

## 순물의 *Lactobacillus acidophilus* 배지로서의 이용 및 생육균주의 내산성과 내담즙산성

정수현<sup>†</sup> · 서형주 · 이 호\*

고려대학교 보건전문대학 식품영양과

\*경기대학교 식품생물공학과

### Utilization of Soybean Curd Whey as a Medium for *Lactobacillus acidophilus* and Acid- and Bile-tolerance of Cultured Strains

Soo-Hyun Chung<sup>†</sup>, Hyung-Joo Suh and Ho Lee\*

Dept. of Food and Nutrition, College of Allied and Health Sciences, Korea University, Seoul 136-703, Korea

\*Dept. of Food and Biotechnology, Kyonggi University, Suwon 442-760, Korea

#### Abstract

Soybean curd whey (SCW) containing plenty of nutrients is the discarded by-product in soybean curd processing. To test the potential utilization of SCW as a medium for the cultivation of *Lactobacillus acidophilus*, the chemical composition of SCW, as well as the growth, acid production, acid-tolerance, and bile-tolerance of *L. acidophilus* in SCW-based media were investigated. Sucrose and stachyose, the main free sugars of SCW, were 0.42% and 0.41%, respectively. SCW contained 36.1 mg/L of total free amino acids. *L. acidophilus* KFRI 150 showed lower cell growth and acid production in SCW than those in MRS broth. In optimized SCW-based medium supplemented with 1.0% glucose, 0.5% yeast extract, and 0.2% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, the growth and acid production of *L. acidophilus* KFRI 150 increased by twice against those in SCW. In optimized SCW-based medium, the viable counts of four *L. acidophilus* strains were mostly at the level of 10<sup>9</sup>/ml, which is similar to those in MRS broth. Each acid-tolerance and bile-tolerance of four *L. acidophilus* strains cultured in optimized SCW-based medium and MRS broth showed no dist-inguishable difference.

**Key words:** soybean curd whey, *Lactobacillus acidophilus*, medium, acid-tolerance, bile-tolerance

#### 서 론

순물은 두부 제조시 압착공정에서 나오는 부산물로서 원료 대두유의 80~85% 정도를 차지하며, 대두에서 유래하는 단백질, 탄수화물, 비타민, 무기염류 등의 영양성분을 함유하고 있다(1). 이 순물은 비지와 함께 가축의 사료로 소량 이용되기도 하였으나, 현재는 그 대부분이 폐기되고 있어 두부 폐수가 높은 유기물 함량을 나타내는 주원인이 되고 있다. 두부제조 공정에서 유기 폐수는 크게 침지공정, 탈수공정과 수세공정의 세단계에서 배출되는데 이들 세공정에서 유래한 폐수의 BOD는 각각 4,500mg/L, 11,500mg/L 및 250mg/L이며, 최종 폐수에 대한 오염 기여도는 각각 1.1%, 65.2% 및 4.3%로 탈수공정 폐수가 가장 큰 비율을 차지한다(2). 두

부제조 공정 중 탈수공정에서 유래하는 폐수인 순물의 BOD가 특히 높은 것은 압착·탈수과정에서 유기물이 가장 많이 배출되기 때문이다.

식품제조 후 발생하는 고농도의 유기폐수는 생물학적 산소요구량이 높기 때문에 이를 처리하기 위해서는 많은 시설의 투자와 비용이 요구되고 있다. 식품산업에서는 효과적인 유기폐수 처리의 한방법으로써 식품제조 부산물과 폐기물을 이용하여 단세포 단백질, 알코올 생산 및 기타 biomass 등의 생산에 관한 연구를 시도하여 왔다. 특히 치즈 whey에 대해서는 많은 연구가 진행되어 외국에서는 음료 원료와 발효산업의 배지로서 whey를 이용하는 등의 실용화된 결과(3)도 있으며, 국내에서도 이와 유사한 연구·보고(4-6)가 있다. 그러나 두부 폐수에 대해서는 광합성 세균을 이용한 폐수처리 등

