

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 품질변화

신동선 · 최인덕 · 이석기 · 박지영 · 김남길 · 정광호 · 박장환 · 최혜선*

농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부

Quality Change of Fermented Soybean Products by *Aspergillus* spp. from Soybean Cultivar

Dong Sun Shin, In Duck Choi, Seuk Ki Lee, Ji Young Park, Nam Geol Kim,
Kwang-Ho Jeong, Chang Hwan Park, and Hye Sun Choi*

Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

Abstract

This study evaluates the quality properties of soybean cultivar for fermented soybean products with several *Aspergillus* spp., which were selected based on their high antimicrobial activities. The six soybean varieties Daewonkong, Taekwangkong, Jimpung, Daechan, Daepung-2, and Seonpung were used in the experiment. Physicochemical analysis of soybeans showed that the cured fat and protein contents were 18.28-19.15 and 36.49-38.72%, respectively. The pH and total acidity (TA) were 6.31-6.60 and 0.36-0.48%, respectively. The amino nitrogen contents of all samples were in the range of 641.23 to 791.12 mg%, while Daechan showed the highest content (791.12 mg%). Mold counts of fermented soybean products were 7.63-9.20 log CFU/g. Hunter color values for L value, a value, and b value ranged from 59.52-71.28, 0.11-3.03, and 14.61-31.70, respectively. The amylase and protease activities of the Daepung-2 and Daechan were the highest among all the cultivars. The rank order of major free amino acids was glutamic acid > lysine > alanine > aspartic acid, with Daepung-2 and Daechan being the highest. As a result, Daepung-2 was suitable as a soybean cultivar, exhibiting high quality standards for the fermentation process of the fermented soybean products.

Key words: soybean, fermented soybean, quality, *Aspergillus*

서 론

콩(*Glycine max*, L)은 우리나라의 중요한 식량자원으로 오랫동안 콩나물, 두부, 비지, 두유 및 장류 등 다양한 용도로 식생활에 애용되어 왔다(Ha *et al.*, 2013). 특히 콩은 장류의 맛과 향 등 품질을 결정짓는 중요한 원료소재이며, 영양적 측면에서 질병예방 및 치료분야까지 소비시장이 다양해지면서 소비자들의 관심이 더 높아지고 있다(Yang & Kim, 2013; Jung *et al.*, 2016). 이에 따라 산업체에서는 고품질화, 제품다양화, 안전성 및 간편성 등 소비자 니즈를 고려한 장류 제품개발이 시도되고 있으며 육종 부서에서도 가공 용도별 품종을 개발하려는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Kim *et al.*, 2017). 콩을 이용한 발효는

미생물이 효소에 의해 섬유질과 세포내 당류 및 단백질 등으로 분해되면서 체내 소화율을 높이고(Lee *et al.*, 2005; Zheng *et al.*, 2011), 생성된 유용 기능성 물질(isoflavone, polypeptide, polyglutamate, amide, peptone 등)은 항암, 항산화, 면역력 강화, 혈압강화 및 혈전용해능 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Cho *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2002; Zheng *et al.*, 2011).

우리나라에서 콩 발효제품은 주로 장류로 발효제에 쓰이는 메주에 따라 품질에 영향을 미치게 되는데, 특히 전통 방법으로 제조할 경우 콩의 종류, 제조방법, 제조시기 및 지역 등에 따라 다르고 잡균 혼입으로 품질이 균일하지 못한 문제점이 발생한다. 이를 해결하기 위하여 발효에 관여하는 미생물(*B. subtilis*, *A. oryzae* 등)을 분리 및 동정하여 인위적으로 균을 접종하여 이용하는 방법에 대한 연구가 시도되고 있다(Lin *et al.*, 2006; Chang & Chang 2007; Lee *et al.*, 2016a). 기 보고된 콩 발효에 관한 연구는 생리활성에 관한 연구(Yang & Kim, 2013; Sasithorn, 2017; Fabricio *et al.*, 2018; Cao *et al.*, 2019)가 주로 보고되었고, *A. oryzae*와 단백질 분해효소를 이용한 메주특성 연구(Gil

*Corresponding author: Hye Sun Choi, Depat. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon, Gyeonggi 16613, Korea.
Tel: +82-31-695-0623; Fax: +82-31-695-0609
E-mail : choihs9587@korea.kr
Received October 11, 2019; revised October 18, 2019; accepted October 31, 2019

et al., 2017), 개량메주와 청국장의 품질개선 및 품질특성 연구(Park et al., 1990; Lin et al., 2006; Lee et al., 2016b), 맛과 향미에 관한 연구(Shon et al., 2002; Park et al., 2017), 발효미생물의 특성 연구(Lee et al., 2014) 등 다양한 연구가 보고되었지만, 아직 콩 품종별 장류 및 콩 발효물 제조에 적합한 균주에 대한 발효특성을 비교한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구에서는 전통장류 유래 *Aspergillus* spp. 이용 콩 발효물을 제조하여 발효특성 비교를 통해 우수한 콩 품종 선별을 위한 기초자료로 제시하고자 곰팡이 이용 콩 발효물의 외관 및 품질, 효소활성도, 색도, 아미노산 등의 품질 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물 및 추출물 제조

