



*Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus casei*를 이용한 미강 첨가 발효유의 품질특성에 관한 연구

홍성문 · 구민성 · 정의천 · 강필구 · 김철현*

단국대학교 생명자원과학대학

Quality Characteristics of Yogurt prepared with Rice Bran *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus casei*

Sung-Moon Hong, Min-Seong Gu, Eui-Chun Chung, Pil-Gu Kang and Cheol-Hyun Kim*

College of Bio-Resources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

Abstract

The present study was carried out to evaluate the preparation of the fermented milks with rice bran and to prove that the bacteria used are necessary for providing amino acids in this process. The rice bran on fermented milk with *Streptococcus thermophilus* (ST-body1) and *Lactobacillus casei* (LC-10). The fermentation limit was set until acidimetry score reaches 1. There are reports of titratable acidity, pH, viable cell count and amounts of organic acids affecting amino acid production about physical and chemical analysis measured using HPLC. Finally, sensory test was surveyed. In this study, the rate of acidification was higher in the fermented milk with rice bran than in the common fermented milk. In case of the number of cells was 1.0×10^8 CFU/mL in group. The lactic acid and citric acid content in yogurts prepared with rice bran using *Streptococcus thermophilus* (ST-body1) and *Lactobacillus casei* (LC-10) was higher than that in the control yogurt. Amino acids derived by rice bran were effected in fermentation for each bacteria's necessary amino acid production, and it made bacteria growth larger. From the physical test of the fermented milk with rice bran, flavor, texture, sweetness, overall taste of the fermented milk of *Streptococcus thermophilus* (ST-body1) were found to be much better than those of the other groups. The results obtained for the fermented milk prepared with rice bran using *Streptococcus thermophilus* (ST-body1) are significant.

Keywords: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*, HPLC, organic acids, amino acid

서 론

발효유는 원유 또는 탈지유를 유산균으로 발효시켜 만든 유제품으로 우유 성분 이외에 발효과정 중 생성된 lactic acid, peptone, peptide, oligosaccharide가 함유되어 있고, 유산균의 장내 증식에 의한 정장작용 등 건강 증진 효과가 있는

식품이다(Gilliland, 1989). 발효유의 건강 증진 효과는 혈중 cholesterol 감소 작용, 미네랄과 비타민 흡수 촉진 작용, 유당의 소화 흡수 촉진 및 대장암 발생 억제 작용에 대해 보고되고 있다(Hood and Zottola, 2006).

최근 고령화 사회와 Lohas 시대를 맞이하여 기능성 식품에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서 기존의 발효유가 지니는 기능성 이외에 메밀(Kang and Kim, 2009), 유자(Lee et al., 2008), 꽃감(Ko et al., 2008), 홍삼(Kim et al., 2008), 함초(Cho et al., 2008), 오디(Suh et al., 2006), 검정콩(Bang

* Corresponding author: Cherl-Hyun Kim, College of Bio-Resources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea. Tel.: +82-41-550-3656, Fax: +82-41-551-3656, E-mail: hichkim@dankook.ac.kr

and Jeong, 2007), 매실(Lee *et al.*, 2002) 등의 기능성 물질이 첨가된 여러 형태의 발효유들이 생산되고 있다.

동시에 위와 같은 기능성 물질들 외에도, 우리나라의 주식인 쌀의 도정과정 중에 얻어지는 미강은 최근 건강식품으로서의 인식이 새로워지면서 이들을 이용한 많은 가공 및 건강보조식품에 대한 연구가 진행되고 있다.

미강(rice bran)이란 현미에서 정백미로 도정하는 과정에서 생기는 과피, 종피, 호분층 등의 분쇄혼합물을 말하며, 미강의 구성성분은 단백질 12~16%, 식이섬유 20~25%, 지질 16~22%이고(한국식품개발원, 2003), 미강의 유지를 구성하는 지방산이 올레산 43.8%, 리놀레산 34.0%, 팔미트산 16.4%로 구성되어 있다(윤 등, 2004). 이외에도 tocotrienols, oryzanols, beta-sitosterol, hemicellulose, beta-glucan 등의 특수성분이 함유되어 있다(Park *et al.*, 2004). 쌀 도정율 6.4%의 미강에 tocotrienol, 쌀 도정율 8.0%에는 tocopherol의 함량이 가장 높았으며, 수용성 섬유소가 혈청 중의 LDL 콜레스테롤 수준 저하 효과도 있다고 보고하였다(Park *et al.*, 2003).

또한 쌀겨 추출물의 변이원성 억제 효과(Nam and Kang, 1997), 간암 세포주와 자궁경부암 세포주에 대한 항암 활성(Choi *et al.*, 2006), 항산화 효과(Lai *et al.*, 2009), 혈압 상승 억제 효과(Lee *et al.*, 2001) 및 염증 반응 억제 활성(Choi *et al.*, 2004) 등 다양한 생리적 기능이 있다고 보고되어 왔다.

현재 우리나라에서는 연간 미강 생산량이 40~60톤 가량 발생하는데, 이 중에서 약 20~30% 정도만이 유지 추출의 원료로 이용되고, 나머지는 사료나 유기질 퇴비로 이용되고 있어 활용도가 매우 낮은 실정이다(Kim *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2006). 또한 미강의 다양한 생리활성효과에 대한 인식이 높아짐에 따라 여러 미강이 첨가된 제품이 제조되었으나 미생물을 이용한 발효식품에 관련된 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 *Lactobacillus casei*(LC-10, Culture system, USA)와 *Streptococcus thermophilus*(ST-body1, Culture system, USA) 균주를 이용하여 커드상의 미강 첨가 발효유를 만들어 미강수 용액 농도를 선정하고, 미강 첨가에 의한 젖산균의 산 생성과 산도의 변화, 유기산 및 유리아미노산과 더불어 관능적 특성 등 발효유의 품질에 미치는 영향을

관찰하고자 한다.

