

현미 당화액에서 *Leuconostoc mesenteroides* KC51 균주에 의한 산의 생성과 Phytate의 분해

인만진* · 최서연 · 김혜림 · 박단비 · 오남순¹ · 김동철²

청운대학교 식품영양학과, ¹공주대학교 식품공학과, ²성균관대학교 기초과학연구소

Acid Production and Phytate Degradation using a *Leuconostoc mesenteroides* KC51 Strain in Saccharified-Rice Suspension

Man-Jin In*, Seo-Yeon Choi, Hye-Rim Kim, Dan-Bi Park, Nam-Soon Oh¹, and Dong Chung Kim²

Department of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon University, Hongseong 350-701, Korea

¹Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan 340-802, Korea

²Institute of Basic Science, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

Received February 4, 2009; Accepted March 6, 2009

A saccharified-rice was fermented using *Leuconostoc(Ln.) mesenteroides* KC51 strain in various dry matter (DM) contents (4%, 8%, and 12%) at 30°C for 18 h. The changes of viable cell number, acid production and phytate degradation in saccharified-rice during fermentation were investigated. The viable cell population of *Ln. mesenteroides* KC51 was increased rapidly in proportion to DM contents during the 9 h of cultivation. The changes of pH and titratable acidity in saccharified-rice were dependent on DM contents. At high DM content (12%), the viable cell number of *Ln. mesenteroides* KC51 increased to 9.56 log CFU/g after 6 h of fermentation. The pH and titratable acidity reached to pH 3.38 and 0.93% after 18 h of fermentation, respectively. The phytate, known as an antinutrient factor, in saccharified-rice was degraded by *Ln. mesenteroides* KC51 cultivation. The decrease of phytate during fermentation approximately coincided with the increase of *Ln. mesenteroides* KC51 population observed in fermented saccharified-rice. Regardless of DM contents, the levels of phytate were reduced to around 50% of initial concentration.

Key words: *Leuconostoc mesenteroides*, phytate degradation, saccharified-rice

서 론

쌀은 전세계 인구의 절반이 주식으로 하는 곡류로 대부분이 아시아에서 생산되고 있다. 우리나라에서는 매년 백미 기준으로 450만~500만톤 수준으로 쌀이 생산되나 국민 1인당 쌀 소비량은 꾸준히 감소하여 1998년 99.2 kg에서 2008년에는 75.8 kg을 기록하였고, 일본의 1인당 쌀 소비량이 61.4 kg(2007년)인 점을 고려하면 이러한 경향은 지속될 것으로 예측된다. 또한 우리나라 쌀 소비량의 98% 이상이 주식이므로 쌀을 이용한 다양한 제품 개발이 필요하다. 쌀의 가공 방법 중 미생물을 이용하는 발효 식품으로 우리나라에서는 주류와 증편이 알려져 있는 정도이다. 그러나, 곡류를 주식으로 하는 동남 아시아, 인도, 아프리카 등과 같은 지역에서는 곡류를 주원료로 하는 다양한 전

통 발효 식품과 음료가 꾸준히 생산, 소비되고 있다[Blandino 등, 2003]. 세계적으로 곡류 발효 식품에서는 효모와 유산균이 중요한 미생물로 발견되므로 이들을 starter로 이용하는 연구가 보고되고 있으며[Gotcheva 등, 2000; Mugula 등, 2003], 최근 국내에서도 효모와 유산균을 혼합 배양하여 증편의 제조에 이용하는 연구가 보고[Oh 등, 2008]된 바 있다. 특히 유산균을 이용한 곡류 발효 식품은 요구르트와 같은 발효 유제품처럼 곡류 probiotic food로 관심이 집중되고 있다[Angelov 등, 2006].

