

국내산 대두 품종에 따른 대두 및 *Rhizopus* sp. 이용 템페의 품질 특성 및 대두 품종별 아미노산 조성

송하나¹ · 서민정² · 김홍식³ · 최혜선⁴ · 박지영⁴ · 심은영⁴ · 박혜영^{4*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 전문연구원, ²농촌진흥청 기획조정관 농업연수사, ³농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 농업연구관, ⁴농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 농업연수사

Physico-Chemical Properties of Korean Soybean (*Glycine max* L.) and Tempeh by *Rhizopus* sp. from Soybean Cultivars

Hana Song¹, Min-Jung Seo², Hong-Sig Kim³, Hye Sun Choi⁴, Jiyoung Park⁴, Eun-Yeong Sim⁴ and Hye Young Park^{4*}

¹Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Republic of Korea

²Researcher, Dept. of Management Innovation and Legal Affairs Division, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Republic of Korea

³Senior Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Republic of Korea

⁴Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Republic of Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of various Korean soybean (*Glycine max* L.) cultivars on physico-chemical properties of tempeh. The appearance (size of seed and color) and physico-chemical (amino acid and proximate composition) properties of raw soybeans of ten cultivars were evaluated. The hardness, pH, titratable acidity, and proximate composition of tempeh were also examined. The size of soybeans was the largest in *Cheongja4ho*, *Seonyu*, and *Daewonkong* cultivars. Regardless of the soybean cultivar, the color values for L*, a*, and b* ranged from 82.48~92.61, -2.54~0.44, and 14.30~17.31, respectively. *Danbaegkong* and *Saedanbaek* cultivars of raw soybean showed significantly higher amino acid content than those in other cultivars ($p>0.05$), and arginine from essential amino acids and glutamic acid from non-essential amino acids were detected at the highest level. The tempeh was prepared using *Rhizopus oligosporus*, and there was no difference in the appearance of the tempeh by cultivars. Although the pH of tempeh was different, most showed pH 6.34~6.77, confirming that fermentation was progressed, and the hardness of tempeh ranged from 3,168.27 - 6,729.04 g. The protein, lipid, ash and carbohydrate content of raw soybean ranged from 32.51~42.85%, 15.86~21.57%, 5.44~5.97%, and 27.95~36.12%, respectively. The content of lipid, ash, and carbohydrates was decreased in tempeh, and the protein content was increased by 9.94~12.32% compared to raw soybeans. Tempeh produced by *Danbaegkong* and *Saedanbaek* cultivars had significantly ($p<0.05$) higher content of protein and significantly ($p<0.05$) lower content of lipid than other cultivars. The results showed differences in the physico-chemical properties of different soybean cultivars, and can be used as basic data for selecting suitable cultivars when processing tempeh.

Key words: soybean, *Rhizopus* sp., tempeh, physico-chemical properties, amino acid

서 론

최근 사회적, 문화적 요인 및 지구 환경오염 등에 의한 관심이 증가하면서 동물성 단백질 섭취를 대체할 수 있는 식물

성 단백질 대체 식품에 대한 관심이 증가하고 있다(You GY 등 2020). 특히 대두(*Glycine max* L.)는 단백질과 지방질이 풍부하여 쌀을 주식으로 하는 동양인에게는 중요한 영양공급원으로 알려져 있다(Hwang CE 등 2018). 이에 따라 단백질 함량이 높고 소비자 거부감이 적은 콩과 식물 등을 활용하여 고기의 향미와 질감을 나타낸 식품가공기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 가공 용도별 적합 품종을

* Corresponding author : Hye Young Park, Tel: +82-31-695-0623, Fax: +82-31-695-0609, E-mail: choih9587@korea.kr

개발하려는 연구도 지속적으로 이루어지고 있다(Kwon T & Kim Y 2019).

대두는 국내에서 된장, 청국장, 간장 등의 원료 소재로 이용되며, 세계적으로도 낫또(natto)와 템페(tempeh) 등과 같은 발효식품 원료소재로서 다양하게 이용되어 왔으며, 발효식품의 맛과 풍미를 결정짓는 중요한 식품 원료이다(Jung MK & Kim SH 2016). 이러한 발효식품은 쉽게 부패하지 않아 보존성이 우수하며, 발효에 참여하는 균주들의 효소 활성으로 인해 생리 활성 성분 및 각종 영양성분이 증가하는 것으로도 알려져 있다(Park KY 2012). 그 중, 템페는 *Rhizopus oligosporus* 균을 이용하여 대두를 발효시켜 하얀 케이크와 같은 형태로 단단하게 굳혀 만든 인도네시아의 전통적인 대두 발효식품으로, 얇게 썰어서 기름에 튀기거나 샐러드나 스프에 넣어 식용하며, 육류 유사식품(meat analog)으로 포함되는 식품이다(You GY 등 2020). 발효기간이 장기간 필요한 간장과 된장과 같은 장류들은 조미료로 주로 이용되지만, 템페는 발효기간이 짧고 무염 식품으로 주 요리로 조리되어 간편하고 실용적이다. 또한 템페는 발효를 일으키는 곰팡이가 생산하는 효소활성으로 인해 발효시키지 않은 대두보다 섬유질, 미네랄과 같은 영양성분이 더 풍부하고 기능성이 증진되는 것으로 알려져 있다(Babu PD 등 2009). 특히 템페는 높은 단백질 함량과 낮은 지방 함량으로 인해 혈청 콜레스테롤 수치와 혈결핍성 빈혈 발생을 낮추고, 고혈압과 지질 산화를 감소시키는 등 많은 유익한 효과가 있는 것으로 알려졌다(Tahir A 등 2018).

템페는 대두를 세척 후 수침, 탈피, 가열, 탈수, 스타터 접종 및 발효의 과정을 통해 만들어지며, 템페 발효에 사용되는 스타터의 종류, 발효 온도 및 시간에 따라 템페의 품질 및 성분이 달라진다(Ferreira MP 등 2011). 또한 템페 제조에 이용되는 대두의 영양성분에 따라라도 템페의 영양성분이 달라지는 것으로 알려졌다(Gamboa-gomez CI 등 2015). 그러나 현재 국내에서 생산되고 있는 다양한 대두의 품종 차이에 따른 템페의 성분 특성에 대한 연구는 미미한 수준이다. 따라서 본 연구에서는 템페 제조시 국내 대두 품종별 성분에 대한 기초자료를 확보하기 위하여 다양한 대두 품종별로 템페를 제조하여 대두의 아미노산 조성 및 대두와 템페의 이화학적 특성 등을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

대두는 2020년 경기도 수원소재 국립식량과학원에서 재배 및 수확한 것으로 대풍(Daepung), 대원콩(Daewonkong), 단백콩(Danbaegkong), 두유콩(Duyoukong), 진품콩(Jinpumkong), 진품콩2호(Jinpumkong2ho), 새단백(Saedanbaek), 선유(Seonyu), 태광콩(Taekwangkong), 청자4호(Cheongja4ho) 등 10품종을 사용하였다(Fig. 1). 수확된 대두는 분쇄기(FM-700SS, Hanil, Korea)로 1분간 분쇄하여 100 mesh의 체로 내린 후 -70°C 에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

