

고초균에 의한 탈지대두 Grits(Defatted Soybean Grits) 발효물의 품질 특성

김현정¹ · 이성규² · 지영주² · 황보미향² · 이은주³ · 이삼빈^{1,2} · 이인선^{1,2*}

¹계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터

²계명대학교 식품가공학과

³(주)엔유씨전자 바이오연구소

Quality Characteristics of Defatted Soybean Grits Fermented by *Bacillus subtilis* NUC1

Hyun-Jeong Kim¹, Sung-Gyu Lee², Young-Ju Ji², Mi-Hyang Hwangbo²,
Eun-Ju Lee³, Sam Pin Lee^{1,2}, and In-Seon Lee^{1,2*}

¹The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

²Dept. of Food and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

³Bio Research Institute, NUC Electronics Co., Ltd., Daegu 702-053, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the quality characteristics of fermented-defatted soybean grits (DSG). Fermented-DSG was prepared by inoculating *Bacillus subtilis* NUC1 into steamed DSG at 2% (v/w) concentration and fermenting at 40°C for 24 hr. The protein contents of DSG and fermented-DSG were higher by 57.2~61.0% than those of *Chungkukjang*, but lipid contents of these samples were not detected. The protease and α -amylase activities, and solid contents in DSG were not shown. However, the activities of protease and α -amylase, tyrosine contents, fluid consistency, and viscous substance contents of fermented-DSG were higher than those of *Chungkukjang*. The levels of free amino acids and isoflavone of fermented-DSG tended to increase more than those of DSG. The sensory score of fermented-DSG were higher in odor and taste than those of *Chungkukjang* groups, while lower in color and overall acceptability.

Key words: defatted soybean grits, *Chungkukjang*, *Bacillus subtilis*

서 론

식생활의 다양화 및 서구화로 인해 동물성 식품이나 가공 식품 등 고열량식품의 섭취가 증가되어 비만, 당뇨, 고혈압, 동맥경화증 및 심혈관계 질환 등 만성퇴행성 질환이 증가되고 있다. 이러한 성인병의 주된 원인중 하나인 혈중 콜레스테롤은 섭취량에 따라 체내 생합성이 조절되어 일정하게 유지되지만, 과량 섭취하여 다량 축적되면 동맥경화증, 협심증, 심근경색 및 뇌경색 등 각종 대사성 질환을 유발한다(1,2). 혈중 콜레스테롤 농도를 상승시키는 요인으로는 유전적 소인도 있으나, 주로 포화지방이 다량 함유된 식품을 과다하게 섭취하는데서 기인하므로, 혈중 콜레스테롤, 중성지방 함량, 지단백 등을 효과적으로 감소시켜 성인병을 예방할 수 있는 천연 건강기능식품에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다(3-5).

최근 대두를 *Bacillus subtilis*균으로 발효시켜 제조한 청국장이 혈중 콜레스테롤 저하, 혈압억제 작용, 혈전용해 작

용, 심장병 예방, 당뇨병 예방, 항암효과, 골다공증 억제 등의 다양한 기능성이 보고되어(6,7) 새로운 건강기능식품으로 관심을 받고 있다. 특히 청국장은 발효되면서 콩의 단백질, 탄수화물 및 지방질이 소화되기 쉬운 상태로 분해되어 소화 흡수율이 증가하고, 특히 발효에 의해 펩타이드, 항산화능, 점질물과 같은 다당류, 섬유소 등의 증가로 청국장이 혈중 콜레스테롤 저하능을 가진다(8,9)고 한다. 또한 대두 단백질도 변으로 담즙산 배설을 높여 체내 콜레스테롤을 감소(10)시키고, LDL-콜레스테롤 저하에도 기여한다고(11) 알려져 있다. 그리고 대두 유래의 saponin, phytic acid, fiber, 난소화성 단백질 등이 담즙산 배설 증가, 콜레스테롤 대사 조절, 내분비계 조절 작용 등을 통하여 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추는 효과도 보고(11-13)되었다. 이처럼 대두단백 및 대두 발효제품들은 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추는 우수한 소재라 할 수 있다.

