

생청국장 적합 품종 선정을 위한 가공 특성 비교

†김남걸 · 이인혜* · 서민정** · 이유영 · 최혜선*** · 심은영*** · 윤희태****

국립식량과학원 증부작물과 농업연구사, *국립식량과학원 증부작물과 전문연구원, **농촌진흥청 기획조정관실 농업연구사, ***국립식량과학원 수확후이용과 농업연구사, ****국립식량과학원 증부작물과 농업연구관

Comparison of Quality Properties for Choosing Appropriate Varieties of *Saengcheonggukjang*

†Namgeol Kim, Inhye Lee*, Min-Jung Seo**, Yu Young Lee,
Hyesun Choi***, Eun-Yeong Sim*** and Hong-Tae Yun****

Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea

*Postdoctoral Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea

**Researcher, Planning and Coordination Bureau, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

***Researcher, Dept. of Crop Post-Harvest Technology Division, 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 16429, Korea

Abstract

Saengcheonggukjang, known as Natto in Japan, is a soybean fermented food which is made from steamed soybean, *Bacillus* and water. Demand of *Saengcheonggukjang* has increased because it does not have much smell compared to *Cheonggukjang*. Seven varieties of *Saengcheonggukjang* were investigated and compared in terms of 100 seed weight, quality characteristics, hard seed rate, and water absorption rate in order to determine the suitability of Korean soybeans. In addition, each characteristic of *Saengcheonggukjang* was compared. 'Hoseo' and 'Haewon' showed low 100 seed weight with 8.41 g and 8.11 g, respectively. The water absorption rate was higher in 'Hoseo' and 'Pungwon' than in Japan varieties. The yield of *Saengcheonggukjang* was significantly different for each variety. No differences were observed in yield and hardness of *Saengcheonggukjang* with respect to the varieties and sowing date. 'Haewon' showed the highest amino nitrogen content with 575.0 mg%. Viscous material content did not appear to differ between varieties. These results suggested that 'Hoseo' and 'Haewon' can be considered as suitable candidates for yield and quality of *Saengcheonggukjang* compared to Japan varieties.

Key words: soybean, *Saengcheonggukjang*, quality, variety

서 론

콩(*Glycine max* (L.) Merr.)은 우리나라에서 수천년동안 재배되어왔으며, 화곡류를 주식으로 하는 아시아 사람들에게 식물성 단백질을 공급하는 중요한 식량작물이다(Kim Y 2002; Seo 등 2017). 콩은 그 자체로 간단하게 발아시켜 콩나물로 섭취하기도 하지만 우리나라에서는 주로 다양한 형태의 가공식품으로 이용되고 있고, 특히 전통 발효식품의 주원료로 이용되어왔다(Jung 등 2018). 콩으로 만든 대표적인 가공식품

중에는 장류(메주, 간장, 청국장 등), 두부, 두유 등이 있다(Kim 등 2017).

이 중, 우리나라 발효 식품인 청국장은 세균(*Bacillus subtilis* 등)으로 콩 단백질을 분해시켜 특유한 맛, 점질물 및 향을 내는 전통음식이다(Park SI 2006). 청국장은 소화율의 향상과 변비개선 효과가 있고 콜레스테롤 감소, 혈압강하, 항산화, 항균, 혈전분해능 등 다양한 기능성이 있다고 알려져 있다(Kim 등 2003a; Kim 등 2003b; Zheng 등 2011). 그러나 이러한 장점에도 불구하고 청국장의 특유의 강한 냄새로 인해 소비

† Corresponding author: Namgeol Kim, Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea. Tel: +82-31-695-4047, Fax: +82-31-695-4085, E-mail: qoo2010@korea.kr

연령층이 좁아지고 있는 실정이다(Lee 등 2007). 우리나라 청국장과 유사한 일본의 *Natto*는 증자한 콩에 순수하게 분리 배양된 *B. natto*를 접종하여 발효시켜 그대로 먹는 발효 식품으로 냄새가 많이 나지 않고, 다양한 영양학적 가치와 생리 활성을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다(Park SI 2006; Escamilla 등 2019). 우리나라에서도 청국장을 가열하지 않고 냄새가 나지 않는 생청국장을 만들어 판매함으로써 이에 대한 수요가 증가하는 것으로 나타났다(aT & MAFRA 2019).

생청국장의 품질에 영향을 미치는 요소는 콩 품종, 가공 조건(발효, 증자, 침지 등) 및 균주 등 여러 가지 요소가 관여하는 것으로 알려져 있고, 그 중 콩 가공식품의 품질과 유의하게 상관관계가 있는 요인은 품종이라고 연구된 바 있다(Wei & Chang 2004). 또한 다른 연구에서는 좋은 품질의 생청국장을 생산하기 위한 적합한 콩 품종을 고르는데 필수적인 요소가 원곡의 이화학적 요소들이라고 밝혔다(Yoshikawa 등 2014). 현재까지 국내에서 발표된 생청국장과 콩 품종의 관계에 관한 연구는 Park SI(2006)가 국내 육성 품종인 소원콩과 특정 균주를 이용한 생청국장을 제조해 특성을 평가한 바 있다. 또 Yoo & Chang(1999)이 국내 육성 콩 8품종으로 청국장의 가공적성을 구명한 연구와, Baek 등(2014)이 국내 14개의 품종으로 청국장을 만들어 비교한 연구 등이 있다. 하지만 국내 육성 소립종 및 일본 도입 자원을 특정 균(*B. natto*)을 이용하여 생청국장의 특성을 비교한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 생청국장 제조에 적합할 것으로 예상되는 국내 육성 소립품종 5품종과 일본 도입 자원 2품종을 이용하여 생청국장 품질을 비교하고 품질에 영향을 미치는

