

장류용 콩 품종별 발효물의 품질 특성

신동선 · 박장환** · 최인덕** · 이석기** · 박지영** · 김남걸 · †최혜선**

농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 전문연구원, *농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 농업연구원,
**농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 농업연구사

Quality Properties of Soy-paste Soybean Cultivar for Fermented Soybean Products

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

Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea
*Senior Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea
**Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea

Abstract

This study evaluates the quality properties of soy-paste soybean cultivar for fermented soybean products. The six soybean varieties that include Jinpung, Saedanbaek, Daepung 2, Pyeongwon, Cheonga and Saeolkong were used in the experiment. The range of water uptake ratio, hardness after soaking and hardness after steaming were 117.00~131.33%, 1.65~3.30 kg and 0.05~0.14 kg, respectively. The physicochemical analysis indicated the following: Moisture content, 63.27~68.72%; pH, 6.43~6.60; total acidity, 0.27~0.45%. Color values for L value (lightness), a value (redness), and b value (yellowness) ranged from 39.07~67.92, 7.64~11.79, and 7.48~20.67, respectively. The amylase and protease activities of the Saedanbaek samples were the highest among all cultivars. The amount of viscous substance in the fermented soybean products by cultivars ranged from 5.93 to 8.37%, and Saedanbaek was the highest. The total viable cells counts for soybean fermented products were 9.11~9.42 log CFU/g. The amino-type nitrogen contents of all samples were in the range of 401.07 to 524.47 mg% and Saedanbaek cultivars showed the highest content (524.47 mg%). Based on the results, Saedanbaek will be suitable as a soy-paste soybean cultivar and the quality standards for the fermentation process of the fermented soybean products.

Key words: soybean cultivars, fermented soybean, soybean, quality properties

서 론

콩(*Glycine max* L.)은 5대 식량작물 중의 하나로서 단백질, 지방질, 탄수화물, 비타민 및 무기질 등이 풍부하여 오랫동안 단백질 공급원으로 이용되어 오고 있으며, 장류의 맛과 향미 등 품질을 결정짓는 중요한 원료소재이다(Kim 등 2004). 콩은 영양학적 측면에서 질병예방 및 치료분야까지 그 소비처가 다변화되고 있으며, 콩의 용도에 따라 나물, 두부, 두유 및 장류 등 다양하게 이용되고 있다(Ha 등 2013). 특히, 통계청

자료에 의하면 장류의 판매량은 2014년 1조 27억 원에서 2015년 1조 53억 원, 2016년 1조 56억 원으로 지속적으로 증가하다가 2017년에는 990억 원으로 감소하였다(KOSIS 2017). 이러한 감소 추세는 최근 식문화 변화로 점차적으로 집에서 요리하는 사람이 줄어들고 있어 1~2인 가구가 증가하였기 때문이다. 이에 따라 산업체에서는 간편성, 국산원료 사용, 제품의 다양화 및 건강기능성 강화 등 소비자 니즈를 고려한 제품개발이 이루어지고 있으며(Kim 등 2017a), 국내 콩 육종부서에서도 가공 및 이용성이 우수한 품종 등을 개발하려는 연구

† Corresponding author: Hye Sun Choi, Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea. Tel: +82-31-695-0623, Fax: +82-31-695-0609, E-mail: choih9587@korea.kr

가 활발히 진행되고 있다(Kim 등 2017b).

콩을 이용한 발효는 발효과정에서 미생물이 각종 효소에 의해 분해되면서 polypeptide, polyglutamate, amide, peptone 및 isoflavone 등과 같은 다양한 생리활성물질이 생성되거나 증가시킨다(Kim 등 2011). 이러한 유용 생리활성물질은 항암, 항산화, 혈전용해능 및 혈압강화 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 체내의 소화율과 이용률을 높이기도 한다(Cha 등 2000; Kim 등 2002; Zheng 등 2011). 최근 콩 발효에 관한 연구로는 주로 생리활성 및 항산화성 증진 효과에 관한 연구(Sirilun 2017; Silva 등 2018; Cao 등 2019; Yang 등 2019)가 보고되었으며, 콩의 발효 후 향기성분과 부재료 첨가에 따른 향기성분 특성 연구(Park 등 2017; Kaczmarek 등 2018), 발효된 콩의 biogenic amines의 발생을 감소시키는 방안 연구(Park 등 2019), 검은콩의 발효특성 및 생리활성 연구(Kim 등 2017c), 발효 미생물에 따른 품질 특성 연구(Lee 등 2014) 등이 보고되고 있으나, 아직 장류용 콩으로 재배 육성된 콩 품종의 발효특성에 관한 연구는 미미한 수준이다.