한편 대두는 우수한 단백질원으로 그 사용량도 매년 증가하고 있으며, 약 40%의 단백질을 함유하고 전체 대두단백의

*Corresponding author. E-mail: inseon@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5538, Fax: 82-53-580-5538

65~80%를 차지하는 β -conglycinin과 glycinin이 주요 대두단백으로 알려져 있다(14). 또한 대두단백은 거의 모든 필수아미노산을 함유하고 있는 주요 생리활성 펩타이드의 원료로서(14), 현재 대두 및 탈지된 flakes, grits, flour, protein concentrate, protein isolate, textured protein products 등의 대두 구성물을 포함하는 많은 제품들이 시장에서 판매되어 식품에 사용되고 있다(5,15,16). 그중 탈지대두 grits(defatted soybean grits, DSG)는 대두유 제조로 생산되는 부산물인 탈지대두박을 분말(100 mesh 이하)보다 더 큰 알갱이 형태로 제조한 것으로, 높은 단백질 함량을 가지며, 지질 함량이 1% 이하의 대두단백 제품의 가장 간단한 형태라고 할 수 있다(17).

따라서 본 연구에서는 대두 대신에 탈지대두단백 제품인 DSG를 사용하여 청국장처럼 발효에 의해 펩타이드, 점질물과 같은 다당류 등의 증가로 혈중 콜레스테롤 저하능을 가지는 새로운 소재가 될 수 있는지 검토하고자 하였다. 즉 DSG를 *B. subtilis* NUC1 균주로 발효시켜 DSG 발효물을 제조한 다음, 일반성분 분석 및 품질 특성 등을 살펴보았으며, 이때 발효하지 않은 DSG와 비교 분석함으로써 발효에 의한 성분의 차이도 확인해 보았다.

재료 및 방법

재료 및 발효물 제조

탈지대두 grits(defatted soybean grits, DSG)는 ADM사(Decatur, IL, USA)에서 구입하여 사용하였고, *B. subtilis* NUC1 균주는 (주)NUC전자 바이오연구소로부터 분주 받아 사용하였다. 먼저 DSG 원료를 40°C에서 12~18시간 동안 증자하거나, 증류수를 원료대비 2.5배 중량비로 첨가한 후 고압 멸균기로 121°C에서 15분간 증자하였다. 증자된 DSG를 실온에서 50~60°C로 냉각하여 실험에 사용하였다. 이때 대두의 경우도 동일한 방법으로 증류수를 원료대비 2.5배 중량비로 첨가한 후 고압멸균기(JP/MIR 553, SANYO, Tokyo, Japan)로 121°C에서 15분간 증자한 후 냉각하여 사용하였다. *B. subtilis* NUC1균의 접종을 위해 5%의 대두분말 용액에서 48시간 배양한 배양액을, 증자한 DSG 및 대두에 *B. subtilis* NUC1균이 2%가 되게 각각 접종 후 40°C에서 24시간 발효시켜 DSG 발효물과 함께 청국장을 제조하였다.

일반성분 분석

발효물의 일반성분은 AOAC 방법(18)에 의해서 측정하였다. 수분은 105°C 건조법, 조회분은 600°C 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Kjeldahl 질소 정량법에 따라 측정하였다.

pH 및 tyrosine 함량 측정

pH의 측정은 발효물 20 g을 채취하여 80 mL의 증류수에 혼합한 후 혼합기(HY-HS11, Han Yang Scientific Equipment

Co., Ltd, Seoul, Korea)로 2분 동안 5,000 rpm에서 혼합한 후 시료의 pH를 측정하였다. 또한 발효물의 peptide 생성 정도를 측정하기 위하여 Folin phenol 시약을 이용하여 발효물 중에 존재하는 tyrosine 함량을 측정하였다(19). 즉 발효물을 증류수로 5배 희석하여 추출한 시료액 0.7 mL에 0.44 M TCA(trichloroacetic acid) 0.7 mL을 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 다음, 15,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하여 침전물을 제거하였다. 회수된 상등액 1 mL에 0.55 M Na_2CO_3 2.5 mL와 phenol reagent 0.5 mL를 차례로 넣고 혼합한 후 37°C 항온수조(DR-1403, DongSeo Science Co., Seoul, Korea)에서 30분간 반응시켰다. 상온에서 냉각시킨 후 반응액의 흡광도를 660 nm에서 측정하였다.