한편, 곡류에는 인의 주요 저장 형태로 inositol에 6개의 인산기가 결합된 인산ester 구조의 phytate(myo-inositol hexakisphosphate)가 존재하며, 특히 우리나라 쌀에는 phytate가 7.3~12.4 mg/g이 함유되어 있다[Huang 등, 2006]. Phytate는 킬레이트 활성에 의하여 중금속 제거, 항암작용 등과 같은 긍정적인 효과도 보고 [Shamsuddin, 1995]되어 있으나, 호소(湖沼)에서 부영양화를 유발하여 환경 오염을 유발시키는 원인 물질이며 생체 내에서 Mg, Ca, Fe, Zn 등의 무기질이나 영양 성분의 체내 흡수를 저해하는 항영양인자(antinutrient)로도 작용한다[Erdman and Ponerros-Schneir, 1989; Sandberg, 1994]. 그러므로 식품에서

*Corresponding author
Phone: +82-41-630-3278; Fax: +82-41-632-3278
E-mail: manjin@chungwoon.ac.kr

phytate의 제거는 영양학적으로 중요하며, phytase를 사용하여 식품 중의 phytate 함량을 저감시키는 방법이 실용화되고 있다 [Zyta, 1992]. 특히 통 밀가루(whole wheat flour)로 sourdough를 제조하여 빵을 만드는 경우, 유산균 배양으로 반죽의 pH가 낮아지고 밀에 존재하는 phytase의 활성화로 밀가루에 함유된 phytate가 효과적으로 분해되는 것으로 보고[Reale 등, 2007]되어 있다. 또한 sourdough 유산균인 *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1 유래의 phytase는 반응 최적 pH가 4.0, 최적 온도는 45°C, 등전점은 5.0이라는 연구 결과[Angelis 등, 2003]도 알려져 있다. 식품 중 phytate 분해에 대한 연구는 대부분 밀가루를 재료로 사용하는 빵 제품에 집중되어 있으며, 쌀 제품 중 phytate의 분해에 대한 연구는 미미한 실정이다. 특히 쌀을 주식으로 하는 우리나라에서 쌀 가공품 중 phytate 함량을 낮추는 연구는 영양학적으로 필요하다.

따라서 phytate 함량이 감소된 쌀 가공식품 개발을 위한 기초 연구로 본 연구에서는 현미 당화액에서 김치에서 분리한 *Ln. mesenteroides* KC51 균주[Oh와 In, 2008]의 생육 특성과 현미 중 phytate 함량 변화에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구 결과는 쌀을 이용하여 phytate 함량이 낮으며 유산균이 함유된 probiotic food를 제조하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

재료. 본 연구의 실험 균주로는 김치에서 분리한 *Ln. mesenteroides* KC51 균주를 사용하였다. 미생물 배양에 사용한 쌀은 수라 품종(2006년 충남 당진산)으로 현미로 도정한 후 증류수로 3회 수세하고 4°C에서 24시간 수침하였으며 물기를 제거하고 roll mill로 2회 제분하여 사용하였다.

쌀 당화액의 제조 및 유산균 배양. 현미 분말 20 g을 증류수 100 g에 현탁하고 80°C에서 10분간 가열하여 전분을 호화시킨 후 α -amylase(Sigma Chem., St Louis, MO) 0.1 mL를 가하고 80°C에서 1시간 반응시켰다. 반응액의 pH를 4.8로 조절하고 amyloglucosidase(Sigma Chem., St Louis, MO) 0.1 mL를 가한 후 60°C에서 다시 1시간 반응시켰다[Park 등, 2005]. 최종 반응액을 동결건조한 후 -20°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 본 배양용 starter는 사면 배지에 보관 중인 *Ln. mesenteroides* KC51를 *Lactobacilli* MRS broth(Difco Laboratories, Detroit, MI)에 1백금이 접종하여 30°C에서 15시간 동안 진탕 배양하여 준비하였다. 본 배양 배지는 동결건조한 현미 당화물을 4~12%(w/w)로 증류수에 현탁하고 autoclave하여 제조하였으며, 미리 준비한 starter를 5%(v/v)접종하고 30°C에서 150 rpm으로 진탕 배양하였다. 당화하지 않은 현미 분말 4%(w/w) 현탁액을 대조군으로 사용하였다.