본 연구에서는 장류용 콩으로 재배되고 있는 콩 품종별 발효물의 품질 특성을 비교하여 향후 발효특성이 우수한 콩 품종을 선별을 위한 기초자료로 활용하고자 콩 품종별 수분흡수율과 경도를 측정하였고, 발효물을 제조하여 이화학적 및 발효특성 등의 품질을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 콩 발효물 제조

본 연구에 사용된 장류용콩 품종은 2017년에 밀양소재 국립식량과학원에서 재배 및 수확한 것으로 진풍(Jinpung, Miryang, Korea), 새단백(Saedanbaek, Miryang, Korea) 대풍2호(Daepung-2, Miryang, Korea), 평원(Pyeongwon, Miryang, Korea), 청아(Cheonga, Miryang, Korea), 새올콩(Saeolkong, Miryang, Korea) 등 6품종을 사용하였다. 품종별 콩 발효물 제조는 Lee 등(2014)의 방법을 참고하여 콩을 각각 수세한 다음, 상온(22±1℃)에서 15시간 수침하여 30분 동안 물 빼기를 하였다. 이후 autoclave(121℃, 30 min)를 이용하여 증자하였으며, 증자된 콩은 무균상태에서 40℃이하로 식힌 다음 장류유래 균주로서 단백질 분해력과 발효능이 우수한 것으로 알려진 *Bacillus amyloliquefaciens*를 starter(OD: 0.5, 10⁸ CFU/g)로 하여 각각 1%(v/w)씩 접종하여 혼합하였다. 이를 멸균된 스티로폼 상자(21×27×1.8 cm)에 담아 발효실(온도 38℃, 습도 70%)에서 24시간 발효시켜 콩 발효물을 제조하였다.

2. 품종별 원료콩의 수침시간에 따른 수분흡수율

품종별 원료콩의 수분흡수율은 각각의 시료 5 g씩 시험관에 넣고 증류수 45 mL를 넣은 다음 바로 향온기에 넣었다.

각각의 시료를 1, 3, 5, 7, 9, 12, 17 및 24시간 동안 수침상태를 유지한 후 수침 시간별로 시험관을 꺼내어 물을 제거한 다음 여과지로 표면의 물기를 제거하여 무게 증가비율로 수분 흡수율을 아래의 식으로 계산하였다. 수침수의 온도는 수침시간 동안은 25℃로 유지되는 향온기 안에서 수침을 유지하였다.

$$\text{수분흡수율(\%)} = \frac{\text{수침 후 시료무게} - \text{수침 전 시료무게}}{\text{수침 전 시료무게}} \times 100$$

3. 품종별 처리 과정에 따른 경도

품종별 처리에 따른 경도(hardiness)를 측정하기 위한 시료는 원료콩과 콩 발효물 제조과정에서 얻어지는 수침 및 증자 콩을 무작위로 일정량을 취하였다. 경도 측정은 Texture analyzer(Zwick Roell, Ulm, Germany)를 이용하여 pre-test speed 2 mm/s, post-test speed 2 mm/s, strain 50%, probe diameter 4 mm의 조건으로 중앙을 눌렀을 때 얻어지는 force graph로부터 산출된 최고 peak 값으로 표기하였고, 실험은 20회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

4. 품종별 콩 발효물의 이화학적 및 색도

품종별 콩 발효물의 이화학적 측정으로 수분, pH 및 산도를 측정하였다. 수분함량은 적외선 수분측정기(FD-600, Kett, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. pH 측정은 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)를 이용하여 측정하였고, 산도측정은 시료 10 mL에 0.1 N NaOH(F=1.000) 용액을 넣은 다음 pH 8.3이 될 때까지 소비된 NaOH의 mL를 측정하여 젖산함량(% w/w)으로 나타내었다. 품종별 콩 발효물의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 일정량의 시료를 Hunter's color value인 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 측정하였다. 이때 사용한 표준 백판의 L값은 98.15, a값은 -0.01, b값은 0.05이었다.

5. 품종별 콩 발효물의 효소활성, 점질물질, 총균수

콩 발효물의 발효특성을 측정하기 위한 추출물 제조는 시료 일정량을 증류수에 넣고 homogenizer(HG-15A, Daihan Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)를 이용하여 균질화 시킨 다음 진탕 배양기(WiseCube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd.)에서 150 rpm에서 1시간 동안 추출한 후 원심분리(10,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 시료 추출물로 하였다.

