Bulletin of Food Technology
Vol.25, No. 1, pp. 44-51

쌀을 활용한 전두유 신제품 개발

Development of Whole Rice Soybean Milk

박종대·김동광 | 공정기술연구단
Jong-Dae Park·Dong-Kwang Kim | Processing Technology Research Group

기술 및 배경

쌀을 활용한 전두유의 원료로 사용되는 대두는 만주지방이 원산지로 동양에서 가장 오래된 작물이고 우리나라에서는 삼국시대 초기부터 재배된 것으로 기록되어 있으며, 그 맛과 영양이 뛰어나 식품소재로 널리 이용되어 왔다.

이러한 대두로 제조된 두유 및 두부는 콩의 소화율과 단백질 이용률을 높인 대표적인 콩 가공 제품으로써 소화 흡수가 잘되어 어린이, 노약자에게 훌륭한 식품이며 라이신을 비롯한 필수아미노산이 풍부하고, 필수지방산이 다량 함유되어 있으며 철분, 인, 칼륨 등의 무기질이 풍부하다. 또한 두유의 레시틴은 동맥경화, 지질대사 개선, 신경기능 향상을 촉진하며 비타민 E가 노화방지에, 이소플라본이 유방암 방지에 효과적으로 작용하는 우수한 식품이라 할 수 있다.

한 예로 두유 섭취 후 골다공증 및 심혈관 질환 발생이 감소되는 연구 결과로 두유 내의 대두 단백질과 이소플라본의 건강 기능성이 더욱 강조되는 연구가 시도되고 있으며, 지금까지 관능적인 면을 극복하기 위하여 가공 두유 개발에서 이제는 효소처리 기술과 진공탈취 기술 개발이 산업화되고 있다.

또한 미국 FDA에서는 대두 단백질이 심혈관 질환의 위험성을 감소시킬 수 있다는 식품 표시안(health claim)을 허가함으로써 대두 식품의 유용성을 입증하였다. 따라서 두유는 영양적인 면과 기능적인 면을 모두 갖춘 식품이라 볼 수 있다.

현재 두유시장은 3,300억원 규모이며 유통의 특성 및 식품유형에 따라 일반두유, 냉장두유, 유아용 두유로 구분하고 있으며(Table 1), 최근 건강한 삶을 추구하며 건강과 웰빙에 관심이 많은 합리적인 소비자의 수요가 증가하고 있고 건강관련 제품

Table 1. Classification of soybean milk

구분	일반 두유	냉장 두유	유아용 두유
정의	두유액에 첨가물을 가하여 제조하며 멸균처리를 하여 상온 유통하는 두유	두유액[대두로부터 추출한 유액(대두고형분 7%이상)]에 첨가물을 가하여 제조하며 살균처리를 하여 냉장 유통하는 두유	대두단백질을 원료로 성장기용 조제식 또는 기타 영유아식의 액상형태로 제조하여 상온 유통하는 두유
종류	플레인(Plain) 두유 블랙두유(검은콩 또는 검은 참깨 함유) 기능성 두유 가공 두유	냉장 플레인(Plain)두유 냉장 블랙두유 냉장 가공두유	일반 유아용 두유 유기농 유아용 두유

(고정삼, 식품가공학, 1979)

에 대한 선호도가 뚜렷해지고 있다. 이렇게 건강에 대한 현대인들의 관심이 증가하면서 성인용 두유 제품 또한 각광을 받고 있다. 두유는 콩 고유의 담백하고 고소핫 맛을 즐기는 이들 뿐만 아니라 갑작스러운 계절 변화로 입맛을 잃은 현대인들에게 아침식사 대용, 영양간식 등 여러 이유로 소비자들에게 찾아지고 있는 음료이다. 밭에서 나는 고기라고 불릴 정도로 몸에 좋은 영양소가 가득한 '콩' 으로 만들어 건강에도 좋다.

