

효소와 미생물의 복합 처리에 의한 두유박 단백질소재의 제조

채희정* · 인만진 · 이종대¹

대상(주) 중앙연구소, ¹충북대학교 화학공학과

초 록 : 두유박의 단백질 소재화를 위하여 셀룰레이즈(cellulase), 단백질 분해효소, 코지(koji), 효모 등의 복합 처리에 의한 가용화 방법이 고형분 및 단백질 회수율, 아미노산, 유기산 조성에 미치는 영향을 고찰하였다. 셀룰레이즈와 단백질 분해효소를 복합 사용하여 두유박을 가수분해하는 것이 높은 고형분 회수율(80.2%) 및 단백질 회수율(83.5%)을 얻을 수 있었고, 코지와 효모로 처리할 경우 유기산의 함량을 증대시킬 수 있었으며 양조간장 특유의 맛과 향을 내는데 효과적이었다. 특히 셀룰레이즈로 처리한 가수분해물에서 유기산 함량이 높았다. 유리 아미노산 함량은 코지보다 단백질 분해효소로 분해한 경우에서 높았으며 셀룰레이즈 처리는 유리 아미노산 함량에 큰 영향을 미치지 않았다. 두유박 가수분해물에 대한 관능검사 결과 코지로 가수분해한 시료가 관능적으로 우수하였으나 전체적인 기호도는 대조구로 사용된 양조간장에 비해 낮았다.(1997년 12월 22일 접수, 1998년 1월 15일 수리)

서 론

두유(soymilk)는 단백질과 필수지방을 다량 함유하며 콜레스테롤이 없어 고영양 단백질식품으로 널리 소비되고 있다. 두부 제조 시 두부 비지(soybean curd residues)가 부산되는 것과 마찬가지로 두유 제조 시에 필연적으로 부산되는 것이 두유박(soymilk residues)이다. 이러한 두부 비지는 부분적으로 비지를 재료로 한 요리나, 가축의 사료로 이용되고 있으나 운반과정 중의 변질 등 제약이 있어 대부분 폐기 처분되고 있는 실정이다. 또한 국내에서 두유 제조 시 부산물로 생성되는 두유박의 양은 1997년 현재 연간 10,000톤에 이르는 것으로 추산되나 용도는 미미하다. 두유나 두부 비지의 처리 문제는 대두를 식품의 원료로 많이 사용하는 아시아권의 공통적인 문제로 효과적인 처리 방법을 모색 중이나 기대 이상의 효과를 얻지 못하고 있다.

단백질, 지방 및 조섬유질을 다량 함유하고 있는 두유박은 영양학적으로 황을 함유하는 아미노산과 라이신을 다량 함유하고 있으며 단백질 이용률(protein efficiency ratio, PER)도 높아 우수한 단백질원으로 이용할 수 있다.¹⁾ 두유박은 약80%의 수분을 가지고 있으며 단백질, 지방과 탄수화물의 함량은 고형분 기준으로 각각 30%, 10%와 40%에 이르며 따라서 영양학적 가치가 높은 편이다. 두유박이 식품 첨가물로서 사용상 제약을 주는 요인은 낮은 용해도와 그에 따른 기능학적 특성의 열악함이다. 따라서 물리적, 화학적, 효소공학적 방법에 의한 이화학적 특성의 변화를 통해 두유박의 용도를 확대할 수 있다. 여러 가지 처리 방법 중 효소적 처리 방법은 카제인이나 대두 단백질의 품질 개량을 위해 많이 사용되어온 방법^{2,3)}으로서 식품용 소재의 개발에 적합하다는 관점에서 화학적 처리에 비해 선호되는 방