품종별 콩 발효물의 효소활성은 Von(1993)과 Lee 등(2014)의 방법을 참고하여 측정하였다. α-Amylase 활성은 시료 추출액 1 mL에 1% 가용성 인분(0.02 M phosphate buffer, pH

7.0)를 3 mL 첨가하여 40°C에서 10분 동안 반응시킨 다음 1 M HCl 10 mL를 넣어 반응을 중지시켰다. 여기에 요오드 용액(0.005% I₂+0.05% KI)을 10 mL 넣고 발색시킨 후 분광광도계(T80+UVNIS Spectrophotometer, PG, Instruments, Alma Park, UK)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, 조효소액 1 mL가 1분 동안 전분 0.1 mg을 분해하는 양을 1 μ nit으로 계산하였다. Protease 활성은 시료 추출액 1 mL에 0.6% casein 기질용액(0.2 M phosphate buffer, pH 7.0)을 넣고 37°C에서 10분 동안 반응시킨 다음 0.44 M trichloroacetic acid 5 mL를 넣어 반응을 중지하였다. 이를 실온에서 30분 동안 방치한 다음 여과(No.2, Whatman, Buckinghamshire, UK)한 후 여액 2 mL에 0.55 M Na₂CO₃ 용액 5 mL와 4배 희석된 Folin reagent 용액 1 mL를 넣어 실온에서 30분 동안 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질인 tyrosine(Sigma Aldrich)를 이용하여 분석한 후 검량선을 작성하였으며, 1 μ nit은 1분 동안 tyrosine 1 μ g을 유리시키는 양으로 하였다.

점질물질 측정은 시료에 2배의 증류수를 첨가하여 30분 동안 진탕한 후 여과 및 원심분리 하여 얻은 상등액 5 mL를 105°C에서 증발 및 건조하여 그 무게를 측정한 다음 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다(Lee 등 1992).

총균수는 시료를 균일하게 혼합한 후 일정량을 멸균 생리 식염수로 단계별로 희석하여 준비된 PCA(plate count agar, Difco, Franklin Lakes, NJ, USA) 배지에 접종한 후 도말하였다. 이를 37°C에서 24시간 동안 배양한 다음 생성된 colony수를 계수하여 Log(CFU/g)으로 나타내었다.

6. 품종별 콩 발효물의 아미노태질소

아미노태 질소 함량은 Formol 방법으로 측정하였다(Choi 등 2007). 시료 추출용액 5 mL에 중성 formalin 용액 10 mL와 증류수 10 mL를 혼합한 용액에 0.5% phenolphthalein 용액을 2~3방울 가한 후 이에 0.1 N NaOH를 가하여 미홍색이 될 때까지 적정량과 blank test의 적정량을 이용하여 아미노태질소 함량을 산출하였다.

7. 통계처리

본 연구의 결과 데이터는 SPSS 통계 package program(version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 평균과 표준편차를 산출하였고, 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

1. 품종별 원료콩의 수침시간에 따른 수분흡수율

콩 품종별 발효물 제조 시 원료콩의 수침시간을 결정하기 위하여 수분흡수율을 조사한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 원료콩의 수분흡수율은 1, 3, 5, 7, 9, 12, 17 및 24시간 동안 시간별로 측정하였는데, 모든 품종에서 수침 시간이 경과함에 따라 경시적으로 증가하였다. 대부분 수침 3시간까지는 급격히 증가하다가 그 이후 완만하게 증가하는 경향을 보였고, 평형을 이루는 시간은 12시간 전후로 나타났다. 품종별 콩의 수침 12시간 기준으로 새울콩이 131.33%로 가장 높았고, 진풍, 새단백, 대풍2호 및 평원은 122.66~125.45%로 비슷한 수준이었으며, 청아는 117.00%로 가장 낮게 나타났다. 수침 후부터 24시간까지 지속적으로 수분흡수율이 가장 높았던 품종은 새울콩으로 나타났다. 이러한 콩의 수분흡수율의 결과는 Wang 등(1979)과 Chu 등(2014)의 보고에서 콩의 수침 후 2시간에 수분흡수율이 가장 급격히 증가하였고, 16시간 전후 평형을 이루었다는 결과와 유사하였다. 또한, So 등(2000)은 수분흡수율과 수침시간과의 유의적인 상관관계를 나타내 수분흡수율이 높을수록 수침 후 경도가 작아진다고 보고하여 본 연구와 일치하였다. 일반적으로 콩의 수분흡수속도가 느린 콩은 종피에 칼슘과 조섬유 함량이 높다는 연구 보고(Saio K 1976)가 있어 콩의 수분흡수율 차이는 종피올보다는 품종, 저장방법 및 종피의 화학적 성분에 의한 것으로 사료된다.

2. 품종별 처리 과정에 따른 경도

콩 품종별 원료콩과 수침 및 증자 후 경도를 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. 원료콩의 경우, 대풍2호가 24.66 kg으로 가장 단단하였고, 새울콩, 새단백 및 진풍이 23.73~23.24 kg, 평원과 청아는 18.20~18.50 kg 수준이었다. 수침 후 경도는 대풍2호가 3.3 kg, 새단백이 3.13 kg, 진풍이 2.94 kg, 청아가 2.19 kg, 새울콩이 1.82 kg, 평원이 1.65 kg 순으로 나타났다. 이러한 결과는 앞서 결과(Fig. 1)에서 나타났듯이 수분흡수율

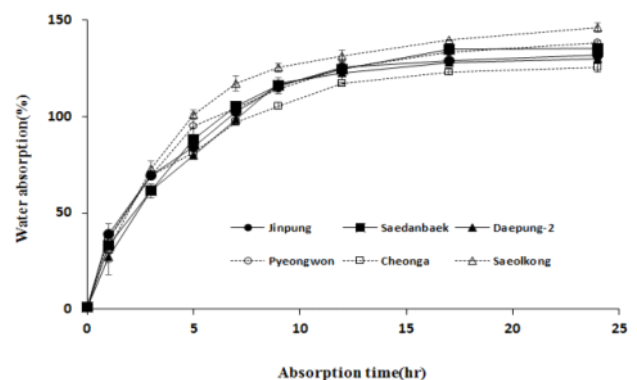


Fig. 1. Water absorption of soybean cultivars according to soaking times.