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

에 관한 수 편의 보고(7,8)가 있을 뿐, 폐수부하의 근본적인 저하 대책과 효율적인 활용방안에 관한 연구는 찾아보기 어렵다. 두부 폐수의 폐수부하를 낮추는 방법으로써 두부 제조시 각 단위공정에서 배출된 폐수를 혼합하여 처리하는 것보다는 유기물 함량이 높은 순물의 처리만으로도 상당한 폐수처리 효과를 기대할 수 있다고 생각된다. 또한 순물의 처리에 있어서 순물에는 미생물의 성장에 필요한 영양성분이 함유되어 있으므로 이를 미생물 균체생산 배지로서의 이용이 가능하며, 순물의 효율적인 활용방안이라고 생각된다.

*Lactobacillus acidophilus*와 *Bifidobacteria* 같은 유산균과 발효유제품은 정장작용, 항암작용, 혈청콜레스테롤 저하 등 인체의 건강 유지에 유효하다는 것이 많은 연구자들에 의하여 보고되어 이들 균주가 probiotics 생산에 널리 이용되어 왔다(9). Probiotics의 생산을 위해서는 사용되는 균주의 probiotic 효과가 우수해야 할 뿐 아니라, 이들 균주들이 위액이나 담즙에 대한 내성이 높아야 한다. 또한 probiotics의 상업적 대량생산을 위해서는 적절한 배지의 개발이 필수적으로 요구된다. 따라서 본 연구에서는 probiotics 생산배지로써 순물을 이용할 수 있도록 순물의 조성을 조사하고 *L. acidophilus* 균주들을 대상으로 순물에서의 균체성장과 산생성을 검토하였다. 또한 순물에서의 *L. acidophilus* 균체성장과 산생성을 증대시키기 위하여 순물에 포도당, yeast extract 및  $K_2HPO_4$ 를 첨가한 후 이들 영양원의 효과를 검토하여 배지조건을 개선하였으며, 순물배지에서 생육한 *L. acidophilus* 균주들의 내산성과 내담즙산성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 사용균주

본 실험에서는 한국식품개발연구원에서 분양받은 사람의 장관유래의 *L. acidophilus* KFRI 00150, 00217, 00491 및 00493을 사용하였다. 이들 균주들은  $-70^{\circ}C$ 에서 보존(glycerol stock)하였으며, 사용 전에 MRS(Difco) 사면배지와 액체배지에서 연속 2회 계대하여 활성화시킨 후 시험 배지에 1% 접종하였다.

### 순물의 성분분석

순물은 경기도 소재의 P 두부 제조공장에서 수집하였으며, 상법에 따라 순물의 총당(10), 고형분(10) 및 조단백질 함량(11)을 측정하였다. 순물의 유리당은 Carbohydrate analysis column(4.6mm×250mm, Waters),

유기산은 Aminex HPX-87H column(7.8mm×300mm, Bio-Rad)을 사용하여 HPLC로 측정하였으며, 유리아미노산은 *o*-phthalaldehyde 유도체화하여  $\mu$ Bondapak  $C_{18}$  column(3.9mm×150mm, Waters)을 사용하여 HPLC로 함량을 측정하였다(12).

### 순물을 이용한 배지제조

수집한 순물은 냉동보관하였으며, 사용 전에 헤동시켜 여과(Whatman No. 1 filter paper) 및 살균한 후 배지로 사용하였다. *L. acidophilus* 균체생산 및 산생성을 위한 배지로써 순물 또는 순물에 포도당(Junsei Chem. Co.), yeast extract(Difco) 및 인산염( $K_2HPO_4$ , Junsei Chem Co.)을 첨가한 배지를 제조하였으며, 각 배지는 살균 전에 0.1N NaOH 용액으로 pH 6.2로 조정하였다. 이때, 대조구는 MRS(Difco) 배지를 사용하였다.

### 유산균의 성장 및 산도 측정

각 배지에서 유산균 성장은  $37^{\circ}C$ 에서 24시간 정치 배양하면서 spectrophotometer(Shimadzu)를 사용하여 600nm에서 흡광도(optical density: OD)를 측정하여 나타내었으며, 산도(13)는 배양액 10ml을 0.1N NaOH 용액으로 적정할 후 이를 lactic acid 함량(%)으로 나타내었다.

