

발아콩을 이용한 콩우유의 isoflavone 향상 및 품질 특성 개선

이혜연 · 김주숙 · 김영수¹ · 김우정*
세종대학교 식품공학과, ¹(주)매일유업 중앙연구소

Isoflavone and Quality Improvement of Soymilk by using Germinated Soybean

Hye-yeon Lee, Joo-sook Kim, Young-Su Kim¹, and Woo-Jung Kim*
Department of Food Science and Technology, Sejong University
¹Maeil Dairy Industry Co., R&D Center

Isoflavone content of soymilk prepared with germinated soybean significantly increased. Soymilk prepared with Shinpaldal-2 germinated for 12 hr showed maximum 5.552 mg/g isoflavone. Solid content in soymilk increased from 5.68 to 6.02% for Shinpaldal-2 and from 5.30 to 6.10% for Seomoktae with 24 hr germination. 'L' values of soymilk increased, whereas 'a' and 'b' values decreased. Viscosity of soymilk decreased, while stability increased as germination time increased up to 24 hr. Organoleptic flavor properties of soymilk improved, showing decrease in beany and increase in savory flavors. Acceptance test showed soymilk prepared with 12 hr germinated Shinpaldal-2 showed highest acceptance, while Seomoktae soymilk showed least.

Key words: soymilk, germination, isoflavone, oligosaccharide, sensory property

서 론

콩을 원료로 하는 콩우유는 단백질이 풍부한 영양음료 중의 하나로 여러 나라의 연구자들이 이의 품질향상을 위한 연구를 많이 진행시켜왔다(1). 최근에 콩우유는 콜레스테롤은 거의 없으며 더구나 체내 콜레스테롤을 낮추는 활성을 가지고 있고, 만성질환 예방에 효과가 높은 isoflavone, saponin 등 기능성 성분이 함유되어 있어 식물성 건강음료로의 인식이 확대되어 가고 있다(2-4).

최근 콩에 함유되어있는 isoflavone, 올리고당, peptides 등 물질의 만성질환에 대한 기능성이 밝혀지면서(5) 콩을 원료로 하는 콩우유 또한 우리 건강에 유익한 음료로 각광받고 있다. 그러나 콩우유에는 맛과 점도, 저장 중 층분리, 갈색 등의 품질 특성은 개선되어야할 연구 과제로 남아있다. 또한 콩우유 제품에 있어서 콩의 대표적 기능성 물질인 isoflavone 함량을 높이는 연구가 필요하나 이에 대한 현재까지의 연구는 미흡한 실정이다.

콩에는 isoflavone이 건물량으로 0.1% 내외, raffinose나 stachyose와 같은 올리고당이 5% 내외 존재하며(6-8), 콩우유에는 isoflavone이 0.14%, 올리고당이 3.0% 정도 함유되어 있는

것으로 보고되어 있다(3). 콩의 기능성 성분 향상을 위하여 발아 방법을 연구한 바에 의하면 Kim 등(9)은 콩을 20°C에서 발아시켰을 때 isoflavone이 향상된다고 하였으며 Lee(10)와 Lee(11)는 isoflavone 중 daidzein과 genistein의 향상이 특히 현저하다고 하면서 이러한 증가는 1-2일의 발아 초기에 뚜렷하다고 하였다. 또한 이들은 raffinose와 stachyose 등 올리고당의 변화를 조사한 결과 이들의 함량은 발아 중 현저히 감소되나 발아 초기의 감소는 비교적 적다고 하였다.

콩우유의 품질 개선을 위하여는 Illinois 방법(12)과 열처리 방법(13) 등이 보고된 바있으며, 콩을 발아시켜 콩우유를 제조하였을 때 관능적 향미특성이 향상되고 점도가 감소한다고 하였다(14).

본 연구에서는 콩의 발아가 isoflavone 함량을 증가시켰다는 보고(10,11)를 참조하여 콩우유의 기능성 성분을 향상시키면서 품질 특성을 개선시키고자 콩우유 제조시 발아콩의 효과를 조사한 것이다. 발아시간별로 콩우유를 제조한 다음 isoflavone, 올리고당 등 기능성 성분과 물리화학적 특성을 조사하고 관능검사를 하여 콩우유의 기능성과 품질이 향상된 콩우유 제조 방법을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 콩원료는 2000년 가을에 수확된 것으로 검정콩인 서목태는 정선의 동트는 농가에서, 노란콩인 신평달 2호는 재배농가에서 구입하여 형태, 색, 크기가 이상한 것은 제

*Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Kunja-dong, Kwangjin-Ku, Seoul 143-747, Korea
Tel: 82-2-3408-0227
Fax: 82-2-497-8866
E-mail: kimwj@sejong.ac.kr

거하고 사용하였다. Isoflavone의 함량 분석에 사용된 표준 시약으로 genistin, genistein, daidzin, daidzein은 Sigma사(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)에서, glycitin과 glycitein은 Fujicco사(Fujicco Chemical Co., Japan)에서 구입하였다. 올리고당인 sucrose, raffinose, stachyose는 Sigma사(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

콩의 발아 및 콩우유 제조

콩의 발아는 약 60 g의 콩을 정확히 칭량하여 2번 세척한 다음 밀면에 작은 구멍이 여러 개 있는 플라스틱용기(30 cm×12 cm)에 놓고 빛이 없는 20°C의 항온기에서 8시간마다 물뿌림하면서 발아시켰다.