Table 1. Hardness of fermented soybean products by cultivars

| Cultivar | Hardness (kg) | | |
|------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Raw soybean | Soaked soybean | Steamed soybean |
| Jinpung | 23.17±57.74 ^{1)de2)} | 2.94±60.83 ^c | 0.06±1.76 ^c |
| Saedanbaek | 23.50±100.00 ^c | 3.13±52.92 ^b | 0.10±4.16 ^c |
| Daepung-2 | 24.01±585.95 ^a | 3.30±95.97 ^a | 0.14±9.22 ^a |
| Pyeongwon | 18.20±435.89 ^f | 1.65±79.37 ^f | 0.08±0.78 ^d |
| Cheonga | 18.53±709.46 ^e | 2.19±45.09 ^d | 0.12±9.58 ^b |
| Saeolkong | 23.73±862.17 ^b | 1.82±88.88 ^e | 0.05±0.91 ^f |

¹⁾ All values are mean±S.D. (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.

이 가장 높았던 새올콩의 경도가 가장 높지 않았으며, 콩의 수침 후 경도에서도 가장 낮지 않은 것으로 나타나 콩의 경도는 수분흡수율보다는 콩의 품종에 따른 성분조성과 연관이 있을 것으로 사료된다. 또한, 증자 후 경도는 0.53~0.14 kg 범위로 품종별로 유의적인 차이를 보였으며, 수침 후 경도가 가장 낮았던 품종이 증자 후에도 경도가 가장 낮지 않은 것으로 나타났다. 기 보고된 연구에 의하면 So 등(2000)은 콩의 수침 후 경도가 낮은 품종이 오히려 가열 후 경도가 높게 나타났다고 보고하였으며, Wang 등(1979)은 콩은 가열에 의해 단백질체(protein body)와 지방립(sphersome)들의 미세구조 변화와 세포분리로 조직 연화된다는 보고가 있어 증자 후 경도도 수침 후 경도와 같이 콩 품종간의 수화나 조리과정 중에 일어나는 물리·화학적 특성이 다르기 때문으로 사료된다. 차 후 원료콩의 수분흡수율과 수침 및 증자 후 경도가 발효특성에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

3. 품종별 콩 발효물의 이화학적 및 색도

품종별 콩 발효물의 수분, pH, 산도 및 색도를 측정된 결과 Table 2에서 보는 바와 같다. 수분함량은 63.27~68.72%로 나타나 품종간의 차이를 보였다. 일반적인 청국장 수분함량은 38.66~65.79%로 건조정도, 발효조건(온도, 습도, 미생물 등)에 따라 차이가 있으며, 특히 발효정도를 알 수 있는 점질물질 생성량이 많으면 수분증발의 방지효과가 있을 것으로 사료된다(Choi 등 2007). pH는 새단백이 pH 6.60으로 가장 높았고 진풍이 pH 6.43으로 가장 낮았으며, 그 외 품종은 pH 6.47~6.57수준이었다. 산도는 0.27~0.45 범위로 콩 품종별 차이가 있는 것으로 나타났다. 콩의 발효과정에서 pH는 콩 단백질이 아미노산으로 분해되고, 탈아미노화로 암모니아 생성 정도에 따라 pH와 산도가 달라진다(Ann YG 2011). 본 실험에서 pH와 산도가 다르게 나타난 것은 콩 품종별 발효정도의 차이 때문으로 여겨진다.

색도를 측정된 결과 Table 2에서 보듯이 명도인 L값의 경우 새단백이 61.96으로 가장 높았고, 대풍2호와 새올콩이 각각 56.71 및 56.72로 가장 낮았다. a값과 b값은 각각 7.64~11.79 및 18.91~23.38 수준으로 나타났다. 콩 발효물의 색도는 관능적 기호도에 영향을 미치는 중요한 품질지표로서 콩의 아미노산과 당에 의해 멜라노이딘이 생성되어 색에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kim 등 2011). Chang & Yoo(1999)는 콩 품종별 청국장을 제조하여 색을 측정된 결과 다양한 결과를 얻었다는 보고가 있어 콩 발효물의 색은 품종의 종류와 발효정도 따라 색이 다르게 나타난 것으로 사료된다.