가수분해 효소활성도 측정

발효물 5 g에 0.02 M phosphate buffer(pH 7.0) 95 mL을 첨가한 뒤 실온에서 진탕 후 원심분리(15,000 rpm, 15 min)하여 상등액으로부터 효소액을 조제한 다음 효소활성도를 측정하였다. α -amylase 측정은 DUN(Dextrinogenic Unit of Nagase)법(20)에 준하여 660 nm에서 흡광도를 측정하여 blank OD값의 10% 감소시키는 것을 1 unit로 하여 시료 1 g으로 환산시킨 후 표시하였다. 그리고 protease의 활성도는 Anson의 방법(21)을 약간 변형하여 측정하였고, 효소 역가는 시료 1 g이 1분간에 tyrosine 1 μg 을 유리시키는 효소량을 1 unit로 하여 측정하였다.

점조도 및 점질물 함량 측정

발효물의 점조도(22)는 발효물을 증류수로 10배 희석하여 균질화한 후 여과액 13 mL를 원통형 점도계(Rheometer System HAAKE RheoStress1, Germany)에 spindle(Rotor GD43 KIN 53544 Titan)을 정착하여 측정하였다. 또한 점질물 함량(23)은 발효물 5 g에 증류수 30 mL을 가하여 천천히 저어 추출한 후 15,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 분리된 상등액을 동결건조 시킨 후 중량을 측정하였다.

아미노산 및 isoflavone 분석

아미노산의 함량은 시료를 여과한 다음 완충용액(0.015 M citric acid, 0.01 M tetramethyl ammonium chloride, pH 8.5)으로 희석하고 9-fluorenylmethyl chloride(FMOC)로 형광 발색시킨 후 추출시약(pentane : ethyl acetate=80:20)으로 추출하여 HPLC 형광검출계(Waters 2475/2695, Waters, USA)로 분석하였다. 칼럼은 aminotag column을 이용하였으며 표준 아미노산으로는 Sigma사의 제품을 사용하였다. 아미노산 정량은 표준 아미노산이 혼합된 표준용액을 분석하여 얻은 chromatogram과 시료용액을 HPLC로 분석하여 얻은 chromatogram의 면적을 비교하는 방법으로 계산하였다.

그리고 isoflavone 함량은 Wang 등(24)의 방법을 변형한 HPLC 법으로 정량하였다. 즉, 시료 1.0 g에 1 N HCl 10 mL를 첨가하고 105°C에서 180분 동안 가수분해하여 isoflavone

배당체를 aglycone으로 전환하였고, 상온에서 완전히 냉각한 뒤 메탄올 15 mL를 첨가하고 3시간 동안 교반 후 10,000 rpm에서 5분간 원심분리를 실시하였다. 원심분리된 상층액은 다시 메탄올로 희석하여 여과한 다음 HPLC(Waters 2475/2695, Waters, USA) 분석을 실시하였다. Column은 ODS 계열인 Lichrosper 100 RP-18e cartridge column (125×4 mm, 5 µm, Merck사)을 사용하였고, 이동상은 1 mM ammonium acetate를 함유한 증류수와 메탄올을 60:40의 비율로 혼합한 단 용매조건으로 35분간 용리하였으며, 유속은 1.0 mL/min로 조절하였고, 시료 주입량은 20 µL였으며, 검출과장은 260 nm, 칼럼온도를 25°C로 제한하여 분석하였다. 각 분석시료는 3반복으로 조사되었고, 분석시료별 isoflavone 함량은 외부표준물질의 농도별(0.05~1 µg/20 µL) peak 면적을 기초로 한 검량식($r \geq 0.999$)에 의해 계산되었다.