적정산도 및 pH. 적정산도는 발효액 5 g에 평균 증류수 45 g을 가하여 잘 혼합한 후 10 mL를 취하여 0.01 N NaOH로 적정하고 NaOH소모량을 젯산으로 환산하여 나타내었으며, 발효액의 pH는 pH-meter(model 720P, istek, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다.

생균수 측정. 배양액 1 g을 멸균 식염수에 희석하여 생균수

측정시료로 사용하였다. 평판에서 희석액 1 mL에 멸균한 MRS agar 배지를 부어 혼합하고 30°C에서 36시간 배양하여 형성된 colony를 계측하였다. *Ln. mesenteroides* KC51의 생균수를 시료 g당 colony forming units (CFU/g)로 나타내었다.

유기산 분석. 발효액의 유기산은 HPLC (Dionex, Sunnyvale, CA)를 이용하여 분석하였다. 컬럼은 Aminex HPX-87H (Bio-Rad Lab., Hercules, CA), 용매는 8 mM H₂SO₄(유속 0.7 mL/min), 검출기는 UV detector(210 nm)를 사용하였다.

Phytate 함량 분석. 배양액 중 phytate 함량은 변형된 Wade 방법으로 측정하였다[Latta와 Eskin, 1980]. 증류수로 10배 희석한 배양액 3 mL에 Wade 시약(증류수에 0.03% FeCl₃·6H₂O와 0.3% sulfosalicylic acid 용해) 1 mL를 가한 후 vortex mixer로 10초간 혼합하고 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 500 nm에서 여과액의 흡광도를 측정하였다. Phytate 함량은 Na-phytate 표준곡선을 이용하여 계산하였다.

결과 및 고찰

현미 당화물. 별도의 배지 성분을 첨가하지 않고 쌀 분말을 이용하여 유산균을 배양하기에는 도정도가 높은 백미보다는 미량 영양분의 함량이 높은 현미가 적합할 것으로 판단되었다. 또한 유산균은 전분 당화 효소의 활성이 미약하므로 액화 및 당화효소를 사용하여 현미 분말에 함유된 전분을 부분적으로 분해하여 배지로 사용하였다. 당화 후 동결건조한 현미 당화물의 환원당 함량은 전체 고형분 중 48.21%(w/w)로 당화하지 않은 현미 분말의 1.47%(w/w)에 비하여 크게 향상되었다. 현미의 탄수화물 함량이 75~78% 정도인 점을 고려하면 전분이 절반 이상 환원력을 갖는 저분자로 분해된 것으로 판단된다.

현미 당화액에서 생육 특성. 현미 당화물만을 4~12%(w/w)의 농도로 증류수에 현탁하여 멸균한 후 *Ln. mesenteroides* KC51을 접종하고 30°C에서 18시간 진탕 배양하면서 3시간 간격으로 총균수, 적정산도와 pH의 변화를 측정하였다. 이때 당화하지 않은 4%(w/w)의 현미 분말 현탁액을 대조군으로 사용하여 비교하였다. 현미 당화액에서 *Ln. mesenteroides* KC51 균주의 생육은 당화물의 농도가 높을수록 생육이 양호하여 접종 후 6~9시간까지 지속적으로 증가하였으나, 대조구인 경우는 접종 후 3시간 쯤 약 8.5 log CFU/g로 증가한 후 생육에 변화가 없었다. 각 조건에서 최대 생균수는 당화물의 농도 증가에 따라 각각 8.87 log CFU/g(4%), 9.32 log CFU/g(8%), 9.56 log CFU/g(12%)까지 증가하였다(Fig. 1). 한편, *Ln. mesenteroides* KC51 균주를 두유에 배양할 때[Oh와 In, 2008]도 우유에 쌀 분말을 2% 첨가하여 *Ln. mesenteroides* ATCC 9135를 배양할 때(약 9~9.9 log CFU/g)[Ko와 Kim, 1995]와 유사한 생육을 보였다. 이와 같은 결과는 본 연구에 사용된 *Ln. mesenteroides* KC51 균주가 특별한 영양원의 공급없이 발효식품의 제조에 필요한 만큼의 생육이 이루어진다는 것을 말해준다. 즉, 현미만으로도 호상 요구르트의 국내 성분규격인 생균수 8 log CFU/mL 이상으로[KFIA, 2002] 유산균을 배양할 수 있으며, 쌀을 이용한 요구르트와 유사한 발효 제품의 제조 가능성을 제시하였다. 발효 시간에 따른 배양액의 pH는 배양 6시간까지 급격히 감

