

불림 후 건조 조건에서 서리태와 백태의 이소플라본 함량 변화

차승현 · 송하영* · 편금나* · 홍은아* · 박세림** · 박상범** · Jiang Shangle** · †장금일***

충북대학교 식품생명공학과 박사과정생, *충북대학교 식품생명공학과 학부생,
충북대학교 식품생명공학과 석사과정생, *충북대학교 식품생명공학과 교수

Changes of Isoflavone Contents in White and Black Soybean Powders Prepared under Drying Conditions after Soaking

Seung-Hyeon Cha, Ha-Young Song*, Geum-Na Pyeon*, Eun-Ah Hong*,
Se-Lim Bak**, Sang-Beom Park**, Shangle Jiang** and †Keum-Il Jang***

Doctor's Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

*Undergraduate Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

**Mater's Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

***Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Abstract

Isoflavones found in soybeans are present as glycosides and aglycones, which differ according to their chemical structure. The absorption rate and bioavailability of aglycones are greater than those of glycosides. It is known that aglycone isoflavones in soybean was converted from glycoside isoflavones by activating of endogenous β -glucosidase under drying (40–60°C) conditions after soaking. In this study, we compared and analyzed the proximate composition and isoflavone contents of soybean powders prepared under dried after soaking were analyzed. In the comparison of the proximate compositions, the moisture contents of white soybean powder dried after soaking (WSPDS) and black soybean powder dried after soaking (BSPDS) were decreased as compared with those of the control white soybean powder (CWSP) and control black soybean powder (CBSP). Whereas the contents of other proximate compositions were increased. The aglycone isoflavone contents were higher in WSPDS than in CWSP. Whereas the aglycone isoflavone contents of BSPDS had a similar content those of CBSP because of the component characteristics of black soybean. In conclusion, we believe that it is appropriate to identify and utilize the component characteristics of soybean varieties in order to induce an increase in the functional component content of soybeans under drying conditions after soaking.

Key words: isoflavone, white soybean, black soybean, aglycone, drying condition after soaking

서 론

대두(*Glycine max* L. Merrill)는 가장 오래된 작물 중 하나로 열대 및 온대 지역에서 널리 재배되어 왔으며(Onuorah 등 2007), 현재에도 쌀, 보리와 함께 많이 소비되고 있는 작물 중의 하나로, 대두를 이용한 여러 가지 가공식품이 일상생활에서 널리 이용되고 있다. 대두는 오래전부터 단백질과 지방

의 주요 급원으로 섭취해 왔는데(Kim 등 2003), 단백질 이외에도 isoflavones, saponins, anthocyanin, tocopherol, phytic acid 등 여러 기능성 성분을 함유하고 있다(Myung & Hwang 2008). 대두는 색에 따라 크게 흰콩(백태), 검은콩(서리태) 등으로 나뉘며, 그중 백태는 메주콩으로도 불리는데, 장류(된장, 고추장), 두부, 두유 제품 등의 식품 제조 및 가공에 주로 이용되어 왔다(Im 등 2016). 그리고 서리태는 검정콩 중 하나로

† Corresponding author: Keum-Il Jang, Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea. Tel: +82-43-261-2569, Fax: +82-43-271-4412, E-mail: jangki@chungbuk.ac.kr

겉질이 검고 속은 파란빛을 띄는데, 주로 밥에 넣어 먹거나 아이스크림, 과자, 음료 등의 재료로도 이용되고 있다(Jeon 등 2011).

대두의 대표적인 기능성 성분인 이소플라본은 골다공증의 진행 억제(Choi & Sohn 1998) 및 심혈관계 질환 예방 효과(Taku 등 2007)가 있는 것으로 알려져 있다. 이소플라본은 비배당체로 daidzein, genistein 그리고 glycitein이 있으며, 배당체로 glycosides, acetyl-, malonyl- 및 β -glycosides를 포함한 12 가지 화학적 형태로 구성되어 있다(Yang 등 2009). 또한 비배당체 형태가 배당체보다 생체 이용률이 더 높다고 알려져 있는데(Cassidy 등 1994; Lee 등 2018), 이소플라본은 대두에서 대부분 배당체 이소플라본의 형태로 존재하며 섭취 후 공장(jejunum)에서 β -glucosidase에 의해 가수분해되어 비배당체 형태로 전환되어 흡수된다고 알려져 있다(Zubik & Meydani 2003).