관능검사

계명대학교 식품가공학 전공 학생 및 연구원에게 관능검사에 필요한 훈련과정을 거치게 한 후 신뢰성과 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 10명을 관능요원으로 최종 선발하여 관능검사를 실시하였다. 이들의 관능평가는 색, 냄새, 단맛, 쓴맛 및 종합적인 기호도에 대하여 각 항목별로 최저 1점, 최고 7점으로 7점 기호도 척도법으로 평가하였다. 실험결과 통계분석은 SAS program을 이용하여 5% 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

탈지대두 grits(DSG)는 높은 단백질 함량을 가지며, 지질 함량이 1% 이하 제품으로 공업적으로 생산되고 있다. 이 DSG 및 대두에 증류수를 원료대비 2.5배 중량비로 첨가한 후 고압멸균기로 121°C에서 15분간 증자 후 냉각한 다음 *B. subtilis* NUC1 2%를 접종하여 40°C에서 24시간 발효하여 DSG 발효물 및 대두 발효물(청국장)을 얻었다.

DSG 발효물과 발효하지 않은 DSG 그리고 청국장의 일반 성분 분석을 한 결과는 Table 1과 같다. DSG 발효물 및 DSG의 단백질 함량은 각각 61.0%, 57.2%로 41.3%인 청국장에 비해 높은 단백질 함량을 보였고, 반면 조섬유소 함량은 청국장에서 8.4%로 높은 함량을 보였으나, DSG 발효물 및

Table 1. Proximate analyses of fermented-DSG (FDSG), DSG and Chungkukjang (CK) (unit: %)

| Composition | FDSG | DSG | CK |
|--------------|------|------|------|
| Moisture | 5.5 | 7.1 | 5.2 |
| Carbohydrate | 29.1 | 28.0 | 23.6 |
| Protein | 61.0 | 57.2 | 41.3 |
| Fat | 0 | 0 | 25.5 |
| Crude fiber | 1.2 | 1.0 | 8.4 |
| Ash | 6.7 | 6.3 | 6.2 |

FDSG and CK fermented with *Bacillus subtilis* NUC1.

DSG에서는 각각 1.2%, 1.0%로 청국장에 비해서는 아주 낮은 함량이었다. 그리고 지질 함량의 경우 청국장에서 26%를 함유하는데 비해 DSG 및 DSG 발효물의 경우 지질이 거의 없었다. 이는 DSG 발효물중의 식이섬유가 고초균에 의해서 생성된 점질물에 기인하여 원료 DSG에 비해서 약간 증가되는 것으로 생각되고, 청국장에 비해 조섬유소 함량이 DSG 발효물과 DSG에서 적은 것은 외피를 제거한 대두로부터 DSG를 제조하여 상대적으로 낮은 섬유소를 가지는 것으로 보인다. 그리고 지질 함량의 경우 청국장에서 25.5 g을 함유하는데 비해 DSG 및 DSG 발효물의 경우 탈지한 대두를 사용하였기 때문에 지질은 거의 함유하지 않음을 알 수 있었다.

DSG 발효물의 특성

DSG 발효물, DSG 그리고 청국장의 pH를 측정한 결과 6.5~6.8로 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2). 그렇지만 DSG에 비해 DSG 발효물과 청국장에서 pH가 약간 상승하여 발효가 진행됨에 따라 pH가 상승하였다는 보고와 유사한 경향이었다(25).