요인을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서는 소립종 콩 7품종(국내 품종: 풍산나물콩, 풍원, 호서, 해원, 소청자, 일본 품종: Natto-shoryu, Kosuzu)를 사용하여 생청국장을 제조하였다(Fig. 1). 콩은 농촌진흥청 국립식량과학원 시험포장(경기도 수원)에서 2020년에 재배하고 수확한 것을 재료로 사용하였다. 파종기는 6월 6일 및 6월 26일이었고, 재식밀도는 70×15 cm, 1주 2본으로 재배하였으며, 시비량은 N-P₂O₅-K₂O: 3-3-3.4 (kg/10a)을 전량 기비로 사용하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 농업기술잡이 표준재배법(RDA 2018)에 준하여 진행하였다. 성분 분석을 위한 시료는 분쇄기(FM-700SS, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄하여 4℃ 냉장고에 저장하면서 시료로 사용하였다.

2. 원곡 100립중, 경실 종자 비율 및 수분흡수율

콩의 100립중을 측정하기 위해서 수확한 종자를 100립씩 전자저울(PW 254, Adam, OF, UK)로 3반복하여 측정하였다. 콩의 수분흡수율과 경실 종자 비율은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA 2012)에 의하여 조사하였다. 즉, 품종별로 콩 50립을 세어 20℃의 물을 넣고 Plant culture dish(SPL Life science, Pocheon, Korea)에 담은 후 항온기(DS-10G2-H, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)에서 20℃에 넣은 후 2시간, 6시간, 12시간 수침을 유지하였다. 이것을 표면수를 제거하고 무게를 측정하여 원곡 무게 대비 퍼센트로

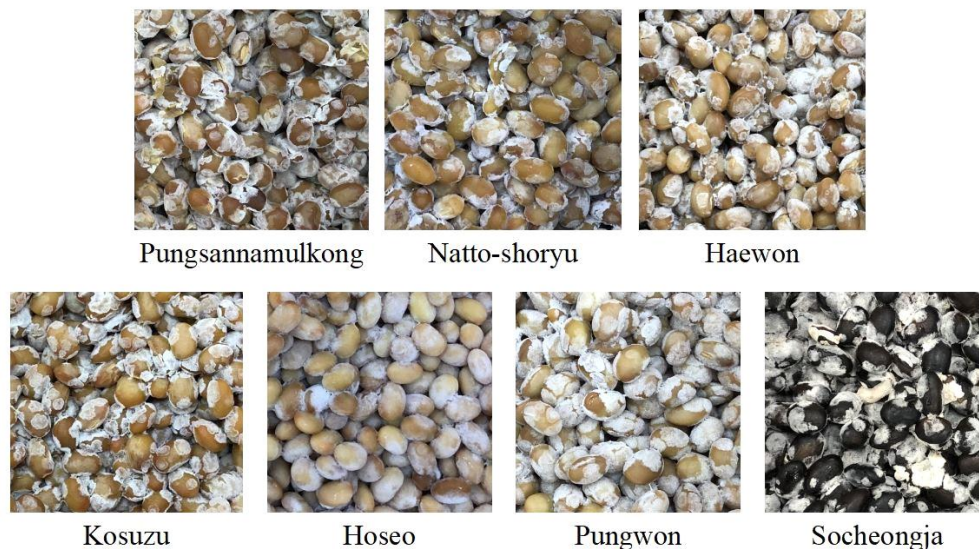


Fig. 1. Saengcheonggukjang made by seven varieties of soybean.

표기하여 수분흡수율을 조사하였다. 경실률 또한 수분흡수율 방법에 준하여 6시간 침종 후 수분을 흡수하지 않은 콩 종실의 수를 계산하여 표기하였다.

3. 원곡 일반성분 분석

콩 원곡의 일반성분(수분, 조지방 및 조단백질) 함량을 AOAC 방법(2000)에 준하여 정량하였다. 수분은 105°C 상압 가열건조법, 조지방은 에틸에테르를 용매로 soxhlet 추출기(SOX 416, Gerhardt Ltd., Brackley, UK)로 분석하였고, 조단백질은 자동 단백질 분석기(Trumac, Leco, MI, USA)를 이용하여 측정하였고, 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질 양을 산출하였다. 조지방과 조단백질 함량은 수분함량을 제외한 건량 기준(dry basis)로 표기하였다.

4. 생청국장 제조 방법 및 수율

생청국장 제조방법은 Park SI(2006)의 방법을 변형하여 제조하였다. 즉, 콩 원곡 250 g을 물에 씻은 후 15시간 침지시킨 후 Auto Clave(DS-60A, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)에 121°C에서 30분간 증자시켰다. 증자된 콩을 방냉하고 상업용 바실러스 균(*B. natto*, Shanghaihope Industry, China) 1 g과 NaCl 0.8%(w/v) 5 mL를 첨가하고 교반 한 후 향온기(DS-10G2-H, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)에서 40°C로 20시간동안 발효시켜 3반복 제조하였으며, -20°C에 냉동시킨 후 실험에 필요한 시료로 사용하였다. 생청국장의 수율은 원곡 대비 발효 후 생청국장의 무게를 측정하여 나타내었다.