재료 및 방법

1. 발효유의 제조

1) 사용균주 및 미강

미강 첨가 발효유 제조를 위해 사용된 유산균은 총 2종으로 *Streptococcus thermophilus*(ST-body1, Culture system, USA)와 *Lactobacillus casei*(LC-10, Culture system, USA)를 사용하였고, 미강의 경우 직접 원유에 첨가하였을 시 미강내의 포자 생성으로 인해 발효유에서 오염현상이 발생하므로 15% 이하의 미강 수용액을 제조하여 배합하였다.

2) 발효유 제조

발효유의 배합비는 Table 1과 같고, 대조구는 원유를 60℃로 가온하고, 처리구는 원유를 가온한 후 각 0.3, 0.5, 1.0 및 2.0%(w/w) 농도의 미강 수용액을 첨가하였다. Water bath에서 살균(95℃, 20 min) 후 40℃로 냉각시키고, 살균된 우유에 각 유산균 *S. thermophilus*(ST-body1)과 *L. casei* (LC-10)는 37℃에서 3회 계대배양한 후에 사용하였다. 수용액은 제조 후 멸균(120℃, 20 min) 처리한 후 사용하였다.

3) 관능검사용 발효유

원유를 60℃로 가온한 후, 1%(w/w) 농도의 미강 수용액을 첨가하였다. Water bath에서 살균(95℃, 20 min)한 후 40℃로 냉각시키고, 살균된 우유에 각 유산균 *S. thermophilus* (ST-body1), *L. casei*(LC-10) 0.07%(w/w)를 접종한 후 40℃에서 적정산도 0.65~0.70이 될 때까지 발효 후 냉각하였다. 그 후 5℃ 이하의 냉장고에서 4일간 보관한 뒤 관능검사에 사용되었다.

2. 발효유의 분석

1) pH 및 적정산도

미강 첨가 발효유의 pH 측정은 25℃에서 시료 30 g을 비

Table 1. Ingredient composition of rice bran added yogurt

| | Raw milk (mL) | Water (mL) | Rice bran (g) | Solution (mL) | Total (mL) |
|---------|---------------|------------|---------------|---------------|------------|
| Control | 500 | 0 | 0 | 0 | 500 |
| 0.3% | 433.3 | 65.2 | 1.5 | 66.7 | 500 |
| 0.5% | 433.3 | 64.2 | 2.5 | 66.7 | 500 |
| 1.0% | 433.3 | 61.7 | 5 | 66.7 | 500 |
| 2.0% | 433.3 | 56.7 | 10 | 66.7 | 500 |

커에 담아 pH meter(Thermo, USA)를 사용하여 측정하였다. 적정산도는 APHA(1995)의 방법에 따라 시료 9 mL에 동량의 증류수를 첨가한 뒤 0.1% phenolphthalein 용액 2~3 방울 첨가하고, 0.1N NaOH로 적정하여 그 소모량으로 계산하였으며, 10시간 단위로 50시간까지 측정하였다. pH 및 적정산도의 측정은 오차를 줄이기 위해 3번씩 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

2) 유산균수 측정

시료 1 mL를 취하여 멸균 생리식염수에 십진희석법으로 희석한 후, BCP plate count agar(Eiken Chemical Co. Ltd, Japan)에 표준평판법으로 배양(37°C, 72 hr)하여 나타난 colony 수를 CFU/mL로 나타내었고, 10시간 단위로 50시간까지 유산균수를 측정하였다. 생균수는 적정 비율로 희석하여 3 반복 실험하였다.

3) 유기산 분석

유기산 분석은 Bevilacqua와 Califano(1989)의 방법을 일부 수정하여 다음과 같이 측정하였다. 발효유 5 mL를 채취하여 0.0085N H₂SO₄(Matsuno Chem. Ltd., Japan) 25 mL를 첨가한 후, 실온에서 2시간 방치 후 원심분리(4,000 rpm, 5 min)하여 상층액을 회수하였다. 회수된 상층액은 다시 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Model LC6A, Shimadzu Co., Japan)로 분석하였다.

Table 2. Instrument and operating conditions of HPLC for the analysis of organic acids

| | |
|----------------|--|
| Detector | UV/Visible detector (Shimadzu, Model SPD-6AV, Japan) |
| Column | Amonex HPX-87H (Bio-Rad, U.S.A) |
| Mobile phase | 0.0085N H ₂ SO ₄ |
| Flow rate | 0.6 mL/min |
| Wavelength | 210 nm |
| Oven temp. | 65°C |
| Injection vol. | 20 |

분석조건은 Table 2에 나타난 바와 같고, 분석에 사용된 표준시료는 formic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid로 분석시료의 전처리 방법과 동일하게 제조하여 실험에 사용하였다.

4) 유리아미노산

표준 아미노산은 아미노산 표준용액(Pierce Co., U.S.A.) 40 µL를 취하여 초순수물 제조장치(Elga, Ltd., England)를 통해 얻어진 물 960 µL를 첨가하여 사용하였으며, 내부표준용액은 α-aminobutyric acid(Sigma Chem. Co., U.S.A.)를 0.1M HCl에 2.5 mM의 농도로 첨가하여 조제하였다.