법이다. 단백질 분해효소 처리에 의해 생성된 두유비지 가수분해물로부터 콜레스테롤 저하 기능이 있는 펩타이드를 분리하는 연구가 진행된 바 있다.⁴⁾ 탈지대두의 효소적 가수분해에 관한 연구는 산분해법의 문제점을 극복하기 위하여 최근 들어 활발히 진행되어 왔으며^{5,6)} 식품가공 폐기물의 식품 소재화에 관한 연구는 두유박 가수분해물의 plastein 합성 반응⁷⁾ 및 셀룰레이즈(cellulase)에 의한 두유박의 가용화⁸⁾ 등이 보고되어 있다. 본 연구에서는 값싸게 구할 수 있는 두유박을 효소 및 미생물의 복합처리에 의해 가용화하고 여러 가지 처리 방법이 고형분 및 단백질 회수율, 아미노산과 유기산 함량 등에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

단백질 원료 및 재료

가수분해에 사용된 건조 두유박(단백질 함량 35%)은 정식품(한국)으로부터 구하였고 단백질 분해효소는 Novo사(Denmark)의 *Bacillus licheniformis* 유래의 Alcalase™(endoprotease, 0.6 U/g)와 *Aspergillus oryzae* 유래의 Flavourzyme™(exoprotease, 1000 U/g)을, 복합 셀룰레이즈로는 동사의 Viscozyme™을 사용하였다. 분석 시약은 Merck사(Darmstadt, Germany)의 제품이었으며, 기타 시약은 시약 일급의 것이었다.

효소 분해

셀룰레이즈에 의한 가수분해는 다음과 같이 실시하였다. 건조 두유박 100 g 에 900 g의 증류수를 첨가하여 교반한 다음 125°C에서 30분간 열처리하였다. 가열 처리한 두유박 현탁액의 pH를 4.5로 조절한 후, 고형분 기준으로 0.1%의

Key words : soymilk residues, enzymatic hydrolysis, protease, cellulase, koji, yeast, solubilization

*Corresponding author

Viscozyme(복합 셀룰레이즈)을 첨가하고 45°C에서 8시간 동안 가수분해하였다.

또한 가열 처리한 두유박 현탁액(10%,w/w)과 상기와 동일한 방법으로 셀룰레이즈로 처리한 가수분해액에 각각 5%의 식염을 첨가하고 NaOH로 pH를 7.0으로 조절한 후 가열 살균(125°C, 20분)한 다음 50°C에서 단백질 분해효소를 사용하여 24시간 동안 가수분해하였다. 가수분해에 사용한 단백질 분해효소는 Alcalase와 Flavourzyme로서 단백질 함량 기준으로 각각 0.5% 씩 사용하였다.

코지(koji)에 의한 가수분해는 다음과 같이 실시하였다. 두유박 현탁액(10%,w/w)에 5%의 식염을 첨가하고 가열 살균(125°C, 30분)한 다음 45°C에서 200 rpm으로 교반하며 코지(고형분 기준으로 5%)를 첨가한 후 12시간 동안 처리하였다. 코지는 *Aspergillus oryzae*를 PDA (polydextrose agar) 배지 상에서 배양한 다음, 생성된 포자를 Tween 80 수용액(0.05%)에 현탁하여 대두박과 소맥의 혼합물에 수분 함량이 40%가 되도록 골고루 뿌려준 다음 30°C에서 40 시간 동안 전배양한 코지를 사용하였다.

일정 시간 가수분해한 후 생성된 효소분해액은 100°C에서 10분간 가열하여 효소반응을 중지시키고 5500 g에서 10분 간 원심분리한 다음 상등액을 Whatmann GF/F로 여과하였다.

미생물 처리

효소분해한 두유박 가수분해물을 원심분리하지 않고 멸균한 다음(125°C, 15분) 유기산 생성균으로 알려진 효모균 전배양액을 5%(w/w) 되도록 첨가한 후 30°C에서 3 일 동안 진탕배양하였다. 사용한 효모균은 *Zygosaccharomyces rouxii* OA700(대상(주) 보유 균주)로 YM Broth에서 2일간 전배양 후 사용하였다. 유기산 발효 후 반응액을 125°C에서 20분간 autoclave한 후 효소분해 시와 동일한 방법으로 원심분리 후 여과하였다.

마일러드 반응

상기 효소 처리 시료에 0.5% dextrose, 0.5% xylose, 0.5% glycine를 첨가한 후 125°C에서 20분간 열처리하였다.