5. 생청국장 색도 및 경도

생청국장의 색도와 경도 측정은 Shin 등(2020)의 콩 발효 물을 측정하는 방법을 참고하여 측정하였다. 색도는 품종별로 제조한 생청국장을 투명용기에 넣은 후 색차계(CM-3700A, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 각 시료마다 10반복하여 측정하여 각 시료의 명도(L^* , lightness), 적색도(a^* , redness) 및 황색도(b^* , yellowness)를 측정하였다. 표준백판의 L , a , b 값은 각각 98.82, -0.10, -0.39이었다. 생청국장의 경도는 물성측정기(Texture analyzer, Zwick Roell, Ulm, Germany)를 이용하여 probe diameter 2 mm로 시료 중앙을 측정했을 때 나타나는 force graph로부터 최고 peak 값을 150회 반복하여 평균으로 표기하였다.

6. 생청국장 아미노태 질소 및 점질을 함량

생청국장의 아미노태 질소 함량은 Shin 등(2020)의 방법에 준하여 진행하였다. 플라스크에 시료 추출액 5 mL, 중성 formalin 용액(HT5012, Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA) 10 mL 및 증류수 10 mL를 넣어 잘 혼합한 다음 0.5%(w/v)

phenolphthalein(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA) 200 μ L 가한 후, 0.1N NaOH를 이용하여 미홍색이 될 때까지의 적정량과 공시험으로 시료 추출액 5 mL에 증류수 20 mL를 넣어 0.5%(w/v) phenolphthalein 200 μ L 가한 후의 적정량을 이용하여 아미노태 질소 함량을 계산하였다. 점질물질 측정은 Kim & Lee(2016)의 방법을 변형하여 사용하였다. 즉, 생청국장 시료 20 g에 1차 증류수를 80 mL를 첨가하여 Homogenizer(HG-15A, Daihan scientific, Wonju, Korea)로 균질화 한 후, 60분 동안 진탕하고 여과 및 원심분리(15,000 \times g, 10분)하여 얻은 상등액 5 mL를 Dry oven(DS-80C2, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea) 105°C에서 증발 및 건조하여 무게를 측정 한 후 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

7. 통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험군간의 유의성을 검증한 후, Duncan's multiple range tests로 사후검증을 실시해 실험군간의 차이를 5% 유의수준에서 분석하였다. 생청국장 경도의 경우에는 각 집단군의 등분산성이 위배되었으므로 Dunnett's T3 tests를 이용해 실험군간의 차이를 5% 유의수준에서 분석하였다. 또한 실험 항목별 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 원곡의 100립중 및 경실 종자 비율

생청국장 적합품종을 선정하기 위해 7품종의 100립중과 경실 종자 비율을 조사한 결과를 Table 1에 제시하였다. 품종간의 100립중 차이는 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 해원의 100립중은 8.11 g으로 시험 품종 중 가장 작은 것으로 나타났다. 풍원이 11.63 g으로 가장 큰 것으로 나타났다. 일본 도입 품종인 Kosuzu는 11.49 g으로 풍산나물콩, 풍원, 소청자와 크기가 비슷하였고, Natto-shoryu의 경우도 100립중이 10.86 g으로 비교적 큰 것으로 나타났다. 생청국장 제조에는 100립중이 8 g 이하의 소립 콩이 주로 이용되고 입중이 품종을 육성하는데 주요한 기준이 된다고 알려져 있다(Geater 등 2000). 다른 연구결과에서는 콩의 100립중이 9 g 이하이고, 콩의 크기가 균일하며 콩 배꼽색이 없는 것이 생청국장 산업에서 선호될 것이라고 하였다. 또한 크기가 작은 종자가 증자 시에 큰 종자보다 더 부드러워지는 경향이 있다고 알려져 있다(Hosoi & Kiuchi 2003). 소비자 선호도 측면에서는 크기가 작은 종자로 만든 생청국장이 크기와 질감에서 쌀밥과 잘 어울릴 것이라고 밝혀진 바가 있다(Salas 등 2006; Escamilla

Table 1. 100 seed weight (g 100 seed⁻¹) of 7 soybean varieties

Variety	100 seed weight ¹⁾ (g)	Hard seed rate (%)
Pungsannamulkong	11.39±0.16 ^b	2.7±3.9 ^{NS}
Pungwon	11.63±0.08 ^a	0.0±0.0
Hoseo	8.41±0.15 ^d	0.0±0.0
Haewon	8.11±0.11 ^c	0.0±0.0
Socheongja	11.40±0.04 ^b	0.0±0.0
Natto-shoryu	10.86±0.11 ^c	0.3±0.8
Kosuzu	11.49±0.12 ^{ab}	0.7±1.6

¹⁾ Mean±standard deviation.

Means with different letters (^{a-e}) within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

NS: Not significant.

등 2019). 따라서, 종실 크기를 보았을 때, 시험 품종 중 호서와 해원이 일본 도입 자원보다 종자 크기가 작아 생청국장 제조에 유리할 것으로 판단된다. 경실종자는 일정 조건에서 수분을 흡수하지 못하고 딱딱하게 남아있는 종자로서, Mullin & Xu(2001)은 경실 종자들이 가공 과정에서 물을 흡수하지 않기 때문에 최종 제품의 품질에 악영향을 미칠 수 있다고 하였다. 또한 Zhang 등(2010)은 경실 종자들이 있으면 그것들을 제거하는데 추가 비용이 발생하기 때문에 식품 가공 과정에서 심각한 문제를 초래할 수 있다고 밝혀 경실 종자가 발생하지 않는 품종을 선택하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 경실 종자 비율은 품종별 유의한 차이를 보이지는 않았으나, 풍산나물콩과 일본 도입 품종인 Natto-shoryu 및 Kosuzu 등에서 일부 존재하는 것이 확인되어 생청국장 제조를 위한 품종 선택에 고려해야 할 사항으로 보인다.