유리아미노산의 전처리는 Liu(1994)의 AQC-precolum derivatization 방법으로 다음과 같이 실시하였다. 시료 5 g

Table 3. Instrument and operating conditions of HPLC for the analysis of free amino acid

| | |
|----------------|---|
| Instrument | Alliance M2690XE system (Waters, U.S.A.) |
| Detector | Fluorescence (5 µL cell Vol.), Ex: 250 nm, Em: 390 nm |
| Column | AQC-TagC ₁₈ , 3.9×150 mm (Waters, U.S.A.) |
| Mobile phase | A: AQC-Tag eluent concentrate A, 100 mL:900 mL(v/v) B: 60% acetonitrile(v/v) |
| Oven temp. | 37°C |
| Flow rate | 1 mL/min |
| Injection vol. | 5 µL |

| | Time (min) | Flow rate (%) | A | |
|----------------|------------|---------------|-----|---------|
| | | | B | Initial |
| Gradient table | 1 | 100 | 0 | 0.50 |
| | 1 | 98 | 2 | 15.00 |
| | 1 | 93 | 7 | 19.00 |
| | 1 | 90 | 10 | 32.00 |
| | 1 | 67 | 33 | 33.00 |
| | 1 | 67 | 33 | 34.00 |
| | 1 | 0 | 100 | 37.00 |
| | 1 | 0 | 100 | 38.00 |
| | 1 | 100 | 0 | 40.00 |

에 증류수 5 mL를 첨가한 후 혼합액에 1 g의 sulphosalicylic acid를 첨가하고, 4°C에서 1시간 방치한 후 원심분리(1,940 rpm, 15 min)한 후 그 상정액을 0.45 µm filter로 여과하여 유리아미노산 전처리 시료로 사용하였으며, 시료의 유도체화는 Millipore(U.S.A.)의 6-aminoqu inoly-N-hydroysuccinimidyl carbamate(AQC), 0.2 M borate buffer 및 DNA-grade acetonitrile로 구성된 유도체화 시약 kit을 구입하여 사용하였고, 유도체 시약인 AQC는 acetonitrile 1 mL를 첨가한 후 가열(55°C, 10 min)하며 용해하여 사용하였다. 내부 표준 용액 40 µL와 아미노산 표준 용액 40 µL에 물 920 µL를 첨가한 용액을 10 µL 취하여 0.2 M borate buffer 70 µL를 첨가한 후 수초간 잘 혼합하고, 여기에 AQC 용액 20 µL를 첨가한 후 실온에서 1분간 방치하고, 가열(55°C, 10 min)한 후 분석하였으며, HPLC 조건은 Table 3에 나타낸 바와 같다.

5) 관능검사

적정산도가 0.70%인 발효유를 5°C 이하의 냉장고에서 4일간 냉장보관 후 30명의 검사원으로 향미(flavor), 당도(sweetness), 쓴맛(bitterness), 조직감(texture), 전체적인 맛(overall taste)의 기호도에 대한 순위법에 따라 관능검사를 실시하였으며, 결과는 SAS program을 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의적인 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 적정산도

Streptococcus thermophilus(ST-body1) 균주의 발효유 제조 시 적정산도 수치의 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같이, 20시간까지는 적정산도가 빠르게 올라가고, 그 이후로는 초반부에 비해 느리게 산도가 올라가는 것을 확인할 수 있었다. 산도 0.7까지는 1%와 2%에서는 10시간 이전에 도달하였고, 나머지의 경우에는 20시간 이전에 도달하는 것을 확인할 수 있다. 대조구의 경우, 생균수의 사멸기로 보이는 40시간대부터 적정산도도 크게 증가되지 않는 것을 확인할 수 있었다. 대조구의 모든 처리구에서 산도 0.8 이후 산도의 증가가 급격히 주는 것을 확인할 수 있었다. 따라서

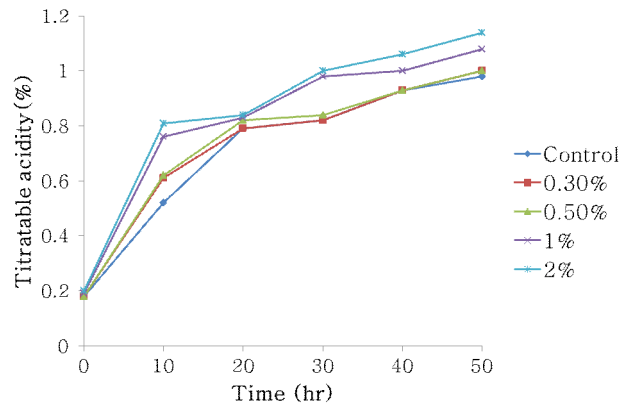


Fig. 1. Changes of titratable acidity in rice bran added yogurt with *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

S. thermophilus(ST-body1) 균주의 경우, 일정 수준 이후에는 산도가 크게 올라가지 않음을 추측할 수 있다. *S. thermophilus* (ST-body1)에서의 적정산도는 미강의 첨가 농도에 따라 적정산도의 변화도 가장 크게 나타났다. pH는 Table 4에 나타난 바와 같으며, 시간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였다.