### 내산성 시험 및 내담즙산 시험

각 균주들의 내산성 시험은 순물을 이용한 배지에서 18시간 배양한 균주들을 pH 3.0으로 조절한 MRS 배지에 접종한 후  $37^{\circ}C$ 에서 90분간 유지시키면서 30분마다 생균수를 측정하여 내산성을 비교하였다(14). 내담즙산 시험은 bile agar basal medium(beef extract 10g, peptone 10g, NaCl 5g/L)에 oxgall powder(Difco)를 각각 1%, 4% 되도록 첨가하고 살균한 다음 50ml의 blood serum을 가하여 제조한 평판배지에 순물을 이용한 배지에서 18시간 배양한 균주를 도말하고  $37^{\circ}C$ 에서 48시간 배양한 후 생균수를 측정하였다(15).

## 결과 및 고찰

### 순물의 조성

본 실험에서 사용한 순물의 성분은 Table 1과 같다. 순물의 총당과 총단백질 함량은 각각 기준물질로 사용한 포도당과 bovine albumin으로서 1.4%(w/v)와 0.30%(w/v)였으며, pH는 5.0이었다. 순물의 HPLC 분석에

Table 1. Chemical composition of soybean curd whey

Total solids	16.5g/L				
Total sugar	14.1g/L				
Total protein	3.0g/L				
pH 5.0					
Free sugar(g/L)		Orgainc acid(g/L)			
Fructose	2.3	Acetic acid	0.6		
Glucose	1.1	Lactic acid	0.5		
Sucrose	4.2	Malic acid	2.9		
Raffinose	1.9	Citric acid	1.0		
Stachyose	4.1				
Free amino acid(mg/L)					
Ala	3.66	Val	0.44	Leu	0.14
Ile	0.38	Pro	NT	Met	0.30
Phe	0.53	Trp	2.28	Gly	10.48
Ser	0.28	Thr	0.47	Gys	ND
Tyr	2.67	Asx	1.61	Glx	3.42
Lys	0.67	Arg	7.86	His	0.91

NT: Not tested, ND. Not detected

서 검출된 유리당은 sucrose와 stachyose가 각각 0.42%와 0.41%로 주된 당이었으며, 이외에도 fructose, raffinose 및 glucose가 0.23%, 0.19% 및 0.11%로 총 유리당 함량은 1.36%(w/v)이었다. 이들 유리당 중 sucrose와 stachyose 및 raffinose는 대두의 주된 유리당으로 보고(16)되어 있으며, fructose와 glucose는 두부제조 중 sucrose의 분해에 의하여 생성되어 순물에 잔류되어 나타난 것으로 생각된다. 순물의 HPLC 분석에서 검출된 유기산은 malic acid가 0.29%(w/v)로 그 함량이 가장 높았으며, 다음으로 citric acid, acetic acid 및 lactic acid 순이었다. 순물의 HPLC 분석에 의한 유리아미노산은 본 실험에서 사용한 방법으로는 측정되지 않는 proline을 제외한 총함량이 36.1mg/L이었으며, glycine과 arginine 함량이 각각 10.48mg/L 및 7.86mg/L로 다른 아미노산들보다 비교적 높은 양으로 존재하였고, 일반적으로 대두에서 낮은 수준으로 존재하는 것으로 알려진 cysteine, methionine 등의 황아미노산 함량은 낮은 수준을 나타내었다.