2. 원곡의 성분 분석

시험품종별 원곡의 조단백질과 조지방 함량을 분석해 Table 2에 나타내었다. 조단백질 함량의 범위는 35.73~41.24%로 나타났으며, 품종간 유의한 차이가 있었다. 시험품종 중 검정콩인 소청자의 조단백 함량이 높았고, 풍원과 해원의 단백질함량은 낮은 경향을 보였다. 일본 도입 품종인 Kosuzu와 Natto-shoryu는 단백질함량이 각각 39.31%, 38.24%로 소청자를 제외한 나머지 품종 중에서 비교적 높은 값을 나타냈다. 조지방 함량의 범위는 15.90~21.87%이었으며 품종간 유의한 차이가 있었다. 해원의 조지방 함량은 21.87%로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 반대로 풍산나물콩은 낮은 값을 보였다. 선행연구에서 콩의 일반성분과 생청국장의 품질 관련 미생물의 성장과 최종 산물의 풍미를 촉진시키기 위해

Table 2. Physicochemical properties (%) of 7 soybean varieties

Variety	Crude protein ¹⁾	Crude lipid
Pungsannamulkong	37.63±0.11 ^d	15.90±0.10 ^f
Pungwon	35.73±0.03 ^e	16.27±0.11 ^e
Hoseo	37.48±0.01 ^c	21.56±0.15 ^b
Haewon	36.91±0.04 ^f	21.87±0.02 ^a
Socheongja	41.24±0.15 ^a	18.60±0.20 ^d
Natto-shoryu	38.24±0.06 ^c	20.89±0.10 ^e
Kosuzu	39.31±0.06 ^b	21.45±0.12 ^b

¹⁾ Mean±standard deviation.

Means with different letters (^{a-f}) within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

높은 탄수화물 함량을 가진 품종이 바람직하다고 밝힌 바 있다(Hosoi & Kiuchi 2003; Escamilla 등 2019). 그리고 Yoshikawa 등(2014)은 단백질과 지방함량이 총 탄수화물 함량과 강한 부의 상관관계가 있기 때문에, 품미가 높은 생청국장을 생산하기 위해서는 단백질 함량이 낮고, 단백질과 지방 함량을 합한 수치가 낮은 유전자형을 가진 개체를 선발해야 한다고 하였다. 따라서 종실성분 함량면으로 보았을 때, 조단백함량이 낮은 해원, 풍원 및 호서가 일본 도입 자원보다 생청국장 제조에 더 유망할 것으로 판단된다. 특히, 풍원의 경우에는 조단백질 함량과 조지방 함량을 더한 값이 약 52%로 시험품종 중 가장 낮은 수치를 나타내 생청국장 제조에 유리할 것으로 보인다.

3. 원곡의 수분흡수율

품종별로 원곡의 수분흡수율을 2시간, 6시간, 12시간으로 나누어 Table 3에 나타내었다. 모든 침종시간에서 품종 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 침종 후 12시간에 수분흡수율은 218.0~226.1%의 범위를 보였으며, 이는 생청국장 전용 품종에서 수분흡수율이 215~225%였다는 Cook & Rainey(2010)의 연구결과와 유사하였다. 초기 흡수율을 나타내는 침종 후 2시간에는 풍원, 호서, 해원 그리고 Kosuzu의 수분 흡수율이 높았고 최종 수분흡수율을 나타내는 12시간 후에는 풍원, 호서, 소청자의 수분흡수율이 각각 225.5%, 226.1%, 223.7%으로 높게 나타났다. Escamilla(2019) 등은 종자 크기와 수분흡수력을 연관해서, 종자 크기가 작은 품종들은 큰 종자에 비해서 표면적이 넓기 때문에 수분흡수력이 크고 접종한 균이 빠르게 성장할 것이라고 하였다. 그리고 생청국장 제조를 위한 바람직한 수분흡수율을 210~230%라고 제시하고, 이 범위 안에서 수분흡수율이 높을수록 품질과 수율 측면에서 유리

Table 3. Water absorption rate (%) of 7 soybean varieties

Variety	Soaking time ¹⁾		
	2 hours	6 hours	12 hours
Pungsannamulkong	128.2±6.2 ^c	179.3±9.6 ^c	218.0±5.8 ^c
Pungwon	148.6±4.4 ^a	202.0±2.6 ^b	225.5±1.4 ^a
Hoseo	146.4±6.7 ^{ab}	205.8±4.2 ^a	226.1±2.2 ^a
Haewon	149.8±4.4 ^a	207.4±2.6 ^a	221.8±2.5 ^b
Socheongja	141.1±2.9 ^b	193.4±4.2 ^b	223.7±1.3 ^{ab}
Natto-shoryu	141.2±3.5 ^b	193.2±4.0 ^b	220.6±2.5 ^{bc}
Kosuzu	150.2±4.7 ^a	198.5±3.0 ^{ab}	221.6±1.6 ^b

¹⁾ Mean±standard deviation.