L. casei(LC-10) 균주의 발효유 제조 시 적정산도 수치의 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. *L. casei*(LC-10)의 경우, 10시간까지는 1%와 2%에서 빠르게 산도가 올라갔고, 30시간부터 0.5%에서 두드러지게 산도가 올라가는 것을 확인할

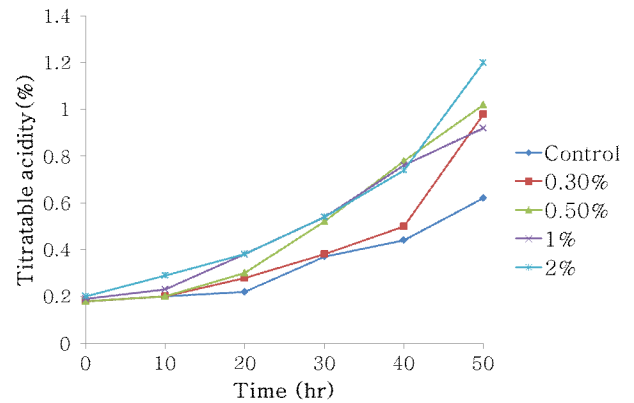


Fig. 2. Changes of titratable acidity in rice bran added yogurt with *Lactobacillus casei* (LC-10).

Table 4. Changes of pH during fermentation in rice bran added yogurt with *Streptococcus thermophilus* (ST-body1)

| Time | 0 hr | 10 hr | 20 hr | 30 hr | 40 hr | 50 hr |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Control | 6.54 | 4.85 | 4.58 | 4.45 | 4.42 | 4.35 |
| 0.3% | 6.61 | 4.81 | 4.51 | 4.42 | 4.37 | 4.28 |
| 0.5% | 6.59 | 4.84 | 4.54 | 4.43 | 4.39 | 4.31 |
| 1.0% | 6.56 | 4.81 | 4.57 | 4.44 | 4.40 | 4.34 |
| 2.0% | 6.53 | 4.75 | 4.60 | 4.52 | 4.49 | 4.40 |

Table 5. Changes of pH during fermentation in rice bran added yogurt with *Lactobacillus casei* (LC-10)

| Time | 0 hr | 10 hr | 20 hr | 30 hr | 40 hr | 50 hr |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Control | 6.59 | 6.49 | 6.16 | 5.69 | 5.37 | 4.77 |
| 0.3% | 6.62 | 6.49 | 5.73 | 4.84 | 4.13 | 4.01 |
| 0.5% | 6.60 | 6.49 | 5.84 | 5.04 | 4.47 | 4.10 |
| 1% | 6.57 | 6.47 | 5.69 | 4.72 | 4.25 | 3.94 |
| 2% | 6.54 | 6.37 | 5.54 | 4.86 | 4.25 | 4.00 |

수 있었다. 0.5%와 2%가 가장 빠르게 산도 1.0에 도달하였으며, 0.5%에서 가장 산도가 빠르게 올라가는 것으로 추측된다. 대조구의 경우, 산도가 꾸준히 올라가는 것을 확인할 수 있었고, *S. thermophilus*(ST-body1)에 비해서는 대조구와 처리구의 차이가 확연히 나타났다.

pH는 Table 5에 나타난 바와 같으며, 시간이 경과할수록 ST-body1과 동일하게 꾸준히 감소하는 경향을 보였다.

2. 유산균수 변화

S. thermophilus(ST-body1)을 접종한 발효유에서는 Fig. 3과 같이, 시간이 증가함에 따라 대조구와 처리구에 관계 없이 생균수가 1.2×10^8 CFU/mL로 비슷한 경향의 성장곡선을 나타내었으며, 미강의 함유에 따른 차이점을 발견할 수 없었다.

L. casei(LC-10)의 경우, *S. thermophilus*(ST-body1)와 같은 시기에 대수기에 도달하였으며, Fig. 4에서 보이는 바와 같이 미강 함량별 생균수의 차이가 미강이 많을수록 높은 생균수를 보였다. 또한 대조구에 비해 미강을 첨가한 처리구에서 대수기에 더 빠르게 도달한 것을 확인할 수 있었다.

3. 유기산

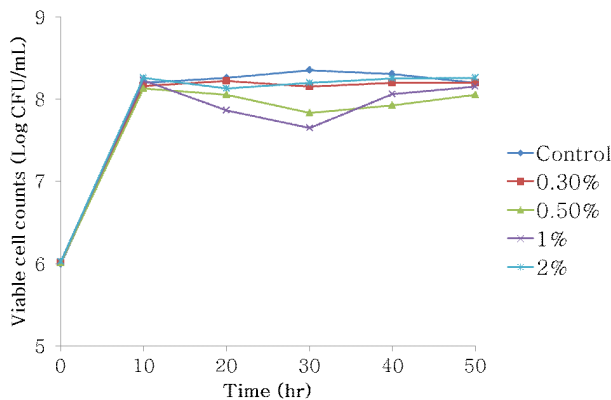


Fig. 3. Changes of viable cell counts during fermentation in rice bran added yogurt with *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

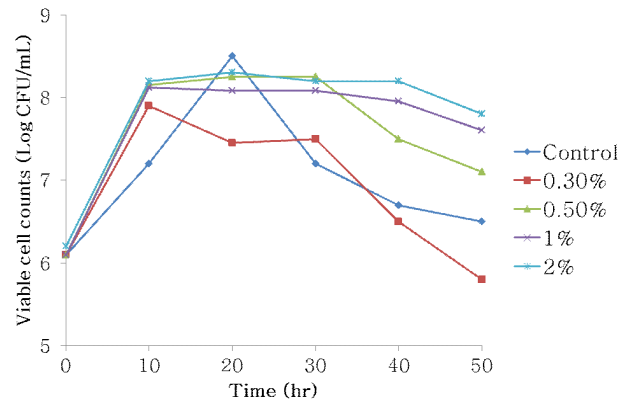


Fig. 4. Changes of viable cell counts during fermentation in rice bran added yogurt with *Lactobacillus casei* (LC-10).