콩우유는 발아시킨 콩에 원료콩의 건물량 기준으로 10배의 물을 가지고 효소의 불활성화를 위하여 100°C에서 5분간 끓인 다음 Waring blender(34BL97, Waring Products Division Dynamics Corporation, USA)로 마쇄하여 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후의 상등액을 121°C의 autoclave에서 15분간 가열하여 콩우유를 제조하였으며 발아시키지 않은 콩을 20°C에서 3시간 수침하여 제조한 콩우유를 표준 콩우유(control)로 하였다.

콩우유의 고형분 및 단백질 측정

콩우유의 고형분은 콩우유를 80°C의 온풍건조기에서 예비 건조 후 105°C에서 항량에 도달한 2시간 건조 후의 무게를 측정하였다. 단백질 측정은 AOAC의 micro-Kjeldahl법(15)에 의하여 질소함량을 측정하였으며 단백질은 $N \times 5.71$ 하여 계산하였다. 불용성 단백질은 콩분말 2 g에 증류수 50 mL를 첨가한 후 상온에서 1시간 동안 100 rpm으로 shaking한 후 여과지에 남은 고형분의 질소량을 측정하여 불용성 단백질 함량을 계산하였고, 여과된 액은 7.5% trichloroacetic acid로 단백질을 침전시킨 후 여과하고 여과지에 남은 침전물을 건조시켜 측정된 질소량에서 수용성 순단백질을 계산하였다. 비단백태질소(non-protein nitrogen)함량은 조단백질 함량에서 수용성과 불용성 순단백질 함량을 빼서 계산하였다.

콩우유의 pH 및 현탁액 안정도 측정

콩우유의 pH는 pH meter(Orion 520A, Japan)로 측정하였으며 현탁액의 안정도(suspension stability)는 콩우유 10 mL를 시험관에 취해 4°C에서 2일간 저장한 뒤 분리된 콩우유의 하층 부위의 부피를 측정하여 총부피에 대한 하층부위 비율을 현탁액 안정도 지수로하였다(16).

콩우유의 점도, 탁도 및 색도 측정

콩우유의 점도(cp)는 Brookfield viscometer(Brookfield Engineering Labs. Inc. USA)를 사용하여 spindle No. 2로 50 rpm에서 $20 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 의 콩우유를 60초간 회전시켜 측정하였다. 콩우유의 탁도는 spectrophotometer(Bechman, Instruments Inc. Fullerton, DU650, USA)를 사용하여 가시광선 범위에서 scanning한 후 콩우유의 갈색에 영향을 덜 받으면서 시료간의 흡광도 차이를 가장 크게 나타내는 600 nm에서의 흡광도를 탁도로 하였다. 탁도측정을 위한 시료는 콩우유를 10배 희석하여 사용하였다. 콩우유의 색도는 Color Difference Calculating Meter(CR-200, Minolta Inc., Japan)로 측정하였다.

Isoflavone 분석

콩의 발아과정 중 isoflavone 분석을 위한 콩의 시료 전처리

는 30 mesh 체를 통과한 콩분말 1 g에 80% ethanol 20 mL를 넣어 ultrasonicator에서 50°C로 60분간 추출한 다음 고속원심분리기(HMR-2201V, Hanil centrifuge Co., Incheon, Korea)로 12,000×g에서 15분간 원심분리하여 추출하였다. 추출액은 syringe filter(0.22 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)로 여과하여 HPLC(Waters Co., Milford, MA, USA)에 20 μL 주입하였다.

콩우유의 isoflavone 측정은 콩우유 20 mL에 100% ethanol 80 mL를 첨가하여 최종 ethanol 농도가 80%가 되게 한 다음 ultrasonicator(3210R-DTH, Branson ultrasonics Co., Danbury, CT, USA)로 50°C에서 60분간 추출하고 고속원심분리기(HMR-2201V, Hanil centrifuge Co., Incheon, Korea)로 12,000×g에서 15분간 원심분리하여 분리한 상등액을 syringe filter(0.22 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)로 여과한 후 HPLC에 20 μL를 주입하여 분석하였다. Isoflavone분석을 위한 HPLC분석조건은 Kim 등(17)의 방법에 의해 실시하였다. 즉 Waters 486 absorbance Detector와 Waters사의 XTerra™ RP₁₈ column(5 μm, 4.6×250 mm, Waters Co., Milford, Massachusetts, USA)을 사용하였고, 이동상은 acetic acid 0.1%를 각각 함유한 3차 증류수(용매A)와 acetonitrile(용매B) 사용하였으며, gradient는 용매A : 용매B = 85 : 15로 시작하여 95분 후 같은 비율로 마쳤다. 이동상의 유속은 1.0 mL/min로 하였다. 분리한 isoflavone은 genistin, genistein, daidzin, daidzein, glycitin, glycitein으로 표준 isoflavone의 농도에 대한 peak면적의 표준정량곡선(standard calibration curve)으로부터 계산하였다. Isoflavone의 결과는 건물량 기준(mg/g)으로 환산하였으며 3회 반복 측정결과에서 표준편차를 계산하였다.