Means with different letters (^{a-c}) within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

할 것이라고 발표하였다. 다른 연구에서는 높은 수분흡수율이 식품 가공과정 중의 바람직한 풍미와 부드러운 식감을 나타내는 것에 필수적인 요소라고 밝혔다(Cober 등 1997). 따라서, 호서와 풍원은 12시간 침종했을 때, 일본 도입자원인 Kosuzu나 Natto-shoryu보다 수분흡수율이 높은 것으로 나타나 생청국장 제조에 유리할 것으로 판단된다. 반면에, 풍산나물콩은 모든 침종시간에서 시험품종 중 가장 낮은 수분흡수율을 보여 품질과 수율 측면에서 생청국장 제조 비교적 불리할 것으로 보인다.

4. 생청국장 수율, 경도 및 색차 비교

품종별 생청국장을 제조한 후 수율과 경도가 어떤 특성을 나타내는지 나타내었다(Table 4). 품종별 생청국장 수율은 237.8~254.0%로 나타났고, 품종간 차이가 인정되었다. 호서, 소청자, 풍원의 수율이 각각 254.0, 248.2, 246.6%로 일본 도입자원보다 높거나 비슷하게 나타났고, 풍산나물콩은 두 파종시기에서 가장 낮은 수율을 보였다. 본 연구에서 품종간 생청국장 수율에 차이가 있는 것으로 나타나, 생청국장 제조 시 적절한 콩 품종을 선택하는 것이 생청국장 생산업체에 중요할 것으로 보인다. 생청국장의 경도를 측정된 결과 품종간 차이가 있는 것으로 밝혀졌으며, 풍산나물콩으로 만든 생청국장의 경도가 가장 높은 값을 보였다. 이는 수분흡수율과 생청국장의 경도와와의 관계를 밝힌 선행연구(Geater 등 2000)의 결과에 비추어 봤을 때, 풍산나물콩이 낮은 수분흡수율을 보인 것과 관련되어 있는 것으로 사료된다. Orazaly 등(2015) 등은 경도가 가공이나 조리가 필요한 콩 식품에서 콩의 질감에 중요한 특성이라고 하였다. 다른 연구결과에서는 생청국장 품종 선택에는 증자한 후에 부드러운 질감을 갖는 품종이 선호되나, 콩의 형태를 유지할 수 있는 정도의 경도가 좋다

Table 4. Saengcheonggukjang yield (%) and hardness (g) of 7 soybean varieties by sowing date

Variety	Saengcheonggukjang Yield ¹⁾ (%)	Hardness ²⁾ (g)
Pungsannamulkong	237.8±3.6 ^c	94.05±20.17 ^a
Pungwon	246.6±1.4 ^{ab}	80.16±12.64 ^c
Hoseo	254.0±3.6 ^a	83.18±28.15 ^{bc}
Haewon	243.8±3.6 ^{bc}	84.03±22.92 ^b
Socheongja	248.2±2.3 ^{ab}	89.32±19.44 ^{ab}
Natto-shoryu	243.5±4.3 ^{bc}	82.17±23.70 ^{bc}
Kosuzu	244.7±7.5 ^{bc}	74.44±21.58 ^c

Mean±standard deviation.

¹⁾ Means with different letters (^{a-c}) within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

²⁾ Means with different letters (^{a-c}) within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Dunnett's T3 test.

고 보고한 바 있다(Escamilla 등 2019). 시험품종 중 일본 도입자원인 Kosuzu로 만든 생청국장의 경도 값이 74.44 g으로 가장 낮은 값을 나타냈고, 외관상 콩의 형태를 유지했으므로 국내 품종보다 비교적 부드러운 식감을 나타낼 수 있을 것으로 보인다. 콩 품종별 생청국장의 색도 비교를 위해서 명도, 적색도 및 황색도를 측정하여 Table 5에 나타내었다. 명도(L)은 콩 품종별로 유의한 차이가 있었고 39.0~60.7의 범위를 보였다. 시험품종 중 소청자에서 낮은 수치를 보였고 호서에서 가장 높은 것으로 나타났으나, 일본 도입자원과의 차이는 크지 않았다. 생청국장의 적색도와 황색도의 범위는 각각

Table 5. Saengcheonggukjang color difference of 7 soybean varieties

Variety	L ^{*1)}	a [*]	b [*]
Pungsannamulkong	55.7±0.8 ^d	9.0±0.4 ^a	21.2±1.5 ^d
Pungwon	58.4±0.9 ^c	9.2±0.4 ^a	22.2±1.1 ^c
Hoseo	60.7±2.7 ^a	8.2±0.6 ^c	23.4±2.7 ^b
Haewon	56.4±1.6 ^d	8.3±0.4 ^c	20.1±1.0 ^c
Socheongja	39.0±0.9 ^e	1.4±0.3 ^d	0.8±0.5 ^f
Natto-shoryu	59.8±1.3 ^b	9.2±0.6 ^a	23.6±1.6 ^{ab}
Kosuzu	59.9±1.2 ^b	8.7±0.5 ^b	24.2±1.1 ^a

¹⁾ Mean±standard deviation.