불림건조콩은 주로 백태를 수침한 후 40-60°C에서 건조시켜 제조하는 것으로 일반 백태에 비하여 비배당체 함량이 높고, 한번 팽윤한 후 건조되어 다공성 구조가 형성되어 수분 흡수가 빨라 두유 또는 두부를 제조하기 위한 침지시간을 줄여 빠르게 제조할 수 있는 것으로 알려져 있다(Han 등 2022). 백태를 침지하는 과정에서 malonyl isoflavone이 β -glucoside isoflavone으로 전환되고, 콩의 자엽에 존재하는 내인성 β -glucosidase에 의해 배당체 이소플라본이 가수분해되어 비배당체 형태로 변환된다는 연구(Gócs-Favoni 등 2010)와 60°C에서 β -glucosidase가 최적의 활성을 보인다는 연구(Ajisaka 등 1987)를 통해 백태의 침지 및 건조과정에서 β -glucosidase 작용에 의해 일반 백태보다 비배당체 이소플라본 함량이 높아진 불림건조된 백태를 제조할 수 있다고 보고되었다(Han 등 2022).

그러나 불림건조콩 제조에 관한 연구는 대부분 백태를 활용하였으며, 백태를 활용한 불림건조콩으로 제조한 두부의 품질특성에 관한 연구(Han 등 2022)도 보고되었으나 백태 이외의 대두 품종에서 불림 건조 조건으로 배당체 및 비배당체 이소플라본 함량이 변화되는지에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 불림 후 건조 처리한 백태와 서리태를 제조하고 불림 건조 처리에 의한 백태와 서리태의 배당체 및 비배당체 이소플라본 함량 변화를 확인함으로써 백태 뿐만 아니라 불림 후 건조 처리에 의해 서리태에서도 비배당체 이소플라본 함량의 증가 유도 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

불림건조 백태와 서리태 제조를 위해 백태는 충청지역에서 재배한 대원콩(*Glycine max* L. Merrill)을 충주농업기술센

터로부터 제공받아 사용하였고, 서리태는 농업회사법인 (유) 광복(Cheongju, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 이소플라본 함량 분석을 위한 daidzein(16587-10MG), genistein(92136-10MG), daidzin(42926-10MG), glycitin(G1296-5MG), genistin(G0897-1MG)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MD, USA)에서, malonyl-daidzin(132-13821), malonyl-glycitin(010-18791), malonyl-genistin(136-13841), acetyl-genistin(010-18811)는 Fujifilm Wako Pure Chemical Corporation(Osaka, Japan)에서 구매하여 사용하였다.

2. 불림건조 백태와 서리태의 제조

백태와 서리태 600 g에 각각 10배수의 물을 가하여 12시간 동안 실온(25°C)에서 침지한 후 꺼내어 핸드타월을 이용하여 물기를 제거하였다. 그리고 팽윤된 백태와 서리태 내부에서 β -glucosidase에 의해 배당체 이소플라본을 비배당체 형태로 전환시키고자 열풍건조기(WFO-450PD, Eyela, Tokyo, Japan)에서 60°C의 온도로 24시간 동안 열풍건조하여 수분함량이 5% 이하인 불림건조 대두를 제조하였다(Han 등 2022). 그리고 백태, 서리태, 불림건조백태 및 불림건조서리태를 분쇄기(HMF-3500TG, Hanil electric, Wonju, Korea)로 7단계에서 3분간 분쇄한 다음 50 mesh 체(Chunggye Sieve Co., Seoul, Korea)를 이용하여 제조한 각각의 분말을 분석시료로 사용하였다.

