는 개량 *Saccharomyces cerevisiae* 외에도 *Aspergillus usarii*와 *Rhizopus japonicus*를 추가 접종하여 전분의 당화 및 환원당의 소모가 더 빨라진 것으로 보인다. Ann과 Lee(1996)의 연구결과에 의하면 발효초기에는 인삼발효액의 환원당 함량이 효모에 의한 당화로 급격히 증가한 것으로 보고되었다. 본 연구에서 사용된 인삼분말은 감마선 조사에 의한 살균으로 아밀로오스 함량이 높아지고(Kuhm et al. 2002), 액화당화되어, 환원당 증가는 나타나지 않은 것으로 보인다. 발효 24시간 이후에는 환원당의 변화가 크지 않았으며, 발효시간 336시간에서 백삼, 홍삼, 압출성형 백삼발효액의 환원당 함량은 약 0.8 mg/mL로 측정되었다.

알코올 함량

인삼 발효액의 알코올 함량 변화는 Fig. 9와 같다. 발효기간 중 발효액의 최대 알코올 함량은 백삼발효액이 15시간에서 2.46%, 홍삼발효액이 96시간에서 11.92%, 압출성형 백삼발효액이 192시간에서 5.46%로 측정되었으며, 홍삼발효액이 가장 높았다. 알코올 함량은 백삼 발효액이 15시간까지 증가하였으며, 홍삼발효액은 96시간까지, 압출성형 백삼발효액은 42시간까지 증가하였다.

발효시간 336시간에서 최종 발효액의 알코올 함량은 백삼발효액이 1.38%, 홍삼발효액이 7.31%, 압출성형 백삼발효액이 4.39%였다. So et al.(1999)이 보고한 개량누룩을 이용하여 8일간 발효시킨 탁주

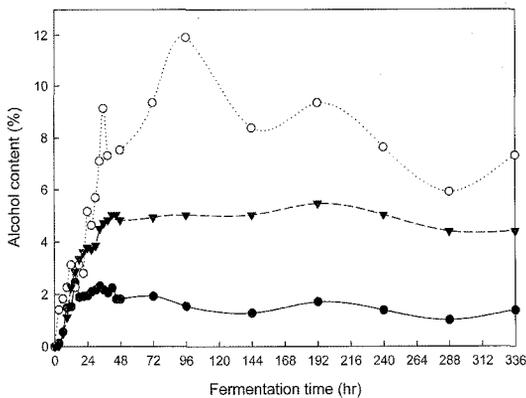


Fig. 9. Changes in alcohol content of various ginseng fermented broths during fermentation at 27°C. -●- White ginseng, -○- Red ginseng, and -▼- Extruded white ginseng.

의 연구결과는 알코올함량이 9.0~15.4%였고, Ann과 Lee(1996)의 발효 인삼주에 관한 연구에서는 인삼 박과 수삼을 이용하여 9일간 발효시킨 인삼주의 알코올함량이 9.8~12.3%사이의 결과를 보고하였다. 이와 비교하였을 때 본 연구에서의 알코올 함량은 백삼과 압출성형 백삼이 다소 낮게 측정되었다.

백삼을 압출성형하여 발효를 진행하였을 때 알코올 생성이 2배가량 증가함을 보였고, 이는 알코올 발효의 기질이 되는 전분의 압출성형을 통하여 환원당 함량이 증가와 함께 액화당화가 용이하므로 알코올 발효가 원활해지고, 수율이 증가하는 것으로 판단되었다. 이는 Zhan *et al.*(2006)의 임계탄산 주입 압출성형공정을 적용하여 호화시킨 수수를 알코올 발효한 경우 에탄올발효수율이 압출성형하지 않은 수수보다 크게 향상되었다는 연구결과와 동일한 결과를 나타내었다. 결론적으로 압출성형을 통해서 백삼의 발효적성을 향상시킬 수 있음을 확인 할 수 있었다.

요 약

본 연구는 압출성형공정이 인삼의 발효에 미치는 영향을 알아보기 위하여 백삼, 홍삼, 압출성형백삼의 페이스트 점도, 수분용해지수와 수분흡착지수, 알코올 발효액의 특성을 비교하였다. 인삼분말의 페이스트 점도는 백삼분말과 압출성형백삼분말이 홍삼분말에 비하여 최고점도가 높았고, 최저점도는 백삼분말이 가장 낮았다. 구조파괴점도는 백삼분말, 압출성형백삼분말, 홍삼분말의 순서로 높았다. 수분용해지수는 홍삼 42.15%, 압출성형백삼 33.19%, 백