Means with different letters (^{a-f}) within the same column are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

1.4~9.2, 0.8~24.2로 나타났다. Escamilla 등(2019)은 좋은 품질의 생청국장에 대해서 발효 후 진한 색이 적은 밝은 노란색이 바람직하다고 밝힌 바 있다. 시험품종 중 호서가 일본 도입품종들과 비교하여 명도가 높은 것으로 나타났다. 추후 국내 소비자들을 대상으로 한 생청국장 색 기호도에 관한 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

5. 생청국장 아미노태 질소 및 점질물질 함량 비교

아미노태 질소 함량은 콩 발효숙성 중 단백질이 분해되어 생성되는 물질로서 콩 발효식품의 발효정도나 숙성도를 판정하는 중요한 지표이며, 구수한 맛이나 감칠맛의 척도라고 밝혀진 바 있다(Park 등 1994; Yoo & Chang 1999; Kim J 2004). 또한 다른 연구에서는 발효기간 중의 아미노태 질소의 함량이 어느 정도 높은 함량을 유지한 콩 발효 제품이 성분 면에서도 좋은 것으로 평가된다고 발표하였다(Park 등 1994; Park SI 2006). 따라서 품종별 생청국장의 아미노태 질소 함량을 분석하여 Fig. 2에 제시하였다. 아미노태 질소 함량은 품종간 차이가 인정되었으며, 이는 청국장에서 아미노태 질소 함량의 품종간 변이가 컸다고 밝힌 Yoo & Chang (1999)의 연구결과로 미루어 봤을 때 생청국장에서도 품종간 변이가 클 것으로 예상된다. 아미노태 질소 함량은 각각 470.1~575.0 mg%의 범위를 보였다. 시험 품종 중 풍산나물콩과 해원으로 만든 생청국장의 아미노태 질소 함량이 각각 550.1 mg%, 575.0 mg%로 높은 것으로 나타나 일본 도입자원보다 발효가 우수하게 된 것으로 사료된다. 콩 품종별 생청

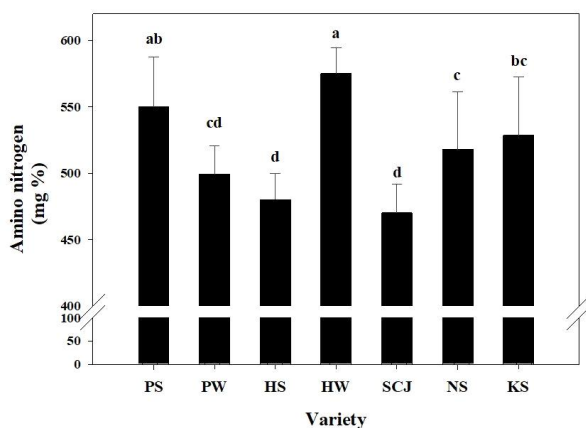


Fig. 2. Amino nitrogen (mg%) of 7 soybean varieties. PS: Pungsannamulkong, PW: Pungwon, HS: Hoseo, HW: Haewon, SCJ: Socheongja, NS: Natto-shoryu, KS: Kosuzu. Means with different letters (^{a-d}) with the same pattern are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

국장의 점질물질의 양을 측정하여 그림으로 나타내었다(Fig. 3). 점질물질은 콩 발효과정에서 생성되는 작은 분자량의 단백질과 당당류가 중합된 fructan의 혼합물로서 항균, 혈전용해능, 혈압 강하작용 및 면역 증진 등에 효과가 있다고 보고된 바 있다(Yang & Kim 2013; Shin 등 2020). 품종별 생청국장의 점질물질 함량은 3.22~3.41%의 범위를 보였다. 이는 청국장에서 점질물질 함량이 3.44%였다는 Kim & Lee (2016)의 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 호서의 점질물질 함량은 3.22%로 품종 중 가장 낮은 값을 나타냈고, 호서를 제외한 다른 품종간에 유의한 차이는 보이지 않았다. 따라서, 품종별로 생청국장의 점질물질 함량 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

6. 원곡과 생청국장의 지표별 상관관계 분석

앞서 파종기별 원곡과 생청국장의 특성을 분석한 각각 요인들의 상관관계를 Table 6에 제시하였다. 생청국장의 수율은 100립중, 경실율 및 아미노태질소 함량과의 r 값이 각각 $-0.416(p < 0.01)$, $-0.443(p < 0.01)$ 및 $-0.444(p < 0.01)$ 로 높은 부의 상관관계를 나타낸 반면 조지방함량과 원곡의 수분흡수율과는 r 값이 각각 $0.454(p < 0.01)$, $0.702(p < 0.01)$ 로 정의 상관을 보였다. 따라서 본 연구를 통해 생청국장의 수율을 높이기 위해서는 경실율이 낮고 종자 크기가 작으며, 조지방함량과 수분흡수율이 높은 품종이 유리한 것으로 나타났다. 생청국장의 명도는 조단백질 함량과 부의 상관관계가 있었고 아미노태 질소 함량도 원곡의 조단백질 함량과의 r 값이 -0.309

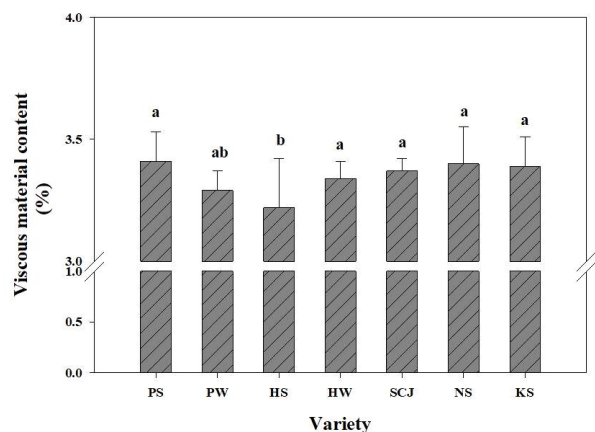


Fig. 3. Viscous material content (%) of 7 soybean varieties. PS: Pungsannamulkong, PW: Pungwon, HS: Hoseo, HW: Haewon, SCJ: Socheongja, NS: Natto-shoryu, KS: Kosuzu. Means with different letters (^{a-b}) with the same pattern are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Pearson's correlation coefficients among factors