분석 방법

유리 아미노산 함량은 OPA법⁹⁾에 의해 분석하였고, 유기산 분석은 Bio-Rad사(Richmond, CA)의 Aminex HPX-87H 칼럼과 UV 검출기로 210 nm에서 정량하였다.¹⁰⁾ 단백질 함량은 총 질소(total nitrogen: TN)를 Kjeldahl분석기로 정량함으로써 계산하였다. 고형분 회수율과 단백질 회수율을 모두 원료의 고형분 및 단백질의 가수분해물로의 가용화율로서 각각 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Dry matter yield (\%)} = W_1 \times C_1 / (W \times C_0) \times 100 \quad (1)$$

여기서 W: 채취한 가수분해물의 중량 (g)

W₁: 원심분리 상등액의 중량 (g)

C₀: 원료의 초기 사용농도 (%)

C₁: 원심분리 상등액의 고형분 함량 (%)

$$\text{Protein yield (\%)} = W_1 \times P_1 / (W \times P_0) \times 100 \quad (2)$$

여기서 P₀: 원료의 초기 단백질 농도 (%)

P₁: 원심분리 상등액의 단백질 함량 (%)

관능검사

선발된 50명의 패널원을 대상으로 하여 실시하였으며, 평가 항목은 색감(color), 냄새(odor), 맛(taste)과 전체적인 수용도(overall acceptance)이었다. 관능검사용 시료는 최종 고형분 함량이 2.5%, 최종 염 농도가 1.5%되도록 증류수로 희석 또는 가염하였다. 모든 관능적 특성은 시료별 각 특성에 대한 좋고 나쁨을 알고자 하여 최저 1점, 최고 5점으로 5점 척도법을 이용하여 평가하였다.

결과 및 고찰

셀룰레이즈와 단백질 분해효소에 의한 두유박의 가수분해

두유박으로부터 단백질을 비롯한 영양 성분을 회수하기 위하여 효소분해 후 고형분 및 단백질 회수율을 계산하였다. 효소분해에 앞서 두유박 현탁액을 autoclave하였는데 이것은 두유박의 조직을 호화시켜 효소의 작용을 용이하게 하는 역할을 한다.⁸⁾ 두유박을 열처리 후 단백질 분해효소만으로 가수분해한 경우와 셀룰레이즈, 단백질 분해효소 순으로 가수분해한 경우를 비교하였다(Table 1). 단백질 분해효소에 의해 두유박을 가수분해한 경우 24시간 경과 후 고형분 회수율(dry matter yield)과 단백질 회수율(protein yield)은 각각 60.0%와 82.0%이었으며 강한 대두취를 갖는 가수분해물이 생성되었다. 셀룰레이즈로 8시간 동안 1차 가수분해한 후 단백질 분해효소로 24시간 동안 2차 반응시킨 경우 고형분 회수율과 단백질 회수율은 각각 82.2와 83.5%로서, 단백질 분해효소만으로 처리한 경우에 비해 단백질 회수율은 크게 증가하지 않았으나 고형분 회수율은 현저히 증가하였다. 본 연구에서 사용된 셀룰레이즈 복합효소는 셀룰로스(cellulose), 헤미셀룰로스(hemicellulose), 펙틴(pectin) 등의 다당류를 가수분해하는 효소로서 포도당, 셀로바이오스(cellobiose), 올리고당 등이 생성된다. 셀룰레이즈 처리에 의해 고형분 회수율이 높아진 것은 두유 제조 공정상 미분해되어 잔존하는 탄수화물이 셀룰레이즈에 의해 분해되어

Table 1. Dry matter and protein yields by solubilization of soymilk residues by different treatment methods.