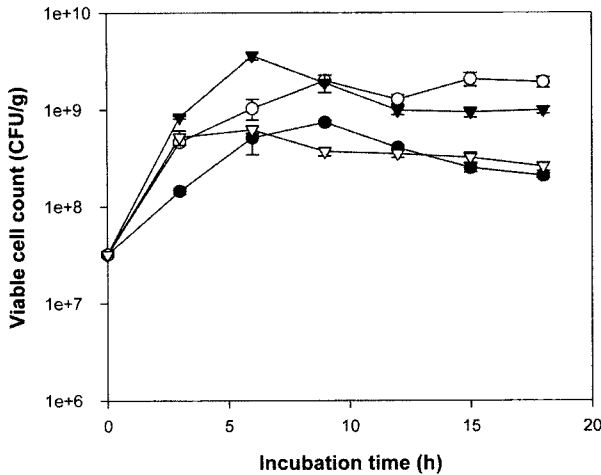


Fig. 1. Growth of *Leuconostoc mesenteroides* KC51 strain in various saccharified-rice concentrations. Symbols: ●, 4%; ○, 8%; ▼, 12%; ▽, control.

소하였으며, 당화물의 농도가 높을수록 pH가 많이 감소하였다. 특히 당화물의 농도가 4%에서는 9시간 이후 pH 3.6 정도에서 변화가 거의 없었으나 8%와 12% 조건에서는 15시간 이후까지 pH 3.44과 pH 3.38로 점진적인 감소 경향을 나타내었다(Fig. 2A). 반면에 대조군은 배양 6시간 이후 pH 4.1에서 변화가 없었다. 적정산도의 변화는 당화물의 농도에 따른 pH의 변화 경향과 유사하여 당화물의 농도 증가에 따라서 증가하였다. 당화물의 농도가 4%인 경우에 배양 9시간 이후 0.44% 정도에서 큰 변화가 없으나, 당화물의 농도가 8%와 12%에서는 배양 18시간 까지 각각 0.72%와 0.93%로 점증하였다(Fig. 2B). 대조군은 배양 6시간 이후 약 0.26% 수준에서 큰 변화가 없었다. 유기산의 농도를 분석한 결과(Table 1)를 보면 젖산과 초산은 대략 3:2의 비율로 생성되었으며, 생성량은 당화물의 농도에 따라서 증가하였다. 당화물의 농도별로 15시간 동안 배양한 경우에 12%인 경우는 젖산이 0.395%, 초산은 0.242% 생성되었으며, 당화하지 않은 현미 분말의 경우는 각각 0.0561%, 0.0364%로 매우 낮은 수준의 생성량을 보였다. 이상의 결과에서 유기산(젖산+초산) 생성량은 탈지분유와 쌀을 각각 4%로 혼합하여 쌀 요구르트를 제조한 경우 젖산 함량이 0.7~0.8%가 된다는 보고[Bae 등, 2004]보다는 다소 낮으나, 우유 원료를 사용하지 않고 18.5%의 옥수수 가루와 1.5%의 보리 가루 혼합물을 배지로 *Lb. rhamnosus* GG 균주를 배양한 경우[Helland 등, 2004]의 0.4% 보다는 높은 결과를 보였다. 한편, 유산균 배양에 의한 pH의 감소는 식품에서 병원성 미생물의 생육을 효과적으로 억제할 수 있는 방법이 된다[Yang 등, 2008]. 따라서 유기산 생산 능력이 우수한 *Ln. mesenteroides* KC 51 균주의 사용은 추후 제품의 안전성에도 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 요구르트의 경우 바람직한 pH 범위가 pH 3.27~4.53이라는 보고[Chameber, 1979]를 참고하면 현미 당화액에서 *Ln. mesenteroides* KC 51 균주에 의한 산의 생성은 요구르트와 유사한 발효 제품의 제조에 적합할 것으로 예상된다.