유제품에서 유기산은 그 속에 존재하는 유지방의 가수분해, 소의 생화학적 대사과정 및 유산균의 대사산물로부터 생성되며, 발효유의 경우에도 이들 유기산은 관능적 특성과 영양적 측면 이외에도 유산균의 생육활성 지표로서 중요하다.

미강 첨가량을 달리한 발효유의 적정산도가 0.7%에 도달하였을 때의 유기산 분석에 대한 HPLC chromatogram은 Fig. 5와 같으며, formic acid, lactic acid, citric acid의 함량은 Table 6과 같다. ST-body1의 경우, 대조구와 처리구 모두 formic acid와 acetic acid가 확인되지 않았고, LC-10의 경우 대조구와 처리구 모두 lactic acid만 나타났다. 모든 발효유에서의 유기산의 큰 차이를 볼 수 없었다.

ST-body1 균주를 사용한 발효 시 생성되는 aspartic acid, glutamic acid, arginine, methionine, lysine와 같은 유리아미노산에 대한 측정결과는 Fig. 5~9에 나타내었다. Glutamic acid와 arginine, methionine이 유산균수, 산 생성, pH의 측정결과와 유사한 결과 값을 보였다. 그 중에서도 glutamic acid가 가장 유사성이 깊은 것으로 나타났다. Glutamic acid는 0시간에서 10시간까지 그 양이 증가하다가 ST-body1의 대수기 및 산 생성이 활성화되는 시점부터 그 양이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이로 미루어 볼 때 glutamic acid가 ST-body1의 성장 및 생육에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

Table 6. Organic acids concentration in yogurt fermented with rice bran

| Lactic acid bacteria | Concentration of the organic acid (ppm) | | | | |
|------------------------|---|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Formic acid | Lactic acid | Acetic acid | Citric acid |
| ST-body1 ¹⁾ | A ³⁾ | ND ⁵⁾ | 3.057 | ND | 4.308 |
| | B ⁴⁾ | ND | 3.056 | ND | 4.299 |
| LC-10 ²⁾ | A | ND | 3.084 | ND | ND |
| | B | ND | 3.066 | ND | ND |

¹⁾ *Streptococcus thermophilus* (ST-body1)

²⁾ *Lactobacillus casei* (LC-10)

³⁾ Control

⁴⁾ Yogurt added with rice bran

⁵⁾ Not detected

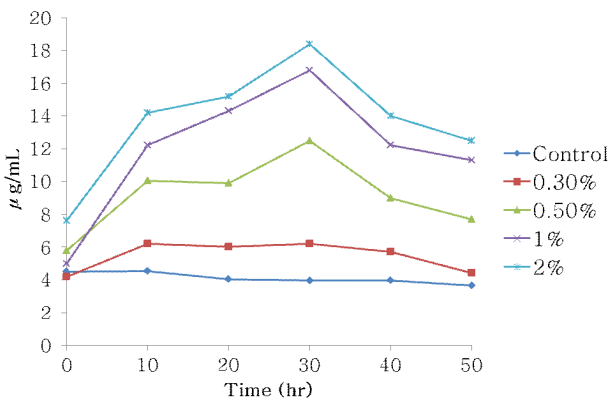


Fig. 5. Utilization of aspartic acid from rice bran added yogurt for *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

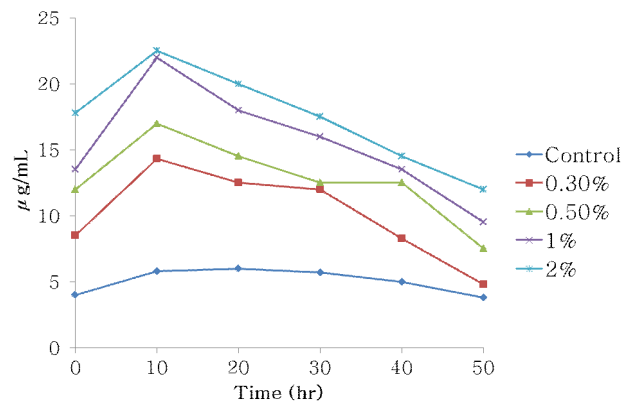


Fig. 7. Utilization of arginine from rice bran added yogurt for *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

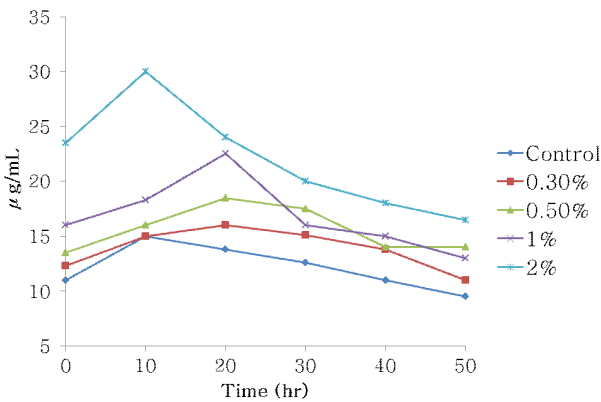


Fig. 6. Utilization of glutamic acid from rice bran added yogurt for *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