올리고당 분석

콩의 발아과정 중 올리고당 분석을 위한 콩의 시료 전처리는 30 mesh 체를 통과한 콩분말 1 g에 10% ethanol 10 mL를 넣어 ultrasonicator에서 60분간 추출한 다음 고속원심분리기(HMR-2201V, Hanil centrifuge Co., Incheon, Korea)로 12,000×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액 0.5 mL를 취하여 증류수 0.5 mL와 10% lead acetate를 각각 0.5 mL씩 첨가해 초고속 원심분리기로 12,000×g에서 5분간 원심분리 하였고, 다시 상층액을 취하여 syringe filter(0.22 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)를 통과시켜 미세물질을 제거하고 이것을 HPLC(Waters Co., Milford, MA, USA)에 20 μL를 주입하여 올리고당을 분석하였다.

콩우유의 올리고당 분석은 콩우유 10 mL에 ethanol 40 mL를 첨가하여 ultrasonicator에서 60분간 추출한 다음 고속원심분리기(HMR-2201V, Hanil centrifuge Co., Incheon, Korea)로 12,000×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액 0.5 mL에 증류수 0.5 mL와 10% lead acetate 0.5 mL를 첨가하고 초고속원심분리기로 12,000×g에서 5분간 원심분리 한 다음 상층액을 syringe filter(0.22 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)를 통과시켜 미세물질을 제거하고 이것을 HPLC(Waters Co., Milford, MA, USA)에 20 μL를 주입하였다. 올리고당 분석을 위한 HPLC 분석조건은 목 등(18)의 방법에 의해 실시하였다. 즉 분석시 사용된 column은 carbohydrate analysis column(3.9×300 mm, Waters Co., Milford, MA, USA)이었으며, 이동상은 탈기한 65% acetonitrile을 사용하였고 유속은 1.3 mL/min이었다. Sucrose, raffinose 및 stachyose의 함량은 HPLC 분석 결과를 표준 검량 곡선에 적용하여 산출하였다. 올리고당의 결과는 건물량 기준(mg/g)으로 환산하였으며 3회 반복 측정결과에서 표준편차를 계산하였다.

관능 검사

콩우유의 차이식별검사는 발아기간별로 제조한 콩우유의 관능적 품질의 특성을 평가하기 위하여 투명 유리용기(5 cm×4.5 cm)에 시료를 담아 관능검사원에게 제시하였다. 관능검사원은 관능검사에 경험이 있는 식품공학과 대학원생 10명으로 훈련을 통해 평가방법 및 평가특성에 익숙해지도록 하였다. 관능평가 항목으로는 콩비린 냄새(beany odor), 고소한 냄새(savory odor) 등 냄새와 콩비린 맛(beany taste), 고소한 맛(savory taste), 단 맛(sweet taste) 등 맛을 평가 하였으며 외관 특성으로는 색을 평가하였다. 시료는 발아시키지 않은 콩우유와 12, 18, 24시간 발아시킨 발아콩으로 제조한 콩우유였으며, 시료의 온도는 20°C, 검사시간은 오후 3시에 시행하였다. 관능검사 결과는 SAS(SAS Institute, Cary, NC, USA) 통계 package를 사용하여 분산분석 및 Duncan의 다범위 검증(Duncan's multiple range test)으로 유의성 분석을 하였다.

콩우유의 선호도 검사는 품종별로 0, 12, 18, 24시간 발아시켜 제조한 콩우유 중 가장 선호하는 것을 1로 하는 순위법(ranking test)으로 검사하였다. 선호도 검사원은 23명이었으며 그 결과는 순위법의 유의성 검정표(19)를 사용하였다.