4. 품종별 콩 발효물의 효소활성, 점질물질, 총균수

콩 발효물의 발효특성으로 효소활성, 점질물질 및 총균수를 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. α -Amylase 활성은 품종별로 6.11~20.02 μ nit/g 범위를 나타내었으며, 새단백이 가장 활성이 높았다. 전분분해 효소인 α -amylase 활성은 단맛에 영향을 주는 효소로 품질에 영향을 미치며, 발효과정에서 세

Table 2. The physicochemical components and color value of fermented soybean products by cultivars

| Cultivar | Moisture (%) | pH | Total acidity (%) | Color | | |
|------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | | L | a | b |
| Jinpung | 63.27±0.50 ^{1)de2)} | 6.43±0.02 ^d | 0.32±0.02 ^b | 58.10±0.11 ^c | 11.25±0.02 ^b | 22.09±0.15 ^c |
| Saedanbaek | 66.54±0.14 ^c | 6.60±0.04 ^a | 0.29±0.01 ^{cd} | 61.96±0.74 ^a | 7.64±0.22 ^f | 22.77±0.25 ^b |
| Daepung-2 | 64.55±0.02 ^d | 6.57±0.05 ^{ab} | 0.45±0.02 ^a | 56.71±0.70 ^d | 10.34±0.09 ^c | 21.80±0.19 ^c |
| Pyeongwon | 67.77±0.32 ^b | 6.47±0.02 ^{cd} | 0.30±0.02 ^{bc} | 60.02±0.36 ^b | 11.79±0.13 ^a | 23.38±0.05 ^a |
| Cheonga | 68.72±0.41 ^a | 6.52±0.02 ^{bc} | 0.31±0.02 ^{bc} | 57.64±0.34 ^c | 8.70±0.06 ^e | 20.30±0.17 ^d |
| Saeolkong | 67.34±0.10 ^{bc} | 6.54±0.04 ^{ab} | 0.27±0.01 ^d | 56.72±0.18 ^d | 9.39±0.06 ^d | 18.91±0.15 ^c |

¹⁾ All values are mean±S.D. (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.

Table 3. The enzymatic activity, viscous substance and total viable cell of fermented soybean products by cultivars

| Cultivar | Enzymatic activity | | Viscous substance (%) | Total viable cell (log cfu/g) |
|------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | α -Amylase (μ nit/g) | Protease (μ nit/g) | | |
| Jinpung | 16.06 \pm 2.10 ^{1) b2)} | 537.09 \pm 4.32 ^d | 6.02 \pm 0.28 ^d | 9.11 \pm 0.02 ^d |
| Saedanbaek | 20.02 \pm 1.50 ^a | 603.43 \pm 4.29 ^b | 8.37 \pm 0.23 ^a | 9.31 \pm 0.03 ^b |
| Daepung-2 | 6.11 \pm 0.90 ^f | 615.86 \pm 3.21 ^a | 7.41 \pm 0.16 ^b | 9.27 \pm 0.02 ^b |
| Pyeongwon | 13.60 \pm 0.46 ^d | 436.00 \pm 9.36 ^c | 5.93 \pm 0.05 ^d | 9.21 \pm 0.03 ^c |
| Cheonga | 14.00 \pm 0.55 ^c | 504.86 \pm 8.92 ^f | 6.86 \pm 0.14 ^c | 9.11 \pm 0.02 ^d |
| Saeolkong | 11.95 \pm 0.39 ^e | 542.00 \pm 6.55 ^c | 6.25 \pm 0.20 ^d | 9.42 \pm 0.01 ^a |

¹⁾ All values are mean \pm S.D. (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.

균이 분비하는 α - 및 β -glucoamylase가 전분을 가수분해하여 환원당을 증가시킨다(Zheng 등 2011). Lee 등(2014)은 자연발효를 제외한 *Bacillus subtilis* 균을 접종한 처리군의 α -amylase 활성을 측정된 결과, 11.45~20.82 μ nit/g를 나타내어 본 실험과 비슷하였다. Protease 활성은 대풍2호와 새단백이 각각 615.86 μ nit/g 및 603.43 μ nit/g로 가장 높은 활성을 보였다. 그 외 품종은 436.00~542.00 μ nit/g 수준으로 품종간의 차이를 나타내었다. Protease는 발효과정에서 단백질을 분해하여 맛을 결정짓는 중요한 인자로 아미노산과 polypeptide 등을 생성한다. Lee 등(2015)은 사용되는 균주와 발효조건에 따라 protease 활성이 다르다고 보고하였고, Lee 등(2013)은 콩 품종에 따라 청국장장의 protease 활성이 다르게 나타났다고 하였다. 이러한 결과로 콩 발효물의 protease 활성은 사용되어지는 균주종류, 발효조건 등은 물론 콩 품종에 따라서도 품질 및 관능적 기호도에 차이가 있을 것으로 사료된다.