3. 불림건조 백태와 서리태의 일반성분 및 총식이섬유 함량

백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 일반 성분 함량은 식품공전 일반시험법(Ministry of Food and Drug Safety 2019)의 분석방법에 따라 각각 수분함량은 상압가압 건조법, 단백질은 세미마이크로 킬달법, 지방은 에테르 추출법, 그리고 회분은 회화법으로 분석하여 함량을 나타내었고, 탄수화물은 분석시료 무게에서 분석된 수분함량, 단백질함량, 지방함량, 회분함량을 제외한 값으로 구하였다. 또한 각각의 총식이섬유 함량은 AOAC 991.43(AOAC 2005) 분석법과 식품공전 일반시험법(Ministry of Food and Drug Safety 2019)을 활용하여 시료를 효소처리하고 여과시킨 후 남은 잔기량의 회분값, 단백질값 및 대조구값을 빼주어 계산하여 구하였으며, 일반성분과 총식이섬유 함량은 모두 g/100 g으로 나타내었다.

4. 불림건조 백태와 서리태의 이소플라본 함량

불림건조콩의 이소플라본 함량 분석은 Han 등(2022)의 방법을 응용하여 백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 이소플라본 함량을 분석하고자 하였다. 먼저 각각의 분석시료를 초저온냉동고(deep freezer DF8514, Ilshin Bio Base, Yangju, Korea)에서 -70°C로 냉동시킨 후 동결건조기(FD8508, ilShinBioBase Co., Daejeon, Korea)로 -70°C에서 72

시간 동결건조한 다음 50 mesh 체를 통과시켜 이소플라본 추출을 위한 분말 시료로 사용하였다. 각각의 분말 시료 1 g에 80% 에탄올 20 mL를 가하여 50°C에서 1시간동안 ultrasonic cleaner(Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)로 초음파 추출을 한 후, 3,461×g로 15분 동안 원심분리(Union 5kr, HanilScience Industrial Co., Incheon, Korea)하여 얻은 상층액을 백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 추출액으로 사용하였다. 각각의 추출액을 0.45 µm syringe filter(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 이소플라본 함량 분석을 위한 추출 시료로 사용하였다. 이소플라본 함량은 high performance liquid chromatography(HPLC, LC-2030C, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 컬럼은 YMC ODS-AM-303 C18 column을 사용하였고, 이동상은 A용매(0.1% acetic acid in acetonitrile)와 B용매(0.1% acetic acid in water)로 A 용매를 0 min~15%, 50 min~30%, 60 min~30%, 75 min~15%로 복귀하여 10분 정도 유지시켜 안정화시켰다. 이동상의 유속은 1.6 mL/min이었고, 시료 주입량은 40 µL이며 254 nm에서 분석하였다. 이소플라본 함량은 표준물질로 비배당체인 daidzein, glycitein, genistein과 배당체인 daidzin, glycitin, genistin, malonyl-daidzin malonyl-glycitin malonyl-genistin, acetyl-daidzin, acetyl-glycitin, acetyl-genistin을 이용하여 분석하였다.

5. 통계처리

분석 데이터는 모두 3회 반복값에 대한 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)로 나타내었고, SAS(Statistical Analysis System, Ver. 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램으로 통계처리하였으며, 처리 간의 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's multiple

range test로 유의성을 검정하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 일반성분 비교

백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 일반 성분 및 총 식이섬유 함량을 비교한 결과를 Table 1에 나타내었다. 먼저 수분함량은 백태가 13.26%로 가장 높은 함량을 나타내었고 서리태(11.57%), 불림건조 백태(5.28%), 불림건조 서리태(3.65%) 순으로 높은 함량을 나타내었다. 이는 불림건조 제조한 대두가 일반 대두보다 수분함량이 낮게 나타내었는데 이는 불림건조콩 제조 과정에서 수분함량이 5% 이하가 될 때까지 건조하였기 때문으로 생각된다. 그리고 단백질 함량은 불림건조 백태(41.32%), 불림건조 서리태(40.28%) 순으로 높았으며, 지방함량은 불림건조 서리태(22.96%), 불림건조 백태(20.99%) 순으로 높게 나타내었다. 또한 회분함량에서는 백태보다 서리태의 함량이 높은 것으로 나타내었고, 백태 및 서리태 모두에서 불림건조 처리에 의한 유의미한 변화를 보이지 않았으며, 탄수화물 함량은 서리태가 26.56%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 불림건조콩으로 두부를 제조한 Han 등(2022)에 따르면 불림건조한 대두가 일반 대두보다 단백질, 지방, 회분, 탄수화물 함량이 높고 수분함량은 낮았다는 결과와 유사하였다. 그리고 불림건조 대두와 일반대두의 일반성분함량을 건중량으로 환산하여 비교해 보면 일반 성분간의 함량 비율 차이가 거의 없었다. 따라서 불림건조 과정 중 수분함량이 감소하면서 다른 일반성분의 함량 비율이 상대적으로 증가된 것으로 생각된다. 총식이섬유 함량은