콩은 2017년 경상남도 밀양소재 국립식량과학원에서 재배 및 수확한 것으로 대원콩(Daewonkong), 태광콩(Taekwangkong), 우람(Uram), 대찬(Daechan), 대풍-2호(Daepung-2), 선풍(Seonpung) 등 6가지 품종을 실험에 사용하였다. 콩 품종별 곰팡이 이용 발효물은 Lee et al., (2014) 방법을 참고로 하여 제조하였다. 즉, 콩을 각각 수세하여 상온(22±2°C)에서 15시간 동안 수침한 후 30분 물 빼기를 하여 수분을 제거하였다. 이후 고압증기멸균기(BF-60AC autoclave, Biofree Co. Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 121°C에서 30분 동안 증자(멸균)하였다. 증자된 콩은 무균상태에서 40°C 이하로 식힌 다음 배양된 균주를 각각 1% (v/w)씩 접종하여 혼합하였다. 배양된 균주는 전통장류에서 유래된 *A. oryzae* PS03으로 PDA (Difco, Detroit, MI, USA)배지에 접종하여 25°C에서 7일간 배양하여 얻은 균을 포자수 1×10^7 spore/g로 희석하여 사용하였다. 곰팡이 균이 접종된 콩을 스티로폼 상자(21×27×14 cm)에 담아 발효실(온도 25°C, 습도 70%)에서 24시간 숙성시켜 곰팡이 이용 콩 발효물을 제조하였다. 콩 발효물의 발효특성을 측정하기 위한 추출물 제조는 시료 일정량을 증류수에 넣고 homogenizer (HG-15A, Daihan Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)로 균질화한 다음 진탕배양기(WiseCube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd.)에서 추출(150 rpm, 1 hr)하여 원심분리(10,000 rpm, 10 min)한 후 상등액을 추출물로 하였다.

품종별 원료콩의 성분 분석

품종별 원료콩의 일반성분 특성으로 지방, 단백질 회분은 AOAC 방법으로 측정하였다. 조지방은 Soxhlet (Soxtec™ 2050 Analyzer Unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)를 이용하여 diethyl ether로 추출한 다음 정량하였으며, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법을 참고로 분해기(Tecator Digestor

auto, Foss Tecator, Laurel, MD, USA)와 자동 단백질분석기(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator)로 분석하였다. 조회분 함량은 600°C에서 5시간 동안 직접회화법으로 전기회화로((DS-84E, Dasol Scientific Co., Ltd, Hwaseong, Korea)를 이용하여 분석하였다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 품질특성

품종별 곰팡이 이용 콩 발효물의 품질특성으로 pH와 TA (titratable acidity), 아미노태질소 함량 및 곰팡이수를 측정하였다. pH 측정은 pH meter (Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, TA는 시료 10 mL를 취한 다음 0.1 N NaOH (F = 1.000) 용액을 넣어 잘 혼합한 후 pH가 8.3이 될 때까지 소비된 NaOH의 mL를 측정하여 젖산함량(% w/w)으로 나타내었다. 아미노태질소(amino nitrogen, NH₂-N) 함량은 KFDA (2008)와 Choi et al. (2007) 방법을 참고하여 formol 적정법으로 측정하였다. 즉, 시료 추출액 5 mL에 중성용액 formalin 10 mL와 증류수 10 mL를 넣고 잘 혼합한 다음 0.5% phenolphthalein 용액 2-3방울 첨가하였다. 여기에 0.1 N NaOH를 넣어 미홍색이 될 때까지의 적정량을 측정하였으며, 공시험도 동일한 방법으로 측정한 후 아미노태질소 함량을 계산하였다. 곰팡이 수 측정은 PYM 건조필름을 이용하여 3M사의 사용설명서와 Kim et al. (2004)의 방법을 참조하여 측정하였다. 먼저 시료를 멸균생리식염수(0.9% NaCl) 용액으로 10진 희석법에 의해 희석한 시료를 PYM 건조필름에 접종한 후 배양기(25°C)에서 3일 동안 배양한 후 다양한 색상과 가장자리 부분이 명확히 구분되지 않는 것을 곰팡이 균으로 계수하여 log CFU/g으로 표시하였다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 색도

곰팡이 이용 콩 발효물의 색도는 일정량의 시료를 취한 다음 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter's color value인 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 측정하였다. 이때 사용한 표준백관의 L값은 98.32, a값은 -0.01, b값은 0.03이었다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 효소활성