Protease treatment time (hr)	P (P treatment ¹⁾)		C+P (P treatment after C treatment ²⁾)	
	Dry matter yield (%)	Protein yield (%)	Dry matter yield (%)	Protein yield (%)
0	50.0	54.1	53.3	55.0
12	56.2	74.3	81.1	76.5
24	60.0	82.0	82.2	83.5

¹⁾Protease treatment: 0.5% Alcalase and 0.5% Flavourzyme based on protein content

²⁾Cellulase treatment: 0.1% Viscozyme based on dry matter content, treatment time =8 hr.

가용성 성분으로의 용출이 촉진되었기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 단백질 분해효소와 셀룰레이즈를 복합 처리하는 것이 두유박의 가용화율을 높이는 데 유리하였다.

코지에 의한 두유박 가수분해

고가의 상업 효소인 단백질 분해효소 대신 양조간장 제조 시 사용되는 코지를 효소원(enzyme source)로 하여 12시간 동안 두유박을 가수분해하였다. 코지는 값싸게 대량으로 제조할 수 있는 전통적인 효소원으로서 *A.oryzae*같은 곰팡이로부터 유래하는 단백질 분해효소, amylase와 glutaminase 등을 함유하고 있다. 코지의 사용량은 단백질 분해효소와 같이 효소활성 기준으로 하지 아니하고 일반적인 사용량을 기준으로 삼았다. 코지를 사용하는 경우 단백질 분해효소를 사용하는 경우에 비해 매우 낮은 단백질 수율(10~20% 수준)을 얻었으며, 셀룰레이즈로 가수분해한 후 코지 처리한 경우는 코지만으로 처리한 경우에 비해 다소 높은 고형분 회수율과 단백질 회수율을 얻을 수 있었다(Fig. 1). 코지는 상업 효소에 비하여 비활성(specific activity)이 높지 않고 특히 낮은 단백질 회수율을 얻게 하므로 사용상의 제한이 있는 문제점이 있고, 본 연구에서와 같이 공정 시간이 짧은 시스템에서는 사용하기에 적합하지 않은 것으로 보인다. 셀룰레이즈로 가수분해한 후 코지로 처리한 가수분해물이 코지만으로 처리한 가수분해물에 비하여 색도와 탁도면에서 우수하여 식품 재료로서의 가능성을 보였으나 미각적 특성은 다소 떨어졌다.

두유박의 미생물 처리

식품용 조미 소재로의 응용을 위해서는 단백질의 가용화 뿐 아니라 향 성분의 존재가 중요한 인자가 될 수 있다. 몇 가지 효소원에 의한 가수분해에 이어 효모균 처리에 의해 유기산을 생성시켰으며 풍미 증진을 위해 마이러드(Mai-

lard) 반응을 시킨 다음 각 시료에 대한 유기산 함량 분석을 실시하였다(Table 2). 단백질 분해효소나 코지만으로 가수분해한 후 효모균으로 처리한 두 경우(P, K in Table 2)의 유기산 함량은 낮았고(0.43~0.49%), 단백질 분해효소나 코지가 셀룰레이즈와 복합처리된 시료에 효모균을 처리한 경우(C+P, C+K) 유기산 함량이 비교적 높음을 알 수 있었다. 이것은 셀룰레이즈 가수분해액이 다량의 이용 가능한 탄소원을 함유하고 있어서 효모의 생육과 유기산 생성을 촉진한 것으로 해석되었다. 단백질 분해효소나 코지와 같은 단백질 분해효소의 종류 및 형태가 유기산의 함량에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 셀룰레이즈 처리된 가수분해물의 유기산 함량은 발효에 의해 생산된 일반 양조간장과 유사한 수준(60~70 mg/100 g)이었다.¹³⁾ 셀룰레이즈로 가수분해한 후 코지로 처리하여 얻은 가수분해물에서 citric acid의 함량이 매우 높게(45.9%) 나타났으며 이것은 코지 제조시 사용되는 주요 미생물인 *Aspergillus oryzae*가 일반적으로 citric acid를 생성하는 미생물이기 때문인 것으로 판단된다.

