

무화과(Fig) 효소를 첨가한 유산균을 이용하여 알코올 대사활성 함유 치즈의 제조

이성재* · 양영헌 · 전종민 · 이기원 · 조인재 · 이성민 · 류정열¹ · 신원성² · 김정수³

건국대학교 생물공학과, ¹한국관광대학교 호텔조리과,
²남부대학교 외식조리경영학과, ³대덕대학교 호텔외식조리과

Production of cheese containing alcohol metabolism using *Lactobacillus* with fig enzyme

Sung-Jae Lee*, Yung-Hun Yang, Jong-Min Jeon, Ki-Won Lee, In-Jae Cho,
Seong-Min Lee, Jeong-Youl Ryu¹, Won-Sung Shin², and Jung-Soo Kim³

Department of Microbial Engineering, Konkuk University,

¹Hotel Cuisine, Korea Tourism Collage,

²Department of Foodservice and Culinary Management, Nambu University,

³Department of Hotel Culinary, Daeduk Collage

Abstract In this study, we evaluated the alcohol degradation ability of fig enzyme in the production of cheese using *Lactobacillus kitasatonis*, *Lactobacillus amylophilus*, and *Leuconostoc mesenteroides* sub. The strains were highly resistant to ethanol, acid, and bile acid. When 10% of fig enzyme was added, the alcohol dehydrogenase and aldehyde dehydrogenase activities in each strain were approximately 170, 270, and 190% higher, respectively, than in samples without fig enzyme. The addition of 10% of fig enzyme to produce cheese with the *L. amylophilus* strain showed an approximately 250% increase in alcohol dehydrogenase and aldehyde dehydrogenase degradation. In conclusion, when fig enzyme was added to produce cheese using *L. amylophilus*, high alcohol degradation ability was observed. The applicability of fig enzyme addition was confirmed for the production of functional food.

Keywords: alcohol dehydrogenase, aldehyde dehydrogenase, *Lactobacillus*, cheese, fig enzyme

서 론

유산균은 인류가 오래 전부터 이용하는 세균으로서 과거부터 발효 유제품을 중심으로 다양한 발효 제품의 생산에 활용 및 상용화되어 왔으며, 특히 유산균의 주요 대사물질인 젖산이 발효 식품의 pH를 낮춰주어 미생물의 생장을 제어하여 보존성을 높이는 역할을 한다(1). 인간의 소화기관에는 약 400여종의 유익한 균종 또는 질병 등을 일으키는 유해한 균종 등의 장내 세균이 존재하며, 유익 균종인 유산균은 항생물질을 생성하여 장내에 유입되는 유해균의 생장을 억제하고(2), 다양한 분해효소 분비를 통해 음식을 분해하는 등의 정장 효과가 있다. 그러나 개인별 식습관과 환경조건에 따른 장내 유산균 분포의 균형이 붕괴되면 유해균의 침입 및 번식에 따른 세균성 질환 등을 유발하게 된다(3,4). 따라서 이러한 인체의 균형 붕괴를 예방하기 위해 쉽고 간단히 도움이 될 수 있는 미생물제제로서 프로바이오틱스의 개념이 등장하게 되었다. 락토바실러스(*Lactobacillus*), 락토코쿠스

(*Lactococcus*), 비피도박테륨(*Bifidobacterium*)과 같은 유산균이 프로바이오틱스에 많이 이용되고 있고, 이에 대한 균종들의 연구 결과에 의하면 항균활성, 항암효과, 영양흡수 증진, 면역력 강화, 활성산소 소거 및 알코올 분해 등 인체에 유익한 작용을 하는 것으로 보고되고 있다. 하지만 균종 자체나 이를 이용하여 제조한 제품을 기반으로 한 알코올 분해관련 연구의 경우 거의 진행되지 않았다(5-11).