품종별 곰팡이 이용 콩 발효물의 효소활성으로 α -amylase와 protease를 측정하였다(Von 1993; Lee et al., 2014). α -Amylase 효소활성 측정은 0.02 M phosphate buffer (pH 7.0)을 사용한 1% 가용성전분 용액 3 mL에 시료 추출액 1 mL를 첨가하여 40°C에서 10분 동안 반응시킨 다음 1 M HCl 10 mL를 넣어 반응을 중지시켰다. 이중 1 mL를 취한 다음 요오드화 용액(0.005% I₂ + 0.05% KI)를 10 mL 넣어 발색시킨 후 분광광도계(T80+ UVNIS Spectrophotometer, PG Instruments, Alma Park, UK)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 1 M HCl 10 mL를 넣어

반응을 중지 시킨 후 시료 추출액을 넣어 반응 및 발색시킨 다음 측정하였다. 측정된 값은 조효소액 1 mL가 1분 동안 전분 0.1 mg을 분해한 양을 1 unit으로 하여 계산하였다. Protease 효소활성은 기질용액은 0.2 M phosphate buffer에 0.6% casein을 용해한 다음 pH를 7.0으로 보정하여 제조하였다. 제조된 5 mL 기질용액에 1 mL 시료 추출물을 넣어 37°C에서 10분 동안 반응시킨 후 0.44 M TCA (trichloroacetic acid)용액 5 mL를 첨가하였다. 이를 실온에서 30분 동안 방치한 다음 여과(No.2, Whatman, Buckinghamshire, UK)한 후 여액 2 mL에 0.55 M Na₂CO₃ 용액 5 mL와 3배 희석된 Folin reagent 용액 1 mL를 넣어 실온에서 30분 동안 방치하였다. 이를 분광광도계(T80+ UVNIS Spectrophotometer)에서 흡광도(660 nm)를 측정하였다. 표준물질은 tyrosine으로 하여 표준곡선을 작성하였고, 1분 동안 tyrosine 1 µg을 생성하는 능력을 1 unit으로 나타내었다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 유리아미노산

품종별 곰팡이 이용 발효물의 유리 아미노산 함량은 동결건조 시료 0.2 g에 5 mL 에탄올을 첨가하여 1시간 동안 균질화 하였다. 이것을 원심분리(10,000 rpm, 10 min, Hanil; ULTRA 4.0, Seoul, South Korea)한 후 얻은 상등액을 감압농축기(rotary evaporator, EYELA A-3S, RikakikaiCo., Ltd., Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 이를 20 mL 0.02 N HCl에 녹여 10배 희석한 후 0.22 µm membrane filter (Merck Millipore, Darmstadt, Germany)로 여과한 후 아미노산 자동분석기(Hitachi, L-8900, Post-reaction type, Tokyo, Japan)에 주입하여 분석하였다(Lee *et al.*, 2014).

통계처리

본 연구의 결과는 SPSS통계 package program (version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 평균값은 one-way analysis of variance (ANOVA)로 비교하였다. Duncan's multiple range test를 실시하여 5% ($p < 0.05$) 유의 수준에서 평균 간의 다중비교를 실시하여 분석하였다.

결과 및 고찰

콩 품종별 성분과 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 외관 특성

품종별 원료콩의 조지방, 조단백질 및 조회분을 조사한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 품종별로 유의적인 차이를 나타내었다. 조지방 함량은 18.28-19.15% 범위로 평균 18.77%를 나타내었다. 조단백질 함량은 대찬과 선풍 품종이 각각 38.72% 및 38.64%로 가장 높았고 태광콩이 36.49%로 가장 낮았다. 조회분은 4.34-5.01% 수준으로 콩 품종별로 차이를 보였다. Medic *et al.* (2014)과 Lee *et al.*

Table 1. Composition of lipid, protein and ash of 6 soybean cultivars

Cultivar ¹⁾	Lipid (%)	Protein (%)	Ash (%)
Daewonkong	19.06±0.23 ^{a2)}	37.27±0.17 ^c	4.86±0.05 ^b
Taekwangkong	18.28±0.26 ^c	36.49±0.18 ^d	4.99±0.08 ^a
Uram	18.57±0.11 ^b	36.72±0.56 ^d	4.95±0.13 ^a
Daechan	19.09±0.17 ^a	38.72±0.01 ^a	4.82±0.07 ^b
Daepung-2	19.15±0.23 ^a	38.02±0.09 ^b	4.34±0.06 ^c
Seonpung	18.45±0.05 ^b	38.64±0.21 ^a	5.01±0.05 ^a

¹⁾ All values are mean±SD (n=3).