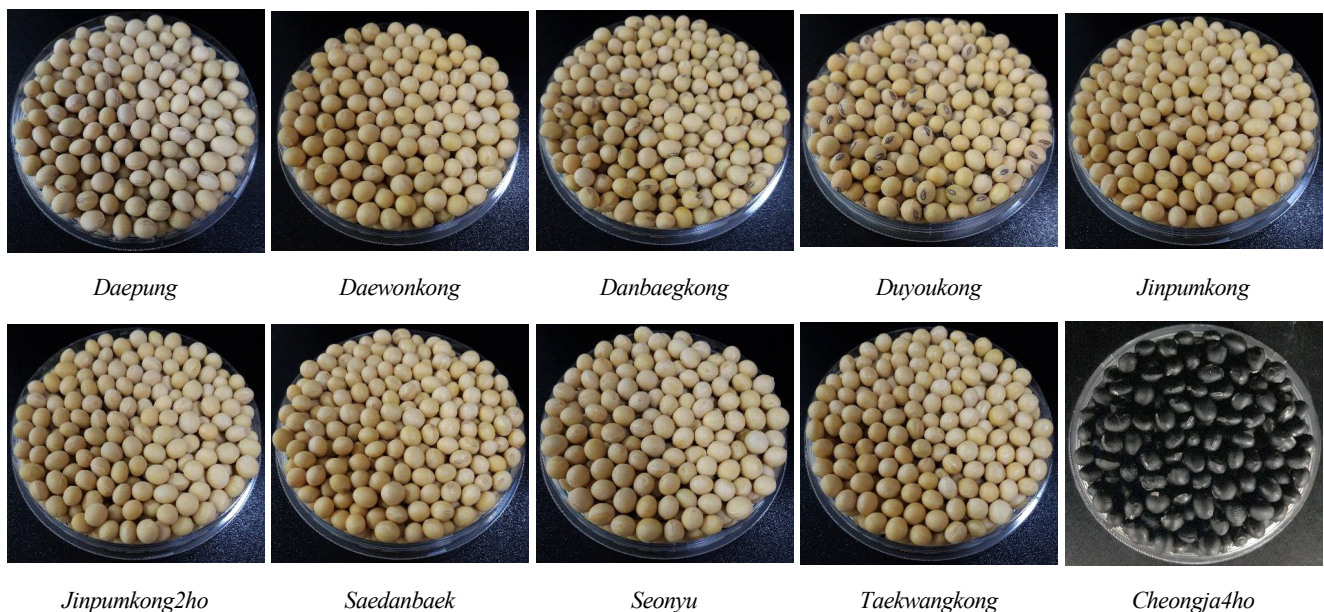


Fig. 1. Appearance of soybean by cultivars.

2. 품종별 대두의 외관특성 분석

1) 종신타성 분석

백립중은 수확된 대두를 정선하여 각 품종별 100립을 3반복 측정하여 g으로 표기하였으며, 종실 길이, 폭, 두께는 10립을 선정하여 mm 단위로 측정하였다.

2) 색도 측정

색도는 색차계(CM-3700A, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 분쇄된 분석용 대두 시료의 Hunter's color value인 L^* (lightness), a^* (redness/greenness) 및 b^* (yellowness/blueness)는 8회 반복 측정하였다. 이 때, 표준 백색판의 L^* , a^* 및 b^* 값은 각각 98.82, -0.1, -0.39이었다.

3. 품종별 대두의 구성아미노산 분석

품종별 대두의 구성 아미노산 함량은 분쇄된 분석용 대두 시료 0.3 g을 취하여 6 N HCl 10 mL를 가하고, N_2 gas를 이용하여 1분간 가스치환시킨 후, 110°C 드라이오븐에서 22시간 동안 산 가수 분해시켰다. 그 후, 시료를 0.02 N HCl 10 mL에 녹이고, 10배 희석하여 0.22 μ m membrane filter (Merck Millipore, Darmstadt, Germany)로 여과하여 아미노산 자동분석기(HITACH L-8800 Amino acid auto analyzer, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였다.

4. 대두 품종별 *Rhizopus* sp. 이용 템페 제조

템페 제조는 Fig. 2와 같은 방법으로 제조되었다. 품종별 대두 50 g을 수세하고 물을 첨가하여 140°C에서 30분 동안 가열한 후, 실온에서 1시간 동안 수침시켰다. 수침 후 대두의 껍질을 제거하고 2시간 동안 증기솥에서 익힌 후, 실온까지 냉각 및 탈수시킨 후 인도네시아 전통 템페종균(mixed cultures of *Rhizopus oligosporus*; Wira brand ragi tempeh, Jans Enterprises Corp., El Monte, CA, USA)을 접종하여 대두와 잘 혼합한 뒤 polyethylene 포장지에 담아 템페의 모양 크기 및 유지를 위해 압착(13.5 cm \times 5.5 cm \times 2 cm)시킨 후 밀봉하였다. 이 때 포장지는 일정간격으로 기공을 만들어 호기조건을 만들었으며, 밀봉한 시료를 27.5°C에서 68시간 동안 발효시켜 템페를 얻었다. 발효 온도 및 조건은 예비실험 결과를 토대로 템페의 외관이 하얀 케이크의 형태로 균사체가 대두를 단단히 감싼 형태를 보이고 과발효가 일어나지 않는 조건으로 설정하였다. 완성된 템페는 동결 건조한 후 분쇄기로 1분간 분쇄하여 경도를 제외한 이화학적 분석 시료로 이용하였다.

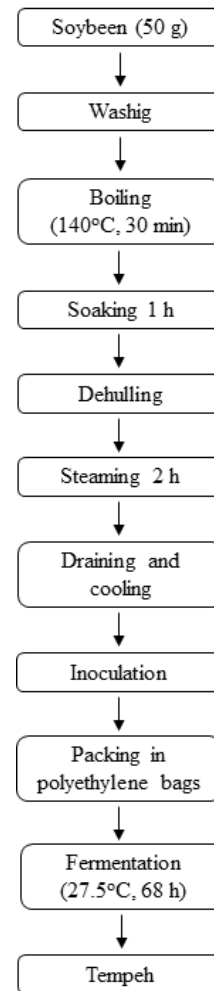


Fig. 2. Flow sheet for manufacturing tempeh using soybean.

5. *Rhizopus* sp. 이용 템페의 이화학적 분석

1) 경도 측정

경도(hardness)는 템페의 일정량(2 cm \times 2 cm \times 2 cm)을 무작위로 취하여 Texture analyzer(Zwick Roell, Ulm, Germany)를 사용하여 aluminum probe(지름 5 cm), test force 500 N, distance 2 cm, test speed 5.0 mm/sec의 조건으로 측정하였고, 실험은 12회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

2) pH 및 산도 측정

pH는 동결 건조 후 분쇄한 템페 시료 1 g에 증류수 10 mL를 첨가하여 균질화 한 다음 원심분리(3,300 \times g, 20 min)하여 얻어진 상등액을 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 분쇄한 템페 시료 1 g에 증류수 10 mL를 첨가하여 균질화하였고, 원

심분리(3,300×g, 20 min)하여 얻어진 상등액에 0.1 N NaOH를 첨가하면서 pH가 8.3이 될 때까지의 소비된 NaOH의 mL를 측정하여 젖산(lactic acid) 함량으로 산출하였다.