점질물질 생성량을 측정된 결과, 새단백(8.37%)이 가장 높았으며, 그 다음으로 대풍2호(7.41%), 청아(6.86%), 새올콩(6.25%), 진풍(6.02%), 평원(5.93%) 순으로 품종에 따라 다르게 나타났다. 이러한 결과는 Lee 등(1992)의 연구에서 청국장장의 점질물질은 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향으로 2.15~6.03%로 보고한 결과와 본 연구결과와 비슷하거나 더 높았다. 점질물질은 polyglutamate로 콩의 발효과정에서 생성되는 생리활성물질로 알려져 있어 점질물질 생성량이 높을수록 발효가 잘 되어 기능성 및 품질에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료된다. 콩 발효물의 미생물 정도를 알아보기 위해 총균수를 측정된 결과, 품종에 따라 9.11~9.42 CFU/g 범위로 나타났으며, Lee 등(2014)은 콩 발효물의 총균수는 9.00 CFU/g 수준이라고 하였고, Lee 등(2013)은 콩 종류에 따른 청국장장의 총균수는 8.96~9.54 CFU/g이라고 하여 본 연구결과와 비슷한 수준이었다.

5. 품종별 콩 발효물의 아미노태질소

품종별 콩 발효물의 아미노태질소 측정 결과는 Fig. 2에서

보는 바와 같다. 아미노태질소는 콩의 발효과정에서 발효정도를 알 수 있는 중요한 지표로서 미생물이 생산하는 protease에 의해 생성된 아미노산에 기인한다. 콩 발효물의 아미노태질소 함량은 시료에 따라 401.07~524.47 mg%로 모든 처리군이 품질이 우수하였고, protease 활성이 높았던 새단백이 가장 높은 함량을 나타내었다. 이처럼 콩 발효물의 시료에 따라 아미노태질소 함량의 차이가 나는 것은 콩의 품종이나 발효조건인 온도 및 시간 등에 따라 크게 차이를 보이는 것이며(Lee 등 2013), 발효 과정 중 미생물의 종류나 미생물이 생산하는 효소작용 조건이 시료마다 각각 다르기 때문인 것으로 사료된다. 우리나라의 전통식품표준규격(MIFFAFF 2016)에 청국장장의 아미노태질소 함량을 300.00 mg%(w/w) 이상으로 규정하고 있는데, 본 연구에서의 콩 발효물의 시료 모두에서 조금 높은 수준으로 나타났다.

6. 품종별 콩 발효물의 이화학적 및 발효특성 간의 상관관계

품종별 콩 발효물의 이화학적, 색도 및 발효특성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 4에 나타내었다. 수분함량은

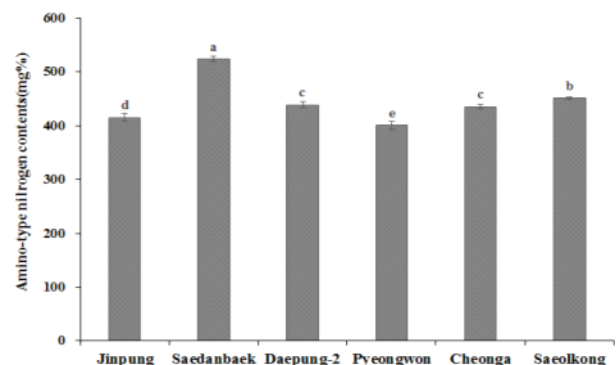


Fig. 2. The amino type nitrogen contents of fermented soybean products by cultivars. Means with different letters (^{a-e}) within a column are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Correlation coefficients among quality characteristics of fermented soybean products by cultivars

| Factor | Moisture | pH | TA ¹⁾ | L-value | a-value | b-value | Amylase | Protease | VS ²⁾ | ATN ³⁾ | TVC ⁴⁾ |
|----------|----------|-------|------------------|---------|----------|---------|----------|----------|------------------|-------------------|-------------------|
| Moisture | 1.000 | 0.205 | -0.499* | 0.197 | -0.365 | -0.273 | 0.141 | -0.618** | -0.008 | 0.084 | 0.149 |
| pH | | 1.000 | 0.192 | 0.053 | -0.695** | -0.155 | -0.061 | 0.474* | 0.725** | 0.717** | 0.578* |
| TA | | | 1.000 | -0.391 | 0.248 | 0.189 | -0.727** | 0.342 | 0.244 | -0.186 | -0.142 |
| L-value | | | | 1.000 | -0.138 | 0.722** | 0.691** | 0.003 | 0.302 | 0.366 | -0.058 |
| a-value | | | | | 1.000 | 0.336 | -0.386 | -0.264 | -0.753** | -0.869** | -0.313 |
| b-value | | | | | | 1.000 | 0.280 | 0.106 | 0.186 | -0.010 | -0.346 |
| Amylase | | | | | | | 1.000 | -0.043 | 0.168 | 0.459 | -0.159 |
| Protease | | | | | | | | 1.000 | 0.577** | 0.602** | 0.532* |
| VS | | | | | | | | | 1.000 | 0.890*** | 0.239 |
| ATN | | | | | | | | | | 1.000 | 0.482* |
| TVC | | | | | | | | | | | 1.000 |

¹⁾ Total acid.