#### 순물에서 *L. acidophilus* 균주들의 성장

각 *L. acidophilus* 균주들을 순물에서 24시간 배양한 후의 성장, pH 및 산도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 순물에서의 각 유산균들의 생육은 OD 1.70~1.98로 MRS 배지에서의 OD 2.48~3.95보다 낮은 수준이었으며, 산생성력도 산도 0.22~0.33%를 나타내어 MRS 배지에서의 0.84~0.96%에 비하여 현저히 낮았다. 이는 순물에 함유된 당과 아미노산 등의 영양원만으로는 각 유산균의 충분한 생육이 어려워 제한된 수준에서만 생육이 이루어진 것으로 생각되며, 순물에 함유된 당함량

Table 2. Growth, pH and acidity of *L. acidophilus* strains in MRS and soybean curd whey

Strains of <i>L. acidophilus</i>	Media	Absorbance (at 600nm)	pH	Acidity (%)
KFRI 150	MRS	2.48	4.1	0.96
	SCW	1.70	4.0	0.33
KFRI 217	MRS	3.95	4.4	0.84
	SCW	1.98	4.6	0.22
KFRI 491	MRS	2.66	4.0	0.96
	SCW	1.75	4.0	0.32
KFRI 493	MRS	2.71	4.0	0.95
	SCW	1.83	3.9	0.30

SCW: Soybean curd whey

도 충분한 산생성에 부족하다고 판단되었다. 한편 각 유산균의 산생성량은 순물에서 배양한 경우가 MRS 배지에서 배양한 경우보다 낮았으나, pH는 두 배지에서 각각 비슷한 수준으로 측정되었는데 이는 순물의 완충능이 MRS 배지보다 낮기 때문에 나타난 결과로 생각된다. 따라서 순물배지에서 *L. acidophilus*의 균체성장과 산생성을 증가시키기 위해서는 순물에 적당한 영양원의 첨가가 요구된다고 판단되었으며, 이를 위하여 순물에서의 성장이 가장 낮은 *L. acidophilus* KFRI 150을 대상으로 균체성장과 산생성에 미치는 포도당과 yeast extract 및  $K_2HPO_4$  첨가효과를 조사하였다.

#### 포도당 첨가효과

순물에 포도당을 각각 0.5%, 10%, 1.5% 및 2.0%씩 첨가하여 *L. acidophilus* KFRI 150을 배양한 후, 균체 성장과 pH 및 산도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 포도당 첨가는 시험 유산균의 생육을 효과적으로 증진시켜 0.5%만 첨가하여도 OD가 2.12로 증가하였으며, 1.0% 첨가시에는 MRS 배지보다 높은 OD 2.50을 나타내었고 1.5%와 2.0% 첨가시에는 1.0% 첨가시보다 다소 낮은 OD값을 나타내었으나 큰 차이는 없었다. 한편 포도당 첨가가 유산균 생육을 증진시킨 것과는 달리 산생성에는 큰 영향을 주지 못하는 것으로 나타났는데, 0.5% 첨가시에는 포도당을 첨가하지 않은 순물에서와 같은 산도 0.33%와 pH 4.0을 보였으며, 포도당 1.0, 1.5,

Table 3. Effect of glucose on the growth and acid production of *L. acidophilus* KFRI 150 in soybean curd whey

Glucose (%)	Absorbance (at 600nm)	pH	Acidity (%)
0	1.70	4.1	0.33
0.5	2.12	4.0	0.33
1.0	2.50	3.9	0.36
1.5	2.45	3.8	0.37
2.0	2.41	3.8	0.36

2.0% 첨가시에도 각각의 산도가 0.36%, 0.37%, 0.36% 이었고 pH도 각각 3.9, 3.8, 3.8로 큰 차이가 없었다. 이 결과로부터 순물에 첨가하는 포도당 농도는 1.0%가 적당한 것으로 생각되었다.

