

Bacillus subtilis 균주로 발효한 죽순발효액의 품질 특성

백병기¹ · 조정일² · 문은우³ · 박정숙^{1,*}

¹광주여자대학교 대체의학과, ²조선이공대학교 식품영양조리학과, ³한양대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Bamboo Shoot Liquid Fermented by *Bacillus subtilis* Strain

Byeong-Gi Baeg¹, Jung-Il Cho², Eun-Woo Moon³, Jung-Suk Park^{1,*}

¹Department of Complementary & Alternative Medicine, Kwang-ju Womens University

²Korea Department of Food Nutrient and Culinary, Chosun University College of Science & Technology

³Department of Food & Nutrition, Hanyang University

Abstract

To make fermented bamboo shoot liquid, we isolated and classified a microorganism growing in bamboo shoot and investigated its quality characteristics. Crude fiber, crude ash, nitrogen-free extracts, and total sugar contents were higher after fermentation. For free amino acids, only alanine was detected in the control group. Detected 13 kinds of free amino acids were detected in fermented bamboo shoot liquid. In organoleptic test, fermented bamboo shoot beverage containing 20 percent strawberry showed the highest consumer preference.

Key Words: bamboo shoot, fermentation, *Bacillus subtilis*, microorganism, fermented liquor

I. 서 론

대나무의 지하경에서 돌아나는 어리고 연한 싹을 지칭하는 죽순은 그 영양성과 독특한 맛으로 인해 식용으로 많이 이용되고 있다(Yoo 1988). 죽순이 봄에 새로 올라올 때에는 엄청난 에너지를 분출하며 자라는 데 하루에 70~80 cm나 자라는 등 눈에 보일 정도이며 한 달여 동안 계속해서 자라고 자란 다음에는 대숲 위로 꺾끗한 장대머리를 치켜 올라 3~5년간 대가 굳어져서 수확할 수 있게 된다(Kim 2004).

죽순 중 맹종죽과 왕대는 우리나라 죽순 생산량의 약 90%를 차지하고 있으며 솥대는 예로부터 약재로 많이 이용되고 있지만, 이들 죽순 생산량의 70% 이상은 통조림으로 제조되거나 생것으로 유통되는 등 식품으로만 이용이 되고 있으며(Kim 2012), 죽순은 동의보감에 의하면 변비예방, 숙취해소, 청혈작용, 이뇨작용, 스트레스, 불면증, 비만증 그리고 고혈압예방 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있어 그 기능성이 다양하여 새로운 형태의 기능성 식품으로의 개발이 기대되고 있다(Kim 2011).

경제성장으로 인하여 소득수준의 향상, 생활환경의 변화와 더불어 소비자들이 건강을 추구하는 식생활의 동향으로 인해 건강기능성을 나타내는 식품에 대한 선호도가 급증하고 있다(Park & Lim 2007). 육류 섭취량이 증가하고 영양소의

과잉섭취로 인한 성인병 발생이 높아지는 추세에서 식이섬유는 기능성식품으로 그 중요성이 강조되고 있다. 이에 식이섬유가 풍부한 죽순을 식품으로 이용하기 위한 적절한 가공방법을 모색하여 고부가가치를 갖는 식품으로 개발하기 위한 연구가 필요한 실정이다.

지금까지 죽순에 대한 연구로는 오죽잎차와 오죽죽순차를 대상으로 일반 성분 분석과 무기 성분 분석에 대한 연구(Kim et al. 2012), 죽순 저장시의 성분 변화(Lee et al. 1995), 식이섬유의 공급으로 생각되는 죽순, 연근, 우영 등으로 부터 식이섬유와 식생활에 대한 연구(Han & Koo 1993), 담양 염장 죽순을 첨가한 요구르트 개발(Park & Jhon 2006) 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 식이섬유 함유 건강식품인 죽순을 영양학적으로 조금 더 우수한 제품을 만들기 위한 가공방법으로 죽순자체에 존재하고 생육이 왕성한 미생물을 이용한 죽순 발효액을 개발하고자 실험을 실시하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료

2012년 6월 담양군에서 채취한 분죽을 전남 담양 죽순영농조합에서 구입하여 -20°C에서 냉동 보관하며 실험에 사용하였다.

*Corresponding author: Jung-Suk Park, Department of Complementary & Alternative Medicine, Kwang-ju Womens University, Gwangju 506-713, Korea
Tel: 82-62-950-3799 Fax: 82-62-950-3882 E-mai: jspark@kwu.ac.kr

2. 실험방법

1) 죽순으로부터 미생물 분리 및 탐색

(1) 죽순으로부터 미생물 분리(1차 선발)

죽순발효액을 개발하기 위해서는 죽순에서 미생물을 분리하고 탐색하였다. 죽순에서 미생물을 분리하기 위해 죽순을 생리식염수로 3회 이상 깨끗이 세척하여 일반 세균용 종균 배지 TSA (Tryptic Soy Agar)에 올려놓고 35°C 배양기에서 36시간 배양하여 죽순 자체에 존재하고 비교적 생육활성이 우수한 균을 1차로 분리 선발하였다.