전두유에 첨가할 쌀은 우리의 주식으로 이용되어 온 대표적인 곡물로써 우리 민족의 고유한 전통식품 발전에 많은 영향을 주었다. 쌀은 수확 후에 왕겨(hull)를 제거한 다음 도정 과정을 거쳐 백미(polished rice)의 형태로 밥이나 떡의 원료로써 이용되어 왔다. 도정과정에서는 현미(brown rice)의 외층과 배아(germ)가 대부분 제거된다. 최근 들어 우리나라는 쌀을 활용하여 쌀가공제품 시장을 확대하는 등 제품 경쟁력 강화를 위한 연구가 활발히 진행 중이며, 건강기능성 식품에 응용이 가능한 대표적인 생리활성 소재인 tocopherol, tocotrienol 및 ferulic acid 등의 항산화 성분을 비롯하여 식이섬유와 다양한 성분들이 쌀에 다량 포함되어 있다(Table 2, 3). 이에 본 연구에서는 산업적인 이용가치가 높은 쌀알을 당화 처리하여 두유액에 첨가해 기능성이 강화된 쌀두유를 개발하여 제품화할 수 있었다.

쌀두유 신제품 개발

최근 건강한 삶을 추구하며 건강과 웰빙에 관심이 많은 합리적인 소비자의 수요가 증가하고 있으며 이러한 소비자의 요구를 충족시키기 위해 산업적인 이용가치가 높은 쌀을 당화 처리하여 쌀두유를 제조하였다. 쌀두유 제조방법은 두유액과 비

Table 2. Food composition of rice (g/100 g)

	Food and Description	Energy	Water	Protein	Fat	Ash	CHO	Fiber
Rice	japonica	350	11.6	7.6	2.1	1.6	77.1	2.7
	indica	361	12.3	7.0	0.2	0.4	80.1	1.14

(농촌진흥청, 식품성분표, 2006)

지를 분리하지 않고 원료 콩을 습식방법으로 분쇄하는 전두유 제조법을 사용하였으며 제조공정은 Fig. 1과 같이 콩을 탈피 후 70~80℃에서 조분쇄 공정을 거쳐 콜로이드밀을 2회 처리하여 두유액을 얻었다. 얻어진 두유액에 부재료를 혼합하여 75~78℃에서 homo mix tank로 40분 교반하여 균질화 시켰다. 준비된 두유병에 당화쌀을 첨가한 후 부재료가 혼합된 두유액을 충진시키고 retort 처리하여 제품을 생산하였다. 모든 생산공정은 두유 제조업체 A사의 생산라인을 활용하여 자동생산하였다.

이렇게 생산된 쌀을 첨가한 쌀두유와 일반적으로 시중 유통되는 두유의 품질을 비교 측정하기 위하여 시중 두유를 구입하여 품질을 측정한 결과, pH 6.65~7.35, 가용성 고형분 7.7~10.6 °Brix 범위로 나타나고 점도는 2.55~6.23 cp로 나타났으며 쌀을 첨가한 쌀두유의 품질을 측정한 결과, pH 6.55, 가용성 고형분 13.20 °Brix, 점도 9.18로 시중 두유에 비해 가용성 고형분 및 점도가 높게 나타났다. 이는 당화처리 과정에 따른 당도의 증가와 쌀알 첨가에 따른 점도가 향상된 결과를 확인하였다.

시중에 판매되는 두유, 전두유, 비지, 콩의 일반

Table 3. Structure and the effect of physiologically active substances of rice

Ingredient	Pharmacological Effect
Ferulic acid	Antioxidant Effects Antithrombotic effect Skin protection Antimicrobial Effect
Y-Oryzanol	Antioxidant Effects Reduction in plasma cholesterol Hyperlipidemia Treatment
myo-Inositon	Antitumor Activity Inhibitory effect of cataract
IP	Antitumor Activity Inhibitory effect of hyperlipidemia Plaque formation
Phytosterol	Reduction in plasma cholesterol Effective prevention of heart disease Antitumor Activity(Colorectal cancer)
Tocopherol	Antioxidant Effects Skin protection(UV protection)
Tocotrienol	Antitumor Activity Antioxidant Effects Reduction in plasma cholesterol Atherosclerosis Treatment
Arabinoxylan	Immune enhancing effect Antitumor Activity Antiviral effects

(황재관, Korean J Food Preser, 2003)

성분을 분석한 기존 결과를 살펴보면(Table 4), 원료 콩에는 수분 7.54 g, 단백질 39.72 g, 지방 19.69 g, 회분 4.68 g이 함유되어 있었으며 비지 중에는 상당량의 단백질이 함유되어 있고 지방 함량이 적게 나타난 반면 섬유질 함량이 매우 높았다. 전두유의 단백질 함량은 4.29 g으로 일반 두유보다 높게 나타났다.