6. 품종별 대두 및 템페의 일반성분 분석

분쇄된 대두 및 템페 시료의 일반성분 함량은 AOAC법(AOAC, 2005)에 따라 측정하였다. 수분함량은 상압가열건조법(105℃, 6시간)으로 측정하였으며, 조단백질은 Micro-Kjeldahl 방법으로 자동 단백질 분석기(Kjeldahl nitrogen; Kjeldatherm Digestion and Vapodest Distillation Systems, Gerhardt, Bonn, Germany)로 정량 분석하였다. 조지방은 Soxhlet 추출기(Gerhardt Soxterm SE-416, Gerhardt, Bonn, Germany)를 이용하여 diethyl ether로 추출한 후, 정량하였으며, 조회분은 600℃ 전기회화로(DS-84E, Dasol scientific Co., Ltd, Hwaseong, Korea)를 이용하여 직접회화법으로 분석하였다. 탄수화물의 함량은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분을 뺀 함량(%) 값으로 구하였다(Yoo KM 2011).

7. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 평균 및 표준편차를 산출하였으며, 결과에 대한 통계분석은 SAS program(version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA analysis of variance) 후 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 $p < 0.05$ 유의 수준에서 평균 간 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 품종별 대두의 외관 특성

1) 종실 특성

국내에서 생산된 대두 10품종의 백립중 및 종실 길이, 폭, 두께를 Table 1에 나타내었다. 대두의 백립중은 8.46~30.50 g의 범위에서 품종별 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 대두 종실의 크기는 편의상 100알의 무게를 기준으로 하며, 백립중이 15 g 이하일 경우 소립종, 15~25 g 일 경우 중립종, 25 g 이상일 경우 대립종으로 분류된다. 청자4호, 선유, 대원콩의 백립중은 각각 30.50±0.17, 29.58±0.01, 28.63±0.05로 대립(25~40 g)에 속하였고, 나머지 7품종은 중립(15~25 g)에 속하였다. 종실의 크기를 나타내는 백립중은 대두의 가공적성에서 생산성과 관련 있는 중요한 인자 중 하나이며(Sim EY 등 2020), 대두의 종류와 외관 특성, 종실 크기에 따라 쓰임새가 다르게 분류된다(Hwang CE 등 2018). 마찬가지로 10립을 선정하여 종실 길이, 폭, 두께를 측정한 결과, 품종별로 유의적 차이가 나타났으며($p < 0.05$), 청자4호, 선유, 대원콩의 크기가 가장 큰 것으로 나타났다.

2) 색도

대두의 품종별 색도(L^* , a^* , b^*)를 측정한 결과를 Table 1에 나타냈다. 품종별로 유의적인 차이가 나타났으며($p < 0.05$), L^* 값은 82.48~92.61, a^* 값은 -2.54~0.67, b^* 값은 14.72~17.31

Table 1. Appearance properties and color of seed from different soybean cultivars

Cultivar	100-seed weight (g)	Seed size (mm)			Color		
		Length	Width	Thickness	L^* ¹⁾	a^*	b^*
Daepung	23.81±0.01 ^{e2)}	7.00±1.06 ^{de}	7.29±0.19 ^f	6.49±0.16 ^d	92.61±2.33 ^a	0.19±0.12 ^d	14.30±5.51 ^c
Daewonkong	28.63±0.05 ^c	8.01±0.19 ^{cd}	7.99±0.18 ^c	7.49±0.27 ^{bc}	91.83±0.08 ^{bc}	0.14±0.01 ^e	15.62±.005 ^e
Danbaegkong	18.46±0.01 ^j	7.10±0.20 ^e	6.57±0.18 ^g	6.21±0.11 ^f	91.45±0.12 ^{bc}	0.12±0.03 ^e	17.31±0.08 ^a
Duyoukong	19.67±0.14 ^b	7.50±0.14 ^e	7.38±0.15 ^f	6.43±0.13 ^{de}	91.26±0.19 ^{bc}	0.24±0.02 ^d	15.88±0.08 ^d
Jinpumkong	19.34±0.12 ⁱ	8.63±0.24 ^b	7.30±0.11 ^f	6.48±0.28 ^d	91.23±0.07 ^{bc}	0.67±0.01 ^a	16.64±0.05 ^b
Jinpumkong2ho	22.19±0.01 ^f	7.76±0.22 ^{de}	7.28±0.11 ^f	6.29±0.18 ^{ef}	91.10±0.13 ^c	0.25±0.04 ^d	14.72±0.04 ⁱ
Saedanbaek	21.47±0.10 ^g	7.73±0.14 ^{de}	7.54±0.13 ^e	6.40±0.23 ^{de}	91.73±0.05 ^{bc}	0.44±0.00 ^b	16.58±0.05 ^b
Seonyu	29.58±0.01 ^b	8.66±0.11 ^b	8.48±0.13 ^b	7.60±0.13 ^b	91.95±0.20 ^b	0.37±0.02 ^e	15.18±0.07 ^h
Taekwangkong	24.76±0.07 ^d	8.27±0.09 ^e	7.75±0.10 ^d	7.80±0.13 ^a	91.79±0.05 ^{bc}	0.25±0.01 ^d	15.30±0.11 ^g
Cheongja4ho	30.50±0.17 ^a	9.47±0.16 ^a	8.63±0.17 ^a	7.36±0.10 ^c	82.48±0.14 ^d	-2.54±0.02 ^f	15.41±0.06 ^f

¹⁾ L^* : indicates lightness, a^* : indicates redness, b^* : indicates yellowness.

²⁾ Different superscripts within the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

의 범위를 나타냈다. 명도(lightness)를 나타내는 L^* 값은 대풍이 92.61 ± 2.33 으로 가장 높았으며, 외관상 어두운 색을 보이는 청자4호가 82.48 ± 0.14 로 가장 낮았다. 적색도(redness)를 나타내는 a^* 값은 진품콩이 0.67 ± 0.01 의 수치로 측정되어 10 품종 중 가장 높은 붉은 색도를 보였으며, 청자4호가 -2.54 ± 0.02 로 측정되어 가장 높은 녹색도를 보였다. 황색도(yellowness)를 나타내는 b^* 값은 단백콩이 17.31 ± 0.08 로 가장 높은 노란색도를 보였다. 대두의 색상과 선명도 여부는 콩 가공제품의 외관 품질과 소비자의 기호도를 좌우하는 중요한 요인으로 알려져 있다(Shin DS 등 2019). Kim YS 등 (2011)에 의하면 대두 발효물 제조 시 원료 대두의 아미노산과 당에 의해 갈색의 고분자인 멜라노이딘이 생성되어 색에 영향을 미친다고 하였다. 그러나 템페의 경우, 대두의 외관적 색상과 어떠한 상관성이 있는지는 아직 명확히 밝혀지지 않았기 때문에 이 점을 면밀히 검토할 필요가 있다.