(2) 미생물 생육실험(2차 선발)

죽순에서 분리한 미생물을 이용하여 실제 죽순에서도 생육이 가능한지 여부를 알고자 하여 직접 죽순을 이용한 배지에서 선발하였다. 죽순 배지 제조는 죽순을 믹서기로 곱게 갈아 여기에 죽순농도 5%, 한천 2%되게 혼합한 다음 고압증기 멸균(121°C, 15분)하여 무균상자 안에 있는 페트리디쉬에 분주하여 죽순함유 한천배지를 제조하였다. 1차로 분리된 미생물을 죽순배지에 2차로 toothpick하여 35°C에서 2일간 배양하고 균의 생육을 관찰하여 생육이 왕성한 균을 2차로 분리하였다.

(3) 아밀라제(amylase)전분 분해 효소 실험

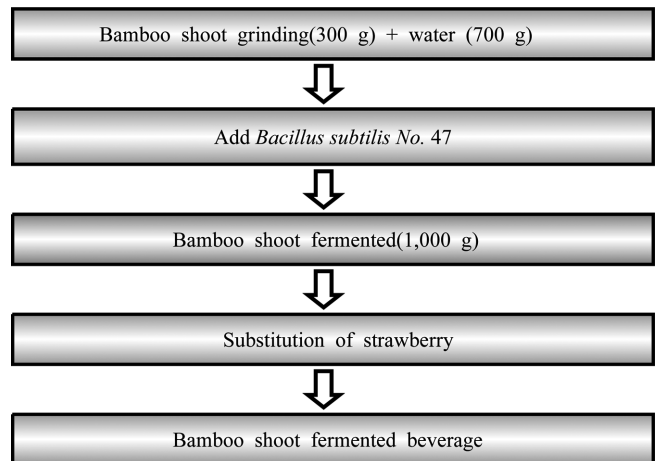
죽순 분리 균에서 전분을 분해하는 아밀라제 효소 활성을 측정하였다. 아밀라제 효소측정은 전분한천(Starch agar)배지에 종이디스크(Paper disk)를 올리고 그 위에 배양액 50 µL 씩 투입해 35°C에서 20시간 배양 후 요오드액을 부어 균이 전분을 분해한 정도를 관찰하였다.

(4) Litmus milk 배지를 이용한 단백질 분해 효소 실험

죽순 분리균에서 단백질을 분해하는 프로테아제(protease) 효소활성을 측정하였다. 단백질 분해효소 활성 측정 Litmus milk배지를 이용하였다. 실험원리는 단백질은 불용성이고 단백질이 protease에 의해 분해되면 펩톤이나 아미노산으로 분해되면서 수용성으로 변하여 투명하게 되고 알칼리 환경으로 바뀌면서 자주색으로 된다. 프로테아제 효소활성 측정에 사용되는 Litmus milk 배지(5 mL)에 샘플 배양액을(1 mL) 접종하고 16시간이 지난 후 관찰하였다.

(5) 섬유소 분해 실험

죽순발효 미생물을 최종 선발하기 위하여 죽순의 섬유소 분해능을 검토하였다. 죽순의 섬유소 분해능은 죽순을 믹서기로 곱게 갈아 죽순농도 10%, 한천 2%되게 혼합하여 고압증기 멸균(121°C, 15분)하였다. 멸균이 끝난 후 무균상자에서 페트리디쉬에 분주하여 죽순배지를 제조하여 죽순에서 분리한 미생물 No. 47을 죽순배지에 toothpick하여 35°C에서 2일간 배양하고 균의 생육을 관찰 하였다.



<Figure 1> Making procedure of bamboo shoot fermented liquid

(6) 분리 미생물 No. 47균의 동정

균주동정은 미생물의 형태, 배양 및 생리 생화학적 특성을 검토하여 실시하였다(Kreig & Holt 1984).

(7) 죽순 발효 원액 제조

죽순을 분쇄기를 이용하여 곱게 갈아 죽순이 30%되게 물로 조정된 다음 121°C에서 15분간 멸균하여 무균 죽순액을 준비하였다. 여기에 죽순발효미생물로 죽순에서 분리한 *Bicillus subtilis* No. 47균을 TSB (Tryptic Soy Broth) 액체배지에서 35°C에서 12시간 배양하여 종균을 준비하였다. 이 종균을 멸균된 30% 죽순액에 1%되게 접종하여 35°C에서 16시간 배양하여 죽순 발효원액을 제조하였다. 죽순 30%액에서 분리한 *Bicillus subtilis* No. 47균의 생육곡선은 접종 후 5시간 까지는 적응기로서 균 생육이 거의 이루어지지 않으면서 8시간 후부터 균이 자라기 시작하여 대수증식기로 접어들었다. 이후 12시간까지 균이 자라기 시작하여 정상기에 도달하였다(이때 균수는 2.4×10^8 CFU/mL이었다). 따라서 본 연구실험에서는 접종된 균이 최고의 생육이 이루어질 수 있는 충분한 시간을 주기 위하여 최종적으로 배양시간을 16시간으로 정하였다.

(8) 죽순 발효 음료 제조

죽순 발효 음료 제조방법은 <Figure 1>과 같다. 관능검사를 위한 죽순 발효 음료는 부재료로 딸기를 선정하여 죽순 발효 물에 딸기 10, 15, 20%를 첨가하여 죽순 발효 음료를 제조하였다. 재료 배합비는 <Table 2>와 같다.

2) 성분 분석

(1) 일반성분

죽순발효전후의 일반성분을 분석하였다(A.O.A.C. 1980). 수분은 상압가열건조법, 회분은 건식회화법, 조지방은 Soxhlet

추출법, 조단백은 semi micro Kjeldahl법으로 정량하였으며, 조섬유는 조섬유 추출장치(Fibercap 2021 system, FOSS, Sweden)를 이용하여 추출한 뒤 분석하였다. 가용성무질소물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 회분을 빼 값으로 결정하였다.