²⁾ Means with different letters within the same column are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(2018)은 콩의 단백질 함량은 40-41%라고 보고하였으나 본 연구의 6품종에 대한 단백질 함량과는 조금 낮은 수준이었다. 또한, Chang *et al.* (1990)의 보고에 의하면 단백질 함량이 높은 품종일수록 지방 함량이 낮아지는 경향이 있다고한 보고와 본 연구결과와 비슷한 경향을 보였다. 콩 품종별로 제조한 발효물의 외관을 살펴보면 품종별로 다른 양상을 보였지만 대부분의 발효물에서 곰팡이가 잘 형성되었다(Fig. 1). 특히, 콩 발효물의 외관상 곰팡이의 색에 있어 다양한 양상을 보였는데, 대원콩과 대찬이 비슷하게 황록색 포자가 형성되었으며 우람은 황색, 태광과 선풍은 흰색 곰팡이가 더 많은 것이 확인되었다. 이러한 곰팡이(*A. oryzae*) 이용 콩 발효물의 외관의 색 차이는 곰팡이의 활성도가 발효정도에 따라 색의 변화를 주어 활성 초기에는 흰색으로 자라다가 점점 노란색에서 황록색으로 포자가 형성되어 변화면서 활성 정도가 높아진다(Kim *et al.*, 1998). 따라서 품종별 발효물의 활성도가 높은 콩 품종은 대찬임을 알 수 있었다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 품질

품종별 곰팡이 이용 콩 발효물의 품질특성으로 pH, TA, 아미노태질소 및 곰팡이수를 측정한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같았다. pH는 6.31-6.60 수준으로 나타났으며, TA는 0.36-0.48으로 품종별 유의적인 차이를 보였다. 콩의 발효과정에서 pH와 TA는 콩 단백질이 아미노산으로 분해되어 탈아미노화 되면서 암모니아 생성정도에 따라 달라지므로 발효환경이 중요한 요소이다(Yoo *et al.*, 1998). Cho *et al.* (2016)의 연구에서 메주의 pH와 TA는 주로 자라는 균주에 따라 달라진다고 보고하였다. 따라서 본 연구결과를 고려할 때 콩 발효물의 pH와 TA가 다르게 나타난 것은 콩 품종별 발효정도의 차이에 의한 것으로 사료된다. 품종별 곰팡이 이용 콩 발효물의 아미노태질소 함량은 Table 2에서 보듯이 시료에 따라 유의적인 차이를 보였다. 일반적으로 아미노태질소 함량은 발효정도를 판단하는 중요한 품질지표로 사용되며, 발효물 제조 시 사용된 균주의 protease로 인해 단백질이 아미노산으로 변하기 때문이

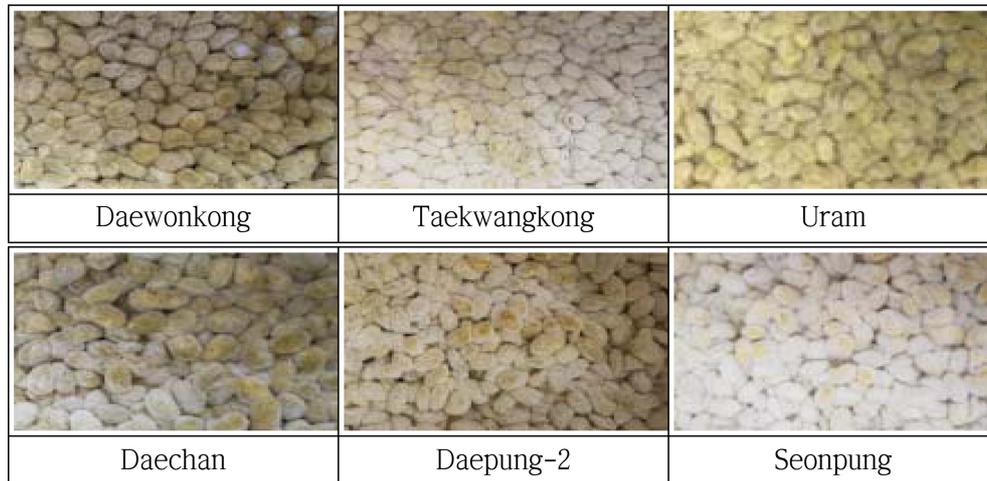


Fig. 1. Images of fermented soybean products by cultivars from *Aspergillus* spp. The representative images of 6 soybean cultivars in Korea. Daewonkong, Taekwangkong, Uram, Daechan, Daepung-2 and Seonpung.

Table 2. Quality of fermented soybean products by cultivars from *Aspergillus* spp.

Cultivar	pH	Titration acidity (%)	Amino nitrogen (mg%)	Mold (log CFU/g)
Daewonkong	6.33±0.01 ^{1)de2)}	0.48±0.02 ^a	740.90±4.16 ^b	9.02±0.02 ^b
Taekwangkong	6.31±0.01 ^c	0.40±0.02 ^b	641.23±3.73 ^c	7.65±0.04 ^c
Uram	6.47±0.02	0.39±0.01 ^b	694.66±5.64 ^c	8.95±0.02 ^d
Daechan	6.46±0.04 ^b	0.44±0.04 ^{ab}	791.12±4.11 ^a	9.20±0.00 ^a
Daepung-2	6.60±0.12 ^a	0.36±0.04 ^c	735.76±2.87 ^b	8.97±0.00 ^b
Seonpung	6.38±0.02 ^{bc}	0.42±0.09 ^b	657.69±1.42 ^d	7.63±0.05 ^c

¹⁾ All values are mean±SD (n=3).