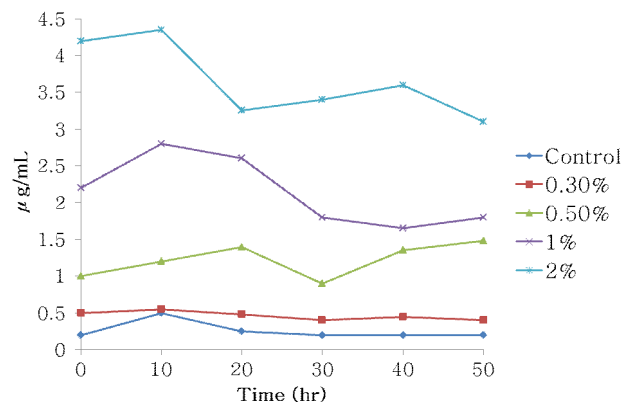


Fig. 8. Utilization of methionine from rice bran added yogurt for *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

L. casei(LC-10) 균주를 사용한 발효 시 생성되는 aspartic acid, glutamic acid, arginine, methionine, lysine과 같은 유리아미노산에 대한 측정결과는 Fig. 10~14에 나타내었다. 유리아미노산 측정결과, LC-10의 성장곡선과 유사하게

methionine과 lysine의 함량이 나타남을 확인할 수 있었다. 또한, aspartic acid는 균수가 증가함에 따라 같이 증가하는 경향을 나타내었다. 이로 미루어 볼 때 aspartic acid가 LC-10의 성장에 밀접한 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

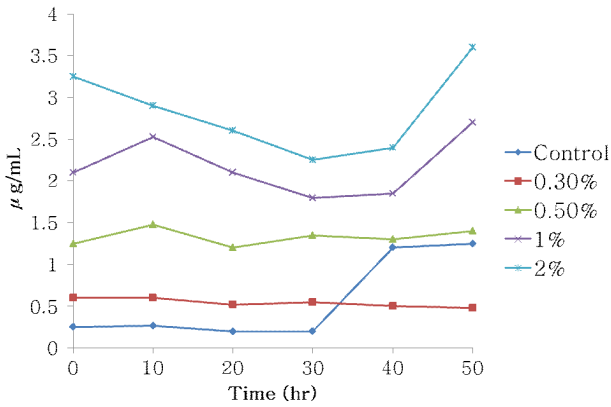


Fig. 9. Utilization of lysine from rice bran added yogurt for *Streptococcus thermophilus* (ST-body1).

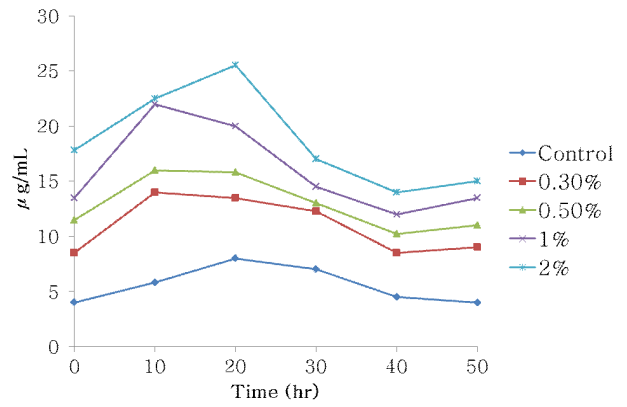


Fig. 12. Utilization of arginine from rice bran added yogurt for *Lactobacillus casei* (LC-10).

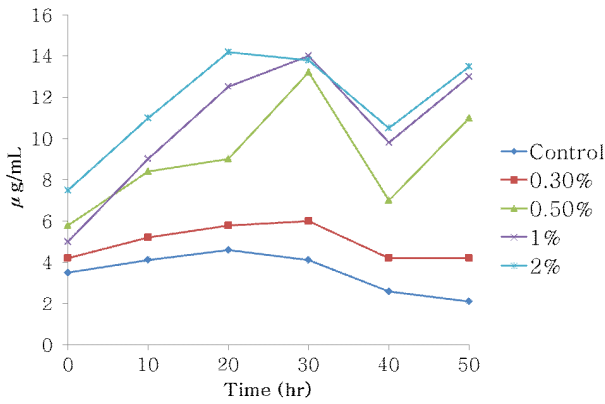


Fig. 10. Utilization of aspartic acid from rice bran added yogurt for *Lactobacillus casei* (LC-10).

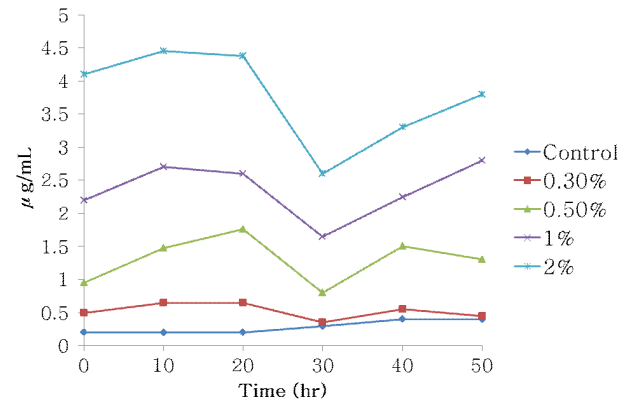


Fig. 13. Utilization of methionine from rice bran added yogurt for *Lactobacillus casei* (LC-10).