(2) pH 및 산도

죽순의 발효 전후 pH는 시료 20 mL를 취하여 pH meter (SevenMulti, Mettler, China)로 측정하였다. 산도함량은 시료를 원심분리하여 상징액 10 mL를 취해 1% phenolphthalein을 지시약으로 하고, 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 0.009를 곱하여 lactic acid로 환산하였다.

(3) 환원당

죽순의 발효 전후 환원당 함량 변화는 Somogyi법(Cho et al. 2002)에 준하여 측정하였다.

(4) 유리당

유리당 성분은 시료를 homogenizer로 마쇄하여 30 g을 취하여 100 mL로 정용한 다음 원심분리(3,000 rpm, 30 min)하여 Sep-pak C18으로 정제시킨 다음 0.45 µm membrane filter (Millipore Co., USA)로 여과한 여액을 High Performance Liquid Chromatography (HPLC)를 이용하여 분석하였다 (Wilson et al. 1981).

(5) 색도

색차는 색차계를 이용하여 측정하였다. 즉 시료를 색차계 (Color JS555, Tokyo, Japan)로 명도 L (lightness), 적색도 a (redness), 황색도 b (yellowness)를 3회 반복 측정하여 평균값을 나타냈고, 표준 백색판의 명도, 적색도, 황색도는 각각 98.49, -0.02, -0.40이다.

(6) 점도

죽순의 발효 전후의 점도는 점도계(LV DV-II+ Pro, Brookfield, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

(7) 구성아미노산 분석

구성 아미노산 분석은 시료 0.5 g을 시험관에 넣고 6N-HCl 10 mL를 넣은 후 시험관 끝을 불로 녹여 앰플로 만들어 밀봉 후 오토클레이브 110°C에서 24시간 가수분해시킨 후 앰플을 깨고 여과지(Advantec No 2, Toyo Roshi Kaisha, Japan)로 여과하면서 methanol 50 mL로 정용하여 감압 농축하여 20 mM HCl 5 mL로 정용하였다. 0.45 µm membrane filter로 여과하여 얻은 여액을 일정량 취하여 AccQ-Fluor™ Reagent kit (Waters, MA, USA)를 사용하여 유도체화시킨 후 HPLC (Agilent 1200, Waldbronn, Germany)로 분석하였다.

(8) 유리아미노산 분석

유리 아미노산 분석은 유리당 정량과 같은 방법으로 얻은 여액 1 mL에 sulfosalicylic acid 2.5 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 후 5,000 rpm, 30분간 원심분리하여 단백질 등을 제거하고, 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 얻은 여액을 일정량 취하여 AccQ-Fluor™ Reagent kit (Waters, MA, USA)를 사용하여 유도체화시킨 후 HPLC (Agilent 1200, Waldbronn, Germany)로 분석하였다 (Ohara & Ariyosh 1979)

(9) 유기산 분석

유기산은 시료를 균질기(T25D, IKA, Germany)로 마쇄하여 30 g을 취하고 100 mL로 정용한 다음 3,000 rpm, 30분간 원심분리하여 상징액을 취하여 여과(Advantec No 2, Toyo Roshi Kaisha, Japan)한 다음 0.45 µm membrane filter로 여과한 여액을 HPLC (Agilent 1200, Waldbronn, Germany)를 이용하여 분석하였다.

(10) 관능검사

죽순 발효액의 관능적 품질평가는 광주여자대학교 식품조리학과 학생 중에서 15명을 선별하여 실험목적을 설명하고 각 특성치에 대하여 3회 반복하여 훈련시킨 후 색(color), 외관(appearance), 향미(flavor), 씹힘성(chewiness), 전체적인 기호도(overall acceptability)를 평가하였다. 시료는 관능검사 시작 10분전에 관능검사용 그릇에 담아 관능 검사원에게 평가하도록 제시하였고, 7점 평점법으로 검사하였으며 7점은 ‘매우 좋다’ 1점은 ‘매우 나쁘다’로 나타내었다. 그 결과는 SAS package로 통계처리 하였으며, 시료간의 항목별 유의성을 5% 수준에서 Duncan’s multiple range test로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 죽순으로부터 미생물 분리 및 탐색

1) 죽순으로부터 미생물 분리(1차 선발)

죽순 자체에 존재하는 죽순에서 생육이 왕성한 미생물을 분리하고 탐색하였다. <Figure 2>에서 보듯이 죽순 주변으로 미생물들이 왕성하게 자라는 모습을 보여 주고 있다. 따라서 죽순 자체에 존재하고 비교적 생육활성이 왕성하고 우수한 균을 1차로 분리 선발하였다.

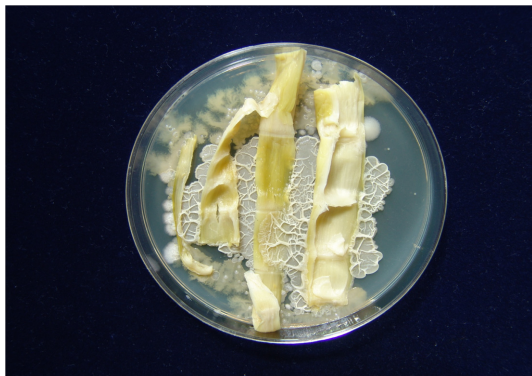
2) 미생물 생육실험(2차 선발)

1차 선발된 8종류의 미생물을 죽순배지에서 실험한 결과 <Figure 3>에서 보듯이 왼쪽 줄에서 아래로 3번째 줄 균이 가장 왕성한 생육활성을 보여 주었다. 이 균주를 No. 47라고 명명하여 이후 실험에 이용하였다.