Yeast extract 첨가효과

포도당 1.0%를 첨가한 순물에 yeast extract를 각각 0.1, 0.3 및 0.5%가 되도록 첨가하여 배지를 제조하고 *L. acidophilus* KFRI 150을 배양하였을 때 균체성장과 pH 및 산도를 비교하였다(Table 4). 시험 유산균의 생육에 미치는 yeast extract의 효과는 0.1%, 0.3% 및 0.5% 첨가시에 OD가 각각 2.69, 3.06 및 3.33으로 첨가농도가 증가함에 따라 유산균 생육도 증가하였다. 이는 yeast extract에 함유된 영양성분이 유산균의 생육에 필요한 생육인자로 작용하여 나타난 결과로 생각된다. 한편 yeast extract 첨가에 따른 유산균의 산생성은 0.1% 첨가시에 산도 0.40%를 나타내었고 0.3% 및 0.5% 첨가시에는 산도가 0.44% 및 0.45%로 다소 증가하였으나 pH는 모두 3.8로 같았다. 따라서 yeast extract의 첨가 농도가 증가할수록 산도도 증가하는 경향이었으나, 0.3%와 0.5% 첨가시에는 큰 차이가 없으므로 yeast extract를 더 이상 첨가하여도 산도에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 예상되며, 순물에 첨가하는 yeast extract 농도는 0.5%가 적당한 것으로 판단되었다.

K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 첨가효과

앞의 결과와 같이 포도당과 yeast extract의 첨가가 시험 유산균의 생육증진에는 효과적이었으나, 산생성에는 큰 영향을 미치지 못하였다. 이는 순물에 포도당과 yeast extract를 첨가함으로써 유산균의 생육에 필요한 영양성분은 충족시켰으나, 배지의 완충능이 부족하여 유산균 생육에 따른 산생성에 의한 지나친 pH의 저하에 의하여 산생성이 억제된 것으로 생각되었다. 따라서 포도당 1.0%와 yeast extract 0.5%를 첨가한 순물의 완충능 향상에 의한 산생성 증가를 위하여 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>를 0.1%, 0.2% 및 0.4%씩 첨가하고 *L. acidophilus* KFRI 150의 성장, pH 및 산도에 미치는 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>의 효과

Table 4. Effect of yeast extract on the growth and acid production of *L. acidophilus* KFRI 150 in soybean curd whey containing 1.0% glucose

Yeast extract (%)	Absorbance (at 600nm)	pH	Acidity (%)
0	2.50	3.9	0.33
0.1	2.69	3.8	0.40
0.3	3.06	3.8	0.44
0.5	3.33	3.8	0.45

Table 5. Effect of K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> on the growth and acid production of *L. acidophilus* KFRI 150 in soybean curd whey containing 1.0% glucose and 0.5% yeast extract

K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (%)	Absorbance (at 600nm)	pH	Acidity (%)
0	3.33	3.8	0.45
0.1	3.35	4.1	0.61
0.2	3.35	4.1	0.68
0.4	3.36	4.1	0.68

를 검토하였다(Table 5). K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>의 첨가는 시험 유산균의 생육에는 큰 영향을 미치지 않아 0.1%, 0.2% 및 0.4% 첨가시에 OD가 각각 3.35, 3.35 및 3.36으로 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>를 첨가하지 않았을 때의 OD 3.33과 큰 차이가 없었다 그러나 산생성에는 매우 효과적인 것으로 나타나 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>를 0.1%만 첨가하여도 산도가 0.61%로 크게 증가하였고 0.2% 및 0.4% 첨가시에는 모두 0.68%이었다. 또한 각 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 첨가농도에서의 pH는 모두 4.1로 MRS 배지에서 시험 유산균을 배양하였을 때의 pH와 같게 나타나 순물배지의 완충능이 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 첨가에 의하여 향상되었음을 알 수 있다. 이상의 결과로부터 순물에 첨가하는 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>의 농도는 0.2%가 적합하다고 생각되었다.