무화과는 예로부터 민간에서 무화과 유액을 이용하여 발진, 궤양 및 치질 등에 사용되어 왔으며, 소화 및 변비에 좋고, 알코올 분해에 효과가 있으며 한의학에서는 건과로 하여 열독(熱毒)이 몰려서 생긴 질병과 온독(溫毒)을 치료한다고 알려져 있다(12). 단백질 분해 효소인 ficin이 많은 무화과는 단맛이 강하게 느껴지는 과일로 다양한 식품에 응용 사용되는 고급 식재료이고, 특히 연육관련 재료나 치즈제조 시 응유효소로 많이 이용되며, 무기질, 폴리페놀(polyphenol), 칼슘이 풍부하고, 콜레스테롤을 저하시키는 피토스테롤(pyosterol)인 라노스테롤(lanosterol)과 스티그마스테롤(stigmasterol) 등을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(13-15). 또한 alcohol dehydrogenase (ADH)의 촉진 및 재활성화에 관여하는 알라닌(alanine), 아스파르트산(aspartic acid), Ca²⁺ 등이 풍부하여(16-18) 무화과를 함유하여 키운 균종을 이용하여 치즈 제조 시 알코올 분해능력이 뛰어난 치즈를 생산 할 수 있을 것이다.

체내의 알코올 분해 경로의 경우, 알코올 가수분해효소인 ADH, microsomal ethanol oxidizing system (MEOS) 및 catalase system

*Corresponding author: Sung-jae Lee, Department of microbial engineering, Konkuk university, Seoul 05029, Korea
Tel: +82-10-4650-9673
Fax: +82-2-3437-8360
E-mail: sjhobbang@hanmail.net
Received October 29, 2016; revised December, 17, 2016;
accepted January 16, 2017

등에 의해 간에서 1차 산화되어 아세트알데하이드가 되고, 다시 aldehyde dehydrogenase (ALDH)에 의해 2차 산화되어 아세트산 형태로 나타나게 된 후, 아세틸 조효소A (acetyl CoA)로 전환되며 이는 다시 TCA 회로를 거쳐 일부는 요소 또는 CO₂로 배설되거나 생화학적으로 중요한 화합물로 전환된다(19-21). 알코올은 섭취량에 따라 간 대사에 차이가 있지만 알코올 그 자체보다 산화되는 과정에서 생성된 아세트알데하이드가 간세포 손상, 대사성 질환, 뇌 손상 및 숙취를 가져오고, 이러한 알코올 관련 독성을 해소할 수 있는 기능성 숙취해소 식품이나 종균에 대한 관심이 집중되고 있다(22). 이에 따른 관련 연구로써 청국장이나, 미나리 식물 추출물의 숙취해소 활성 관련 결과가 보고되어 있지만(23-24), 무화과를 이용한 연구는 거의 진행되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 유산균의 에탄올 내성 및 내산, 내담즙성을 확인하여 프로바이오틱스로서 사용이 가능한지 확인하고, 유산균에 숙취 해소에 효과가 있는 무화과 효소를 첨가하여 생육시킨 후 ADH, ALDH의 활성도를 측정하였으며, 최종적으로 이를 이용하여 치즈를 제조한 뒤 ADH 및 ALDH의 활성도를 측정하여 치즈의 알코올 분해능을 확인하였다.

재료 및 방법

시험 미생물

시험에 사용한 유산균주는 공시균주로 생물자원센터의 *Lactobacillus kisasatonis* (KCTC 3155), *Lactobacillus amylophilus* (KCTC 3161), *Leuconostoc mesenteroides* sub. (KCTC 3718) 균주를 사용하였으며, 각 균주를 MRS배지(Difco Lab., Detroit, MI, USA)에 배양 및 동정하여 이를 각각의 stock를 제조하여 본 연구에 사용하였다.