<Table 1> Morphological and biochemical characteristics of isolated bacterial strain No. 47

Characteristics	Strain <i>Bacillus subtilis</i>	Strain No. 47
Cell diameter >1.0 μm	- ^z	-
Spores round	-	-
Endospore	+	+
Gram stain	+	+
Form	rod	rod
Sporangium swollen	-	-
Parasporal crystals	-	-
Catalase	+	+
Voges-Proskauer test	+	+
pH in V-P broth		
<6	d(+/-)	d(+/-)
>7	-	-
Acids from		
D-Glucose	+	+
L-Arabinose	+	+
D-Xylose	+	+
D-Mannitol	+	+
Gas from glucose	-	-
Hydrolysis of		
Casein	+	+
Gelatin	+	+
Starch	+	+

z-, 90% or more are negative; +, 90% or more are positive; d, 11 ~ 89% are positive



<Figure 2> Isolation of bamboo shoot fermenting microorganisms from bamboo shoot samples on general bacterial culture medium.

3) 아밀라제(amylase)전분 분해 효소 실험

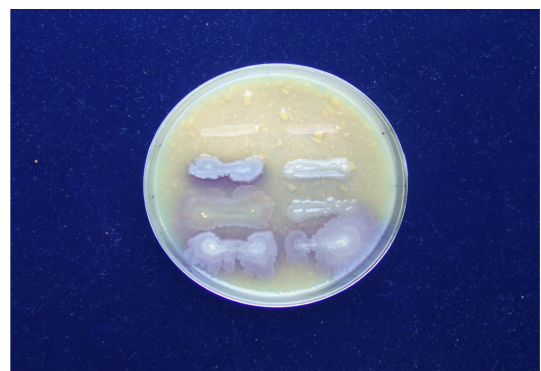
전분이 분해가 되면 요오드액을 부었을 때 Paper disk 주위에 투명한 환이 생기는데 투명환이 클수록 아밀라제 전분 분해능이 크다고 볼 수 있다. <Figure 4>에서 보듯이 죽순에서 분리한 균들 중 No. 47이 아밀라제 전분 분해효소 활성이 가장 우수함을 알 수 있다.

4) Litmus milk 배지를 이용한 단백질 분해 효소 실험

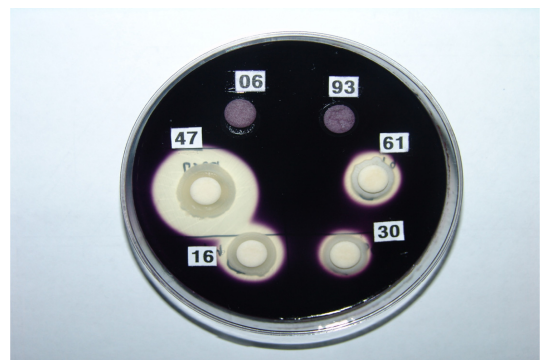
단백질은 불용성이고 단백질이 protease에 의해 분해되면

<Table 2> The mixing ratio of raw materials for preparation of Bamboo shoot beverage

	Substitution level of strawberry (unit: %)			
	0	10	15	20
Bamboo shoot fermentation	89.77	79.77	74.77	69.77
Sugar	6	6	6	6
Fructose	3	3	3	3
Sorbitol	1	1	1	1
Salt	0.1	0.1	0.1	0.1
Citric acid	0.13	0.13	0.13	0.13
Strawberry	0	10	15	20
Total	100	100	100	100



<Figure 3> Growth activity of selected microorganisms on medium containing bamboo shoot extract

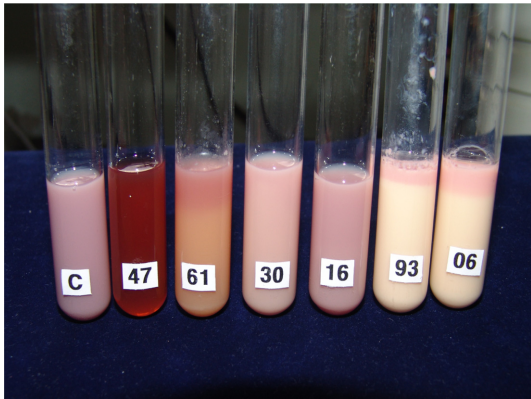


<Figure 4> Measurement of amylase activity of microorganisms isolated from bamboo shoot

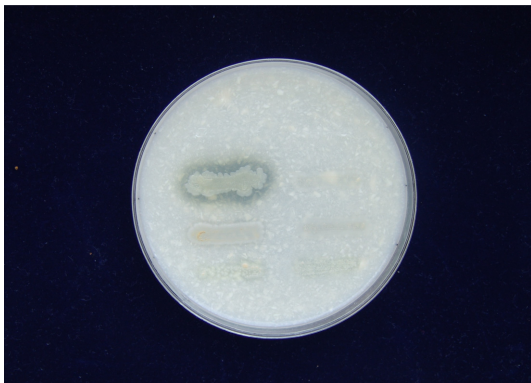
펩톤이나 아미노산으로 분해되면서 수용성으로 변하여 투명하게 되고 알칼리 환경으로 바뀌면서 자주색으로 된다. <Figure 5>에서 보듯이 죽순에서 분리한 No. 47이 프로테아제 효소활성이 우수함을 알 수 있다.