²⁾ Viscous substance.

³⁾ Amino type nitrogen.

⁴⁾ Total viable cell.

Significant at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

산도에 대해 부의 상관($r = -0.499$, $p < 0.05$)을 protease에 대해 부의 상관($r = -0.618$, $p < 0.01$)을 보였다. pH는 적색도에 대해 부의 상관($r = -0.695$, $p < 0.01$)을 보였고, protease, 점질물, 아미노태질소 및 총균수에 대해 각각 정의 상관관계를 나타내었다. 산도는 amylase에 대해 부의 상관($r = -0.727$, $p < 0.01$), 명도는 황색도와 amylase에 대해 정의 상관을 보였다. 적색도는 점질물($r = -0.753$, $p < 0.01$)과 아미노태질소($r = -0.869$, $p < 0.01$)에 대해 부의 상관관계를 나타내었으며, amylase는 protease, 점질물, 아미노태질소 및 총균수에 대해 상관이 없는 것으로 나타났다. Protease는 점질물($r = 0.577$, $p < 0.05$), 아미노태질소($r = 0.602$, $p < 0.01$), 총균수($r = 0.532$, $p < 0.05$)에 대해 정의 상관을 나타내었다. 점질물은 아미노태질소($r = 0.890$, $p < 0.001$)에 대해 높은 정의 상관관계를 나타내었으며, 아미노태질소는 총균수($r = 0.482$, $p < 0.05$)에 대해 정의 상관관계를 나타내었다. 따라서 콩발효물의 수분, pH, 산도, 색도, 효소활성, 점질물, 아미노태질소 및 총균수 등의 품질 특성 간의 상관성을 고려하여 발효특성이 우수한 장류용콩 품종을 선정하는 것이 좋을 것으로 사료되며, 이에 대한 품질 관리가 함께 이루어져야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구에서는 장류용 콩으로 재배되고 있는 품종별 콩 발효물의 품질 특성을 비교 분석하였다. 원료콩의 수분흡수율은 117.00~131.33% 범위로 모든 품종에서 수침 시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 새을콩이 가장 높았고 청아가 가

장 낮게 나타났다. 경도를 측정된 결과 원료콩은 대풍2호가 24.01 kg으로 가장 단단하였고, 그의 품종은 18.20~23.73 kg 수준이었다. 수침 후 경도는 1.65~3.30 kg 수준이었고, 증자 후 경도는 0.05~0.14 kg 범위로 품종별로 유의적인 차이를 보였으며, 수침 후 경도가 가장 낮았던 품종이 증자 후에도 경도가 가장 낮지 않는 것으로 나타났다. 콩 발효물의 수분함량은 63.27~68.72%, pH는 6.43~6.60 및 산도는 0.27~0.45 범위로 품종간 차이를 보였다. 색도를 측정된 결과, L값의 경우 새단백이 61.96으로 가장 높았고 대풍2호가 56.71로 가장 낮았으며, a값과 b값은 각각 7.64~11.79 및 18.91~23.38 수준으로 나타났다. 효소활성을 측정된 결과 α -amylase와 protease 활성은 콩 품종 중 새단백으로 제조한 콩 발효물이 높은 활성을 나타내었다. 점질물질 생성량도 새단백이 가장 높았으며, 5.93~8.37% 수준으로 품종간 차이를 보였으며, 총균수는 품종에 따라 9.11~9.42 CFU/g 범위로 나타났다. 아미노태질소 함량은 401.07~524.47 mg%로 protease 활성이 높았던 새단백이 가장 높은 함량을 나타내었다.

이와 같은 결과로 부터 장류용콩 품종으로 발효특성이 우수한 새단백이 적합할 것으로 보이며, 콩 발효물의 발효기간 및 온도 등의 발효조건 등에 대한 품질 기준이 마련되어야 할 것이다.