시약

Ethanol, HCl, pepsin, sodium pyrophosphate, oxgall, NAD⁺, NADH, 4-methylpyrazole, acetaldehyde는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

무화과 조효소의 추출

시험에 사용한 무화과는 마스이 품종으로 농협에서 구입하였으며 무화과 조효소의 추출은 무화과를 잘게 썰어 200% (w/v)의 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.0), 5 mM cysteine, 2 mM EDTA를 가하여 균질기(K555, Kitchenaid, Benton Harbor, NY, USA)를 이용하여 균질화한 후 cheese cloth로 2회에 걸쳐 여과하였다. 위의 여과액을 5,500 rpm에서 20분간 원심분리 후 그 상등액을 취하였다. 위의 상등액을 영하 75°C에 보관하여 기본 조효소액으로 사용하였다(25).

에탄올 내성 확인

사전 멸균한 MRS 액체배지에 멤브레인 필터(membrane filter)로 체균한 에탄올을 각각 5% 및 10% 이 되도록 첨가한 후, MRS 액체배지에서 활성화시킨 유산균을 O.D. 1 수준으로 하여 1% 첨가하여 각각의 최적 배양온도에서 48시간 동안 정지 배양하였다. 그 후, 유산균의 균체량을 595 nm 흡광도로 측정하였다.

내산성 및 내담즙성 확인

각각의 유산균을 37°C MRS 액체배지에 24시간 배양 후 O.D. 1 수준으로 하여 3,000 rpm 20분간 원심분리 후 상등액을 버리고 균을 회수하였다. 회수된 균에 내산성을 확인하기 위한 방법으로

1 N HCl을 사용하여 pH 2.5로 조정된 MRS 액체배지에 pepsin 1%를 첨가하여 사용하였으며, 내담즙성을 확인하기 위해 MRS배지에 10% oxgall solution 1% 첨가하여 사용하였다. 인공위액, 인공담즙액을 넣은 후 37°C에 2시간 배양 후 10⁶배 희석하여 MRS 고체배지에 0.1 mL 도말하여 37°C에서 48시간동안 배양 후 생균수를 측정하였다. 비교균은 인공위액 및 인공담즙액을 첨가하지 않은 배지를 이용하였다(26). 대조균으로는 *L. Casei* (KCTC 3109)를 사용하였다.

치즈의 제조

시중에 판매되는 우유를 31°C로 가온 후 안정화 시켰다. 안정화된 우유를 목표 균주와 무화과 조효소를 첨가하여 pH 4.6-4.8 이 될 때까지 10-12시간 정치하였다. 10 mm 치즈칼로 절단하고, 약 20분간 정치한 후 30분 간격으로 30-55°C까지 일정 비율로 상승 시키면서 적당한 속도와 강도로 교반하면서 열처리 하였다. 그 후 유청을 배제하고 정제수로 수세하여 치즈를 33-35°C로 냉각시키고, 다시 한 번 5°C로 냉각시켰다. 10시간 동안 세척수를 완전히 제거하여 curd를 밀봉하고 5°C 냉장고에 보관하였다.

유산균 및 치즈의 ADH 및 ALDH 활성 측정

각각의 유산균과 무화과 조효소액을 농도별(0, 1, 5, 10%)로 MRS 액체배지에 접종, 37°C에서 24시간동안 배양 후 각각의 균체를 멸균된 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.4)로 3회 세척하고 초음파 세포파쇄기(VC505, Sonics & materials, INC., Newtown, CT, USA)를 이용하여 세포를 파쇄하여 조효소액을 얻었다. 조효소액 및 제조된 치즈의 ADH 및 ALDH의 활성시험은 Nosova 등(27)의 방법에 따라 시행하였다. ADH 활성은 총 1 mL에 최종 농도가 각 2.5 mM의 NAD⁺, 0.1 M glycine buffer (pH 9.6), 25 mM의 에탄올이 되도록 첨가 한 후 100 μL의 조효소액을 첨가하여 25°C 항온수조에서 반응시켰다. 반응 완료 후 NADH의 양을 UV/VIS 분광계(Sunrise™, TECAN, Männedorf, Switzerland)를 이용하여 25°C 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. ALDH 활성은 총 1 mL에 최종 농도가 각 1 mM의 NAD⁺, 60 mM sodium pyrophosphate buffer (pH 8.8), 100 μM acetaldehyde와 0.1 mM의 4-methylpyrazole이 되도록 첨가한 후 100 μL의 조효소액을 첨가하여 25°C 항온수조에서 반응시켰다. 반응이 완료된 후 NADH의 양을 분광계를 이용하여 25°C, 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 조효소액의 단백질 함량은 bradford법을 이용하여 측정하였으며 ADH, ALDH 활성은 조효소액의 단백질(mg) 그리고 반응시간 당 생성되는 NADH의 양으로 계산하였다.