Protease 활성의 경우 청국장보다 DSG 발효물에서 1.7배 정도 활성이 증가하였고, α-amylase의 활성은 청국장보다 DSG 발효물에서 27.0~32.8 unit/g의 활성으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 발효시키지 않은 DSG에서는 이들 효소 활성이 존재하지 않았다(Table 2). 이 결과는 대두에 *Aspergillus oryzae*를 접종하여 제조한 메주에서 α-amylase와 protease 활성이 증가한 반면, *B. subtilis*를 이용한 제조한 청국장에서는 protease 활성이 더 높았다는 보고(26)와 유사한 경향을 보였다. 또한 대두보다 DSG의 조직이 미생물의 기질로 더 쉽게 이용되어 더 높은 protease 활성을 보인 것으로 생각된다. 단백질의 가수분해 정도를 나타내는 tyrosine 함량의 경우, 청국장에서는 593.1±91.2 mg%, DSG 발효물에서 1913.6±147.7 mg%로써 발효하지 않은 DSG보다 각각 6.2배, 20배 정도로 tyrosine 함량이 크게 증가되었

Table 2. Characteristics of fermented-DSG (FDSG), DSG and Chungkukjang (CK)

| Items | FDSG | DSG | CK |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|
| pH | 6.7±0.1 ^a | 6.5±0.1 ^a | 6.8±0.2 ^a |
| α-amylase activity (Unit/g) | 27.0±1.2 ^a | - | 32.8±7.4 ^a |
| Protease activity (Unit/g) | 530.8±86.3 ^a | - | 308.4±46.8 ^b |
| Tyrosine content (mg%) | 1913.6±147.7 ^a | 95.6±4.5 ^c | 593.1±91.2 ^b |

FDSG and CK fermented with *Bacillus subtilis* NUC1.

Table 3. Fluid consistency and viscous substance content of fermented-DSG (FDSG), DSG and *Chungkukjang* (CK)

| Items | FDSG | DSG | CK |
|--|-------|-------|-------|
| Consistency index (Pa · s ⁿ) | 0.965 | 0.003 | 0.005 |
| Viscous substance content (%) | 28.7 | - | 5.6 |

FDSG and CK fermented with *Bacillus subtilis* NUC1.

다. 그리고 청국장보다 DSG 발효물에서 tyrosine 함량이 3.2배 정도 더 증가되었다(Table 2). 이는 대두단백은 미생물에 의해 분해되어 아미노산을 생성(27)하므로, 대두단백 함량이 높은 DSG를 *B. subtilis*로 발효시켜 tyrosine 함량이 크게 증가됨을 알 수 있었다.

DSG 발효물의 점질물 함량

DSG 발효물의 점조도 값은 Table 3과 같이, DSG 발효물, DSG가 각각 0.9648, 0.00311 Pa · sⁿ로 DSG 발효물에서 높은 점조도 값을 나타내었고, 점질물 함량의 경우 DSG에서는 점질물이 거의 측정되지 않았으며 DSG 발효물에서 28.7%로 나타나 점조도와 점질물 함량은 비례관계임을 알 수 있었다. 이는 고초균에 의해서 fructose와 glutamic acid가 중합된 끈적끈적한 점질물의 생성(28)에 의한 결과로 생각된다. 또한 청국장의 점질물 함량이 5.6%인데 비해 DSG 발효물의 점질물 함량이 28.7%로 크게 증가되었다. 청국장의 주된 점질물인 polyglutamate는 일반적으로 2.15~6.03%가 함유되어 있으며, 쓴맛과의 역상관성이 높아서 점질물의 함량이 증가하면 쓴맛은 감소한다고 보고(25)되었는데, DSG 발효물의 점질물 함량은 청국장에 비해 5배 정도 증가되어 DSG 발효물은 점질물이 갖는 기능성도 가질 것으로 생각되었다.