Phytate 분해. 현미 당화물에서 *Ln. mesenteroides* KC51 균주의 배양에 따른 phytate 함량 변화를 경시적으로 조사하였

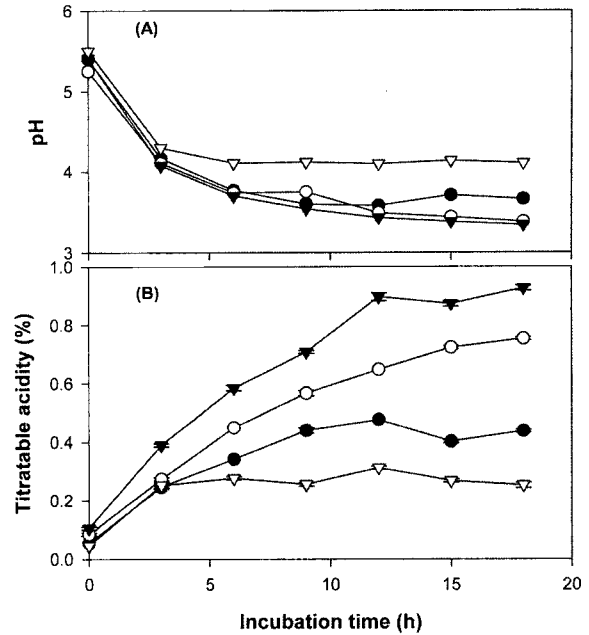


Fig. 2. Change of pH (panel A) and titratable acidity (panel B) of saccharified-rice fermented with *Leuconostoc mesenteroides* KC51 strain at various saccharified-rice concentrations. Symbols: ●, 4%; ○, 8%; ▼, 12%; ▽, control.

Table 1. Organic acid concentration in saccharified-rice suspension fermented with *Leuconostoc mesenteroides* KC 51 strain after 15 h cultivation

Saccharified-rice concentration (%)	Lactic acid (%)	Acetic acid (%)
Control ¹⁾	0.056	0.036
4	0.142	0.090
8	0.262	0.156
12	0.395	0.242

¹⁾Control is cultivated in 4% non-saccharified brown rice suspension.

다. Phytate 함량은 배양 시간의 경과에 따라 감소하여 배양 후 9~12시간 쯤 가장 낮게 나타내었으며(Fig. 3), 현미 당화물 12%에서 18시간 배양 결과 phytate 함량이 다소 증가하였으나 분해 양상에 영향을 줄 수 있는 정도는 아니었다. 또한 phytate의 변화는 KC51 균주의 생균수 변화(Fig. 1)와 매우 유사한 경향을 보여 생균수의 증가와 phytate가 분해가 연관된 것으로 사료되었다. Phytase를 생성하는 유산균은 *Lactobacillus* 속의 미생물[Sreeramulu 등, 1996; Angelis 등, 2003; Kim 등, 2007]이 대부분이며, *Leuconostoc* 속 유산균의 phytase에 대한 연구는 미미하다. 배양 전 현미 당화물의 phytate 함량은 6.16~7.73 mg/g rice로 기존의 보고[Huang 등, 2006]보다 다소 낮았으며, 이는 현미를 수침하는 동안 쌀에 존재하는 phytase[Liu 등, 1998]에 의하여 일부 phytate가 분해된 것으로 판단되었다. 그러나 쌀 유래의 phytase는 배지를 멸균하는 과정에서 실활되어 *Ln. mesenteroides* KC51 균주의 배양 과정에는 영향이 없었다. Phytate의 최대 분해율은 현미 당화물의 농도와 무관하게 45~47% 정도로 *Saccharomyces cerevisiae* phytase를 이용한 두부 순물 중 phytate 분해[In 등, 2008] 보다 다소 낮았다. 그러