Table 1. Comparison of proximate composition between white and black soybean powders prepared under drying conditions after soaking (unit: %)

Proximate composition	CWSP ¹⁾	WSPDS ²⁾	CBSP ³⁾	BSPDS ⁴⁾	F-value
Moisture	13.26±0.10 ^a	5.28±0.03 ^c	11.57±0.07 ^b	3.65±0.03 ^d	15,798.6 ^{***}
Crude protein	37.86±0.21 ^c	41.32±0.35 ^a	37.83±0.10 ^c	40.28±0.22 ^b	164.86 ^{***}
Crude fat	17.09±0.10 ^d	20.99±0.50 ^b	18.59±0.17 ^c	22.96±0.47 ^a	158.21 ^{***}
Ash	4.37±0.06 ^b	4.39±0.04 ^b	5.44±0.10 ^a	5.39±0.02 ^a	275.04 ^{***}
Carbohydrate	27.41±0.19 ^a	28.01±0.77 ^a	26.56±0.16 ^b	27.72±0.23 ^a	6.66 [*]
Total dietary fiber	13.887±0.126 ^c	16.183±0.225 ^a	13.752±0.446 ^c	14.700±0.367 ^b	37.39 ^{***}

¹⁾ CWSP: Control white soybean powder.

²⁾ WSPDS: White soybean powder dried after soaking.

³⁾ CBSP: Control black soybean powder.

⁴⁾ BSPDS: Black soybean powder dried after soaking.

^{a-d} Means represented by different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

^{*,***} Significant at $p < 0.05$ and $p < 0.001$, respectively.

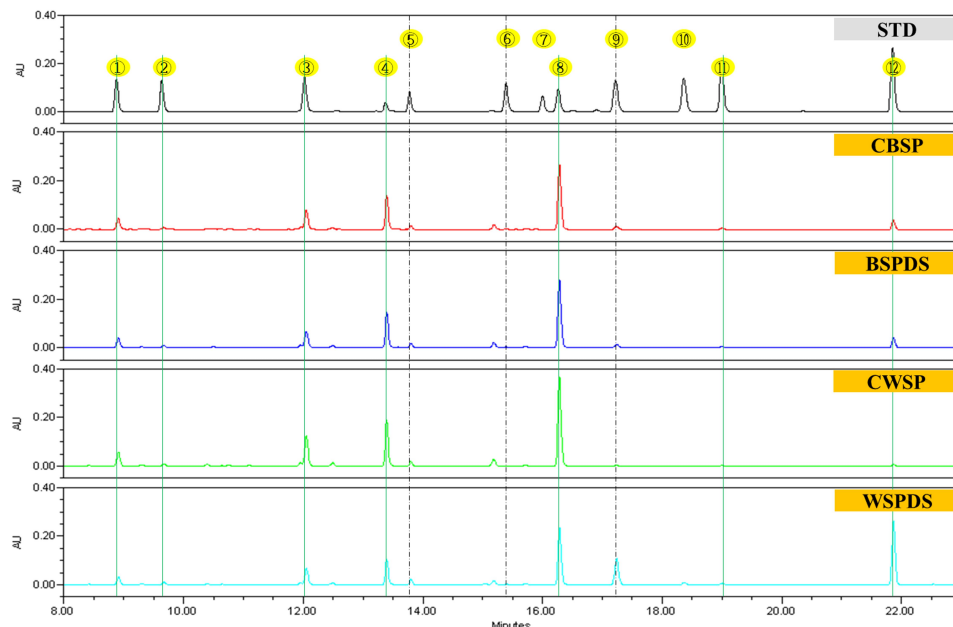
불림건조 백태가 16.183 g/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 불림건조 서리태(14.700 g/100 g), 백태(13.887 g/100 g), 서리태(13.752 g/100 g) 순으로 높게 나타내었다. 일반 대두보다 불림건조 대두의 총식이섬유 함량이 높게 나타내었는데, 이는 불림건조 대두 제조 시 수분함량이 감소하면서 총식이섬유 함량이 증가한 것으로 생각된다.