Factor	SW ¹⁾	HSR ²⁾	Lipid	Protein	Lipid+protein	Yield	Hardness	Lightness	Amino nitrogen	VMS ³⁾	WAR ⁴⁾
SW	-	0.151	-0.627**	0.252	-0.423**	-0.416**	0.068	-0.369*	-0.055	0.195	-0.310*
HSR	-	-	-0.366*	0.130	-0.256	-0.443**	-0.042	0.108	0.249	-0.156	-0.205
Lipid	-	-	-	0.016	0.876**	0.454**	-0.294	0.174	0.185	-0.006	0.232
Protein	-	-	-	-	0.497**	0.012	0.104	-0.537**	-0.309*	0.114	-0.125
Lipid+protein	-	-	-	-	-	0.400**	-0.205	-0.108	0.012	0.050	0.141
Yield	-	-	-	-	-	-	-0.138	-0.160	-0.444**	-0.330*	0.702**
Hardness	-	-	-	-	-	-	-	-0.229	-0.302	0.427**	-0.163
Lightness	-	-	-	-	-	-	-	-	0.223	0.031	-0.178
Amino nitrogen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	-0.219
VMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.253
WAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾ SW: 100 seed weight.

²⁾ HSR: Hard seed rate.

³⁾ VMS: Viscous material content.

⁴⁾ WAR: Water absorption rate.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

($p < 0.05$)로서 부의 상관관계가 있었다. Yoshikawa 등(2014)은 조지방과 조단백을 더한 수치가 낮은 품종으로 만든 생청국장이 품질이 좋을 것이라고 발표했으나, 본 연구에서 조지방과 조단백을 더한 수치가 생청국장 수율과 정의 상관관계($p < 0.01$)가 있어서 산업적으로 생청국장을 생산할 때 종합적으로 검토해야 할 것으로 판단된다. 원곡의 100립중은 조지방, 조지방+조단백과 부의 상관관계를 나타냈다. 본 결과는 종자의 크기와 조단백질 및 조지방 함량이 관계가 없다고 밝힌 Maestri 등(1998)의 발표와는 달랐는데, 선행연구에서의 종실 크기 범위는 100립중이 14.4-21.0 g/100 seed로 본 시험보다 큰 종실로 실험했기 때문이라고 판단된다. 100립중은 또한 생청국장 수율, 명도 및 원곡의 수분흡수율과도 부의 상관을 나타내었는데, 이는 작은 종자들이 수분흡수율이 높고 탄수화물 함량이 많아서 생청국장 제조에 적합하다고 한 Wei & Chang(2004), Orazaly 등(2015)의 결과와 일치하였다. 추후에는 본 연구에서 밝혔던 원곡과 생청국장의 품질 특성과 생청국장의 기호도와와의 상관관계를 밝히는 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 생청국장에 적합한 국내 품종을 선정하기 위한 기초연구로서 국내 육성 콩 5품종과 일본 도입 자원 2 품종을 이용하여 원곡과 생청국장 품질의 특성을 비교 분석