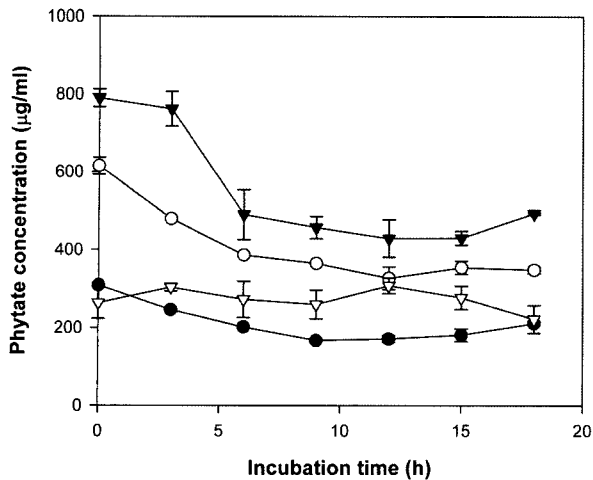


Fig. 3. Degradation of phytate dissolved in saccharified-rice suspension by *Leuconostoc mesenteroides* KC51 strain cultivation. Symbols: ●, 4%; ○, 8%; ▼, 12%; ▽, control.

나 당화하지 않은 현미 분말에서의 phytate 함량변화는 거의 없었다. 단백질, 전분 등과 소화되지 않는 복합체를 형성하는 phytate의 특성[Sandberg, 1994]을 고려하면, 당화되지 않은 현미 분말에서는 phytate가 단백질, 전분 등과 결합되어 분해되기 어려운 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 *Ln. mesenteroides* KC51 균주는 현미 당화물에서도 효과적으로 생육하며, 그 과정에서 현미에 함유되어 있는 항영양인자인 phytate를 45% 이상 분해하는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 *Ln. mesenteroides* KC51 균주를 사용하여 probiotic food 개념의 제품을 제조할 때, 제품의 영양성과 품질적 가치를 향상시킬 것으로 판단된다.

초 록

쌀과 유산균을 이용한 곡류 발효 식품을 개발하기 위하여 김치에서 분리한 유산균 *Ln. mesenteroides* KC51를 호화, 액화, 당화시킨 현미 분말 현탁액에 배양하였다. 멸균한 현미 당화물에 KC51 균주를 접종하고 30°C에서 진탕 배양한 결과, 생균수는 당화물의 농도 증가에 따라서 접종 후 9시간까지 급격히 증가하였으며 그 이후 완만하게 감소하였다. 당화물 농도가 12% 일 때 *Ln. mesenteroides* KC51 균주의 생육은 9.56 log CFU/g까지 증가하였다. 적정산도는 당화물의 농도가 증가함에 따라서 증가하였으며, 당화물의 농도가 12%에서 배양 18시간 쯤 0.93%까지 증가하였으며, pH는 3.38로 감소하였다. 이때 젖산과 초산의 함량이 각각 0.395%와 0.242%로 대략 3:2의 생성 비율을 보였다. 현미 배양액 중 항영양인자인 phytate의 농도는 유산균의 증식에 따라 감소되었으며, *Ln. mesenteroides* KC51 균주의 최대 phytate 분해율은 당화물의 농도와 무관하게 45~47%를 나타내었다.