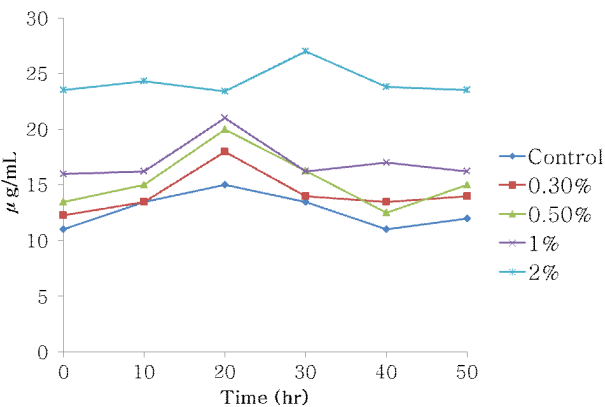


Fig. 11. Utilization of glutamic acid from rice bran added yogurt for *Lactobacillus casei* (LC-10).

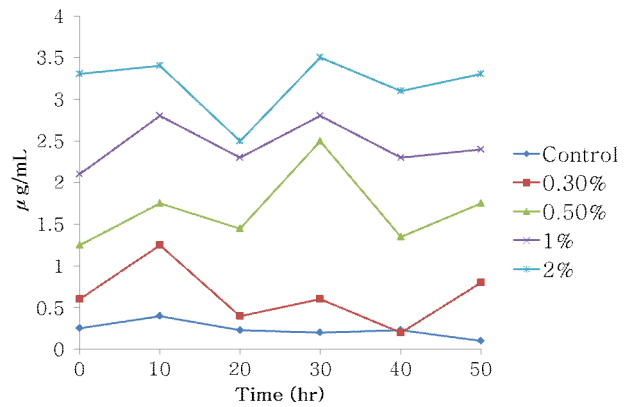


Fig. 14. Utilization of lysine from rice bran added yogurt for *Lactobacillus casei* (LC-10).

4. 관능검사

미강을 첨가하고 균주를 달리하여 제조한 발효유의 관능 검사 결과는 Table 7 및 Fig. 15와 같다. 발효유의 쓴맛은

LC-10 균주를 첨가하였을 경우가 가장 우수하였고, 쓴맛과 조식감을 제외한 향미, 단맛, 전체적인 맛 모두 미강을 첨가하지 않은 대조구가 우수했으며, 상용균주 2종 중 ST-body1의

Table 7. Sensory analysis data of yogurt

| Lactic acid bacteria | | Flavor | Sweetness | Bitterness | Texture | Overall taste |
|------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ST-body1 ¹⁾ | A ³⁾ | 5.85 ^a | 5.70 ^a | 1.15 ^c | 3.75 ^{ab} | 5.85 ^a |
| | B ⁴⁾ | 5.05 ^b | 4.60 ^b | 2.35 ^d | 4.40 ^a | 4.65 ^b |
| LC-10 ²⁾ | A | 2.95 ^c | 2.40 ^d | 4.65 ^{ab} | 2.95 ^b | 2.30 ^{de} |
| | B | 2.20 ^d | 1.90 ^d | 4.95 ^a | 2.70 ^b | 1.85 ^e |

¹⁾ *Streptococcus thermophilus* (ST-body1)

²⁾ *Lactobacillus casei* (LC-10)

³⁾ Control

⁴⁾ Yogurt added with rice bran

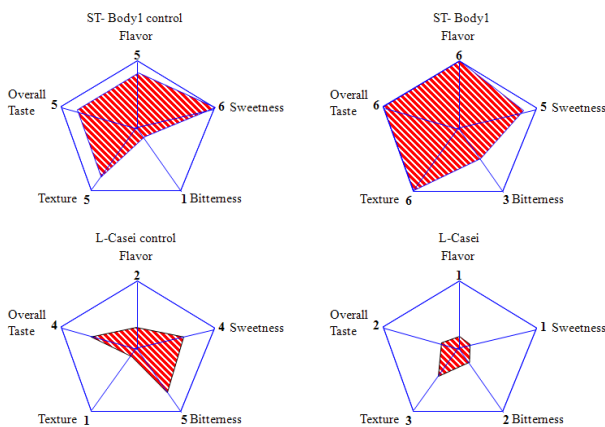


Fig. 15. Sensory analysis data of yogurt.

균주를 첨가하였을 경우가 가장 우수하였다.

발효유의 전반적인 선호도는 접종 균주에 따라 큰 차이를 보였으며, 전반적으로 선호도가 우수한 ST-body1과는 달리 LC-10을 접종 균주로 사용한 발효유의 경우, 미강 첨가 시 매우 낮은 선호도를 보였다. 균주에 따라 발효유 선호도의 큰 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

요 약

본 실험은 쌀겨를 발효식품에 이용하고자 상업용 균주인 *Streptococcus thermophilus*(ST-body1), *Lactobacillus casei* (LC-10)을 이용하여 발효유를 제조하고, 발효시간 경과에 따라 적정산도, 유산균수, 유기산 측정, 유리아미노산 측정, 관능검사를 측정하였다. ST-body1은 대조구와 처리구 모두 발효 3시간째에 급격하게 산도가 증가하였다. 하지만 LC-10은 산도의 증가폭이 크지 않아 24시간 발효를 하여도 산도가 0.5%를 넘지 못하였다. 균주의 생균수는 대조구과 실험군 모두 배양 24시간 동안 뚜렷한 경향 없이 10⁶~10⁹ CFU/mL 사이로 존재하였다. 유기산 및 유리아미노산 측정 결과, ST-body1 생장 및 생육에는 glutamic acid가 LC-10 생장 및

생육에는 aspartic acid가 밀접한 관계를 보였으며, LC-10은 발효 시 methionine이 20~30시간 경에 감소하다가 증가하는 것으로 보아 methionine을 발효 시 이용하고, 재생산하는 것으로 추측된다. 관능검사 결과, 선호도는 ST-body1이 미강의 존재 유무에 관계없이 우수하였다.