2. 품종별 대두의 구성아미노산

대두 품종별 구성아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 2

에 필수아미노산과 Table 3에 비필수 아미노산으로 구분하여 나타냈다. 필수 아미노산의 경우 품종별로 유의적인 차이가 나타났으며($p < 0.05$), $70.74 \sim 93.55$ mg/g의 범위를 보였다(Table 2). 본 실험에 사용된 대두의 필수 아미노산 함량은 단백콩 > 새단백 > 청자4호 > 두유콩 > 대풍 > 선유 > 진품콩2호 > 대원콩 > 진품콩 > 태광콩 순으로 나타났다. 대두 품종에 관계없이 필수 아미노산의 함량은 arginine > lysine > threonine > valine > histidine > methionine > isoleucine > leucine > phenylalanine 순으로 나타났다. 일반적으로 대두에는 필수아미노산이 골고루 분포되어 있고, 특히 곡류에 적은 lysine 함량이 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Kim KS 등 2003). 비필수 아미노산의 경우에도 품종별로 유의적인 차이가 나타났으며($p < 0.05$), 단백콩과 새단백 품종이 각각 152.73 , 152.31 mg/g 수준으로 아미노산 함량이 가장 높았고, 진품콩이 119.87 mg/g으로 가장 낮은 함량을 보였다(Table 3). 대두 품종별로 비필수 아미노산 조성은 약간의 차이를 보였으나, 품종에 관계없이 glutamic acid > aspartic acid > serine > alanine > proline > glycine > cysteine >

Table 2. Amount of essential amino acids (mg/g) in the soybean by cultivars

Cultivars	Essential amino acid									Total
	Thr ¹⁾	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	His	Arg	
<i>Daepung</i>	12.19± 0.50 ^{ab2)}	10.98± 0.55 ^{abc}	2.38± 1.12 ^a	2.41± 0.37 ^{ab}	2.19± 0.29 ^{bc}	0.79± 0.05 ^b	18.96± 1.59 ^{ab}	7.38± 0.59 ^{abc}	19.80± 1.69 ^{cd}	77.08
<i>Daewonkong</i>	11.29± 0.72 ^{bc}	9.94± 0.82 ^c	2.87± 0.76 ^a	2.15± 0.56 ^b	1.90± 0.48 ^c	1.04± 0.27 ^b	17.04± 1.71 ^b	6.68± 0.67 ^{bc}	18.37± 1.96 ^d	71.29
<i>Danbaegkong</i>	13.03± 1.13 ^a	12.10± 1.58 ^{ab}	3.64± 0.90 ^a	3.12± 0.76 ^{ab}	2.93± 0.73 ^{abc}	0.84± 0.10 ^b	20.08± 2.69 ^{ab}	8.43± 1.07 ^a	29.38± 3.94 ^a	93.55
<i>Duyoukong</i>	12.09± 0.81 ^{abc}	11.31± 1.40 ^{abc}	3.22± 0.86 ^a	2.71± 0.92 ^{ab}	3.72± 1.34 ^a	0.80± 0.23 ^b	18.74± 1.89 ^{ab}	7.27± 0.66 ^{abc}	19.50± 2.03 ^{cd}	79.35
<i>Jinpumkong</i>	10.81± 0.66 ^c	10.32± 0.87 ^c	2.81± 0.70 ^a	2.76± 0.32 ^{ab}	2.56± 0.30 ^{bc}	0.82± 0.07 ^b	16.86± 1.63 ^b	6.31± 0.57 ^c	17.56± 1.74 ^d	70.80
<i>Jinpumkong2ho</i>	10.82± 0.13 ^c	10.57± 0.37 ^{bc}	2.41± 1.15 ^a	2.86± 0.54 ^{ab}	2.66± 0.49 ^{abc}	0.73± 0.07 ^b	16.91± 0.59 ^b	6.32± 0.18 ^c	18.04± 0.64 ^d	71.31
<i>Saedanbaek</i>	13.21± 0.47 ^a	12.47± 0.84 ^a	3.21± 0.82 ^a	3.46± 0.44 ^a	3.20± 0.43 ^{ab}	0.55± 0.48 ^b	20.65± 1.41 ^a	8.17± 0.52 ^a	25.09± 1.89 ^b	90.03
<i>Seonyu</i>	11.44± 0.43 ^{bc}	10.59± 0.37 ^{bc}	2.83± 0.35 ^a	3.07± 0.32 ^{ab}	2.92± 0.32 ^{abc}	0.87± 0.23 ^b	17.74± 1.33 ^{ab}	6.86± 0.43 ^{bc}	18.73± 1.34 ^d	75.04
<i>Taekwangkong</i>	10.94± 0.81 ^{bc}	10.20± 1.12 ^c	2.75± 0.56 ^a	2.74± 0.50 ^{ab}	2.58± 0.46 ^{abc}	0.74± 0.11 ^b	16.86± 2.02 ^b	6.47± 0.70 ^{bc}	17.46± 2.08 ^d	70.74
<i>Cheongja4ho</i>	12.20± 0.57 ^{ab}	11.25± 0.19 ^{abc}	3.00± 0.32 ^a	3.07± 0.32 ^{ab}	2.89± 0.30 ^{abc}	1.53± 0.61 ^a	18.63± 1.33 ^{ab}	7.63± 0.49 ^{ab}	22.68± 1.54 ^{bc}	82.87

¹⁾ Thr: threonine, Val: valine, Met: methionine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Phe: phenylalanine, Lys: lysine, His: histidine, Arg: arginine.

²⁾ Different superscripts within the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 3. Amount of non-essential amino acids (mg/g) in the soybean by cultivars