결과 및 고찰

물리적 특성과 단백질 변화

콩을 발아시켜 제조한 콩우유의 고형분 함량, pH, 점도, 흡광도, 현탁액의 안정도, 색도 및 단백질 변화에 대하여 발아기간별로 비교한 결과는 Table 1과 같다. 콩의 발아 시간은 뿌리의 성장이 없고 isoflavone의 함량이 증가했던 24시간 이내의 범위로 하였다. 콩우유의 고형분 함량은 실파달 2호와 서목태

Table 1. Effects of germination on physical characteristics of soymilk (dry basis)

		Germination time (hr)			
		0	12	18	24
Shinpaldal-2					
Protein (%)		41.62	38.75	38.00	37.25
Non protein N (%)		5.44	5.88	9.50	4.38
Total solids (%)		5.68	5.74	5.83	6.02
pH		6.54	6.55	6.49	6.47
Viscosity (cp)		13.6	12.8	12.0	11.2
Absorption (×100)		0.51	0.61	0.61	0.63
Stability		0.17	0.16	0.14	0.13
Color	L	68.89	69.51	70.02	71.89
	a	-1.14	-0.73	-0.73	-0.71
	b	10.08	11.10	11.01	10.47
Seomoktae					
Protein (%)		44.56	42.37	40.93	39.43
Non protein N (%)		2.94	8.44	12.43	8.75
Total solids (%)		5.30	5.45	5.99	6.10
pH		6.47	6.45	6.40	6.32
Viscosity (cp)		12.8	11.2	9.6	8.8
Absorption (×100)		0.46	0.51	0.53	0.54
Stability		0.15	0.17	0.18	0.18
Color	L	47.87	47.36	48.21	49.93
	a	1.87	1.77	1.71	1.61
	b	5.91	5.37	6.01	6.00

가 모두 발아하면서 증가 하였으며, pH는 전반적으로 발아가 진행 되면서 약간 감소하였다. 실파달 2호의 경우 발아 0시간의 pH 6.54에서 24시간 발아시킨 콩우유는 pH 6.47로 감소하였고 서목태의 경우에서도 24시간 발아 시킨 콩우유는 pH 6.47에서 pH 6.32로 감소하였으며 전반적으로 실파달 2호 보다 약간 더 낮았다.

콩우유의 점도는 발아에 의해 감소하는 경향을 보여 실파달 2호는 0시간의 13.6 cp에서 발아24시간 후에는 11.2 cp로, 서목태는 12.8 cp에서 8.80 cp로 감소하였다. 콩우유를 100배 희석한 흡광도에서는 증가하는 경향을 보여주어 24시간 발아시킨 콩우유는 실파달 2호의 경우 0.51에서 0.63로, 서목태는 0.46에서 0.54로 증가하였다. 흡광도의 증가는 발아 중 섬유질과 단백질의 분해가 영향을 주어 전체적으로 가용성 성분의 증가가 있었기 때문으로 생각된다. 하층부위 비율로 표시한 현탁액의 안정도에서는 실파달 2호의 경우 약간 감소하여 발아시키지 않은 콩우유의 0.17에서 24시간 발아 콩우유의 0.13으로 감소하였으나 서목태에서는 오히려 약간 증가하는 경향을 보였다.

콩우유의 색은 실파달 2호는 L 값이 68.89에서 71.89로 서목태는 47.87에서 49.93으로 약간씩 증가하여 밝아짐을 보였다. 이러한 결과는 물뿌림으로 인한 색소의 용출에 의해 색소의 양이 적어졌기 때문으로 생각된다. 다만 검정콩인 서목태는 L값이 49내외였으며 노란콩인 실파달 2호는 70내외로 L값에 큰 차이가 있어 표피의 검정색이 영향을 주고 있음을 알 수 있었다. a값의 변화는 실파달 2호, 서목태 모두 감소하였으며 검정콩인 서목태는 전반적으로 (+) a값을 보여 적색이 있었으나 반면 노란콩인 실파달 2호는 (-) a값을 보여 녹색이 있었다. a값은 그 절대값이 낮아져 적색과 녹색이 얼어짐을 보였다. 황색도를 나타내는 b값에서는 노란콩의 실파달 2호로 만든 콩우유가 검정콩인 서목태보다 더 큰 값을 나타내주어 황색이 더 높았으며 발아에 의해서는 큰 영향이 없었다.

발아기간별로 제조한 콩우유의 조단백질, 비단백태질소의 총 고형분 중의 함량은 Table 1과 같이 조단백질 함량은 실파달 2호와 서목태 모두 감소하는 경향을 보여 주며 실파달 2호는 0시간의 41.62%에서 24시간 후에는 37.25%로 약 4% 감소하였으며 서목태는 0시간의 44.56%에서 24시간 후 39.43%로 약 5% 감소하였다. 비단백태 질소 함량은 전반적으로 증가 하였으나 24시간 발아한 콩으로 제조한 콩우유에서 다소 감소하는 경향을 보여 주었다.