감사의 말

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 지역특화산업육성사업으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

- Bang, B. H. and Jeong, E. J. 2007. A study on manufacturing black soybean yoghurt. *Korean J. Food & Nutr.* 20:289-294.
- Bevilacqua, A. E. and Califano, A. N. 1989. Determination of organic acids in dairy products by high performance lipid chromatography. *J. Food Sci.* 54:1076-1079.
- Cho, Y. S., Kim, S. I. and Han, Y. S. 2008. Effect of slander glasswort extract yogurt on quality during storage. *Korean J. Cookery Sci.* 24(2):212-221.
- Choi, H. I., Ye, E. J., Kim, S. J., Bae, M. J., Yee, S. T., Park, E. J. and Park, E. M. 2006. Anticancer (*in vitro*) and anti-allergy effects of rice bran extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35:1297.
- Choi, S. P., Kang, M. Y. and Nam, S. H. 2004. Inhibitory activity of the extracts from the pigmented rice brans on inflammatory reactions. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47:222.
- Gilliland, S. E. 1989. Acidophilus milk products: A review of potential benefits to consumers. *J. Dairy Sci.* 72:

- 2483-2494.
7. Hood, S. K. and Zottola, E. A. 2006. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. *J. Food Sci.* 53(5): 1514-1516.
 8. Kang, H. and Kim, C. J. 2009. *Lactobacillus bulgaricus* fermentation characteristics of yogurt with added buckwheat sprout. *Korean J. Food Culture* 24(1):90-95.
 9. Kim, K. H. and Ko, Y. T. 1993. The preparation of yogurt from milk and cereals. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25(2):130-135.
 10. Kim, S. I., Ko, S. H., Lee, Y. J., Choi, H. Y. and Han, Y. S. 2008. Antioxidant activity of yogurt supplemented with red ginseng extract. *Korean J. Cookery Sci.* 24(3): 358-366.
 11. Kim, Y. S., Ha, T. Y., Lee, S. H. and Lee, H. Y. 1997. Properties of dietary fiber extract from rice bran and application in bread-making. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29:502-508.
 12. Ko, S. H., Kim, S. and Han, Y. S. 2008. The quality characteristics of yogurt add supplemented with low grade dried-persimmon extracts. *Korean J. Cookery Sci.* 24(6): 735-741.
 13. Lai, P., Li, K. Y., Lu, S. and Chen, H. H. 2009. Phytochemicals and antioxidant properties of solvent extracts from Japonica rice bran. *Food Chem.* 117:538.
 14. Lee, E. H., Nam, E. S. and Park, S. I. 2002. Characteristics of curd yoghurt from milk added with maesil (*Prunus mume*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 34:419-424.
 15. Lee, Y. J., Kim, S. I. and Han, Y. S. 2008. Antioxidant activity and quality characteristics of yogurt added yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) extract. *Korean J. Food & Nutr.* 21(2):135-142.
 16. Lee, H. J., Pak, H. O. and Lee, J. M. 2006. Fermentation properties of yogurt added with rice bran. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22:488-494.
 17. Lee, K. Y., Kim, J. H., Son, J. R. and Lee, J. S. 2001. Detection and extraction condition of physiological functional compounds from bran of Heugjinju rice (*Oryza sativa* L.). *J. Korean Postharvest Sci. Technol.* 8:296.
 18. Liu, H. J. 1994. Determination of amino acid by pre-column derivatization with 6-aminoquioly-N-hydroxysuccinimidyl carbamate and HPLC with ultraviolet detection. *J. Chromatography A.* 670:59-66.
 19. Nam, S. H. and Kang, M. Y. 1997. *In vitro* inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agric. Chem. Biotechnol.* 40:307.
 20. Paik, J. H. and Ko, Y. T. 1992. Effect of storage period of rice on quality of rice added yogurt. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24(5):470-476.
 21. Park, K. Y., Kang, C. S., Cho, Y. C. and Lee, Y. S. 2004. Tocotrienol and tocopherol contents of rice vran by milling recovery. *Korean F. Crop Sci.* 49(6):468-471.
 22. Park, K. Y., Kang, C. S., Cho, Y. C., Lee, Y. S., Lee, Y. H. and Lee, Y. S. 2003. Genotype difference in tocopherol and tocotrienol contents of rice bran. *Korean F. Crop Sci.* 48(6):469-472.
 23. Suh, H. J., Kim, Y. S., Kim, J. M. and Lee, H. 2006. Effect of mulberry extract on the growth of yogurt starter cultures. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26(1): 144-147.
 24. 윤석권, 오훈일, 이형주, 문태화, 노봉수. 2004. 식품화학. 수확사.
 25. 한국식품개발연구원. 2003. 미강발효액의 생리활성 및 실용화 보고서.

(Received 20 February 2015 / Accepted 5 March 2015)