아미노산 함량 분석

가용화된 성분 중 유리 아미노산의 함량을 조사하였다(Table 3). 본 연구에서 제조한 두유박 가수분해물의 총 유리 아미노산 함량은 0.2~0.4%의 함량을 나타내었으며 이는 국내에서 생산되는 일반 양조간장의 총 유리 아미노산 함량이 1.5~4.5%에 비해 현저히 낮은 수준이었다. 유사한 조건에서 단백질 분해효소로 가수분해한 탈지대두박 가수분해물¹⁴⁾의 유리 아미노산 함량(3.94%)와 비교하면 두유박 효소분해물의 경우 높은 단백질 회수율에도 불구하고 총 유리 아미노산 함량이 낮았다. 이것은 상이한 전처리 과정에 의해 두유박이 탈지대두박에 비해 난분해성 단백질로 구성되어 있음을 시사한다. 코지로 가수분해한 경우가 상업 효소인 단백질 분해효소로 가수분해한 경우보다 낮은 유리

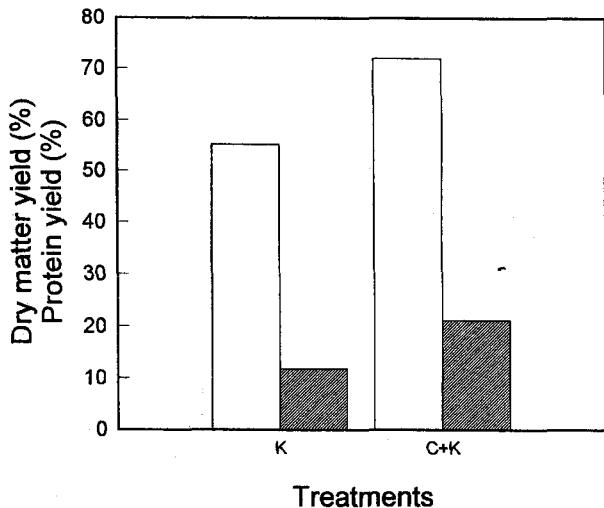


Fig. 1. Dry matter and protein yields from soymilk residues by koji treatments. Symbols : □, dry matter yield at 24 hr; ▨, protein yield at 24 hr. Treatment conditions: K, koji treatment (5% koji); C+K, koji treatment (5% koji) after cellulase treatment (0.1% Viscozyme).

Table 2. Organic acid contents of soymilk residue hydrolysates fermented by yeast*.

Organic acid	Organic acid content (mg/100 g)			
	P ¹⁾	C+P ²⁾	K ³⁾	C+K ⁴⁾
Oxalic acid	37.1	44.2	35.1	**
Citric acid	6.3	5.9	5.4	45.9
α-Ketoglutaric acid	-	-	1.1	-
Lactic acid	-	15.5	0.6	8.1
Fumaric acid	0.5	0.3	1.3	1.0
Pyroglutamic acid	5.1	4.4		
Sum	48.9	70.3	43.4	65.1

* Treatment conditions:

¹⁾ P : protease treatment (0.5% Alcalase and 0.5% Flavourzyme)

²⁾ C+P : protease treatment (0.5% Alcalase and 0.5% Flavourzyme) after cellulase treatment (0.1% Viscozyme).

³⁾ K : koji treatment (5% koji)

⁴⁾ C+K : koji treatment (5% koji) after cellulase treatment (0.1% Viscozyme).

** not detected

Table 3. Free amino acid (FAA) compositions of soymilk residue hydrolysates.*

	P	C+P	K	C+K
Total FAA% based on hydrolysate	0.368	0.385	0.215	0.239
Amino acid	Free amino acid composition (%)			
	P	C+P	K	C+K
Glu	2.5	8.4	3.3	6.7
Asn	7.1	1.9	2.2	1.7
His	-	9.2	8.1	6.4
Arg	1.7	1.0	0.5	0.7
Gly	3.9	-	-	-
Ala	3.0	1.1	-	3.7
Tyr	8.1	11.3	-	5.2
Met	7.4	2.7	2.7	2.5
Val	3.9	11.9	17.1	14.1
Trp	12.7	3.1	4.5	4.3
Phe	2.6	14.1	19.5	15.8
Ile	13.1	7.3	9.8	8.3
Leu	5.9	11.7	14.7	14.2
Lys	18.5	7.4	10.7	8.9
Asp	5.5	4.3	3.2	5.0
Thr	3.9	4.6	3.5	2.4
Total	100	100	100	100