최적 순물배지에서의 *L. acidophilus* 균주들의 성장

상기의 결과로부터 *L. acidophilus* KFRI 150의 균체 성장과 산생산을 위하여 순물에 첨가하는 포도당, yeast extract 및 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>의 최적 첨가농도를 각각 1.0%, 0.5% 및 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.2%로 결정하였으며, 이를 최적 순물배지로 하고 이후의 실험에 사용하였다. 순물, MRS 및 최적 순물배지에서의 각 *L. acidophilus* 균주들의 성장곡선 (Fig. 1)에서 볼 수 있는 것과 같이 최적 순물배지에서 각 균주들은 모두 순물에서보다 성장속도와 최대성장량이 크게 증가하였다. 또한 *L. acidophilus* KFRI 150은 MRS 배지에서 보다 더 높은 성장을 나타내었고 *L. acidophilus* KFRI 491과 493은 MRS에서와 유사한 성장곡선을 보였으며, *L. acidophilus* KFRI 217 균주만 MRS 배지에서보다 낮은 성장을 보여 24시간 배양 후의 *L. acidophilus* KFRI 150, 217, 491 및 493 균주의 OD는 각각 3.35, 3.15, 2.71 및 2.96이었다. 최적 순물배지에서의 각 시험 균주들의 24시간 배양 후의 생균수는 10<sup>9</sup>/ml 수준이었으며, pH 4.1~4.2 및 산도 0.66~0.68%를 나타내었다(Table 6). Hong 등(6)은 치즈 whey를 이용하여 *L. acidophilus* KFRI 233 균주를 대상으로 수행한 실험에서 whey 고형분 5.0%, thiotone 1.0% 및 CaCO<sub>3</sub> 0.5%가 함유된 배지에서 시험 균주의 생균수를 5.8×10<sup>8</sup>

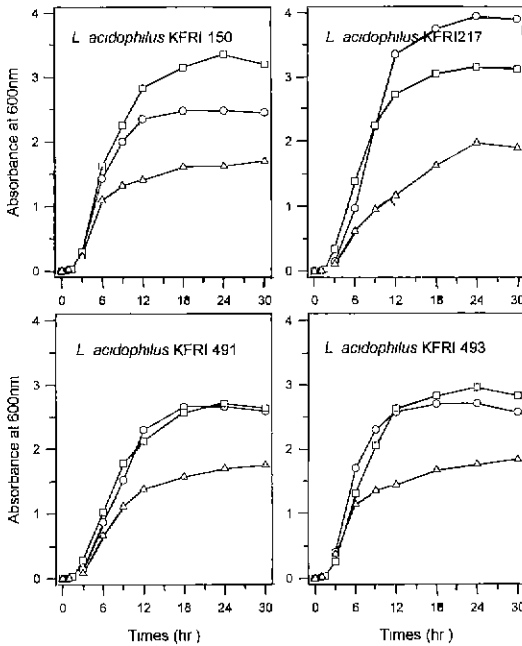


Fig. 1. Growth of *L. acidophilus* strains in MRS, soybean curd whey, and optimized soybean curd whey.  
 ○— MRS  
 □— Optimized soybean curd whey  
 △— Soybean curd whey

cfu/ml로 보고하였는데, 본 실험의 결과에서 나타난 바와 같이 최적 순물배지에서 *L. acidophilus* 균주들의 생균수는 이들의 결과보다 높은 수준이었다.

*L. acidophilus* 균주들의 내산성 및 내담즙산성

*L. acidophilus* 균주들을 MRS 배지와 최적 순물배지에서 각각 배양한 후 이들 시험 균주들의 내산성과 내담즙산성을 비교하였다. 각 시험 균주들의 내산성 시험 결과, pH 3.0으로 조절한 MRS 배지에서 초기 30분 동안 생균수는  $10^8 \sim 10^9$ /ml 수준에서  $10^5 \sim 10^6$ /ml 수준으로 현저히 감소하였으며, 이후에는 완만한 감소경향을 보여 90분 경과시에도 대부분  $10^5 \sim 10^6$ /ml 수준이었다(Fig. 2). 각 시험 균주의 내산성은 MRS 배지에서 전