5) 섬유소 분해 실험

죽순발효 미생물을 최종 선발하기 위하여 죽순의 섬유소 분해능을 검토하였다. <Figure 6>에서 보듯이 죽순에서 분리한 No. 47균이 전분분해능, 단백질분해능 및 죽순 섬유소 분해능까지 분리미생물중 가장 우수하여 최종 죽순 발효균으



<Figure 5> Measurement of protease activity of microorganisms isolated from bamboo shoot on Litmus milk medium



<Figure 6> Cellulose hydrolyzation of microorganisms on bamboo shoot

로 선정해, No. 47균을 동정 하였다.

6) 분리 미생물 No. 47균의 동정

미생물 No. 47을 대상으로 미생물의 형태, 배양 및 생리 생화학적 특성 등을 검토한 결과는 <Table 1>과 같으며, 이와 같은 결과를 기초하여 균주 동정을 실시한 결과 *Bacillus subtilis* 균주 또는 그 유연균주인 것으로 판단된다.

2. 일반성분

죽순을 *Bacillus*속 균주를 이용하여 발효시켜 얻은 시료에 대한 일반성분 분석 결과는 <Table 3>과 같다. 수분, 조단백질, 조지방의 경우 대조군(발효 전)보다 발효 후 다소 감소하였으며 조섬유, 조회분, 가용성무질소물의 경우 발효 후 시료에서 각각 1.12±0.01%, 0.22±0.03%, 1.14±0.02% 로 발효 전보다 다소 증가하였다. 대조군(발효 전) 죽순의 조단백질은 2.29±0.03%, 조지방 0.27±0.01%, 조섬유 0.91±0.02%

<Table 4> Changes in pH, total acidity and sugar content of Bamboo shoot

Sample	pH	Total acidity (%)	Brix
Control	5.68	0.36	0.7
Fermented bamboo shoot	5.60	0.47	1.8

로 나타났으며, 발효 후에는 조단백과 조지방은 다소 감소하였고 조섬유 함량은 증가함을 나타냈다. 죽순의 성분조사에서 조단백질은 2.70~3.50% (w/w), 조지방은 0.15~0.30% 함량을 나타냈고(Park & Jhon 2006) 생죽순의 조단백 2.41, 조지방 1.10, 조섬유가 1.08이라고 보고한(Yoo & Chung 1999) 연구와도 유사한 결과를 보였다. 가용성 무질소물은 대조군보다 발효 후에 2배로 증가하였으며 이는 *Bacillus*속 균주를 접종함에 따라 다양한 생물학적 작용에 의한 성분 변화로 판단된다.

3. pH, 산도 및 당도 함량

죽순의 pH, 총산 및 당도의 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 대조군 죽순의 pH는 5.68로 발효 후보다 약간 높게 나타났고 산도는 시료에서 0.47%로 발효 전 시료보다 0.11% 증가하였다. *Bacillus*속 균주가 pH에는 큰 영향을 주지 않았음을 알 수 있었다. 당도 역시 발효 전 0.7 brix보다 발효 죽순에서 2배 이상 높게 나타났다.

죽순의 총당, 환원당, 유리당 분석 결과는 <Table 5>와 같다. 총당 분석 결과 대조군에서 0.03%였으나, 발효 후 0.22%로 발효 전보다 7배가량 증가하였다. 환원당의 경우 발효 전 0.014%가 검출되었으나 발효 후 0.183%로 발효 전보다 13배가량 증가함을 볼 수 있었다. 이는 발효과정에 환원력을 가지는 단당류 일부가 환원당으로 측정되기 때문에 높게 나타났다(Bae et al. 2001). 이러한 결과에 따라 *Bacillus*속 균주를 이용한 발효액이 일반 죽순보다 감미를 더하였고 다양한 풍미를 제공하였다. 발효 전, 후 시료 모두 glucose만 검출되었고 발효 전 시료의 경우 1.37 mg%이었으나 발효 후에는 2.37 mg%로 증가함을 알 수 있었다.

4. 색도 및 점도

죽순의 색도측정 결과는 <Table 6>과 같다. 적색도 a와 황색도 b 값의 변화는 거의 없었으며 밝기를 나타내는 명도 L (lightness)값의 경우 발효 전후 각각 71.25±0.01, 58.48±0.01로 발효 전이 발효 후 보다 밝게 나타남을 볼 수 있었다. 이는 발효기간 중 발생하는 열과 산소와의 접촉시간이 길어짐에 따라 발생하는 변화로 생각되고 이러한 결과로 발효가 죽

<Table 3> Proximate compositions of Bamboo shoot (%)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber	Ash	Nitrogen free extract
Control	95.59±0.03	2.29±0.03	0.27±0.01	0.91±0.02	0.19±0.02	0.75±0.02
Fermented bamboo shoot	95.16±0.02	2.12±0.01	0.24±0.02	1.12±0.01	0.22±0.03	1.14±0.02

<Table 5> Changes in total sugar, reducing sugar, free sugar content of Bamboo shoot

Sample	Total sugar (%)	Reducing Sugar (%)	Free sugar (glucose) (mg%)
Control	0.03±0.002	0.014±0.002	1.37±0.01
Fermented bamboo shoot	0.22±0.01	0.183±0.003	2.37±0.02