Cultivars	Non-essential amino acid								Total
	Asp ¹⁾	Ser	Glu	Gly	Ala	Cys	Tyr	Pro	
<i>Daepung</i>	25.15±1.09 ^{cd3)}	20.50±0.57 ^c	48.10±2.20 ^{bc}	10.44±2.04 ^a	16.87±0.56 ^{ab}	2.86±0.29 ^a	ND ²⁾	12.29±0.38 ^{abc}	136.21
<i>Daewonkong</i>	22.96±1.56 ^{def}	18.75±0.93 ^d	43.28±2.98 ^c	9.50±1.90 ^a	15.46±0.84 ^{bc}	3.02±0.32 ^a	ND	11.48±1.09 ^{bc}	124.44
<i>Danbaegkong</i>	28.92±2.69 ^a	22.60±1.66 ^{ab}	55.14±5.33 ^a	10.76±3.13 ^a	17.98±1.40 ^a	3.21±0.41 ^a	ND	14.13±1.47 ^a	152.73
<i>Duyoukong</i>	24.80±1.91 ^{cd}	20.47±1.31 ^c	47.48±4.32 ^{bc}	8.95±1.85 ^a	16.90±0.38 ^{ab}	2.95±0.28 ^a	0.48±0.84 ^a	12.38±1.94 ^{abc}	134.41
<i>Jinpumkong</i>	22.11±1.37 ^{ef}	18.40±0.75 ^d	42.60±2.76 ^c	8.67±2.67 ^a	15.18±0.75 ^{bc}	2.84±0.29 ^a	ND	11.10±1.17 ^{bc}	120.90
<i>Jinpumkong2ho</i>	22.27±0.24 ^{ef}	18.48±0.35 ^d	43.52±0.28 ^c	8.86±3.05 ^a	15.23±0.64 ^{bc}	2.72±0.24 ^a	0.43±0.75 ^a	11.05±0.80 ^{bc}	122.56
<i>Saedanbaek</i>	28.45±1.13 ^{ab}	22.93±0.49 ^a	54.91±2.40 ^a	10.98±3.24 ^a	17.64±0.92 ^a	2.95±0.32 ^a	ND	14.46±1.34 ^a	152.31
<i>Seonyu</i>	23.55±0.93 ^{cd}	19.63±0.37 ^{cd}	45.93±1.58 ^{bc}	9.17±2.97 ^a	15.72±0.99 ^{bc}	2.70±0.28 ^a	0.45±0.78 ^a	11.49±0.66 ^{bc}	128.33
<i>Taekwangkong</i>	23.55±1.77 ^f	18.38±1.10 ^d	42.48±3.56 ^c	8.65±2.79 ^a	14.60±0.97 ^c	2.77±0.37 ^a	0.39±0.68 ^a	10.78±1.35 ^c	119.87
<i>Cheongja4ho</i>	25.89±1.08 ^{bc}	21.17±0.56 ^{bc}	51.01±1.85 ^{ab}	10.14±3.35 ^a	16.48±1.23 ^{ab}	2.81±0.31 ^a	ND	13.16±1.25 ^{ab}	140.67

¹⁾ Asp: aspartic acid, Ser: serine, Glu: glutamic acid, Gly: glycine, Ala: alanine, Cys: cysteine, Tyr: tyrosine, Pro: proline.

²⁾ ND: Not determined.

³⁾ Different superscripts within the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

tyrosine 순으로 나타났다. 이러한 결과는 이전 연구결과와 유사한 경향을 보였으나, 아미노산의 조성 및 함량에 약간의 차이를 보였다(Kim KS 등 2003; Sim EY 등 2020). 아미노산의 조성 및 함량은 품종에 따라 달라질 수 있으며, 특히 품종이 같아도 재배환경 및 가공환경에 따라 달라질 수 있다고 보고되었다(Carrera CS 등 2011). 또한 아미노산은 대두 영양소의 대부분을 차지하는 단백질을 구성하는 성분이며, 발효 과정에서 분해되어 독특한 맛과 향을 내는 것으로 알려져 있다(Rozan P 등 2000). 주로 alanine, glycine, lysine, serine 등이 단맛에 관여하고, glutamic acid와 aspartic acid가 감칠맛에 관여하며, valine, methionine, isoleucine, leucine 등이 쓴맛에 관여하는 것으로 알려져 있다(Jeon H 등 2016). 본 연구에서는 품종에 관계없이 감칠맛을 나타내는 glutamic acid와 aspartic acid가 가장 높은 함량을 보였고, 단맛을 나타내는 alanine, glycine, lysine 함량이 그 다음으로 높았다. 이에 따라 대두의 아미노산 조성 및 함량은 템페와 같은 발효물 품질에 중요한 요소인 것으로 사료된다.

3. *Rhizopus* sp. 이용 템페의 이화학적 분석 결과

1) 템페의 외관 및 정도

템페 스타터 균주인 *R. oligosporus*의 성장은 발효 온도 및 시간에 따라 달라지는데, 25~37°C 사이의 온도에서 발효가 가능하며, 온도가 높으면 높을수록 *R. oligosporus*의 성장이 잘 일어나 발효 시간도 빨라지는 것으로 알려져 있다(Tahir

A 등 2018). 본 연구에서는 대두에 *R. oligosporus* 스타터를 접종하여 27.5°C에서 68시간 발효시켜 완성된 템페를 얻었으며(Fig. 3), 이 때 템페의 향은 전체적으로 상큼한 요거트향을 내었다. 그러나 68시간의 발효시간이 경과한 경우 콧냄새를 내었으며, 과발효로 인한 검은색의 포자가 형성되어 외관 품질이 감소되었다(data not shown). 이러한 결과를 토대로 템페의 발효 시간 및 온도를 설정하였다. 또한, 템페가 잘 제조된 경우 하얀 균사체가 콩을 단단하게 감싸서 케이크와 같은 형태를 유지하여야 하는데(Nout MJR & Kiers JL 2005), 10품종 모두 균사체가 하얀 케이크의 형태로 대두를 잘 감싸고 있어 템페가 잘 형성된 것으로 나타났다(Fig. 3). 된장, 고추장, 간장 등과 같은 전통적인 대두 발효식품과 달리 템페의 경우 대두의 외형 손상이 없었고 색도에도 크게 변화가 없는 것을 관찰할 수 있었다. 대두 품종별 형성된 템페의 정도는 Fig. 4에 나타났다. 템페의 정도는 3,168.27~6,729.04 g의 범위가 나타났으며, 대풍이 가장 높고 단백콩이 가장 낮았다. 이러한 결과는 템페 발효과정에서 대두와 대두 사이를 감싸는 *R. oligosporus*의 균사체 형성 정도에 따른 차이로 인해 나타나는 것으로 판단되며, 품종에 따른 정도의 차이를 확인할 수 있었다. 이에 대한 정확한 기전은 아직 알려지지 않은 실정이다. Handoyo T & Morita N(2006)에 따르면 대두(*Tsurunoko* cultivar)에 *R. oligosporus*를 접종하여 템페를 제조한 경우 48시간 경과 균사체가 무성하게 자라 대두 종실 사이의 균사체 연결이 강해진 반면, 72시간 경과 성숙한 곰팡이의 증가로 템페의 질감이 부드러워졌다고 하였다.