2. 백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 이소플라본 함량

백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 이소플라본 함량을 HPLC로 분석한 크로마토그램은 Fig. 1에 나타내었으며, 이소플라본의 함량변화는 Table 2에 나타내었다. 백태의 경우 불림건조과정을 거치면서 배당체 이소플라본인 malonyl-daidzin 함량은 1,184.30 $\mu\text{g/g}$ 에서 674.80 $\mu\text{g/g}$ 으로, malonyl-genistin 함량은 943.43 $\mu\text{g/g}$ 에서 617.77 $\mu\text{g/g}$ 으로, daidzin 함량은 167.77 $\mu\text{g/g}$ 에서 87.80 $\mu\text{g/g}$ 으로, genistin 함량은 164.27 $\mu\text{g/g}$ 에서 86.80 $\mu\text{g/g}$ 으로 감소하는 경향을 나타낸 반면, 비배당체인 daidzein 함량은 8.53 $\mu\text{g/g}$ 에서 251.48 $\mu\text{g/g}$ 으로, genistein 함량은 6.95 $\mu\text{g/g}$ 에서 260.42 $\mu\text{g/g}$ 으로 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 glycitin, malonyl-glycitin, acetyl-

genistin 함량의 경우 불림건조에 의한 유의미한 변화를 보이지 않았다. 이는 Han 등(2022)의 불림건조과정을 거치면 β -glucosidase에 의해 배당체 이소플라본 함량이 감소하면서 비배당체 이소플라본 함량이 증가한다는 결과와 유사하였다. 반면에 서리태는 백태와는 달리 불림건조에 의한 이소플라본 함량의 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 이는 서리태의 종피에 다량의 안토시아닌이 함유되어 있는데(Lee 등 2014), β -glucosidase가 안토시아닌의 분해에 영향을 준다는 연구(Oren-Shamir M 2009; Xie 등 2021)를 미루어볼 때 서리태의 경우 60°C의 건조온도가 서리태 종피에 먼저 전달되면서 서리태에 함유된 β -glucosidase(최적온도 60°C)가 종피 부분에 존재하는 안토시아닌 분해에 먼저 작용하게 되고, 안토시아닌이 분해되는 동안 서리태의 건조과정이 마무리되면서 최종적으로는 β -glucosidase가 서리태 내부의 배당체 이소플라본의 분해에는 영향을 미치지 못했기 때문으로 생각된다.

결론적으로 백태와 같이 종피에 β -glucosidase에 작용에 영향을 미치는 성분이 없는 경우 배당체 이소플라본의 분해에 작용되어 비배당체 이소플라본 함량을 증가시킬 수 있으나, 서리태와 같이 종피에 β -glucosidase 작용에 영향을 미칠 수 있는 성분이 존재하는 경우 β -glucosidase가 배당체 이소플라



① Daidzin, ② Glycitin, ③ Genistin, ④ Malonyl-daidzin, ⑤ Malonyl-glycitin, ⑥ Acetyl-daidzin, ⑦ Acetyl-glycitin, ⑧ Malonyl-genistin, ⑨ Daidzein, ⑩ Glycitein, ⑪ Acetyl-genistin, ⑫ Genistein

Fig. 1. Comparison of histogram of isoflavone glycosides and aglycones in white and black soybean powders prepared under drying conditions after soaking. STD: Standards of isoflavone of glycosides and aglycones, CBSP: Control black soybean powder, BSPDS: Black soybean powder dried after soaking, CWSP: Control white soybean powder, WSPDS: White soybean powder dried after soaking.