결과 및 고찰

유산균의 에탄올 내성

각각의 유산균에 대한 에탄올 내성의 효과를 Fig. 1에 나타내었다. 세 가지 균주 모두 에탄올을 넣지 않았을 때 균의 흡광도가 1.68-1.71을 보였고, 5%의 에탄올을 첨가한 균주는 1.59-1.65의 흡광도로 에탄올을 첨가하지 않은 배지와 마찬가지로 균의 흡광도에 있어서 차이를 많이 보이지 않았다. 10%의 에탄올을 첨가한 경우 세 가지 균주 모두 0.80 정도의 흡광도를 보여 에탄올을 첨가하지 않은 배지와 비교하여 50% 가량 감소한 흡광도를 보였다. 유산균 특허(11)에 따르면 기타 유산균의 경우 10%의 에탄올 농도 상태에서 최대 85%가량 흡광도가 감소하는 경향이 있는데 반해 위의 세 종류 균주의 경우 기타 유산균에 비해 에탄올 내성이 있는 것으로 판단되며, 이는 에탄올 분해 정도

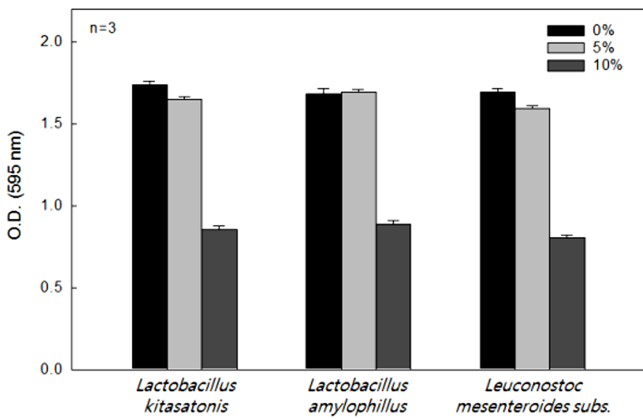


Fig. 1. Effect of anti-ethanol activity of *L. kitasatonis*, *L. amylophilus* and *L. mesenteroides sub.* Left: No addition of EtOH, Middle: 5% addition of EtOH, Right: 10% addition of EtOH.

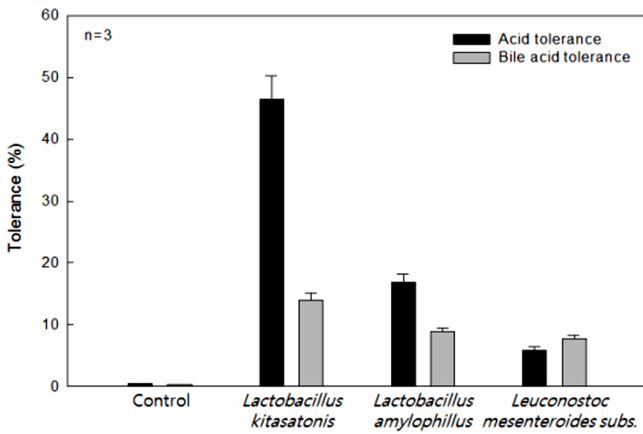


Fig. 2. Effect of anti-acid and bile acid tolerance of *L. kitasatonis*, *L. amylophilus* and *L. mesenteroides sub.* All strains have tested at MRS media with pH 2.5 for acid tolerance and 10% oxgall solution for bile acid tolerance.

를 알아보기 위한 ADH 및 ALDH의 활성에도 영향을 줄 것으로 판단된다.