당화쌀을 첨가한 쌀두유의 일반성분을 분석한 결과는 100 g 당 열량 64 kcal, 수분 86.1 g, 탄수화물 9.2 g, 지방 2.1 g, 단백질 2.1 g으로 기존 전두유의 실험 결과와 비교하여 쌀 첨가로 인한 열량 및 탄수화물 함량 증가, 수분함량 감소의 차이를 확인할 수 있었다.

식이섬유 함량을 분석한 기존 결과(Table 5)를 보면 콩의 식이섬유 함량은 26.21%였으며, 비지의 식이섬유 함량은 12.08%로 다량 함유되어 있었고 콩과 비지의 대부분이 불용성 식이섬유가 함유되어 있었다. 이들은 주로 펙틴과 다당류로써 비지

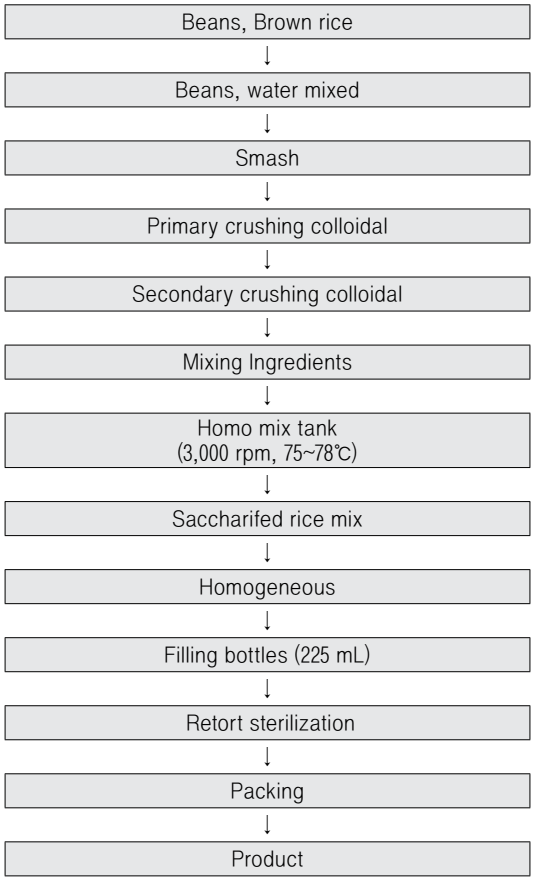

Fig. 1. Manufacturing process of whole rice soy bean milk

Table 4. General composition of beans, bean-curd dregs, soymilk, whole soymilk (g/100 g)

	beans	bean-curd regs	soymilk		whole soymilk
Calories(kcal)	432	82	35	35	48
Moisture	7.54	77.96	93.00	93.00	90.00
Protein	39.72	5.75	3.39	3.35	4.29
Fat	19.69	2.27	1.77	1.72	2.15
Carbohydrate	21.81	9.53	1.34	1.48	2.80
Fiber	6.56	3.56	0.10	0.05	0.24
Ash	4.68	0.93	0.40	0.40	0.52

(김성란, 석호문 등, Korean Soybean Digest, 2002)

분리공정에 따라 함유량의 차이가 날 것으로 분석되었고, 전두유 중에는 일반 두유의 2배에 가까운 3.46%의 식이섬유가 포함되어 있으며 이는 비지 중에 포함된 섬유소가 상당량 전이된 것으로 판단하였다. 기존 결과와 비교하여 쌀을 첨가한 쌀두유의 식이섬유를 비교한 결과, 1.52%로 나타나 기존에 조사된 전두유의 식이섬유 함량보다 낮게 분석되었으나 이는 두유 공정에 사용된 원료 콩과 두유 제조 방법에 따른 차이로 사료된다.

두유에 함유된 아미노산의 함량을 분석한 기존 결과를 살펴보면 두유(SM), 저분자 두유(LSM), 전두유(WSM), 저분자 전두유(LWSM)의 유리아미노산 함량과 조성을 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. LSM의 총 유리아미노산 함량은 69.09 mg%로 SM의 52.47 mg% 보다 높았으나 필수 아미노산의 함량이 비슷하게 나타났다. LWSM의 경우 총 유리아미노산은 98.87 mg%, 필수 아미노산 24.47 mg%인 WSM에 비해서 높게 나타나 대두단백질이 가수분해 되면서 유리아미노산의 함량이 증가된 것으로 판단하였다. SM과 LSM에 비해 WSM과 LWSM에서 필수 아미노산과 총 유리아미노산 함량은 높게 나타났으며, 이러한 결과는 본 연구인 쌀두유와 시중두유의 아미노산 조성을 분석한 결과와 비슷한 결과를 나타냈다. 이러한 결과의 원인은 전두유의 제조과정에서 비지를 제거하지 않아 유리아미노산이 높게 나타난 것으로 생각된다. 쌀두유의 유리아미노산 조성을 조사한 결과, 가장 풍부한 아미노산은 arginine, aspartate, glutamate로 전체 아미노산의 1/3 이상을 차지하고 있었으며 함량이 적은 아미노산은 glutamine인 것으로 나타났다.