²⁾ Means with different letters within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

라고 알려져 있다(Park *et al.*, 1994). 품종별 발효물 중 대찬이 791.12 mg%로 가장 높았으며 태광과 선풍이 각각 641.23 mg% 및 657.69 mg%로 가장 낮았다. 기 보고된 연구결과에서 메주 제조 시 세균 및 곰팡이를 균주로 접종하였을 때 곰팡이(*A. oryzae*)를 접종한 시료에서 발효 초기 아미노태질소 함량이 약 520.00 mg% 정도로 더 높았다고 보고한 것과 비교해보면 본 연구에서 모든 시료에서 조금 더 높은 수준을 나타내었다(Cho *et al.*, 2016). 이러한 품종별 곰팡이 이용 발효물의 시료에 따라 아미노태질소 함량이 차이가 나는 것은 온도, 시간 등의 발효조건이나 원료콩의 영양성분, 물리적 특성 등에 따라 나타나는 것이며, 발효과정에서 미생물의 종류 및 관여하는 효소작용 조건이 시료마다 각각 다르기 때문으로 여겨진다(Shin *et al.*, 2019). 콩 발효물의 곰팡이수를 측정된 결과 품종에 따라 유의적인 차이를 나타내었다(Table 2). 품종별로 7.63-9.20 log CFU/g 범위의 수준으로 대찬 이 가장 많은 편으로 나타났다. Yoo *et al.* (1998)은 재래식 메주의 곰팡이수는 6.00 log CFU/g이었다고 한 보고와 Cho *et al.* (2016)의 연구에서 5.00 log CFU/g이었다는 결과보다는 본 실험에서 많은 편이었다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 색도

품종별 곰팡이 이용 색도를 측정된 결과 Table 3에서 보듯이 명도인 L값의 경우 선풍이 71.28으로 가장 높았고 대원과 대찬이 각각 59.52 및 63.17으로 가장 낮았다. 적색도를 나타내는 a값은 0.11-3.03 범위로 대원콩이 가장 높았으며, 황색도를 나타내는 b값은 14.61-31.70 수준으로 대찬이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 Fig. 1에서 콩 발효물의 외관상 보이는 색과 비슷한 수준으로 나타났으며, Kim *et al.* (1998)의 연구에서 곰팡이(*A. oryzae*)를 이용한

Table 3. Color value of fermented soybean products by cultivars from *Aspergillus* spp.

Cultivar	Color		
	L-value	a-value	b-value
Daewonkong	59.52±0.64 ¹⁾²⁾	3.03±1.24 ^a	23.13±3.40 ^c
Taekwangkong	69.86±1.06 ^b	0.11±0.02 ^f	14.61±0.83 ^f
Uram	67.37±1.06 ^c	1.65±0.10 ^c	18.52±0.26 ^d
Daechan	63.17±0.04 ^e	2.06±0.01 ^b	31.70±0.30 ^a
Daepung-2	64.82±0.37 ^d	1.14±0.01 ^d	27.59±0.04 ^b
Seonpung	71.28±0.10 ^a	0.19±0.02 ^e	16.81±0.04 ^e

¹⁾ All values are mean±SD (n=3).

²⁾ Means with different letters within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

여 콩알메주를 제조하였을 때 40시간이 지난 후 황록색 포자가 생성되었다는 보고와도 비슷한 경향이였다. 이는 콩 발효물의 색은 품종 및 발효정도에 따라 다르게 나타난 것으로 보인다.

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 효소활성도

콩 발효물의 효소활성으로 α -amylase와 protease의 활성도를 측정된 결과는 Fig. 2에 나타내었다. Amylase는 활성도에 따라 당분의 감미성분 등의 품질에 관여하기 때문에 중요한 효소로 전분을 가수분해한다고 알려져 있다(Zheng *et al.*, 2011). 콩 발효물의 α -amylase 활성도는 대풍2호와 대찬이 각각 61.52 unit/g 및 56.058 unit/g로 가장 높았으며 선평이 25.85 unit/g으로 가장 낮은 활성도를 보였다(Fig. 2a). 이는 Kim *et al.* (1998)의 연구에서 amylase 활성도가 높은 시료는 발효과정에서 당분해율과 이용율이 높았으며

당의 이용율이 낮았던 시료는 amylase 활성도가 낮았다는 보고를 미루어보면 본 실험의 결과에서 대풍2호는 당 분해 및 이용율이 높을 것으로 예측할 수 있었다. Protease는 발효과정에서 맛을 결정짓는 중요한 인자로 미생물에 의해 아미노산과 polypeptide 등을 생성하며 영양 및 소화율의 중요한 역할을 한다(Jung *et al.*, 2009). Protease 활성도는 Fig. 2의 (b)에서 보듯이 대찬이 521.09 unit/g로 가장 높았으며 선평과 우람이 각각 308.32 unit/g 및 311.04 unit/g으로 가장 낮은 활성도를 나타내었다. 이는 앞서 Table 2에서 나타난 아미노태질소 함량의 결과에서와 비슷한 양상을 보였다. 이것은 Lee *et al.* (2014)의 연구에서 콩 발효과정에서 환경조건에 따라 protease 활성도가 다르다고 보고 하였는데, 본 실험에서도 콩 품종 및 발효과정에서 환경조건에 따라 미생물의 이용정도가 다르므로 품종별로 차이가 있으며 이는 품질에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