* Treatment conditions: the same conditions in Table 2

** - : not detected

아미노산 함량을 갖는 것은 코지 처리 시료에서 단백질 회수율이 낮은 상기의 결과와 일치하는 결과였으며, 코지에 비하여 강력한 분해활성을 갖는 단백질 분해효소로 처리한 경우 유리 아미노산의 함량이 높아졌다. 셀룰레이즈 처리구가 비처리구보다 다소 높은 유리 아미노산 함량을 갖는 것으로 나타났으나 유의적인 차는 보이지 않았다.

관능 검사

앞서 제조한 네 종류의 가수분해물에 대한 관능적 특성을 5점척도법에 의해 평가하였다(Table 4). 가수분해물들은 황토색을 갖으며 약한 대두취를 갖고, 진미는 약하나 효모 추출물이나 HVP(hydrolyzed vegetable protein)와 유사한 맛을 나타내었다. 셀룰레이즈로 가수분해한 두 시료(C+P, C+K)에서 향에 대한 기호도가 높게 나타났으며 이것은 유기산 함량이 높은 것과 관련 있는 것으로 판단된다. 감칠맛(savory taste)은 셀룰레이즈 처리한 두 시료에서 낮게, 코지 처리한 두 시료에서 높게 평가되었다. 쓴 맛의 세기는 코지

로 처리한 두 시료에서 높은 것으로 나타났다. 이것은 쓴 맛을 강하게 내는 것으로 알려져 있는 Val, Phe, Ile, Leu (11)의 상대적 함량이 처리방법에 따라 다르며, 코지 처리한 두 시료(K, K+CK)에서 함량비가 각각 51.0%, 50.5%를 나타내어 코지로 처리하지 않은 두 시료(P, C+P)의 상대적 함량(25.5%, 45.0%)에 비해 높기 때문으로 보인다. 관능검사 결과 코지로 처리한 가수분해물이 관능적으로 우수하였으나, 색도, 향, 감칠맛과 전체적인 기호도는 대조구로 사용한 양조간장에 비해 낮은 편이었다.

이상의 결과로부터 두유박을 가용화하는 방법으로 셀룰레이즈와 단백질 분해효소를 복합 사용하는 것이 높은 고형분 회수율 및 단백질 회수율을 얻을 수 있었으며 코지로 처리하여 간장 특유의 맛과 향을 낼 수 있음을 알 수 있었다. 또한 셀룰레이즈로 가수분해하고 유기산 발효 효모균으로 처리함으로써 유기산의 함량을 증대시킬 수 있었다. 따라서 전통적으로 사용되어온 값싼 효소원 및 미생물을 이용함으로써 두유박을 높은 수율로 가용화할 수 있으며 이를 통하여 간장 또는 액젓의 원료 같은 유용한 단백질자원으로 활용 가능할 것으로 보인다. 단백질 분해효소의 값싼 대체 효소원으로서 코지가 사용되는 것에 반하여 셀룰레이즈의 경우는 그 예가 매우 드문 실정이다. 따라서 두유박 같은 식품가공 폐기물 활용의 주요 제한 요인이 되어 왔던 값싼 효소원의 개발이 크게 요망되며 향후 지속적인 연구를 통해 경제성 있는 공정도 가능할 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. Ma, C. Y., W. S. Liu, K. C. Kwok and F. Kwok (1996) Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (okara). *Food Res. Inter.* **29**, 797-805.
2. Mahmoud, M. I., W. T. Malone and C. T. Cordle (1992) Enzymatic hydrolysis of casein: effect of degree of hydrolysis on antigenicity and physical properties. *J. Food Sci.* **57**(5), 1223-1229.
3. Herbert, A. B. and P. Dunnill (1988) Limited modifications of soya proteins by immobilized subtilisin: comparison of products from different reactor types. *Biotechnol. Bioeng.* **32**, 475-481.
4. Choi, H. K., W. I. Cho and T. W. Moon (1996) Preparation of enzymatic hydrolysates of soymilk residue protein and fractionation of bile acid-binding components. *Food Biotech-*