Isoflavone의 변화

발아기간별로 제조한 콩우유의 isoflavone 차이는 Table 2와 같다. 발아하지 않은 콩으로 제조한 콩우유에 대하여 발아한 콩으로 제조한 콩우유의 isoflavone은 실파달 2호, 서목태 모두 현저히 증가하는 경향을 보여주었다. 콩우유를 12, 18, 24시간 발아시킨 콩으로 제조하였을 때 발아시키지 않은 콩으로 제조한 콩우유에 비해 isoflavone 함량은 실파달 2호는 각각 34%, 18%, 7% 증가하였으며, 서목태의 콩우유는 각각 15%, 2%, 8% 증가하였다. 특히 12시간 발아한 콩으로 제조한 콩우유에서 가장 많은 증가를 보여 주었다. 원료콩의 isoflavone 함량(실파달 2호 1.612 mg/g, 서목태 1.000 mg/g)과 비교할 때 콩우유의 isoflavone 함량이 약 2.0-2.5배 높게 측정된 것은 콩우유 제조 과정에서 섬유소와 불용성 단백질 등 비지의 제거와 살균을 위한 가열처리 과정에서 isoflavone의 증가가 있었다고 생각된다. 특히 콩우유 제조 시의 가열 과정이 acetyl기와 malonyl기가 있는 isoflavone isomer가 분해되어 해당 isoflavone으로 전환되었

Table 2. Changes in isoflavone content in soymilk at different germination time

(mg/g, dry basis)

	Soybean	Germination time (hr)			
		0	12	18	24
Shinpaldal-2					
Daidzin	0.364 ± 0.020	1.626 ± 0.010	2.136 ± 0.120	1.897 ± 0.010	1.677 ± 0.170
Genistin	1.093 ± 0.010	2.104 ± 0.040	2.813 ± 0.210	2.497 ± 0.020	2.308 ± 0.430
Daidzein	0.006 ± 0.001	0.037 ± 0.010	0.120 ± 0.050	0.039 ± 0.010	0.039 ± 0.010
Genistein	0.015 ± 0.001	0.036 ± 0.010	0.052 ± 0.010	0.076 ± 0.020	0.079 ± 0.020
Subtotal	1.478 ± 0.100	3.803 ± 0.030	5.121 ± 0.250	4.509 ± 0.010	4.103 ± 0.590
Glycitin	0.109 ± 0.010	0.307 ± 0.030	0.393 ± 0.010	0.359 ± 0.020	0.323 ± 0.010
Glycitein	0.025 ± 0.001	0.009 ± 0.010	0.038 ± 0.010	0.018 ± 0.010	0.019 ± 0.010
Total	1.612 ± 0.100	4.119 ± 0.010	5.552 ± 0.230	4.886 ± 0.010	4.445 ± 0.600
Seomoktae					
Daidzin	0.228 ± 0.018	0.765 ± 0.020	0.928 ± 0.010	0.763 ± 0.020	0.847 ± 0.020
Genistin	0.624 ± 0.011	1.109 ± 0.050	1.296 ± 0.100	1.125 ± 0.040	1.213 ± 0.190
Daidzein	0.088 ± 0.009	0.038 ± 0.010	0.041 ± 0.200	0.048 ± 0.110	0.022 ± 0.160
Genistein	0.023 ± 0.002	0.020 ± 0.010	0.020 ± 0.010	0.010 ± 0.010	0.013 ± 0.010
Subtotal	0.963 ± 0.091	1.932 ± 0.090	2.285 ± 0.100	1.946 ± 0.030	2.095 ± 0.170
Glycitin	0.031 ± 0.001	0.085 ± 0.010	0.101 ± 0.010	0.089 ± 0.010	0.088 ± 0.010
Glycitein	0.006 ± 0.001	0.027 ± 0.010	0.019 ± 0.010	0.056 ± 0.010	0.031 ± 0.010
Total	1.000 ± 0.087	2.044 ± 0.090	2.405 ± 0.090	2.092 ± 0.040	2.214 ± 0.150