Key words: *Leuconostoc mesenteroides*, phytate 분해, 현미 당화물

참고문헌

- Angelis MD, Gallo G, Corbo MR, McSweeney PLH, Faccia M, Giovne M, and Gobetti M (2003) Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. *Int J Food Microbiol* **87**, 259-270.
- Angelov A, Gotcheva V, Kuncheva R, and Hristozova T (2006) Development of a new oat-based probiotic drink. *Int J Food Microbiol* **112**, 75-80.
- Bae HC, Paik SH, and Nam MS (2004) Fermentation properties of rice added yogurt made with various lactic acid bacteria. *J Anim Sci & Technol* **46**, 677-686.
- Blandino A, Al-Aseeri ME, Pandiella SS, Cantero D, and Webb C (2003) Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Res Int* **36**, 527-543.
- Chameber JV (1979) Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. *Cult Dairy Prod J* **14**, 28-34.
- Erdman JW and Poneross-Schneier A (1989) Phytic acid interactions with divalent cations in foods and in the gastrointestinal track. *Adv Exp Med Biol* **249**, 161-171.
- Gotcheva V, Pandiella SS, Angelov A, Roshkova ZG, and Webb C (2000) Microflora identification of the Bulgarian cereal-based fermented beverage boza. *Process Biochem* **36**, 127-130.
- Huang LS, Sok DE, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, and Kim MR (2006) Phytate determination in various cultivars of Korean rice. *J Food Sci Nutr* **11**, 67-72.
- Helland MH, Wicklund T, and Narvhus JA (2004) Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria, in maize porridge with added malted barley. *Int J Food Microbiol* **91**, 305-313.
- In MJ, Seo SW, and Oh NS (2008) Fermentative production and application of acid phytase by *Saccharomyces cerevisiae* CY strain. *Afr J Biotechnol* **7**, 3115-3120.
- Kim EY, Kim YH, Rhee MH, Song JC, Lee KW, Kim KS, Lee SP, Lee IS, and Park SC (2007) Selection of *Lactobacillus* sp. PSC101 that produces active dietary enzymes such as amylase, lipase, phytase and protease in pigs. *J Gen Appl Microbiol* **53**, 111-117.
- Ko YT and Kim KH (1995) Growth and acid production by *Leuconostoc mesenteroides* in milk added with cereal and analysis of several volatile flavor compounds. *Korean J Soc Food Sci* **11**, 316-322.
- Korea Foods Industry Association. (2002) In *Code of Food* Monyoungsa, Seoul, Korea.
- Latta M and Eskin M (1980) A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J Agric Food Chem* **28**, 1313-1315.
- Liu, BL, Rafiq A, Tzeng YM, and Rob A (1998) The induction and characterization of phytase and beyond. *Enzyme Microb Technol* **22**, 415-424.
- Mugula JK, Narvhus JA, and Sørhaug T (2003) Use of starter cultures of lactic acid bacteria and yeasts in the preparation of *togwa*, a Tanzanian fermented food. *Int J Food Microbiol* **83**, 307-318.

- Oh CW, In MJ, and Oh NS (2008) Characteristics of rice sourdough for *Jeungpyun* prepared by mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Leuconostoc mesenteroides* strains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **37**, 660-665.
- Oh NS and In MJ (2008) Production of a fermented soymilk using a new strain *Leuconostoc mesenteroides* KC51 isolated from *Kimchi*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **51**, 88-91.
- Park DJ, Oh S, Ku KH, Mok C, Kim SH, and Imm JY (2005) Characteristics of yogurt-like products prepared from the combination of skim milk and soymilk containing saccharified-rice solution. *Int J Food Sci Nutr* **56**, 23-34.
- Reale A, Konietzny U, Coppola R, Sorrentino E, and Greiner R (2007) The importance of lactic acid bacteria for phytate degradation during cereal dough fermentation. *J Agric Food Chem* **55**, 2993-2997.
- Sandberg AS (1994) Antinutrient effects of phytate. *Nutrition* **18**, 429-432.
- Shamsuddin AM (1995) Inositol phosphates have novel anticancer function. *J Nutr* **125**, 725S-732S.
- Sreeramulu G, Srinivasa DS, Nand K, and Joseph R (1996) *Lactobacillus amylovorus* as a phytase producer in submerged culture. *Lett Appl Microbiol* **23**, 385-388.
- Yang Y, Tao WY, Liu YJ, and Zhu F (2008) Inhibition of *Bacillus cereus* by lactic acid bacteria starter cultures in rice fermentation. *Food Control* **19**, 169-161.
- Zyta K (1992) Mould phytases and their application in the food industry. *World J Microbiol Biotechnol* **8**, 467-472.