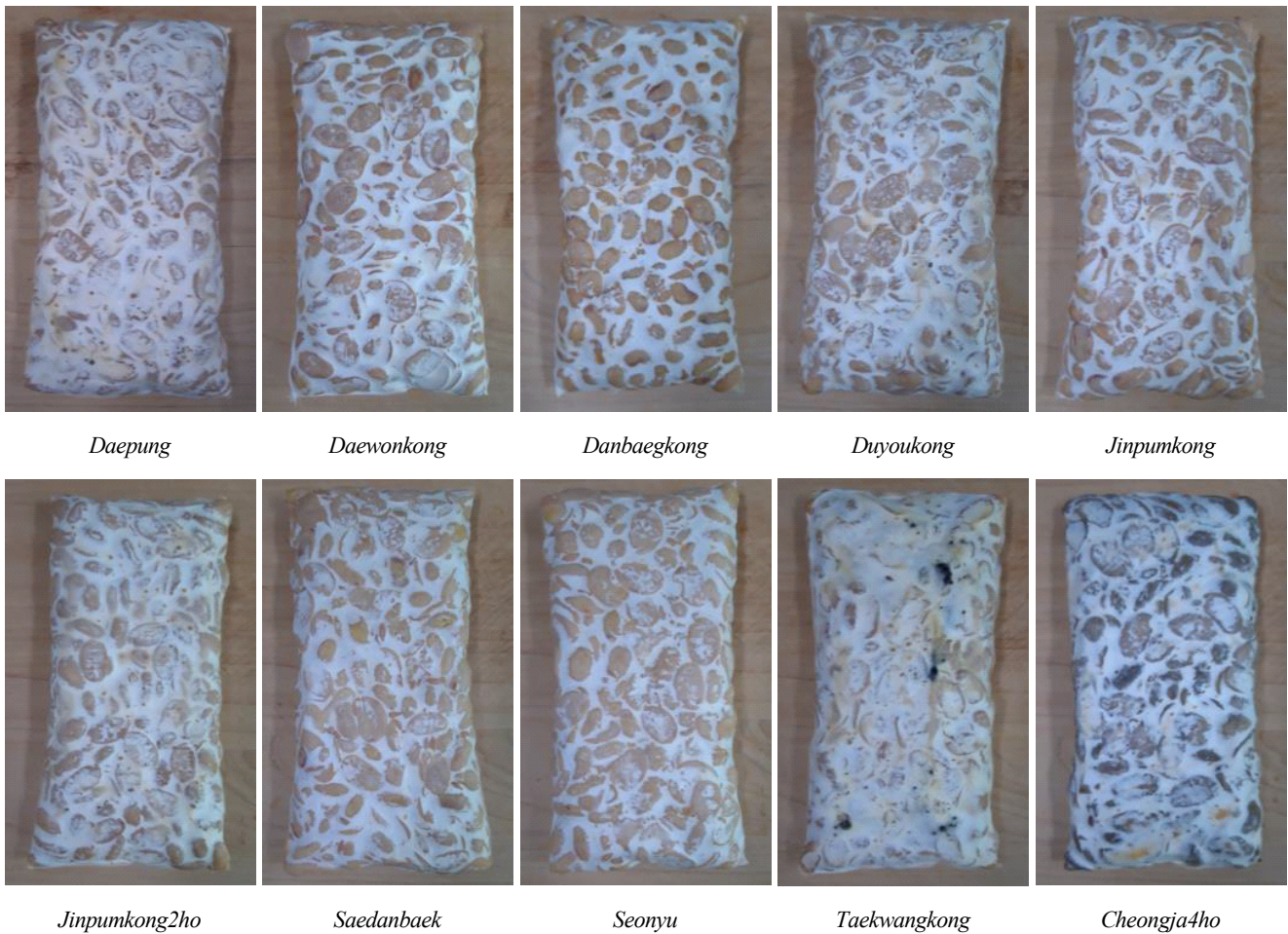


Fig. 3. Appearance of tempeh from different soybean cultivars.

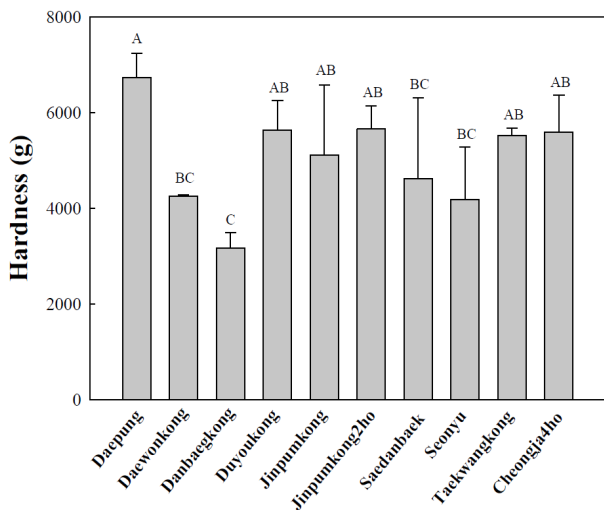


Fig. 4. Hardness of tempeh from different soybean cultivars. Different letters above bars indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Erkan SB 등(2020)의 경우에도 병아리콩, 흰콩, 렌틸콩 템페가 대두 템페보다 단단한 구조를 보였고, 검은콩 템페의 경우 대두 템페보다 낮은 경도가 나타나 대두 품종에 따라 발효된 템페의 경도가 차이가 있는 것으로 보고되었다. 결과적으로 *R. oligosporus*를 이용하여 템페 발효 시 다양한 대두 품종에 활용할 수 있을 것으로 판단되지만, 대두 품종별 배양시간이나 배양방법을 최적의 조건으로 변형이 필요할 것으로 판단된다.

2) 템페의 pH 및 산도

대두 품종별 템페의 pH 및 산도는 Table 4에 나타났다. *R. oligosporus* 스타터를 접종하여 27.5°C에서 68시간 배양한 결과, 품종별로 유의적인 차이를 보였으나($p < 0.05$), 대부분 pH가 중성에 가까운 약산성(6.34~6.77) 범위안에 머물러 있었다. 적정산도는 0.20~0.24% 범위로 품종별로 유의적인 차이가 없었다($p \geq 0.05$). 일반적으로 대두 발효과정 중 단백질이 아미노산으로 분해되어 암모니아가 탈아미노화로 인해 생성

Table 4. pH and titratable acidity of tempeh from different soybean cultivars

Cultivar	pH	Titratable acidity
<i>Daepung</i>	6.44±0.16 ^{abc}	0.22±0.02 ^a
<i>Daewonkong</i>	6.41±0.15 ^{bc}	0.23±0.03 ^a
<i>Danbaegkong</i>	6.77±0.37 ^a	0.22±0.05 ^a
<i>Duyoukong</i>	6.34±0.10 ^c	0.22±0.04 ^a
<i>Jinpumkong</i>	6.41±0.06 ^{bc}	0.22±0.03 ^a
<i>Jinpumkong2ho</i>	6.52±0.25 ^{abc}	0.20±0.04 ^a
<i>Saedanbaek</i>	6.69±0.06 ^{ab}	0.20±0.02 ^a
<i>Seonyu</i>	6.42±0.07 ^{bc}	0.21±0.04 ^a
<i>Taekwangkong</i>	6.47±0.09 ^{abc}	0.21±0.02 ^a
<i>Cheongja4ho</i>	6.46±0.09 ^{abc}	0.24±0.05 ^a

Different superscripts within the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

되어 pH는 높아지고 산도는 낮아지는 것으로 알려져 있는데 (Son DH 등 2000), 상대적으로 대두의 아미노산 함량이 높

았던 단백질과 새단백 품종으로 만든 템페의 pH가 높은 것으로 나타났다. Handoyo T & Morita N(2006)의 결과에서도 *R. oligosporus*를 이용하여 템페를 제조한 경우 초기 대두의 pH는 6.30이었으나, 발효 동안 점차 상승하여 48시간 이후 6.30~7.18의 범위를 나타냈다. 이는 곰팡이가 자라면서 pH가 변화하고 발효가 정점에 도달하는 순간 pH는 6.0~6.7에 도달한다는 연구결과와 일치한다(Beuchat LR 2001). 또한 템페의 pH가 6.30~6.50 사이의 범위일 때 가장 기호도가 높은 것으로 밝혀졌다(Babu PD 등 2009). 반면, Tahir A 등(2018)에 의하면 제조된 템페의 pH 범위는 4~6 수준으로 이 연구 결과보다 낮았지만, 발효 과정 중 템페의 pH가 증가하는 동일한 결과가 나타나 초기 원료 대두의 pH가 낮은 결과로 판단된다. 결과적으로 대두의 품질 특성에 따라 템페의 품질 또한 영향을 받으며, 곰팡이의 성장속도에 따라 발효특성이 달라지는 것으로 보여진다.