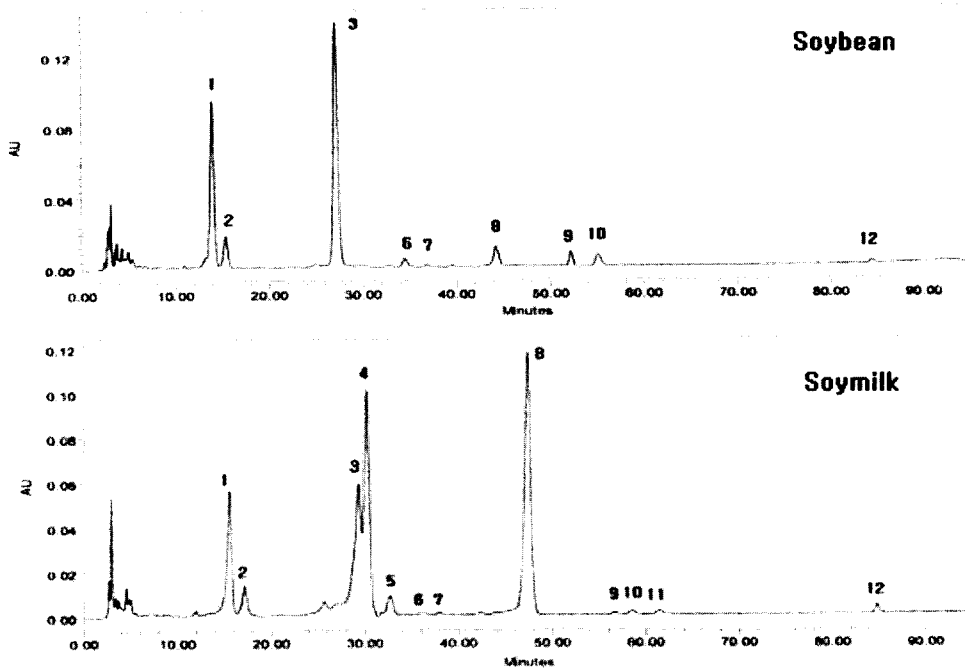


Fig. 1. HPLC chromatogram of isoflavone in soybean and soymilk of Shinpaldal-2 without germination.

1: daidzin, 2: glycitin, 3: genistin, 4: 6''-o-malonyldaidzin, 5: 6''-o-malonylglycitin, 6: 6''-o-acetyldaidzin, 7: 6''-o-acetylglycitin, 8: 6''-o-malonylgenistin, 9: daidzein, 10: glycitein, 11: 6''-o-acetylgenistin, 12: genistein.

기 때문으로 생각된다. 이러한 추측은 Fig. 1에 보여진 바와 같이 isomer 등의 peak 면적이 현저히 감소함과 관련이 있음을 보여주고 있다.

Isoflavone의 종류별 변화는 신평달 2호의 경우 daidzin, genistin, genistein이 각각 31, 33, 44%로 가장 많은 증가를 보여 주었으며, 서목태는 daidzin, genistin이 각각 21, 16%로 가장 많은 증가를 보여 주었다. 신평달 2호는 aglycone형태의 isoflavone은 12시간에 0.210 mg/g으로 0시간의 0.082 mg/g에 비해 약 2.6

배 증가 하였으며 glycoside형태의 isoflavone은 4.037 mg/g에서 5.342 mg/g으로 약 1.3배 증가하여 aglycon 형태의 isoflavone이 가장 많은 증가를 보여 주었다. Isoflavone을 가장 많이 증가하였던 12시간 발아 콩우유는 신평달 2호가 건물량 기준으로 0.555%로 서목태의 0.236% 보다 isoflavone이 약 2배 이상 높았다. 이들 값은 발아시키지 않은 콩우유를 기준으로 할 때 신평달 2호는 34.7%가, 서목태는 15.6%가 증가하여 발아의 효과를 현저히 보여주었다. 이는 식품 내 isoflavone은 대부분 gly-

Table 3. Changes in oligosaccharide content in soymilk at different germination time (mg/g, dry basis)

	Soybean	Germination time (hr)			
		0	12	18	24
Shinpaldal-2					
Sucrose	71.3 ± 0.09	110.5 ± 0.25	88.8 ± 0.20	85.6 ± 0.13	79.8 ± 0.11
Raffinose	5.2 ± 0.12	4.0 ± 0.04	3.2 ± 0.01	3.0 ± 0.01	2.1 ± 0.01
Stachyose	44.5 ± 0.04	39.7 ± 0.11	32.3 ± 0.41	29.8 ± 0.22	20.5 ± 0.31
Total	121.0 ± 0.98	154.2 ± 2.58	124.3 ± 1.94	118.4 ± 2.22	102.4 ± 2.01
Seomoktae					
Sucrose	64.0 ± 0.01	81.8 ± 0.10	78.4 ± 0.14	73.3 ± 0.18	71.5 ± 0.10
Raffinose	10.3 ± 0.02	3.5 ± 0.01	3.1 ± 0.01	3.1 ± 0.01	2.9 ± 0.01
Stachyose	62.1 ± 0.01	46.9 ± 0.10	40.9 ± 0.18	36.5 ± 0.11	34.7 ± 0.14
Total	136.4 ± 0.01	132.2 ± 1.97	122.4 ± 2.01	112.9 ± 1.55	109.1 ± 1.46

Table 4. Effects of germination of *Shinpaldal-2* soybean on sensory qualities of soymilk¹⁾

	Germination time (hr)			
	0	12	18	24
Odor				
Beany	5.00 ^a	3.55 ^b	3.44 ^b	3.22 ^b
Savory	5.00 ^b	5.66 ^{ba}	6.22 ^a	5.55 ^{ba}
Taste				
Savory	5.00 ^c	5.88 ^{ba}	6.44 ^a	5.33 ^{bc}
Beany	5.00 ^a	4.88 ^a	5.88 ^a	5.55 ^a
Sweetly	5.00 ^a	4.22 ^a	4.22 ^a	5.11 ^a
Color				
Brown	5.22 ^a	4.88 ^a	5.11 ^a	5.22 ^a
Acceptance	86 ^a	41 ^b	58 ^b	45 ^b

¹⁾Mean value within a column followed by the different letters are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

coside 형태로 함유되어 있으며 체내 이용을 위해 장내 세균이 생성하는 β -glucosidase에 의해 glucoside결합이 분해되어 aglycone형태로 흡수된다는 면에서 발아한 콩으로 만든 콩우유의 aglycon 형태의 증가는 isoflavone의 흡수 측면에서 도움이 될 수도 있음을 보여 주고 있다.