<Table 6> Hunter's color value of Bamboo shoot

Sample	명도 L (lightness)	적색도 a (redness)	황색도 b (yellowness)
Control	71.25±0.01	-3.36±0.01	11.68±0.01
Fermented bamboo shoot	58.48±0.01	-3.33±0.005	11.83±0.01

<Table 7> Changes in viscosity content of Bamboo shoot

Sample	Spindle No.	rpm	온도(°C)	cP
Control	63	2.5	8.2	23071
Fermented bamboo shoot	63	2.5	8.2	9742

<Table 9> Changes in amino acid content of Bamboo shoot (mg %)

	Free amino acid		Total amino acid	
	Control	Fermented bamboo shoot	Control	Fermented bamboo shoot
Aspartic acid	-	-	9.32	41.89
Serine	-	-	28.96	56.93
Glutamic acid	-	0.99	22.55	85.77
Glycine	-	0.82	18.49	42.19
Histidine	-	-	26.16	36.17
Arginine	-	4.36	69.34	110.72
Threonine	-	0.07	39.35	60.98
Alanine	0.11	2.35	15.38	45.43
Proline	-	0.23	13.71	40.10
Tyrosine	-	5.45	16.51	27.48
Valine	-	5.49	21.60	-
Methionine	-	4.77	44.92	115.50
Lysine	-	11.12	16.03	97.27
Isoleucine	-	6.25	31.49	64.22
Leucine	-	9.81	36.89	91.56
Phenylalanine	-	10.17	34.73	42.73
TAA ^{a)}	0.11	61.88	445.43	958.94
EAA ^{b)}	-	47.68	174.82	373.67
EAA/TAA (%)	-	77.05	39.24	38.97

순 고유의 색에 약간의 변화를 주었다고 판단된다.

죽순의 점도측정 결과는 <Table 7>과 같다. 측정 결과 대조군 점도는 23071 cP였으나 발효 후 9742 cP로 2배 이상 감소하였다. 이는 *Bacillus*속 균주를 이용하여 발효함에 따라 섬유소 및 고형분 등이 분해되면서 점도가 약해진 것으로 판단된다.

5. 유기산

죽순의 발효 전후 유기산 성분의 변화는 <Table 8>과 같다. 대조군에서는 Lactic acid 0.11±0.01 mg%, Acetic acid 0.15±0.01 mg%, Succinic acid 0.21±0.03 mg%가 검출되었고, 발효 후에는 Oxalic acid 0.05±0.01 mg%, Malic acid 0.57±0.02 mg%, Acetic acid 0.62±0.04 mg%, Succinic acid 4.1±0.05 mg%가 검출되었다. 발효 전후 죽순의 유기산 분석 결과 Oxalic acid, Malic acid는 발효 전 시료에서는 검출되지 않았으나 발효 후 시료에서 각각 0.05±0.01, 0.57±0.02 mg%가 검출되었다. Acetic acid의 경우 발효 후 0.62 mg%로 발효 전 보다 4배 이상 증가하였고 Lactic acid는 발효 후 검출되지 않았다. 시원한 감칠맛을 내는 Succinic acid의 경우 발효 전에 비해 큰 폭으로 증가하였다. 이러한 결과로 볼 때 *Bacillus*속 균주를 이용한 죽순발효액이 발효전보다 다양한 풍미를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

6. 아미노산

죽순의 아미노산 분석 결과는 <Table 9>와 같다. 죽순의 유리아미노산 분석결과 대조군 시료에서는 alanine만이 검출

되었으나 발효를 거쳐 glutamic acid의 12종의 유리아미노산이 검출되었다. 발효 후 총 유리아미노산은 61.88 mg%이며 그 중 필수아미노산은 47.68 mg%로 총 유리아미노산의 77.05% 차지하였다. 발효 후 유리아미노산은 lysine이 11.12 mg%로 가장 높았고 phenylalanine 10.17 mg%, leucine

<Table 8> Changes in organic acid content of Bamboo shoot (mg%)

Sample	Oxalic acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Succinic acid
Control	ND ¹⁾	ND	0.11±0.01	0.15±0.01	0.21±0.03
Fermented bamboo shoot	0.05±0.01	0.57±0.02	ND	0.62±0.04	4.1±0.05

¹⁾Not Detected

<Table 10> Sensory characteristics of Bamboo shoot beverage containing different amounts of Strawberry

Sensory characteristics	Substitution levels of Strawberry			
	0%	10%	15%	20%
Color	5.25±1.20 ^{a1)}	5.45±1.23 ^{ab}	6.00±0.97 ^{bc}	6.30±1.08 ^c
Flavor	3.10±1.65 ^a	4.35±1.53 ^b	5.15±1.38 ^{bc}	5.60±1.50 ^c
Taste	3.15±1.42 ^a	4.70±1.26 ^b	5.10±1.02 ^{bc}	5.60±1.09 ^c
Chewiness	4.80±1.39 ^a	5.50±0.88 ^b	5.55±0.88 ^b	5.80±1.15 ^b
Overall Acceptability	3.10±1.21 ^a	4.60±1.04 ^b	5.25±1.11 ^b	6.05±1.19 ^c

¹⁾Values are mean±standard deviation of triplicate determinations
Means with same letter in a column are not significantly different at p<0.05 level