DSG 발효물의 아미노산 및 isoflavone 함량

발효하지 않은 DSG보다 DSG 발효물에서 대부분의 유리 아미노산 함량은 증가하여 발효에 의해서 유리아미노산이 증가하는 경향이었고, DSG 발효물의 경우 phenylalanine, tyrosine, glutamic acid, histidine 등이 주된 유리아미노산으로 확인되었다(Table 4). 또한 발효하지 않은 DSG보다 DSG 발효물에서 lysine, cysteine, glutamic acid 함량이 크게 증가되었다. 청국장의 맛은 발효 중에 생성되는 아미노산의 조성과의 관련 있는 것으로 보고(26)되어 alanine, glycine, lysine의 함량이 높으면 단맛이 강해지고, glutamic acid 함량이 증가하면 구수한 맛이 증가한다고 하는데, DSG보다 DSG 발효물에서 이들 아미노산의 함량이 더 증가하여 맛에도 다소 영향을 줄 것으로 생각되었다. 그리고 DSG 및 DSG 발효물은 청국장보다 높은 유리아미노산 함량을 보였는데, 아미노산은 대두단백이 분해되어 생성(27)되므로 대두단백 함량이 높은 DSG 및 DSG 발효물에서 청국장보다 더 큰 아미노산 함량을 보인 것으로 생각되었다.

그리고 isoflavone 함량은 DSG 발효물과 DSG에서 각각 7.70 mg%와 4.78 mg%로 DSG를 발효한 경우 DSG에 비해 1.6배 정도 isoflavone 함량이 증가되었으나, 청국장의 경우

Table 4. Free-amino acid and isoflavone contents of fermented-DSG (FDSG), DSG and *Chungkukjang* (CK)

| (unit: mg%) | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Items | FDSG | DSG | CK | |
| Amino acid | Asp | 730 | 750 | 360 |
| | Thr | 520 | 530 | 390 |
| | Ser | 910 | 1,430 | 240 |
| | Glu | 2,160 | 1,610 | 1,070 |
| | Gly | 820 | 510 | 180 |
| | Ala | 390 | 270 | 210 |
| | Val | 550 | 350 | 280 |
| | Cys | 730 | 70 | 20 |
| | Met | 460 | 370 | 340 |
| | Ile | 590 | 360 | 270 |
| | Leu | 950 | 790 | 690 |
| | Tyr | 2,270 | 580 | 420 |
| | Phe | 2,790 | 820 | 550 |
| | His | 2,060 | 280 | 200 |
| | Lys | 980 | 30 | 90 |
| Arg | 1,600 | 620 | 450 | |
| Pro | 740 | 1,090 | 940 | |
| Isoflavone | 7.70 | 4.78 | 92.06 | |

FDSG and CK fermented with *Bacillus subtilis* NUC1.

92.06 mg%인 것에 비해서는 아주 적은 함량을 보였다(Table 4). 이는 isoflavone이 대두 속에서 glycoside 형태로 존재하다가, 청국장 제조와 같은 발효과정에서 aglycone으로 전환되어(29) 함량 증가를 보인 것으로 생각되며, 또한 DSG 및 DSG 발효물의 경우 외피를 제거한 탈지대두단백 제품이라서 이소플라빈 함량이 아주 낮음을 확인하였다.

관능평가

DSG 발효물의 관능적 품질 특성을 평가하기 위해 대조군으로 *B. subtilis* NUC1균으로 제조한 청국장과 비교하면서 색, 냄새, 단맛, 쓴맛 그리고 종합적인 기호도의 관능 특성을 평가하였다(Table 5). 먼저 색에 대한 기호도는 DSG 발효물보다 청국장에서 유의적으로 높은 값을 보였다. 이는 검사원들이 청국장 고유의 색에 더 익숙하여 DSG 발효물의 색보다는 더 좋은 것으로 평가한 것으로 보인다. 냄새 및 맛에 대한 기호도의 경우 DSG 발효물이 청국장보다 높은 값을 보여 DSG 발효물의 기호도가 더 좋은 것으로 나타났으나 유의성은 없었다. 특히 점질물의 함량이 증가하면 쓴맛이 감소한다

Table 5. Sensory evaluation of fermented-DSG and *Chungkukjang* (CK)

| Items | FDSG | CK |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Color | 4.8±0.2 ^b | 5.5±0.3 ^a |
| Odor | 4.8±0.3 ^a | 4.4±0.2 ^a |
| Sweet taste | 1.7±0.1 ^a | 1.6±0.2 ^a |
| Bitter taste | 3.6±0.2 ^a | 3.4±0.1 ^a |
| Overall | 4.0±0.2 ^a | 4.1±0.3 ^a |

FDSG and CK fermented with *Bacillus subtilis* NUC1.