이렇게 제조한 두유의 마지막 공정인 retort 처

Table 5. Fiber contents of beans, bean-curd dregs, soymilk, whole soymilk (g/100 g)

	beans	bean-curd dregs	soymilk	whole soymilk
Fiber Total	26.21	12.08	1.72	3.46
Insoiuble	25.73	11.73	1.70	3.42
Water-soluble	0.48	0.34	0.02	0.01

(김성란, 석호문 등, Korean Soybean Digest, 2002)

Table 6. Comparison of free amino acid content on the SM, LSM, WSM, LWSM (mg%)

Free amino acid	Sample			
	SM[1)]	LSM[2)]	WSM[3)]	LWSM[4)]
Hydroxy-L-proline	ND[5)]	11.24	ND	ND
Serine	1.58	ND	ND	1.67
Glutamic acid	ND	6.88	6.44	ND
α-aminodipic acid	3.10	ND	2.54	4.16
Proline	1.63	ND	2.19	2.25
Glycine	1.27	2.22	1.26	0.95
Alanine	2.13	2.39	2.14	2.45
α-amino-n-butyric acid	ND	ND	0.48	0.82
Valine	6.59	6.71	6.78	8.40
Methionine	0.83	0.86	1.34	1.60
Cystathionine	ND	ND	3.73	2.65
Isoleucine	1.11	0.99	1.33	1.80
Leucine	1.43	1.94	5.08	11.58
Tyrosine	1.36	2.97	2.39	2.83
β-Alanine	0.87	ND	4.63	3.99
Phenylalanine	2.48	3.36	6.17	10.99
Y-amino-n-butyric acid	8.64	10.33	9.53	9.46
Ethanolamine	0.88	1.75	1.02	0.99
Hydroxylysine	ND	ND	0.84	1.77
Omithine	ND	ND	ND	0.32
Lysine	1.77	2.07	2.98	2.65
1-Methyl-L-histidine	ND	ND	0.58	ND
Histidine	1.34	2.40	1.72	2.39
Tryptophan	2.65	ND	3.79	4.10
Arginine	12.81	12.98	13.09	21.04
Essential amino acid	16.87	15.93	27.47	41.11
Total free amino acid	52.47	69.09	80.07	98.87

1) SM: Soymilk
2) LSM: Low molecule soymilk
3) WSM: Low molecule
4) LSWM: Low molecule Low molecule
5) ND: Not detected

(장세영 등, Korean J Food Preser, 2008)

리 방법에 대한 기존 연구 결과를 살펴보면(Table 7) retort 처리를 하지 않은 두유 제품과 저온살균, 초고압살균 등으로 분류 및 살균하여 bacteria, spores, *B.cereus* 3종류의 미생물을 counting하여 두유제품에 가장 적합한 살균 방법을 도출하였다. 살균처리하지 않은 대조구에서는 bacteria, spores, *B.cereus* 모두 가장 많이 검출되었으며, 저온처리, 200 MPa, 55℃, 200 MPa, 65℃로 살균처리한 처리구 역시 모두 bacteria, spores, *B.cereus* 3종류의 미생물이 검출되었으나 초고압살균 등 다른 처리구에서는 미생물이 검출되지 않았다. 따라서 두유제품의 살균방법은 200 MPa, 75℃ 이상 또는 초고압살균을 하는 것이 무균두유 제품 생산에 가장 효과적일 것으로 판단되었다.

위의 실험 결과와 같이 전두유는 콩 전체에 포함되어 있는 영양소를 모두 이용한다는 측면에서 그 가치가 크다고 할 수 있으며, 이렇게 제조된 전두유에 당화쌀의 영양, 기능성 성분을 첨가하여 일반 두유보다 풍부한 건강기능성 제품으로 확대 및 이용이 가능할 것으로 판단된다.