하였다. 시험 품종 중 호서와 해원의 100립중이 각각 8.41, 8.11 g으로 작았고, 수분흡수율은 일본 도입자원보다 국내 육성 품종 중 호서와 풍원이 높은 것으로 나타났다. 원곡의 조단백질 함량은 일본 도입자원보다 국내 육성 품종이 적었고 생청국장의 수율은 품종 간 유의한 차이가 있는 것으로 보아 산업체에서 생청국장 제조 시에 품종 선택이 중요할 것으로 보인다. 생청국장의 아미노태 질소 함량은 시험품종 중 해원이 575.0 mg%로 일본 도입품종보다 높은 것으로 나타났다. 점질물질의 양은 품종별 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 원곡과 생청국장의 지표별 상관관계를 분석한 결과, 수율을 높이기 위해서는 경실율이 낮고 종자 크기가 작으며 조지방함량과 수분흡수율이 높은 품종으로 생청국장을 제조하는 것이 유리한 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하였을 때, 국내 육성된 품종 중 호서, 해원 및 풍원이 일본 도입 자원들과 비교했을 때 생청국장 수율과 품질이 우수한 적합 후보군이 될 수 있을 것으로 판단된다. 향후 생청국장의 품질 특성과 기호도와와의 상관관계가 구명된다면 생청국장용 품종을 육성하고 선정하는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호: PJ01 3543012021)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Method 991.43. Association of Official Analytical Chemist
- Baek JE, Choi YH, Song J, Yun HT, Choi HS, Park SY. 2014. Physicochemical properties of cheonggukjang with fermentation period for a variety of soybean cultivars. *Korean J Food Nutr* 27:742-750
- Cober ER, Frégeau-Reid JA, Pietrzak LN, McElroy AR, Voldeng HD. 1997. Genotype and environmental effects on natto soybean quality traits. *Crop Sci* 37:1151-1154
- Cook DE, Rainey KM. 2010. Seed coat deficiency, trait stability, and other soybean seed quality traits for natto cultivar development. *Crop Sci* 50:1244-1249
- Escamilla DM, Rosso ML, Holshouser DL, Chen P, Zhang B. 2019. Improvement of soybean cultivars for natto production through the selection of seed morphological and physiological characteristics and seed compositions: A review. *Plant Breed* 138:131-139
- Geater CW, Fehr WR, Wilson LA. 2000. Association of soybean seed traits with physical properties of natto. *Crop Sci* 40:1529-1534
- Hosoi T, Kiuchi K. 2003. Natto - A food made by fermenting cooked soybeans with *Bacillus subtilis* (natto). In Farnworth ER (Ed.), Handbook of Fermented Functional Foods. pp. 227-245. CRC Press
- Jung GH, Kim HJ, Lee JH, Lee BW, Lee YY, Kim SK, Lee BK, Woo KS. 2018. Quality and physicochemical characteristics with different seeding periods of sprout-soybean cultivar cultivated in the North-Central region. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:1301-1311
- Kim JG. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste: Amino nitrogen, amino acids, and color. *J Food Hyg Saf* 19:31-37
- Kim K, Lee G. 2016. Quality characteristics of various bean varieties fermented with *Bacillus subtilis*. *Korean J Food Cookery Sci* 32:541-548
- Kim MR, Yang JE, Chung L. 2017. Study on sensory characteristics and consumer acceptance of commercial soy-meat products. *J Korean Soc Food Cult* 32:150-161
- Kim SS, Lee JH, Ahn YS, Kang DK, Kim JH. 2003a. A fibrinolytic enzyme from *Bacillus amyloliquefaciens* D4-7 isolated from Chungkook-Jang; It's characterization and influence of additives on thermostability. *Korea J Microbiol Biotechnol* 31:271-276
- Kim YH. 2002. Current achievement and perspectives of seed quality evaluation in soybean. *Korean J Crop Sci* 47:95-106
- Kim YS, Jung HJ, Park YS, Yu TS. 2003b. Characteristics of flavor and functionality of *Bacillus subtilis* K-20 Chunggukjang. *Korean J Food Sci Technol* 35:475-478
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation [aT], Minister of the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs [MAFRA]. 2019. 2019 processed food segment market status - Cheonggukjang. *Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation*. Report No. 11-1543000-002890-01
- Lee BM, Do JR, Kim HK. 2007. Monitoring on functional properties of solid Cheonggukjang extracts by using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1334-1340
- Maestri DM, Labuckas DO, Guzmán CA, Giorda LM. 1998. Correlation between seed size, protein and oil contents, and fatty acid composition in soybean genotypes. *Grasas Aceites* 49:450-453
- Mullin WJ, Xu W. 2001. Study of soybean seed coat components and their relationship to water absorption. *J Agric Food Chem* 49:5331-5335
- Orazaly M, Chen P, Zeng A, Zhang B. 2015. Identification and confirmation of quantitative trait loci associated with soybean seed hardness. *Crop Sci* 55:688-694
- Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. 1994. Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste (Doenjang) prepared with different microbial sources. *Korean J Food Sci Technol* 26:609-615
- Park SI. 2006. Preparation of natto (unripe Chungkukjang) using small soybeans and *Bacillus subtilis* KCCM 11315. *Korean J Culin Res* 12:225-235
- Rural Development Administration [RDA]. 2018. Soybean - Agricultural technology guide 116. pp.129-164. *Rural Development Administration*. Report No. 11-1390000-004496-14
- Rural Development Administration [RDA]. 2012. The standard of agricultural research and analysis. 5th ed. p.421. *Rural Development Administration*. Report No. 11-1390000-003149-01
- Salas P, Oyarzo-Llaipen JC, Wang D, Chase K, Mansur L. 2006. Genetic mapping of seed shape in three populations of recombinant inbred lines of soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Theor Appl Genet* 113:1459-1466
- Seo MJ, Park MR, Yun HT, Park CH. 2017. Analysis on

- variation and stability of agricultural characteristics in soybean landraces and cultivars. *J Korean Soc Int Agric* 29:271-281
- Shin DS, Choi ID, Park JY, Kim NG, Lee SK, Jeong KH, Park CH, Choi HS. 2020. Changes in quality of according to fermentation time of fermented soybean produced made with *Bacillus amyloliquefaciens*. *Korean J Food Nutr* 33: 381-389
- Wei Q, Chang SKC. 2004. Characteristics of fermented natto products as affected by soybean cultivars. *J Food Process Preserv* 28:251-273
- Yang EI, Kim YS. 2013. Physiological properties of viscous substance from Cheonggukjang. *J Agric Life Sci* 44:10-14
- Yoo SM, Chang CM. 1999. Study on the processing adaptability of soybean cultivars for Korean traditional chonggugjang preparation. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42:91-98
- Yoshikawa Y, Chen P, Zhang B, Scaboo A, Orazaly M. 2014. Evaluation of seed chemical quality traits and sensory properties of natto soybean. *Food Chem* 153:186-192
- Zhang B, Chen P, Florez-Palacios SL, Shi A, Hou A, Ishibashi T. 2010. Seed quality attributes of food-grade soybeans from the U.S. and Asia. *Euphytica* 173:387-396
- 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 14 July, 2021
Revised 26 July, 2021
Accepted 04 August, 2021