Each values indicates the average of the sensory scores in the range from 1 (dislike extremely) to 7 (like extremely) that 10 panels recorded. In a row, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

는 보고(25)와 유사하게 청국장에 비해 점질물 함량이 5배 정도 증가된 DSG 발효물의 쓴맛의 기호도가 더 높음을 알 수 있었다. 그러나 종합적인 기호도는 청국장이 DSG 발효물보다 조금 높게 나타났지만 큰 차이는 보이지 않았다. 따라서 관능검사 결과를 종합해 볼 때 DSG 발효물은 냄새 및 맛에서 청국장보다 더 우수한 것으로 생각되었으나, 색, 종합적인 기호도에서 기존 청국장에 비해 다소 낮은 기호도를 보여, 앞으로 DSG 발효물의 기호도를 개선한 제품개발이 필요하다고 하겠다.

요 약

증자한 탈지대두 grits에 *B. subtilis* NUCI을 2% 접종하여 40°C에서 24시간 발효하여 DSG 발효물을 제조하였다. 제조한 DSG 발효물 및 DSG의 단백질 함량은 57.2~61.0%로 청국장보다 높았으며, 지질은 함유하지 않았다. 그리고 DSG에서는 protease 및 α -amylase의 활성이 없었으며, 점질물도 검출되지 않았으나, DSG 발효물은 청국장보다 더 큰 protease 활성, α -amylase 활성, tyrosine 함량, 점질물 함량을 보였다. 또한 DSG 발효물은 DSG보다 유리아미노산 함량이 증가하는 경향이었고, phenylalanine, tyrosine, glutamic acid 등이 주된 유리아미노산으로 확인되었다. 그리고 isoflavone 함량도 DSG 발효물이 DSG보다 1.6배 더 증가되었다. 관능검사에서는 냄새 및 맛에 대한 기호도의 경우 DSG 발효물이 청국장보다 높은 값을 보여 DSG 발효물의 기호도가 더 좋은 것으로 나타났으나, 종합적인 기호도는 청국장이 DSG 발효물보다 조금 높게 나타났지만 큰 차이는 보이지 않았다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업 및 지식경제부 지원 계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터의 지원으로 수행되었음에 감사드립니다.