Table 2. Changes of isoflavone glycoside and aglycone contents between white and black soybean powders prepared under drying conditions after soaking (unit: $\mu\text{g/g}$)

Isoflavones	CWSP ¹⁾	WSPDS ²⁾	CBSP ³⁾	BSPDS ⁴⁾	F-value
Malonyl-daidzin	1,184.30±11.23 ^a	674.80±26.12 ^c	867.31±18.44 ^b	913.71±55.40 ^b	125.57 ^{***}
Malonyl-glycitin	70.97±1.17 ^{ab}	77.27±5.27 ^a	32.33±17.71 ^c	45.68±22.57 ^{bc}	6.3 [*]
Malonyl-genistin	943.43±7.21 ^a	617.77±14.30 ^c	710.37±20.21 ^b	732.22±16.78 ^b	239.97 ^{***}
Acetyl-daidzin	-	-	-	-	
Acetyl-glycitin	-	-	-	-	
Acetyl-genistin	4.32±0.96	10.90±2.77	5.51±3.62	7.04±3.59	2.85
Daidzin	167.77±8.41 ^a	87.80±4.44 ^b	156.16±13.23 ^a	144.36±19.67 ^a	23.13 ^{***}
Glycitin	33.70±1.03	37.82±2.36	20.64±8.59	26.62±11.04	3.43
Genistin	164.27±9.06 ^a	86.80±4.87 ^b	156.93±27.74 ^a	127.28±38.16 ^{ab}	6.37 [*]
Daidzein	8.53±0.31 ^b	251.48±7.64 ^a	15.88±12.82 ^b	25.03±14.35 ^b	387.7 ^{***}
Glycitein	-	-	-	-	
Genistein	6.95±0.24 ^b	260.42±7.60 ^a	18.33±19.22 ^b	29.28±19.40 ^b	280.09 ^{***}

¹⁾ CWSP: Control white soybean powder.

²⁾ WSPDS: White soybean powder dried after soaking.

³⁾ CBSP: Control black soybean powder.

⁴⁾ BSPDS: Black soybean powder dried after soaking.

^{a-c} Means represented by different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

^{***} Significant at $p < 0.05$ and $p < 0.001$, respectively.

본에 작용하지 못하여 비배당체 이소플라본 함량을 증가시킬 수 없음을 확인함으로써 불림 건조 처리가 모든 대두 품종의 기능성 성분 함량 증가를 유도할 수 없고 대두 품종의 특성에 영향을 받음을 알 수 있었다. 이에 불림 건조 처리를 통한 대두의 기능성 성분 함량 증가를 유도하기 위해서는 대두의 품종간의 특성을 확인하여 활용하는 것이 적절하다고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 불림 건조 처리를 통한 백태와 서리태의 배당체 및 비배당체 이소플라본 함량 변화를 비교 분석하여 대두 품종에 따른 비배당체 이소플라본 함량의 증가 유도가 가능한지를 확인하고자 하였다. 먼저 백태와 서리태 그리고 불림건조한 백태와 서리태의 일반성분 및 총 식이섬유 함량을 분석한 결과 수분함량은 백태가 13.26%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 단백질 및 지방함량은 불림건조한 백태와 서리태에서 높은 함량을 나타내었으며, 회분함량에서는 백태 보다 서리태의 함량이 높은 것으로 나타내었고, 탄수화물 함량은 모두 유사한 함량을 나타내었다. 그리고 총식이섬유 함량은 서리태가 19.357 g/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이소플라본 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 백태는 불

림 건조 처리하는 동안 배당체 이소플라본 함량이 감소되면서 비배당체 이소플라본의 함량이 증가되었지만, 서리태는 불림 건조 처리를 통한 함량 변화를 나타내지 않았다. 이는 서리태의 β -glucosidase이 종피의 안토시아닌의 분해에 작용하면서 배당체 이소플라본 분해에 작용하지 못했기 때문으로 생각된다. 따라서 불림 건조 처리를 통한 대두의 기능성 성분 함량 증가를 유도하기 위해서는 대두의 품종의 성분 특성을 확인하여 활용하는 것이 적절하다고 생각된다.