4. 품종별 대두 및 템페의 일반성분

품종별 대두 및 템페의 일반성분 함량은 Table 5에 나타났다. 대두의 수분, 조단백, 조지방, 조회분, 탄수화물 함량의

Table 5. Proximate compositions of soybean and tempeh from different soybean cultivars

(%)

Cultivar	Moisture		Crude protein		Crude lipid		Crude ash		Carbohydrate	
	Soybean	Tempeh	Soybean	Tempeh	Soybean	Tempeh	Soybean	Tempeh	Soybean	Tempeh
<i>Daepung</i>	6.78±0.02 ^c	1.97±0.27 ^a	36.14±0.39 ^d	46.07±1.79 ^c	20.50±0.12 ^b	15.55±0.57 ^{abc}	5.72±0.01 ^c	3.97±0.05 ^c	30.82±0.42 ^{de}	32.44±1.81 ^a
<i>Daewonkong</i>	6.40±0.01 ^d	1.59±0.98 ^a	35.12±0.02 ^{def}	45.58±0.52 ^c	21.46±0.12 ^a	18.43±0.78 ^a	5.57±0.00 ^g	4.10±0.05 ^{de}	31.45±0.11 ^{cd}	30.30±1.07 ^a
<i>Danbaegkong</i>	7.17±0.03 ^b	2.16±0.07 ^a	42.85±1.55 ^a	54.35±0.45 ^a	16.06±0.06 ^f	13.70±0.83 ^c	5.97±0.01 ^b	4.84±0.12 ^a	27.95±1.55 ^f	24.95±1.02 ^b
<i>Duyoukong</i>	6.29±0.04 ^d	2.34±0.49 ^a	33.57±1.40 ^{gh}	45.03±2.83 ^c	21.57±0.11 ^a	15.97±1.64 ^{abc}	5.84±0.02 ^c	4.26±0.06 ^{cd}	32.72±1.34 ^{bc}	32.40±3.21 ^a
<i>Jinpumkong</i>	5.71±0.03 ^g	1.77±0.37 ^a	32.51±1.26 ^h	44.83±0.80 ^c	20.34±0.04 ^c	17.70±2.52 ^{ab}	5.97±0.03 ^b	4.31±0.02 ^{bc}	35.46±1.25 ^a	31.39±3.46 ^a
<i>Jinpumkong2ho</i>	6.15±0.02 ^e	2.22±0.14 ^a	34.49±0.15 ^{efg}	44.71±1.07 ^c	19.15±0.08 ^d	15.68±1.85 ^{abc}	5.44±0.03 ^h	4.14±0.11 ^{cde}	34.76±0.06 ^a	33.25±0.83 ^a
<i>Saedanbaek</i>	6.86±0.02 ^c	1.74±0.14 ^a	41.04±0.39 ^b	53.22±0.31 ^a	15.86±0.08 ^g	14.52±2.45 ^{bc}	6.28±0.01 ^a	4.46±0.05 ^b	29.97±0.45 ^e	26.06±2.11 ^b
<i>Seonyu</i>	5.90±0.04 ^f	2.01±0.64 ^a	35.89±0.20 ^{de}	45.96±1.18 ^c	19.10±0.10 ^d	17.97±1.74 ^a	5.80±0.01 ^d	3.97±0.19 ^c	33.32±0.06 ^b	30.12±1.80 ^a
<i>Taekwangkong</i>	5.29±0.20 ^h	1.74±0.47 ^a	33.82±0.23 ^{fgh}	45.34±0.46 ^c	19.18±0.12 ^d	16.00±0.82 ^{abc}	5.59±0.00 ^g	4.17±0.08 ^{cd}	36.12±0.23 ^a	32.76±1.11 ^a
<i>Cheongja4ho</i>	9.03±0.05 ^a	1.88±0.37 ^a	38.08±0.24 ^c	49.85±0.53 ^b	17.12±0.12 ^e	13.93±2.31 ^c	5.67±0.02 ^f	4.26±0.10 ^{cd}	30.10±0.21 ^{de}	30.08±2.32 ^a

Mean±S.D. (standard deviation) from three determinations. Different superscripts within the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

범위는 각각 5.29~9.03, 32.51~42.85, 16.06~21.57, 5.44~6.28, 27.95~36.12%로 나타났으며, 모든 성분에서 품종별로 유의적인 차이가 나타났다($p<0.05$). 수분의 경우, 대두의 종실의 크기가 대립으로 분류된 청자4호가 가장 높게 나타났으며, 아미노산의 함량이 높았던 단백질과 새단백 품종이 조단백과 조회분 함량이 높았고, 상대적으로 지방함량이 낮은 것으로 나타났다. 탄수화물의 경우, 태광콩과 진품콩2호 품종이 가장 높게 나타났다. 템페의 경우 수분을 제외한 모든 성분에서 품종별로 유의적인 차이가 나타났으며($p<0.05$), 원료 대두에 비해 수분, 조지방, 조회분, 탄수화물의 함량이 각각 1.59~2.34, 15.68~18.43, 3.97~4.84, 24.95~32.44%의 범위로 감소하였고, 상대적으로 조단백 함량이 44.71~54.35% 범위로 원료 대두에 비해 증가하였으며, 일반적인 템페의 단백질 함량과 유사하였다(Tahir 등 2018). 이는 Ferreira MP 등 (2011)과 같은 결과로 나타나, 템페의 경우 원료 대두에 비해 회분 함량이 50% 정도 감소하고, 상대적으로 단백질 함량이 21% 정도 증가하는 결과가 나타났으며, 이는 템페 제조 공정 중 가열로 인해 대두의 용해성 물질이 손실되어 일어나는 결과로 보고되었다. Kim CT 등(1990)에 의해서도 템페 발효과정 동안 균사체 형성 시 단백질보다 조지방, 조회분, 탄수화물을 더 많이 이용하여 단백질이 상대적으로 증가하는 것으로 보고되었다. 그러나 템페의 유리 아미노산 함량이 원료 대두에 비해 감소한 결과를 통해 템페 발효과정 동안 단백질의 분해가 일어나고, 그 생성물이 *R. oligosporus* 대사에 이용된다고도 보고하였다. 또한 Handoyo T & Morita N(2006)도 *R. oligosporus*가 성장하면서 일어나는 효소활성으로 인해 단백질을 아미노산과 작은 펩티드로 가수분해하여 원료 대두보다 더 쉽게 소화가 가능하다는 연구결과가 나타났다. 이러한 결과를 통하여 국내산 대두 품종에 *R. oligosporus*를 이용하여 제조된 템페는 생대두를 섭취하는 것보다 소화 및 흡수가 용이할 것으로 보여지며, 고품질의 식물성 단백질 대체제로 이용될 수 있을 것이라고 판단된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 국내 대두 품종이 템페의 성분특성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 국내에서 생산되고 있는 대두 10품종의 외관, 성분특성, 아미노산 함량을 분석하였고, 품종별 제조된 템페의 외관 및 성분특성 등을 분석하였다. 대두 10품종 중 종실의 크기는 청자4호, 선유, 대원콩이 대립종에 속했으며, 색도를 측정된 결과, 대풍의 L*값이 92.61로 가장 높아 밝았으며, 진품콩의 a*값이 0.67로 가장 높은 붉은색도를 나타냈고, 단백질의 b*값이 17.31로 가장 높은 노란색도를 나타냈다. 단백질 및 새단백의 총 아미노산 함량이 가장 높았