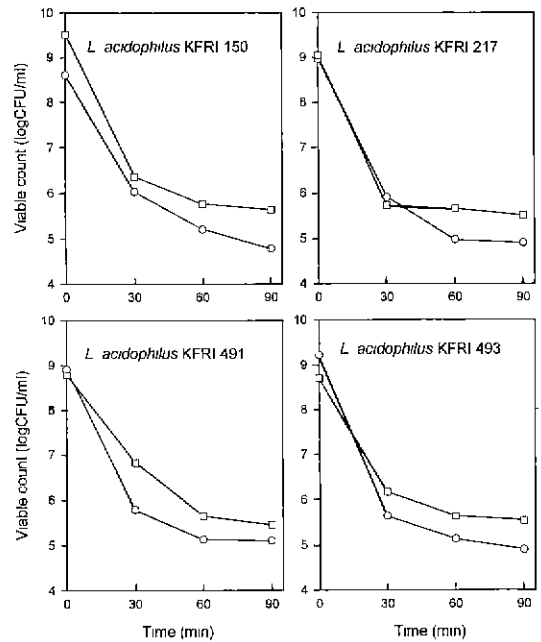


Fig. 2. Acid tolerance of *L. acidophilus* strains pre-cultured in MRS and optimized soybean curd whey.  
 ○— MRS  
 □— Optimized soybean curd whey

배양하였을 때보다 최적 순물배지에서 전배양하였을 때 약간 높은 경향을 나타내었으며, 균주에 따른 큰 차이는 없었다. 각 시험 균주들의 내담즙산성(Table 7)은 *L. acidophilus* KFR150과 491 균주는 oxgall이 1%만 존재하여도 생균수가  $10^9$ /ml 수준에서  $10^8$ /ml 수준으로 감소하였고 oxgall 4%에서의 생존율은 두균주가 모두 10% 이하의 수준을 보여 낮은 내담즙산성을 나타내었다. *L. acidophilus* KFR1217과 493 균주는 oxgall 1%에서는 물론, 4% 존재시에도  $10^8$ /ml 수준의 생균수를 유지하여 50% 내외의 생존율을 보이고 있으므로 비교적 높은 내담즙산성을 갖는 것으로 나타났다. 따라서 내담즙산성은 균주에 따른 차이가 비교적 큰 것으로 생각되며, 이러한 균주간의 내담즙산성의 차이는 Hong 등(6)의 보고와 유사한 결과였다. 한편, 각 시험 균주의 전배양배지에 따른 내담즙산성은 MRS 배지에서 전배양하였을 때보다 최적 순물배지에서 전배양하였을 때 약간 낮은 경향을 나타내었으나, 담즙산에 의한 생균수의 감소가 내산성 시험에서와 같이 현저한 수준은 아니어서 전배양배지에 따라 내담즙산성에 큰 차이가 있는 것으로 보이지는 않는다. 이상의 결과로 최적 순물배지는 probiotics생산을 위한 *L. acidophilus* 균체생산용 배지로서 효율적으로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 6. Growth, pH and acidity of *L. acidophilus* strains in optimized soybean curd whey medium

Strains of <i>L. acidophilus</i>	Viable count (cfu/ml)	pH	Acidity (%)
KFRI 150	$6.1 \times 10^9$	4.1	0.68
KFRI 217	$2.4 \times 10^9$	4.3	0.66
KFRI 491	$1.0 \times 10^9$	4.2	0.67
KFRI 493	$2.3 \times 10^9$	4.2	0.66

**Table 7. Bile acid tolerance of *L. acidophilus* strains precultured in MRS and optimized soybean curd whey medium**

Strains of <i>L. acidophilus</i>	Media	Oxgall (%)	Viable count/ml
KFRI 150	MRS	0	$1.7 \times 10^9$
		1	$4.1 \times 10^8$
		4	$1.5 \times 10^8$
	OSCW	0	$5.7 \times 10^9$
		1	$9.9 \times 10^8$
		4	$3.5 \times 10^8$
KFRI 217	MRS	0	$9.8 \times 10^9$
		1	$5.6 \times 10^9$
		4	$5.5 \times 10^9$
	OSCW	0	$2.5 \times 10^9$
		1	$1.7 \times 10^9$
		4	$1.3 \times 10^9$
KFRI 491	MRS	0	$1.3 \times 10^9$
		1	$2.0 \times 10^8$
		4	$1.3 \times 10^8$
	OSCW	0	$1.2 \times 10^9$
		1	$1.0 \times 10^8$
		4	$5.8 \times 10^7$
KFRI 493	MRS	0	$7.2 \times 10^9$
		1	$6.8 \times 10^9$
		4	$4.1 \times 10^9$
	OSCW	0	$6.7 \times 10^9$
		1	$5.3 \times 10^9$
		4	$3.0 \times 10^9$