감사의 글

본 과제(결과물)는 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신사업의 결과입니다(2021RIS-001).

References

- Ajisaka K, Nishida H, Fujimoto H. 1987. The synthesis of oligosaccharides by the reversed hydrolysis reaction of β -glucosidase at high substrate concentration and at high temperature. *Biotechnol Lett* 9:243-248
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC Inter-

- national. 18th ed. Association of Official Analytical Chemist International
- Cassidy A, Bingham S, Setchell KD. 1994. Biological effects of a diet of soy protein rich in isoflavones on the menstrual cycle of premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 60:333-340
- Choi YB, Sohn HS. 1998. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 30:745-750
- Góes-Favoni SP, Carrão-Panizzi MC, Beleia A. 2010. Changes of isoflavone in soybean cotyledons soaked in different volumes of water. *Food Chem* 119:1605-1612
- Han IB, Cha SH, Park WH, Park SB, Bak SL, Jeong EW, Jung S, Woo TK, Lee HG, Hyun TK, Jang KI. 2022. Quality and functional characteristics of tofu prepared rapidly from soybeans dried after soaking in water. *J Food Process Preserv* 46:e16232
- Im JY, Kim SC, Kim S, Choi Y, Yang MR, Cho IH, Kim HR. 2016. Protein and amino-acid contents in Baektae, Seoritae, Huktae, and Seomoktae soybeans with different cooking methods. *Korean J Food Cook Sci* 32:567-574
- Jeon YH, Won JH, Kwon JE, Kim MR. 2011. Antioxidant activity and cytotoxic effect of an ethanol extract from Seoritae. *Korean J Food Cook Sci* 27:1-10
- Kim KS, Kim MJ, Lee KA, Kwon DY. 2003. Physico-chemical properties of Korean traditional soybeans. *Korean J Food Sci Technol* 35:335-341
- Lee BH, Nam TG, Cho CH, Cho YS, Kim DO. 2018. Functional and sensory characteristics of kiwifruit *jangachi* cured with traditional Korean sauces, *doenjang* and *kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 50:238-243
- Lee LS, Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Park JD. 2014. Quality characteristics and antioxidant properties of black and yellow soybeans. *Korean J Food Sci Technol* 46:757-761
- Ministry of Food and Drug Safety. 2019. Korea Food Code. Available from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/> [cited 25 January 2023]
- Myung J, Hwang I. 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extracts. *Korea Soybean Dig* 25:23-29
- Onuorah CE, Adejare AO, Uhiara NS. 2007. Comparative physico-chemical evaluation of soymilk and soya cake produced by three different methods. *Niger Food J* 25:28-38
- Oren-Shamir M. 2009. Does anthocyanin degradation play a significant role in determining pigment concentration in plants? *Plant Sci* 177:310-316
- Taku K, Umegaki K, Sato Y, Taki Y, Endoh K, Watanabe S. 2007. Soy isoflavones lower serum total and LDL cholesterol in humans: A meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 85:1148-1156
- Xie S, Liu Y, Chen H, Zhang Z, Ge M. 2021. Anthocyanin degradation and the underlying molecular mechanism in a red-fleshed grape variety. *LWT* 151:112198
- Yang S, Wang L, Yan Q, Jiang Z, Li L. 2009. Hydrolysis of soybean isoflavone glycosides by a thermostable β -glucosidase from *Paecilomyces thermophila*. *Food Chem* 115:1247-1252
- Zubik L, Meydani M. 2003. Bioavailability of soybean isoflavones from aglycone and glucoside forms in American women. *Am J Clin Nutr* 77:1459-1465

Received 31 January, 2023

Revised 14 February, 2023

Accepted 20 February, 2023