기대 효과

현재 두유시장은 대두의 우수성에 대한 인식이 커지면서 3,300억원 이상의 규모로 증가되었으며, 두유의 시장 성장 저해요인으로 작용되었던 관능적인 면을 극복하기 위한 다양한 가공 두유가 개발되었다. 그 동안 두유를 기피해오던 층을 대상으로 쌀을 함유한 두유 제품이 개발되어 시장의 활성화에 기여할 것으로 기대된다. 또한 우리나라에서는 쌀 가공제품의 경쟁력 강화를 위한 쌀 가공식품의 다양화 및 품질 개선과 같은 쌀을 활용한 연구가 활발히 진행 중이다. 이번에 소개한 연구결과에서와 같이 쌀을 당화 처리하는 과정에 있어서 쌀의 구조변화 현상이 일어나 쌀이 두유액에

Table 7. Microbial populations(log cfu/mL SD) of base product and treated soymilks

Treatment	Total bacteria	Total spores	*B. cereus*
Base product	5.02±2.24[a]	3.46±1.21[a]	3.55±2.37[a]
Pasteurized	3.46±1.23[b]	2.85±0.95[a]	2.56±1.91[b]
UHT	ND[1)]	ND	ND
200 MPa 55℃	3.39±1.55[b]	1.75±0.69[b]	2.31±1.38[b]
200 MPa 65℃	2.44±1.59[c]	0.85±0.57[c]	ND[1)]
200 MPa 75℃	ND	ND	ND
300 MPa 55℃	ND	ND	ND
300 MPa 65℃	ND	ND	ND
300 MPa 75℃	ND	ND	ND

a-c: Values in the same column with different alphabets are significantly different $p<0.05$
1) ND: not detected
2) Bacillus cereus growth was detected only in one production (3.40 0.12 log cfu/mL)

(Poliseli-Scopel *et al*., Food Science and Technology, 2012)

침전되지 않고 고르게 분산되어 기타 음료제품에도 적용이 가능할 것으로 예상된다.

● 참고문헌 ●

1. 김성란, 박용곤, 석호문, 오승훈, 비지가 발생하지 않는 두유 제조공정 및 전두유의 특성, 한국콩연구회지, **19**(1), 8-18, 2002
2. 손동화, 두유와 우유의 영양 및 생리활성 성분(총설), 한국콩연구회지, **14**(1), 66-76, 1997
3. 심재진, 서진현, 소한섭, 유병승, 이삼빈, 콩미세분말로 제조된 두유 및 전두부의 물성, 한국식품영양과학회, **32**(1), 75-81, 2003
4. 장세영, 신경아, 박난영, 김동희, 김미정, 김정훈, 정용진, 가수분해 시간에 따른 저분자 두유의 품질특성 변화, 한국식품저장유통학회, **37**(10), 1287-1293, 2008
5. 장세영, 신경아, 박난영, 방과웅, 김정후, 정용진, 두유와 전두유 가수분해물의 기능적 특성, 한국식품저장유통학회, **15**(3), 361-366, 2008
6. Abu-Ghazaleh AA, Schingoethe DJ, Hippen AR, Blood amino acids and milk composition from cows fed soybean meal, fish meal, or both, Journal of Dairy Science, **84**(5), 1174-1181, 2001
7. Fa´bio H. Poliseli-Scopel, Manuela Herna´ndez-Herrero, Buenaventura Guamis, Victoria Ferragu, Comparison of ultra high pressure homogenization and conventional thermal treatments on the microbiological, physical and chemical quality of soymilk. Food Science and Technology, **46**(1), 42-48, 2012
8. Setchell KR, Cassiy A, Dietary isoflavone: biological effects and relevance to human health, J Nutr, **129**(3), 758-767, 1999
9. Zarkadas CG, Gagnon C, Gleddie S, Shahrokh Khanizadeh, Cober ER, Ron JD, Guillemette, Assessment of the protein quality of fourteen soybean [Glycine max (L.) Merr.] cultivars using amino acid analysis and two-dimensional electrophoresis, Food Research International, **40**(1), 129-146, 2007

박 종 대 식품학박사
소 속 : 한국식품연구원 공정기술연구단
전문분야 : 식품가공, 쌀가공, 신제품개발 등
E - mail : jdpark@kfri.re.kr
T E L : 031-780-9211