고, 필수 아미노산은 arginine, 비필수아미노산은 glutamic acid가 가장 많이 검출되었다. *R. oligosporus*를 이용하여 템페를 제조한 결과, 10품종 모두 템페가 잘 형성된 것으로 나타났으며, 경도는 3,168.27~6,729.04 g의 범위로 대풍이 가장 높고, 단백질이 가장 낮았다. 템페의 pH는 품종별로 차이가 있었으나, 대부분 pH가 중성에 가까운 약산성(6.34~6.77) 범위를 나타내 발효가 잘 일어난 것을 확인할 수 있었고, 산도의 경우 0.20~0.24% 범위로 품종별로 유의적인 차이가 없었다. 대두 및 템페의 일반성분 함량을 분석한 결과, 품종 간 차이를 보였으며, 원료 대두의 단백질 및 새단백 품종이 각각 42.85, 41.04%로 단백질 함량이 높았으며, 지방함량이 각각 16.06, 15.86%로 상대적으로 낮았다. 템페의 경우 대두에 비해 조지방, 조회분, 탄수화물의 함량이 감소하였고, 상대적으로 조단백 함량이 44.71~54.35% 범위로 대두에 비해 증가하였으며, 원료 대두와 마찬가지로 단백질 및 새단백 품종으로 제조된 템페의 조단백 함량이 높고 조지방 함량이 적은 결과가 나타나, 성분적인 면에서 대두의 품종에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과로부터 템페 제조 시 성분특성을 고려한 적합한 품종을 선택할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 보여지고, 향후 대두 품종별로 템페의 발효 조건과 영양성분, 기능성에 대한 연구가 더 구체적으로 이루어진다면 식물성 단백질 대체제로서의 활용도가 더 높아질 것으로 보인다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호: PJ01608903)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- AOAC (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Chemistry. Gaithersburg, MD, USA. p 32.2: 27-48.
- Babu PD, Bhakayaraj R, Vidhyalakshmi R (2009) A low cost nutritious food "Tempeh" -A review. WJDFS 4(1): 22-27.
- Beuchat LR (2001) Traditional fermented foods. In: Food microbiology. Michael LRB, Doyle P, Montville TJ (eds). ASM Press, American Society for Microbiology, Washington DC. pp 701-719.
- Carrera CS, Reynoso CM, Funes GJ, Martinez MJ, Dardanelli JD, Resnik SL (2011) Amino acid composition of soybean seeds as affected by climatic variables. Presq Agropec Bras 46(12): 1579-1587.

- Erkan SB, Gurler HN, Bilgin DG, Germec M, Turhan I (2020) Production and characterization of tempehs from different sources of legume by *Rhizopus oligosporus*. LWT-Food Sci Technol 119: 108880.
- Ferreira MP, de Oliveira MCN, Mandarino JMG, da Silva JB, Ida EI, Carrao-Panizzai MC (2011) Changes in the isoflavone profile and in the chemical composition of tempeh during processing and refrigeration. Presq Agropec Bras 46(11): 1555-1561.
- Gamboa-gomez CI, Munoz-martinez A, Rocha-guzman NE, Gallegos-infante JA, Moreno-jimenez MR, Gonzalez-herrera SM, Soto-cruz O, Gonzalez-laredo RF (2015) Changes in phytochemical and antioxidant potential of tempeh common bean flour from two selected cultivars influenced by temperature and fermentation time. J Food Process Preserv 40: 270-278.
- Handoyo T, Morita N (2006) Structural and functional properties of fermented soybean (tempeh) by using *Rhizopus oligosporus*. Int J Food Prop 9(2): 347-355.
- Hwang CE, Cho KM, Kim SC, Joo OS (2018) Change in physicochemical properties, phytoestrogen content, and antioxidant activity during lactic acid fermentation of soy powder milk obtained from colored small soybean. Korean J Food Preserv 25(6): 695-705.
- Jeon H, Lee S, Kim S, Kim Y (2016) Quality characteristics of modified Deonjang and traditional Deonjang. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(7): 1001-1009.
- Jung MK, Kim SH (2016) The nutritional aspect of Tofu. Journal of the Korea Convergence Society 7(3): 177-184.
- Kim CT, Kim CJ, Kim DC, Kwon TW (1990) Tempeh fermentation from a mixture of soybean and sorghum grain. Korean J Food Sci Technol 22(6): 668-674.
- Kim KS, Kim MJ, Lee KA, Kwon DY (2003) Physicochemical properties of Korean traditional soybeans. Korean J Food Sci Technol 35(3): 335-341.
- 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(3): 340-348.
- Kwon T, Kim Y (2019) Food technology trends with alternative proteins. Food Ind Nutr 24(2): 7-14.
- Nout MJR, Kiers JL (2005) Tempeh fermentation, innovation and functionality: Update into the third millennium. J Appl Microbiol 98(4): 789-805.
- Park KY (2012) Increased health functionality of fermented foods. Food Ind Nutr 17(1): 1-8.
- 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(3): 716-723.
- 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(2): 114-121.
- Sim EY, Lee CK, Park HY, Lee YY, Choi HS, Lee S, Kim HS, Kang BK, Chun A, Kim M, Kwak J, Jeon YH (2020) Quality characteristics of Tofu made from Korean soybean cultivars. Food Eng Prog 24(1): 54-61.
- Son DH, Kwon OJ, Ji WD, Choi UK, Kwon OJ, Lee EJ, Cho YJ, Cha WS (2000) The quality changes of Chungugjang prepared by *Bacillus* sp. CS-17 during fermentation time. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 43(1): 1-6.
- Tahir A, Anwar M, Mubeen H, Raza S (2018) Evaluation of physicochemical and nutritional contents in soybean fermented food tempeh by *Rhizopus oligosporus*. J Adv Biol Biotechnol 17(1): 1-9.
- Yoo KM (2011) Effects of soybean varieties on the physicochemical and sensory characteristics of Tofu. J Korean Soc Food Sci Nutr 24(3): 451-457.
- You GY, Young HI, Yu MH, Jeon KH (2020) Development of meat analogues using vegetable protein: A review. Korean J Food Sci Technol 52(2): 167-171.

Date Received	Aug. 24, 2021
Date Revised	Sep. 15, 2021
Date Accepted	Oct. 13, 2021