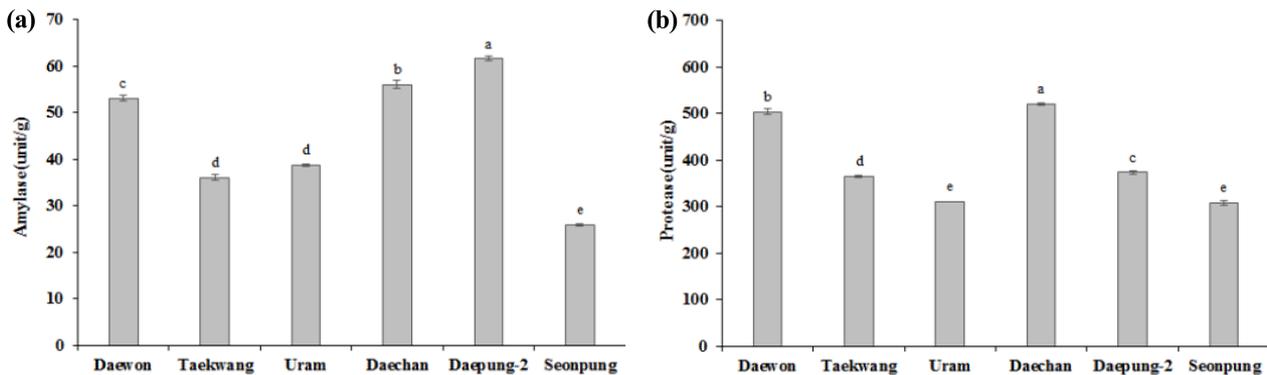


Fig. 2. Enzymatic activity of fermented soybean products by cultivars from *Aspergillus* spp. (a) amylase activity, (b) protease activity. Error bars represent standard deviations (n=3). Means with different letters (a-e) above the bars are significantly different ($p<0.05$).

Table 4. Free amino acid contents of fermented soybean products by cultivars from *Aspergillus* spp. (Unit: mg/100g, dry basis)

Composition	Cultivars					
	Daewonkong	Taekwangkong	Uram	Daechan	Daepung-2	Seonpung
Aspartic acid	25.73	5.99	32.12	29.19	27.30	21.19
Threonine	17.91	12.05	15.72	24.26	27.74	15.23
Serine	24.67	19.10	24.15	35.08	33.29	18.13
Glutamic acid	116.38	94.99	123.11	158.00	152.37	137.37
Proline	8.12	9.06	9.21	15.13	16.58	10.53
Glycine	8.19	7.10	5.31	12.97	13.77	6.75
Alanine	53.27	47.38	30.23	67.44	80.48	49.53
Cysteine	0.52	2.54	1.81	0.95	1.63	12.43
Valine	3.44	4.13	3.55	7.53	5.81	3.57
Methionine	0.20	0.58	0.53	1.68	1.53	0.42
Isoleucine	1.01	1.33	0.61	2.68	1.90	0.91
Leucine	0.90	2.91	3.21	5.94	5.77	2.08
Tyrosine	3.79	5.06	10.29	9.27	15.59	6.61
Phenylalanine	0.10	1.03	2.37	1.25	3.08	0.76
Histidine	13.09	11.27	19.26	19.52	28.33	13.80
Lysine	60.95	41.56	67.93	74.72	107.45	51.41
Arginine	24.50	23.32	52.67	38.34	72.83	34.20
Total	362.77	289.40	402.08	503.95	595.45	384.92