9.81 mg%, isoleucine 6.25 mg%의 함량 순이었다. 식품으로 섭취된 단백질 등의 아미노산은 흡수된 후 생체 단백질을 합성하는 재료가 되는데 생체의 단백질은 20여종이 일정한 순서에 따라서 결합해 합성되므로 그 중 1종류의 아미노산이라도 부족하면 생체 단백질은 합성될 수 없었다. 특히 isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, methionine, threonine, tryptophan, valine 등의 아미노산은 인간의 체내에서 합성되지 않거나 합성되어도 수요량을 충족시키지 못하는 필수아미노산으로 음식을 통해서 필요량을 공급해 주어야만 하는 아미노산이다. 이러한 필수아미노산은 발효 전보다 발효 후 상당히 많은 양이 증가함을 알 수 있었다. 콩을 원료로 하여 제조한 청국장 중의 단백질은 발효과정 중 *B. subtilis* 분비하는 단백질 분해효소의 작용으로 polypeptide→peptide→amino acid로 분해되어 소화 흡수되기 쉬운 상태로 된다고 하였다(Joo 1996). 비록 죽순을 원료로 발효하였지만 같은 균을 사용하여 발효한 결과 발효 전 보다 다양한 아미노산이 검출됨을 알 수 있었다(Baek et al. 2012).

구성아미노산의 분석결과 발효 전 시료에서는 총 구성아미노산이 445.43 mg%이며 그 중 필수아미노산은 174.82 mg%로 총 구성아미노산의 39.24% 차지하였다. 발효 후 시료의 경우 총 구성아미노산이 958.94 mg%로 발효 전 시료에 비해 2배 이상 증가함을 보였고 그 중 필수아미노산은 373.67 mg%로 총 구성아미노산의 38.97% 차지하였다. 구성아미노산 검출량 순으로 살펴보면 대조군의 경우 arginine이 69.34 mg%로 가장 높았고 methionine 44.92 mg%, threonine 39.35 mg%, leucine 36.89 mg%의 함량 순이었다. 발효 후 시료에서는 methionine이 115.50 mg%로 가장 높게 나타났고 arginine 110.72 mg%, lysine 97.27 mg%, leucine 91.56 mg%의 함량 순으로 검출되었다. 특히 쌀에 부족한 아미노산인 lysine은 발효 전보다 발효 후에 6배가량 증가하여 밥을 주식으로 하는 우리나라 사람에게 영양학적 의의가 크다고 할 수 있다(Chung 1976).

7. 관능검사

딸기 함유 죽순음료에 대한 관능검사 결과는 <Table 10>과 같다. 관능에 따른 시료별 기호도 결과 모든 측정 항목에

서 딸기 20% 첨가 시료가 딸기 15% 첨가 시료, 딸기 10% 첨가 시료, 무첨가 시료 보다 높은 값이 나타났다. 색(color)의 경우 딸기 20% 첨가 시료가 6.30±1.08으로 가장 높은 점수를 얻었으며 15% 첨가 시료(6.00±0.97), 10% 첨가 시료(5.45±1.23) 그리고 무(無)첨가 시료(5.25±1.20) 순으로 나타났다. 20% 첨가 시료가 가장 좋은 점수를 받았다. 향미(Flavor)의 경우도 색(Color)과 같이 딸기 20% 첨가시료가 5.60±1.50으로 가장 높은 점수를 보였고, 15% 첨가시료(5.15±1.38), 10% 첨가시료(4.35±1.53) 그리고 무(無)첨가 시료(3.10±1.65) 순으로 나타났다. 맛(taste)은 딸기 20% 첨가 시료가 5.60±1.09으로 가장 높은 점수를 얻었으며, 다음으로 15% 첨가 시료(5.10±1.02), 10% 첨가 시료(4.70±1.26) 그리고 무(無)첨가 시료(3.15±1.42) 순으로 나타났다. 식감(Chewiness)도 20% 첨가 시료가 5.80±1.15으로 가장 높게 나타났으며, 15% 첨가 시료(5.55±0.88), 10% 첨가 시료(5.50±0.88) 그리고 무(無)첨가 시료(4.80±1.39) 순으로 기호도를 보였다. 4가지 관능검사 특성 모두 딸기 함량이 높을수록 높은 점수를 받은 것을 알 수 있었다. 전반적 기호도(overall acceptability)의 경우도 4가지 관능검사 특성인 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 식감(chewiness)과 같은 결과를 보여 딸기가 20% 첨가된 시료가 6.05±1.19로 가장 높은 점수를 얻었으며 그다음으로 15% 첨가 시료(5.25±1.11) 10% 첨가 시료(4.60±1.04) 무(無)첨가 시료(3.10±1.21) 순으로 나타났다. 이러한 결과로 보아 죽순 발효액에 딸기 20%를 첨가하는 것이 가장 좋은 점수를 받았으며 이러한 사실은 여러 가지 죽순이 갖는 장점 등을 음료에 적용할 수 있는 가능성이 있음을 알 수 있었다.

IV. 요약 및 결론

죽순의 부가가치 향상과 다양한 식품가공에 적용하기 위한 방안으로 죽순을 이용한 발효액을 제조하여 품질특성을 조사한 결과는 다음과 같다. 죽순 자체에 존재하고 비교적 생육활성이 왕성하고 우수한 균을 1차 분리하였고 분리된 미생물을 2차로 분리해 생육활성이 우수한 균주를 선발해 No. 47라고 명명하여 이후 실험에 이용하였으며, 죽순에서 분리

한 균들 중 No. 47이 아밀라제 전분분해 효소활성과 프로테아제효소활성, 섬유소 분해능까지 가장 우수하여 최종 죽순 발효균으로 선정하였으며 균을 동정한 결과 *Bacillus subtilis* 균주 또는 그 유연균주인 것으로 판단되었다.