올리고당의 변화

발아기간별로 제조한 콩우유의 올리고당의 함량은 Table 3과 같다. 발아시키지 않은 콩으로 제조한 콩우유에 비하여 발아 콩으로 만든 콩우유의 올리고당 함량은 실파달 2호와 서목태 모두 감소함을 보여 주었다. 실파달 2호의 경우 총 올리고당은 0시간의 154.2 mg/g에서 24시간째에 102.4 mg/g으로 33% 감소하였고 서목태의 경우는 132.2 mg/g에서 109.1 mg/g으로 17% 감소하였다. 올리고당 종류별 변화는 품종별로 다소 다른 경향을 보여주어 실파달 2호는 raffinose가 0시간에 4.0 mg/g에서 24시간에 2.1 mg/g으로 47%로 가장 많이 감소하였으나 서목태는 약 17% 정도 감소하였다. Stachyose의 경우에는 실파달 2호의 경우 0시간의 39.7 mg/g에서 24시간의 20.5 mg/g으로 47%로 감소하였고 서목태는 0시간의 46.9 mg/g에서 24시간에 34.7 mg/g으로 감소하였다. 발아시키지 않은 원료콩의 올리고당의 함량과 비교할 때 실파달 2호의 콩우유는 발아 12시간까지 더 높았지만 서목태는 전반적으로 낮았다. 이와 같은 발아에 의한 올리고당의 감소는 α -galactosidase와 가수분해 작용에 의해

Table 5. Effects of germination of *Seomoktae* soybean on sensory qualities of soymilk¹⁾

	Germination time (hr)			
	0	12	18	24
Odor				
Beany	5.00 ^a	4.44 ^{ba}	4.22 ^b	4.11 ^b
Savory	4.77 ^b	5.55 ^{ba}	5.44 ^{ba}	5.88 ^a
Taste				
Savory	5.00 ^b	5.88 ^{ba}	5.66 ^{ba}	6.11 ^a
Beany	5.00 ^a	5.33 ^a	5.11 ^a	5.66 ^a
Sweetly	5.00 ^b	6.33 ^a	5.66 ^{ba}	6.33 ^a
Color				
Black	5.11 ^a	5.22 ^a	5.55 ^a	4.66 ^a
Acceptance	59 ^a	54 ^a	60 ^a	57 ^a

¹⁾Mean value within a column followed by the different letters are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

stachyose가 raffinose와 sucrose로 분해되는 것에 기인된다(20). 분해된 당당류는 콩이 발아되면서 성장을 위한 신진대사의 영양원으로 이용되었다.

관능적 특성의 변화

앞의 결과에서 isoflavone 함량이 비교적 많았던 12-24시간 범위의 발아시간별로 제조한 콩우유의 관능적 특성인 냄새, 색, 맛을 평점법으로 비교한 결과는 Table 4, 5와 같다. 실파달 2호의 콩우유의 콩비린 냄새는 발아시킨 콩우유가 현저히 감소되었고 고소한 냄새와 맛은 12시간과 18시간 발아시킨 것으로 만든 콩우유에 유의적인 증가가 있었다. 그 외의 콩비린 맛과 단맛과 갈색에서는 유의적인 차이가 없었다. 서목태의 경우 실파달 2호의 경우와 같이 콩비린 냄새의 감소, 고소한 냄새와 맛의 증가가 현저하였다. 단맛의 경우 서목태에서 단맛의 향상이 있었다. 이 결과는 콩의 발아 과정 중 향미 성분의 변화가 있었음을 의미하며 12-24시간 발아시킨 콩으로 만든 콩우유가 불쾌한 냄새의 감소와 고소한 향미의 증가로 콩우유의 관능적 품질 향상에 도움이 됨을 알 수 있었다.

콩우유의 선호도 비교에서는 실파달 2호는 12-24시간 발아시킨 콩우유가 발아시키지 않은 콩우유보다 더 선호됨에 유의성이 있었다. 이 결과는 차이식별검사에서 콩비린 냄새의 감소와 고소한 냄새와 맛의 증가 결과와 관련이 있다고 생각된다. 그러나 서목태에서는 발아시킨 콩우유와 발아시키지 않은

콩우유간에 선호도의 차이가 없었다. 서목태의 결과는 차이식별관능검사에서 비린맛에서 유의적 차이가 없었던 결과가 선호도에 영향을 주었으리라고 생각된다.