콩 품종별 *Aspergillus* spp. 이용 발효물의 유리아미노산 품종별 곰팡이 이용 콩 발효물의 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 콩의 주요 요소는 아미노산으로 맛과 영양, 소화율 등을 높이고 여러 가지 건강상의 이로우를 주는 것으로 알려져 있다(Zheng *et al.*, 2011). 유리 아미노산 함량은 glutamic acid가 가장 많이 검출되었고 그 다음으로 lysine, alanine, aspartic acid 등 순으로 함량이 높았다. 총 유리아미노산 함량은 대풍2호가 595.45 mg/100 g으로 가장 높았으며, 그 다음으로 대찬이 503.95 mg/100 g, 우람이 402.08 mg/100 g, 선풍이 384.92 mg/100 g, 대원콩이 362.77 mg/100 g, 태광콩이 289.40 mg/100 g 순으로 나타났다. 이는 앞서 결과에서 단백질 함량(Table 1), 아미노태질소 함량(Table 2) 및 효소 활성도(Fig. 2)와 비슷한 결과를 보였다. 곰팡이 이용 콩 발효물은 아미노산 중에서 맛에 영향을 주는 구수한 맛(glutamic acid, aspartic acid)은 대찬이 가장 높았고, 쓴맛(valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine)은 대풍2호와 대찬이 높았으며, 단맛(alanine, glycine, lysine)은 대풍2호와 대찬이 가장 높게 나타났다. 이러한 콩 발효물의 맛은 다양한 효소에 의해 단백질이 분해되어 유리아미노산이 생성되고 이러한 것들이 어우러지면서 특유의 맛과 향미를 갖게 해주며, protease의 활성도와 연관성이 있는 것으로 보고하였다(Rozan *et al.*, 2000; Shin *et al.*, 2019). 또한 Gil *et al.* (2016)은 발효된 콩의 유리아미노산 함량은 콩 품종에 따라 다르게 나타났고 그 중 glutamic acid가 가장 많이 검출되었다는 보고와 본 실험결과와 거의 유사하였다. 따라서 품종별 곰팡이 이용 콩 발효물의 유리아미노산 함량은 제품의 맛과 향미, 유효성분 등이 고품질 기준에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 콩 품종별 전통장류 유래 *Aspergillus* spp. 이용 발효물을 제조하여 발효특성을 비교 분석하였다. 품종별 원료콩의 조지방 함량은 18.28-19.15%, 조단백질 함량은 36.49-38.72%로 품종간 차이를 보였다. 콩 발효물의 외관특성은 품종별로 다른 양상을 보였지만 대부분의 발효물에서 곰팡이가 잘 형성되었으며 대원콩과 대찬은 비슷한 황록색 포자가 형성되었음을 확인할 수 있었다. 콩 발효물의 pH는 6.31-6.60, TA는 0.36-0.48 범위로 나타났으며, 아미노태질소는 641.23-791.12 mg% 수준으로 대찬이 가장 높은 함량을 나타내었다. 곰팡이수는 품종별로 7.63-9.20 log CFU/g 범위의 수준으로 대찬이 가장 많은 편으로 나타났다. 색도의 경우 L값은 59.52-71.28, a값은 0.11-3.03으로 나타났으며, b값은 14.61-31.70 수준으로 대찬이 가장 높았다. 효소활성도를 측정한 결과 α -amylase는 대풍2호, protease는 대찬으로 제조한 콩 발효물이 높은 활성도를 보

였다. 유리아미노산 함량은 glutamic acid가 가장 많이 검출되었고 그 다음으로 lysine, alanine, aspartic acid 등의 순으로 함량이 높게 나타났다. 이상으로 결과로 곰팡이 이용 콩 발효물의 발효특성으로 우수한 품종은 대풍2호와 대찬이 좋을 것으로 보이며 콩 발효물의 고품질화를 위한 체계적인 기준이 마련되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호 :PJ01350803)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- Cao ZH, Julia M, Ohnson G, Buckley ND, Lin QY. 2019. Bioactivity of soy-based fermented foods: A review. *Biotechnol. Advan.* 37: 223-238.
- Chang CI, Lee JK, Ku JH, Kim WJ. 1990. Comparison of soybean varieties for yield, chemical and sensory properties of soybean curds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 439-444.
- Chang M, Chang HC. 2007. Characteristics of bacterial-koji and doenjang (soybean paste) made by using *Bacillus subtilis* DJI. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 35: 325-333.
- Cho MJ, Shim JM, Lee JY, Lee KW, Yao Z, Liu X, Kim JH. 2016. Properties of *Meju* fermented with multiple starters. *Microbiol Biotechnol. Lett.* 44: 109-116.
- Fabricio OS, Thamires GM, Thais J, Beatriz SF, Carlos AJ, Mariana M, Daniel P. 2018. Soybean meal and fermented soybean meal as functional ingredients for the production of low-carb, high-protein, high-fiber and high isoflavones biscuits. *LWT-Food Sci. Technol.* 90: 224-231.
- Gil NY, Choi BY, Park SY, Cho YS, Kim SY. 2016. Physicochemical properties of *Doenjang* using grain type *Meju* fermented by *Aspergillus oryzae* and protease. *Korean J. Food Preserv.* 24: 697-706.
- Ha KS, Choi JK, Heo NK, Kim SS, Lee AS, Jang JS, Yun HT. 2013. A new tofu and soy-paste soybean cultivar 'Hoban' with large seed and high yield. *Korean J. Breed Sci.* 45: 158-162.
- Jung HK, Jeong YS, Youn KS, Kim DI, Hong JH. 2009. Quality characteristics of soybean paste (*Doenjang*) prepared with *Bacillus subtilis* DH3 expressing high protease levels, and deep-sea water. *Korean J. Food Preserv.* 16: 348-354.
- Jung TD, Shin GH, Kim JM, Oh JW, Choi SI, Lee JH, Lee SJ, Heo IY, Park SJ, Kim HT, Kang BK, Lee OH. 2016. Assessment of validation method for bioactive contents of fermented soybean extracts by bioconversion and their antioxidant activities. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 45: 680-689.
- Kim DH, Kim SH, Choi NS, Bai S, Chun SB. 1998. Biochemical characteristics of whole soybean cereals fermented with *Aspergillus* strains. *Korean J. Appl. Microbiol Biotechnol.* 26: 551-557.
- Kim IJ, Kim HK, Chung JH, Jeong YK, Ryu CH. 2002. Study of functional *Chungkukjang* contain fibrinolytic enzyme. *Korean J. Life Sci.* 12: 357-362.
- Kim KS, Bae EK, Ha SD, Park YS, Mok CK, Hong KP, Kim SP,