OSCW: Optimized soybean curd whey

**요 약**

순물은 두부 제조시의 부산물로서 많은 영양성분을 함유하고 있으나 대부분이 폐기된다. 본 연구는 순물을 *Lactobacillus acidophilus*의 균체생산을 위한 배지로서 이용할 목적으로 순물의 조성을 조사하고 순물배지에서 *L. acidophilus* 균체생육과 산생성 및 순물배지에서 생육한 *L. acidophilus* 균주들의 내산성과 내담즙산성을 검토하였다. 순물의 주된 유리당은 sucrose와 starchose로서 각각 0.42%와 0.41%였고 총 아미노산 함량은 36.1mg/L이었다. 순물만을 배지로 사용하였을 때, *L. acidophilus* KFRI 150은 저조한 생육과 산생성을 보였으나, 순물에 포도당, yeast extract 및  $K_2HPO_4$ 를 각각 1.0%, 0.5% 및 0.2% 첨가하여 최적화한 순물배지에서는 생육과 산생성이 두배로 증가하여 MRS 배지에서 배양한 경우와 비슷한 결과를 보였다. 최적 순물배지에서의 시험 유산균들의 생균수는 MRS 배지에서와 유사한  $10^9$ /ml 수준이었으며, 최적 순물배지에서 전배양한

시험균주들의 내산성과 내담즙산성은 MRS 배지에서 전배양한 경우와 큰 차이를 보이지 않았다.

**감사의 글**

본 연구는 1995년 경기대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

**문 헌**

1. 양한철 : 식품공업 세문사, 서울, p.225(1991)
2. 국립환경연구원 : 폐수배출시설 표준원단위조사연구(上). 도서출판 동화기술, p.274(1995)
3. Kosikowsky, F. V. : Whey utilization and whey products. *J. Dairy Sci.*, **62**, 1149(1979)
4. 최미진, 허태련 :  $\beta$ -D-Galactosidase에 의한 유청에 함유된 유당의 가수분해 산업미생물학회지, **20**, 46(1992)
5. 김상필, 박희경, 김도환, 허태련 : Alcohol fermentation을 위한 배지로서의 cheese whey의 이용. 한국식품과학회지, **27**, 878(1995)
6. Hong, S S., Kim, W. J., Cha, S K. and Lee, B. H. : Growth of *Lactobacillus acidophilus* in whey-based medium and preparation of cell concentrate for production of probiotics. *J. Microbiol. Biotechnol.*, **6**, 128 (1996)
7. 강성욱 : 두부공업폐수를 이용한 광합성세균 *Rhodospirillum rubrum*의 균체생산. 고려대학교 자연자원대학원 석사학위논문(1993)
8. 오준현, 조홍연, 양한철 : Chitosan에 의한 광합성세균 처리 두부공업폐수의 균체 응집효과. 산업미생물학회지, **23**, 763(1995)
9. Fuller, R. : Probiotics in man and animals *J Appl. Bacteriol.*, **66**, 365(1989)
10. Standard Method for Examination of Water and Waste Water : American Public Health Association. 18th ed, Inc , New York(1992)
11. Lowry, O. H, Rasebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. : Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265(1951)
12. Judy, A. W and Hart, R. J. : HPLC analysis of amino acids. In "Food Analysis by HPLC" Leo, M. L. Nollet (ed.), Marcell Dekker, Inc., New York, p.75(1992)
13. A.O.A.C : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C (1984)
14. Berrada, N., Piaia, M. and Thouvenot, P. : *Bifidobacterium* from fermented milks; survival during gastric transit. *J. Dairy Sci.*, **74**, 409(1991)
15. Methods for General and Molecular Bacteriology : American Society for Microbiology, Washington, D.C.(1994)
16. 성락훈, 박세준, 정혜승, 김영배 : 저장기간과 용도가 다른 대두종질의 화학성분 차이 한작지, **39**, 382(1994)

(1997년 7월 11일 접수)