삼 31.46%였고, 수분흡착지수는 홍삼3.72, 압출성형 백삼 3.18, 백삼 2.84의 순서로 나타났다. *Saccharomyces cerevisiae* 와 *Aspergillus usamii*, *Rhizopus japonicus*를 접종하여 인삼을 14일간 알코올 발효를 시켰을 때 인삼발효액의 pH는 홍삼발효액 4.03, 압출성형백삼발효액 3.24, 백삼발효액 3.12의 순서로 측정되었다. 각 발효액의 최종 산도는 백삼 3.2%, 홍삼 1.14%, 압출성형백삼 2.44%였다. 당도와 환원당의 함량은 홍삼발효액, 압출성형백삼발효액, 백삼발효액의 순서로 측정되었으며, 발효시간 336시간에서 당도는 약 8.0%, 환원당 함량은 약 0.8 mg/mL로 백삼, 홍삼, 압출성형백삼 발효액 모두 차이를 나타내지 않았다. 알코올함량은 발효 15시간에 백삼발효액 2.46%, 96시간에 홍삼발효액이 11.92%, 압출성형백삼발효액이 192시간에서 5.46%의 최고 함량을 보였으며, 최종 발효액의 알코올 함량은 홍삼발효액, 압출성형백삼발효액, 백삼발효액의 순서로 확인되었다. 결론적으로 압출성형공정을 통하여 인삼의 알코올 발효적성을 더 높일 수 있음이 확인 되었으며, 발효적성 향상의 최적 압출성형 공정변수에 대한 연구의 필요성과 이를 통한 새로운 인삼발효제품 및 소재의 개발 가능성을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

식품공전. 2002. 식품의약품안전청 pp. 389-390
 주류분석규정. 2006. 국세청기술연구소 pp. 39-41
 채수규, 강갑석, 류인덕, 마상조, 방광웅, 오문현, 오성훈. 2004. 표준 식품분석학 이론 및 실험. 지구문화사 pp. 563-567
 AACC. 1983. Approved Method of the AACC. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA
 Ann, Y.G. and S.K. Lee. 1996. Studies on the ginseng wine. *Korean J. Food Nutri.* **9(2)**: 151-159
 Grant LA. 1998. Effect of starch isolation, drying and grinding techniques on its gelatinization and retrogradation properties. *Cereal Chem.* **75**: 590-594
 Shin, H.H., S.H. Lee, B.S. Park, T.S. Rhim and J.K. Hwang. 2003. Solubilization of whole grains by extrusion and enzyme treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35(5)**: 849-855

- Ha, D.C. and G.H. Ryu. 2005. Chemical components of red, white and extruded root ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34(2)**: 247-254
- Han, J.Y., M.H. Kim, Tie Jin, Solihin W. Budiasih and G.H. Ryu. 2006. Extrusion of ginseng root in twin screw extruder: Pretreatment for hydrolysis and saccharification of ginseng extrudate. *J. Food Sci. Nutr.* **11(4)**: 318-322
- Harper, J.M. 1989. Food extruders and their application. In: *Extrusion Cooking*. C. Mercier, P. Linko, J.M. Harper (eds.). AACC, St. Paul, MN, USA pp. 1-18
- Jin Tie, H.Y. Park and G.H. Ryu. 2005. Characteristics of cereal prepared by extrusion-cooking and freeze-drying. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37(5)**: 757-762
- Jung, J.H. and S.T. Jung. 1985. The changes of quality and microflora during the preservation of Korean Takju. *J. Korean Agr. Chem. Soc.* **28(4)**: 252
- Kim, H.J. and J.S. Jo. 1984. Physicochemical properties of Korean ginseng root starch. 3. Physical properties of the starch. *Korean J. Ginseng Sci.* **8(2)**: 135-152
- Kuhm, H., K.S. Chang, H.K. Jeoung, J.S. Yang and Y.I. Jang. 2002. Effect of gamma irradiation on physicochemical properties of arrowroot starch. *Food Engineering Progress* **6(1)**: 46-51
- Kuhm, H., J.H. Lim, E.J. Lee and K.S. Chang. 2004. Rheological properties of gamma irradiated arrowroot(Pueraria thunbergina. B) starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36(5)**: 740-743
- Lee, C.H., G.M. Kim, J.Y. Kim and J.G. Lim. 1991. Effect of extrusion-cooking on the molecular structure and alcohol yield of wheat starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* **23(6)**: 683-688
- Meuser, F. and W. Wiedmann. 1989. Extrusion plant design. In: *Extrusion Cooking*. C. Mercier, P. Linko, J.M. Harper(eds.). AACC, St. Paul, MN, USA pp. 91-155
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**: 426-428
- Min, Y.K. and J.G. Cho. 1994. Fermentation characteristics of some medicinal herb rice wine. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **37(3)**: 175-181
- Park, S.H., T.J. Yu and S.K. Lee. 1981. Studies on the effect of Korean ginseng components on alcohol fermentation by yeast. 1. Effect on the physiology of yeast. *Korean J. Ginseng Sci.* **5(2)**: 139-147
- Roussel, L., A. Vieille, I. Billet and J.C. Cheftel. 1991. Sequential heat gelatinization and enzymatic hydrolysis of corn starch in an extrusion reactor. Optimization for a maximum dextrose equivalent. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* **24**: 449-458
- RVA Manual. 1995. RVA-3 series operation manual using DOS thermocline software. Newport Scientific, Australia
- So, M.H., Y.S. Lee and W.S. Noh. 1999. Changes in microorganisms and main components during Takju brewing by a modified Nuruk. *Korean J. Food Nutr.* **12(3)**: 226-232
- Zhan, X., D. Wang, S.R. Bean, X. Mo, X.S. Sun and D. Boyle. 2006. Ethanol production from supercritical-fluid-extrusion cooked sorghum. *Industrial Crops and Products* **23**: 304-310