- Park J. 2004. Evaluation of dry rehydratable film method for enumeration of microorganisms in Korean traditional foods. *J. Food Hyg. Safety.* 19: 209-216.
- Kim MY, Kim MN, Hwang JH, Kim SH, Jeong YJ. 2017. Comparison of quality characteristics of *Doenjang* reduced of sodium content. *Korean J. Food Preserv.* 24: 771-777.
- Korea Food and Drug Administration. 2008. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- Lee JH, Lee YY, Son Y, Yeum KJ, Lee YM, Lee WB, Woo KS, HJ Kim, Han SI, Lee BK. 2018. Correlation of quality characteristics of soybean cultivars and whole soymilk palatability. *Korean J. Crop. Sci.* 63: 322-330.
- Lee JJ, Cho CH, Kim JY, Lee DS, Kim HB. 2001. Antioxidant activity of substances extracted by alcohol from *Chungkookjang* powder. *Korean J. Microbiol.* 37: 177-181.
- Lee JO, Ha SD, Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park SH. 2005. Industrial application and physiological functions of *Cheonggukjang*. *Food Sci. Ind.* 38: 69-78.
- Lee JY, Shim JM, Yao Z, Liu X, Lee KW, Kim HJ. 2016a. Antimicrobial activity of *Bacillus amyloliquefaciens* EMD17 isolated from *Cheonggukjang* and its potential as a starter for fermented soy foods. *Food Sci. Biotechnol.* 25: 525-532.
- Lee RK, Cho HN, Shin MJ, Yang JH, Kim ES, Kim HH, Cho SH, Lee JY, Park YS, Cho YS, Lee JM, Kim HY. 2016b. Manufacturing and quality characteristics of the *Doenjang* made with *Aspergillus oryzae* strains isolated in Korea. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* 44: 40-47.
- Lee SY, Eom JS, Choi HS. 2014. Quality characteristics of fermented soybean products by *Bacillus* sp. isolated from traditional soybean paste. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 756-762.
- Lin CH, Wei YT, Chou CC. 2006. Enhanced antioxidative activity of soybean koji prepared with various filamentous fungi. *Food Microbio.* 23: 628-633.
- Medic JC, Atkinson, Hurburgh CR. 2014. Current knowledge in soybean composition. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 91: 363-384.
- Park CK, Nam JH, Song HI. 1990. Studies on the shelf-life of the brick shape improved Meju. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 82-87.
- Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. 1994. Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean pastes (*Doenjang*) prepared with different microbial sources. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 26: 609-615.
- Park MK, Choi HS, Kim YS, Cho IH. 2017. Change in profiles of volatile compounds from two types of *Fagopyrum esculentum* (buckwheat) *soksungjang* during fermentation. *Food Sci. Biotechnol.* 26: 871-882.
- Rozan P, Kuo YH, Lambein F. 2000. Free amino acids present in commercially available seedlings sold for human consumption. A potential hazard for consumers. *J. Agric. Food Chem.* 48: 716-723.
- Sasithorn S, Bhagavathi SS, Periyana K, Sartjin P, Chaiyavat C. 2017. Lactic acid bacteria mediated fermented soybean as a potent nutraceutical candidate. *Asian Pac. J. Trop Biomed.* 7: 930-936.
- Shin DS, Park CH, Choi ID, Lee SK, Park JY, Kim NG, Choi HS. 2019. Quality properties of soy-paste soybean cultivar for fermented soybean products. *Korean J. Food Nutr.* 32: 114-121.
- Shon MY, Kim MH, Park SK, Park JR, Sung NJ. 2002. Taste components and palatability of black bean *chunggukjang* added with Kiwi and Radish. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 39-44.
- Von W. 1993. Worthington enzyme manual. Worthington Biochemical Corp., New Jersey, USA. p.36-44 (amylase), p.349-340 (protease).
- Yang EI, Kim YS. 2013. Physiological properties of viscous substance from *Cheonggukjang*. *J. Agric. Life Sci.* 44: 10-14.
- Yoo JY, Kim HG. 1998. Characteristics of traditional mejus of nation-wide collection. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 259-267.
- Zheng YF, Jeong JK, Choi HS, Park KY. 2011. Increased quality characteristics and physiological effects of *Chunggukjang* fermented with *Bacillus subtilis*-SKm. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1694-1699.