수분, 조단백질, 조지방의 경우 대조군 시료가 발효 후 시료보다 다소 높게 나타났고, 조섬유, 조회분, 가용성 무질소물의 경우 발효 후 시료에서 각각 1.12 ± 0.01 , 0.22 ± 0.03 , $1.14 \pm 0.02\%$ 로 발효 전 시료보다 다소 높게 나타났다. 대조군의 pH는 5.68로 발효 후보다 높게 나타났고 산도는 *Bacillus*속 균주를 이용하여 발효시킨 시료에서 0.47%로 대조군보다 0.11% 증가하였고 당도 또한 발효 죽순에서 2배 정도 높았다.

환원당은 발효 전 0.014%가 검출되었으나 발효 후 0.183%로 대조군보다 증가하였고 색도는 발효 전이 발효 후 보다 밝게 나타났으며 발효 전보다 발효 후에 점도가 감소하였다.

총당은 발효 전보다 발효 후에 증가하였고 유리당은 glucose만이 분리되었으며 대조군보다 발효후가 더 많은 함량을 나타냈으며 유기산 중 발효 전에는 검출되지 않은 Oxalic acid, Malic acid이 발효 후 검출되었으며 Acetic acid와 Succinic acid는 큰 폭으로 증가하였다.

유리아미노산은 대조군에서는 alanine만이 검출되었으나 발효를 거쳐 glutamic acid 외 12종의 유리아미노산이 검출되었다. 발효 후 총 유리아미노산은 61.88 mg%이며 그 중 필수아미노산은 47.68 mg%로 총 유리아미노산의 77.05% 차지하였다. 발효 후 시료의 경우 총 구성아미노산이 958.94 mg%로 발효 전 시료에 비해 2배 이상 증가함을 보였고 그 중 필수아미노산은 373.67 mg%로 총 구성아미노산의 38.97% 차지하였다.

딸기 함유 죽순음료에 대한 관능검사 결과 죽순 발효액에 딸기 20%를 첨가하여 제조한 제품이 기호도면에서 가장 좋은 점수를 받았다. 이러한 사실은 여러 가지 죽순이 갖는 장점 등을 음료에 적용할 수 있는 가능성이 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 담양군·(사)담양죽순생산자단체협의회의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

References

Yoo TJ. 1988. Food thesaurus (식품보감), Munundang, Seoul, Korea, pp 315
 Kim JH. 2004. Bamboo. Daewonsa, Seoul, Korea, pp 8-31
 Cho DJ, Kim JS, Hong JM, Chae SG. 2002. Food analysis. Jigu publishing Co.. Seoul. p 110
 Kim HJ. 2012. Anti-oxidant and nitrite esure of extract in bamboo shoots from *phyllostachys*, *phyllostachys bambusoides* and *phyllostachys nigra* var. *henonis*. Master's degree

thesis. Yeungnam University, Korea, pp 2-5
 Park YO, Lim HS. 2007. Effects of the extract of bamboo (*Sasa borealis*) leaves on the physical and sensory characteristics of cooked rice. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 36(7):908-914
 Kim SM, Jeon JS, Kang SW, Kim WR, Lee KD, Um BH. 2012. Composition analysis and antioxidant activity of Ojuk (*phyllostachys nigra munro*) leaf tea and shoot Tea. Korean J. Soc. Apple. Biol Chem., 55(2):95-101
 Park EJ, Jhon DY. 2006. Preparation and Characteristics of yogurt prepared with salted bamboo shoots. J. Korean Soc. Food Cult., 21(2):179-186
 Yoo MJ, Chung HJ. 1999. Chemical properties of bamboo shoots and their changes of chemical componenents during the manufacture of pickles. Korean J. Food & Nutr. 12(6):575-581
 Krieg NR, Holt JG. 1984. Bergey's manual of systematic bacteriology. Williams and Wilkins. Baltimore, pp 215-232
 AOAC. 1980. Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. pp 31-55
 Wilson, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A. and Bushway, R.J. 1981. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. J. Food Sci. 46(1):300-306
 Waters Associates. 1990. Waters analysis amino acid. PICO TAG system, Young-in Scientific Co., Ltd. pp 41-46
 Folch J, Less M, Sloane-Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226(1):497-509
 Bae SM, Park KJ, Shin DJ, Hwang YI, Lee SC. 2001. Properties and characterization of jochung with sweet persimmons. Korean J. Soc. Agric. Biotechnol. 44(2):88-91
 Han, S.J. and Koo, S.J. 1993. Study on the Chemical composition in bamboo shoot, Lotus Root and Burdock. - free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents. Korean J. Soc. Food Sci., 9(2):82-87
 Joo HK. 1996. Studies on chemical composition of commercial chungkukjang and flavor compounds by mugwort (*Artemisia asiatica*) or red popper seed oil. Korean J. Soybean Digest. 13(2):44-56
 Beak LM, Kang KM, Park LY, Lee SH. 2012. Fermentation and quality characteristics of cheongkookjang prepared with germinated soybean. Koren J. Food Preserv., 19(4):547-553
 Chung SY, Lee EH. 1976. The taste compounds fermented acetes chinensis. Korean J. Fish Society, 9(2):79-110