감사의 글

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

References

- Ann YG. 2011. Changes in components and peptides during fermentation of *cheonggookjang*. *Korean J Food Nutr* 24: 124-131
- Cao ZH, Green-Johnson JM, Buckley ND, Lin QY. 2019. Bio-activity of soy-based fermented foods: A review. *Biotechnol Adv* 37:223-238
- Cha WS, Bok SK, kim MU, Chun SS, Choi UK, Cho YJ. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during *chunggugjang* fermentation with *Bacillus subtilis* CH-1023. *Korean Soc Appl Biological Chem* 43:247-252
- Chang CM, Yoo SM. 1999. Study on the processing adaptability of soybean cultivars for Korean traditional *chonggugjang* preparation. *Appl Biological Chem* 42:91-98
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB, Yoon HS. 2007. Quality characteristic of Hwangki (*Astragalus membranaceus*) *chungkukjang* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 14:356-363
- Chu YH, Park JH, Yun SG, Kim YH, Kim SM, Chung KW. 2014. Seed characteristics of domestic breeding varieties in black soybean (*Glycin max* L. Merr.) *Korean J Intl Agri* 14:252-259
- 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
- Kaczmarek KT, Chandra-Hioe MV, Frank D, Arcot J. 2018. Aroma characteristics of lupin and soybean after germination and effect of fermentation on lupin aroma. *LWT-Food Sci Technol* 87:225-233
- Kim H, Shin JY, Lee AR, Hwang JH, Yu KW. 2017c. Physiological activity of the fermented small black soybean (*Rhynchosia volubilis*) with a solid state culture of the bearded tooth mushroom (*Hericium erinaceum*) mycelia. *Korean J Food Nutr* 30:1348-1358
- Kim HT, Ko JM, Lee BW, Yun HT, Lee YH, Shin SO, Seo MJ, Choi MS, Jeon MG, Kang BK, Kim HY, Seo JH, Kim HS, Yang WS, Shin JH, Oh SI. 2017b. Large seed, lodging resistant and high yield soybean cultivar 'Seonpung' for soy-paste and tofu. *Korean J Breed Sci* 49:96-102
- Kim IJ, Kim HK, Chung JH, Jeong YK, Ryu CH. 2002. Study of functional *chungkukjang* contain fibrinolytic enzyme. *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 Saf* 19:209-216
- Kim MY, Kim M, Hwang JH, Kim SH, Jeong YJ. 2017a. Comparison of quality characteristics of *doenjang* reduced of sodium content. *Korean J Food Preserv* 24:771-777
- Kim YS, Kim MC, Kwon SW, Kim SJ, Park IC, Ka JO, Weon HY. 2011. Analyses of bacterial communities in meju, a Korean traditional fermented soybean bricks, by cultivation-based and pyrosequencing methods. *J Microbiol* 49:340-348
- KOSIS [Korean Statistical Information Service]. 2017. Agricultural statistics info: An output tendency of crops. Available from http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=145&tblId=TX_14503_A048&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=145_14503_003&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE [cited 30 January 2019]
- Lee KH, Choi HS, Hwang KA, Song J. 2015. Changes in isoflavone content and quality characteristics of *cheonggukjang* prepared by some different strains. *J Korean Soc Intl Agric* 27:481-488
- Lee NR, Lee SM, Go TH, Jeong SY, Hong CO, Kim KK, Park HC, Lee SM, Kim YG, Son HJ. 2013. Fermentation characteristics of *chungkookjang* prepared using different soybean. *J Environ Sci Int* 22:723-732
- 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
- Lee YL, Kim SH, Choung NH, Yim MH. 1992. A study on the production of viscous substance during the *chungkookjang* fermentation. *J Korean Soc Appl Biological Chem* 35:202-209
- MIFAFF. 2016. Ministry for Food Agriculture Forestry and Fisheries. Korean tradition food quality standard. Available from: <http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000047951> [cited 30 January 2019]
- 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
- Park YK, Lee JH, Mah JH. 2019. Occurrence and reduction of biogenic amines in traditional Asian fermented soybean foods: A review. *Food Chem* 278:1-9

- Saio K. 1976. Soybeans resistant to water absorption. *Cereal Foods World* 21:168-173
- Silva FDO, Miranda TG, Justo T, Frasco BDS, Conte-Junior CA, Monteiro M, Perrone D. 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 Science and Technology* 90:224-231
- Sirilun S, Sivamaruthi BS, Kesiki P, Peerajan S, Chaiyasut C. 2017. Lactic acid bacteria mediated fermented soybean as a potent nutraceutical candidate. *Asian Pac J Trop Biomed* 7:930-936
- So KH, Kim MK, Jeong JY, Do DH. 2000. Studies on the MEJU processing aptitude of recommended soybean varieties 1. Characteristics of soybean varieties as raw material, soaking and boiling process. *Korean J Food Nutr* 13:28-35
- Von W. 1993. Worthington Enzyme Manual. pp.36-44 (amylase), pp.349-340 (protease), Worthington Biochemical Corp
- Wang HL, Swain EW, Hesseltine CW, Heath HD. 1979. Hydration of whole soybeans affects solids losses and cooking quality. *J Food Sci* 44:1510-1513
- Yang J, Wu XB, Chen HL, Sun-waterhouse D, Zhong HB, Cui C. 2019. A value-added approach to improve the nutritional quality of soybean meal byproduct: Enhancing its antioxidant activity through fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens* SWJS22. *Food Chem* 272:396-403
- Zheng Y, 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
-
- Received 01 March, 2019
Revised 19 March, 2019
Accepted 25 March, 2019