전반적으로 발아한 콩으로 만든 콩우유는 관능적 특성이 향상되었고 isoflavone 함량과 고형분 농도의 증가, 점도의 감소, 현탁액 안정도의 향상, 색의 밝아짐 등 현저한 효과가 있어 콩을 12-24시간 발아시켜 콩우유를 제조 하는 것이 콩우유의 기능성과 품질의 유익함이 밝혀졌다.

요 약

콩우유의 기능성 향상과 품질 특성 개선을 위하여 콩을 발아시켜 발아기간별로 콩우유를 제조한 다음 isoflavone 및 올리고당의 함량과 콩우유의 물리적 및 관능적 품질 특성을 비교하였다. 발아콩으로 제조한 콩우유의 isoflavone 함량은 증가하여 신평달 2호의 경우 12시간 발아에서 5.552 mg/g으로 최대값을 보였다. 콩우유의 물리화학적 특성은 고형분 함량의 경우 신평달 2호는 5.68%에서 6.02%로 증가하였으며 서목태는 24시간 발아 후 5.30%에서 6.10%로 증가하였다. 색도는 L 값의 증가와 함께 a, b값은 감소하여 색의 밝아짐의 효과가 있었다. 콩우유의 점도는 감소하였으며 현탁액 안정도는 24시간 발아 후 개선되었다. 콩우유의 관능적 특성은 콩비린 냄새의 감소와 고소한 냄새, 맛의 증가로 발아콩으로 제조한 콩우유의 관능적 특성이 향상되었다. 신평달 2호의 경우 12시간 발아 콩으로 제조한 콩우유의 선호도가 가장 높게 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 (주)매일유업의 연구비 지원에 의해 수행된 과제
로 이에 감사 드립니다.

문 헌

1. Lee JE, Lee SY. Effects of types and concentrations of sugars on the physicochemical and sensory characteristics of soymilks during storage. *Korean J. Food Sci.* 13: 70-76 (1997)
2. Kwon HJ. Bioactive compounds of soybean and their activity in angiogenesis regulation. *Korean Soybean Digest* 16: 63-68 (1999)
3. Kim CH, Park JS, Shon HS, Chung CW. Determination of isoflavone, total saponin, dietary fiber, soy oligosaccharides and lecithins from commercial soy products based on the one serving size - some bioactive compounds from commercialized soy products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 96-102 (2002)
4. Shon HS, Lee YS, Shin HC, Chung HK. Does soybean isoflavone have adverse effects on human? *Korean Soybean Digest* 17: 9-19 (2000)
5. Setchell KR, Cassidy A. Dietary isoflavone: biological effects and relevance to human health. *J. Nutr.* 129: 758s-767s (1999)
6. Kim KS, Chung HK, Sohn HS. Purification of oligosaccharides from soybean using activated charcoal. *Food Sci. Biotechnol.* 3: 156-159 (1994)
7. Park SI, Lee HK, Kang KH. A study on the effect of oligosaccharides on growth of intestinal bacteria. *Korean J. Dairy Sci.* 10: 159-169 (1988)
8. Kim WJ, Smit CJB, Nakayama TOM. The removal of oligosaccharides from soybeans. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 6: 21-24 (1973)
9. Kim JS, Kim JG, Kim WJ. Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 294-298 (2004)
10. Lee HY. Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. MS thesis, University of Sejong, Seoul, Korea (2005)
11. Lee HS. Improvement of isoflavone in soybean by germination and utilization of germinated whole soybean flour in noodle. PhD thesis, University of Sejong, Seoul, Korea (2005)
12. Nelson AI, Steinberg MP, Wei LS. Illinois process for preparation of soymilk. *J. Food Sci.* 41:57-61 (1976)
13. Johnson KW, Snyder HE. Soymilk: A comparison of processing methods on yields and composition. *J. Food Sci.* 43: 349-353 (1978)
14. Kim WJ, Yoon SK, Lee CY. Changes in oligosaccharides and sensory quality of soymilk during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18: 382-387 (1986)
15. AOAC. Official methods of analysis, 16th ed., Association of Official Analytical chemists. Washington, DC, USA (1995)
16. Hwang IK, Kim SH, Choi YR. Development of protein foods and their rheological and sensory properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 8: 117-122 (1992)
17. Kim HH. Separation of isoflavone and oligosaccharides from tofu sunmul by ultra and nanofiltration. MS thesis, University of Sejong, Seoul, Korea (2005)
18. Mok CK, Ku KH, Park DJ, Kim N, Sohn HS. Ultrafiltration of soybean cooking water for the production of soy oligosaccharides. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 181-184 (1995)
19. Basker D. Critical values of differences among rank sums for multiple comparisons by small taste panels. *Food Technol.* 42: 88-89 (1988)
20. Kim WJ, Yoon SK, Lee CY. Changes in oligosaccharides and sensory quality of soymilk during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18: 382-387 (1986)

(2005년 1월 4일 접수; 2005년 5월 15일 채택)