Table 4. Sensory evaluation of soymilk residue hydrolysates fermented by yeast.*

	P	C+P	K	C+K	Commercial soy sauce **
Color	1.92±0.21***	3.67±0.21	2.33±0.12	4.00±0.13	4.17±0.21
Odor	2.08±0.31	3.25±0.22	2.67±0.25	2.83±0.12	3.92±0.24
Savory taste	2.92±0.24	1.58±0.10	3.00±0.15	2.75±0.15	3.83±0.26
Bitter taste (strength)	1.92±0.26	2.55±0.18	3.67±0.28	3.00±0.20	4.00±0.22
Overall acceptance	2.50±0.38	3.07±0.25	3.17±0.35	3.08±0.21	4.17±0.25

* Treatment conditions: the same conditions in Table 2

** Commercial soy sauce : fermented soy sauce manufactured by Hwayoung Food Co.

*** Values are mean±S.D.

- mol.* 5(1), 64-69.
5. Chae, H. J., M. -J. In and M. -H. Kim (1997) Characteristic properties of enzymatically hydrolyzed soy proteins for the use in jprotein supplements. *Agric. Chem. Biotechnol.* 40(5), 404-408.
 6. Chae, H. J., M. -J. in and M. -H. Kim (1997) Characteristics of enzymatically hydrolyzed soy sauce prepared from enzymatically hydrolyzed vegetable protein. *J. Korean soc. Food. Sci. Nutr.* 26(5), 784-787.
 7. Lee, S. -J., W. -P. Park, T. -W. Moon and Z. -U. Kim (1992) Preparation of plastein product from soymilk residue protein. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 35(6), 501-506.
 8. Kim, J. K., E. H. Park, H. K. Chung, K. S. Kim, H. S. Son and J. W. Chung (1994) Process for preparing soymilk from soymilk residues or tofu residues. Korean Patent, Publication No. 94-2528.
 9. Turnell, D. C. and J. D. H. Cooper (1983) Automated pre-column derivatization and its application to amino-acid analysis using high-performance liquid chromatography. *J. Automatic Chem.* 5(1), 36-39.
 10. Adams R. F., R. L. Jones and P. L. Conway (1984) High-performance liquid chromatography of microbial acid metabolites obtained from e.g. industrial fermentations. *J. Chromatogr. Biomed. Appl.* 336(1), 125-37.
 11. Kim, J. -K., and C. -S. Kim (1980) The Taste Components of ordinary Korean Soy sauce *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 23(2), 89-104.

Production of a Protein Supplement from Soymilk Residues by Combined Use of Enzymes and Microorganisms

Hee Jeong Chae*, Man-Jin In and Jong Dae Lee¹ (*R&D Center, Daesang Corp., Kyoungki 467-810, Korea;*
¹*Department of Chemical Engineering, Chungbuk National University, Cheongju 130-743, Korea*)

Abstract : The effects of soymilk residues solubilization by cellulase, protease, koji and yeast were investigated on dry matter and protein yields, amino acid and organic acid contents. Co-treatment of soymilk residues by cellulase and protease gave high dry matter yield and protein yield. Koji treatment followed by yeast fermentation was effective for increasing organic acid content and producing soy sauce-like taste and odor. Organic acid content of fermented hydrolysates was improved by cellulase treatment. Protease treatment rather than koji treatment gave high amino acid content, and cellulase treatment seemed to have little effect on increasing free amino acid content. In sensory evaluation, koji-treated hydrolysate showed higher overall acceptance than other hydrolysates, however it showed lower overall acceptance than commercial fermented soy sauce.

Key words : soymilk residues, enzyme hydrolysis, protease, cellulase, koji, yeast, solubilization

* Corresponding author