문 헌

- Austin MA, Hokanson JE, Edwards KL. 1998. Hypertriglyceridemia as a cardiovascular risk factor. *Am J Cardiol* 81: 7B-12B.
- Fernandez ML, Mcnamara DJ. 1991. Regulation of cholesterol and lipoprotein metabolism in guinea pigs mediated by dietary fat quality and quantity. *J Nutr* 121: 934-943.
- Hendrick SK, Lee W, Xu X, Wang HJ, Murphy PA. 1994. Defining food components as new nutrient. *J Nutr* 124: 1789S-1792S.
- Choi MS, Rhee KC. 2006. Production and processing of soybeans and nutrition and safety of isoflavone and other soy products for human health. *J Med Food* 9: 1-10.
- Gibbs BF, Zougman A, Mase R, Mulligan C. 2004. Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food. *Food Res Int* 37: 123-131.
- Yoo JY. 1997. Present status of industries and research activities of Korean fermented soybean products. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 23: 13-30.
- Messina M. 1995. Modern applications for an ancient bean: Soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J Nutr* 125: 567S-569S.
- Ahn YS, Kim YS, Shin DH. 2006. Isolation, identification, and fermentation characteristics of *Bacillus* sp. with high protease activity from traditional Chungkukjang. *Korean J Food Sci Technol* 38: 82-87.
- Lee MY, Park SY, Jung KO, Park KY, Kim SD. 2005. Quantity and functional characteristics of Chungkukjang prepared with various *Bacillus* sp. isolated from traditional Chungkukjang. *J Food Sci* 70: M191-M196.
- Wilson TA, Orthofer F, Nicolosi RJ. 2007. Soy protein concentrate lowers serum high-density lipoprotein cholesterol concentrations compared with casein in ovariectomized rats fed a low-fat, cholesterol-free diet. *Nutr Res* 27: 417-422.
- Velasquez MT, Bhatena SJ. 2007. Role of dietary soy protein in obesity. *Int J Med Sci* 4: 72-82.
- Zhong F, Liu J, Ma J, Shoemaker CF. 2007. Preparation of hypocholesterol peptides from soy protein and their hypocholesterolemic effect in mice. *Food Res Int* 40: 661-667.
- Yoon HH, Jeon EJ. 2004. Functional properties of soy protein isolate from heat treated soybean. *Korean J Food Sci Technol* 36: 28-43.
- Wang W, de Mejia EG. 2005. A new frontier in soy bioactive peptides that may prevent age-related chronic diseases. *Comp Rev Food Sci Food Saf* 4: 63-78.
- Wang XS, Tang CH, Li BS, Yang XQ, Li L, Ma CY. 2008. Effects of high pressure treatment on some physicochemical and functional properties of soy protein isolates. *Food Hydrocolloids* 22: 560-567.
- Shin JH, Lee SK, Sim JH, Kim SK, Baek YJ. 1999. The change of rheological properties of nutritional beverage base by the soy protein isolate. *Korean J Food Sci Technol* 31: 638-643.
- Bainy EM, Tosh SM, Corredig M, Poysa V, Woodrow L. 2008. Varietal differences of carbohydrates in defatted soybean flour and soy protein isolate by-products. *Carbohydr Polym* 72: 664-672.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 615-656.
- Matsushita S, Iwami N, Nitta Y. 1996. Colorimetric estimation of amino acids and peptides with the Folin phenol reagent. *Anal Biochem* 16: 365-371.
- Yoon KS. 1988. Changes of enzymatic activities during the fermentation of soybean. *MS Thesis*. Kon-kuk University, Seoul.
- Anson ML. 1939. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J Gen Physiol* 22: 79-85.
- Genc M, Xorba M, Oza G. 2002. Determination of rheological properties of boza by using physical and sensory analysis. *J Food Engineering* 52: 95-98.
- Hwang SH, Chung HS, Kim SD, Yoon KS. 2004. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* extract addition on the quality of cheonggukjang. *J East Asian Soc Dietary Life* 14: 571-575.
- Wang G, Kuan SS, Fransis OJ, Ware GM, Carman AS. 1990. A simplified HPLC method for the determination of

- phytoestrogen in soybean and its processed products. *J Agric Food Chem* 38: 185-190.
25. Park SI. 2006 Preparation of Natto (unripe Chungkukjang) using small soybeans and *Bacillus subtilis* KCCM 11315. *Korean J Culinary Res* 12: 225-235.
26. Kim MH, Jang WW, Lee NH, Kwon DJ, Kwon OJ, Chung YS, Hwang YH, Choi UK. 2007. Changes in quality characteristics of Chungkukjang made with germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* 39: 676-680.
27. Ryu MJ, Kim HI, Lee SP. 2007. Quality characteristics of cookies fortified with soymilk cake fermented by *Bacillus subtilis* GT-D. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1070-1076.
28. Park MO, Choi WY, Lim JY. 1994. Isolation and characterization of polyglutamate-producing bacterium *Bacillus* sp. CLII62. Proceedings of '94 international symposium on agricultural biotechnology. The Korean Society for Applied Biological Chemistry, Suwon, Korea. p 149.
29. Zubik L, Meydani M. 2003. Bioavailability of soybean isoflavones from aglycone and glycoside forms in American women. *Am J Clin Nutr* 77: 1459-1465.

(2008년 9월 1일 접수; 2008년 10월 29일 채택)