유산균의 내산성 및 내담즙성

유산균의 내산성 및 내담즙성에 대한 실험결과를 Fig. 2에 나타내었다. 내산성 및 내담즙성 실험을 위해 인공위액 및 인공담즙액을 포함한 MRS 액체배지와 비교균으로 순수 MRS 액체배지에 접종 및 배양 후 counting 하였으며, 내산 및 내담즙 실험에서 나온 균체수를 측정하여 이를 비교균으로 나누어 결과를 분석하였다. 그 결과, 세 균주 모두 대조균 대비 13배 이상의 내산성 및 30배 이상의 내담즙성이 있는 것을 확인하였으며, 특히 *L. kitasatonis*의 경우 약 46±3.6%의 내산성을 보여 대조균 대비 100여배 높은 내산성을 가진 것을 확인하였다. 유산균을 프로바이오틱스로 사용하기 위해서는 유산균이 대부분 사멸하는 위에서 위산에 견딜 수 있는 내산성이 요구되며, 또 장까지 오게 되면 음식물을 소화하는 과정에서 담즙산을 만나게 된다. 이 역시 유산균을 사멸시키는 또 다른 요인으로, 이 두 가지에 대한 내성이 유산균에 중요한 요소라 할 수 있다(28). 목표 균주의 각각의 내성을 볼 때 프로바이오틱으로서 안정성이 높다고 판단되고, 이 유산균을 이용하여 치즈를 제조하였다.

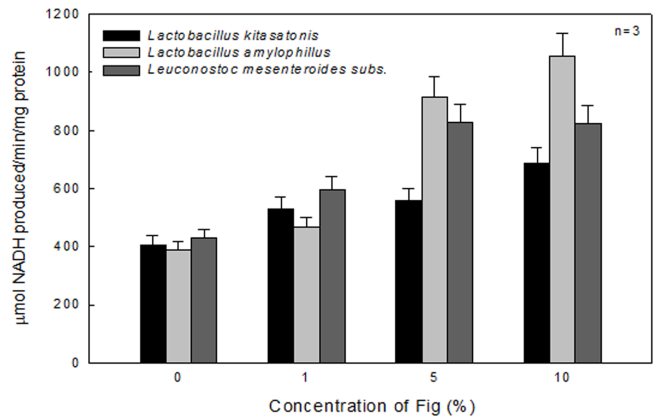


Fig. 3. Alcohol dehydrogenase activity of *L. kitasatonis*, *L. amylophilus* and *L. mesenteroides sub.* ADH activity of each strain was measured after cultivation with fig enzyme addition. $\mu\text{mol NADH produced/min/mg protein}$ vs. concentration of fig enzyme (0, 1, 5, 10%).

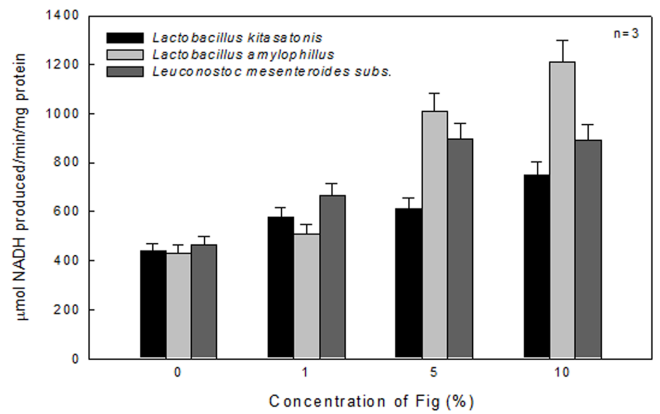


Fig. 4. Aldehyde dehydrogenase activity of *L. kitasatonis*, *L. amylophilus* and *L. mesenteroides sub.* ALDH activity of each strain was measured after cultivation with fig enzyme addition. $\mu\text{mol NADH produced/min/mg protein}$ vs. concentration of fig enzyme (0, 1, 5, 10%).

효소액 및 치즈의 ADH 및 ALDH 활성 측정

ADH, ALDH를 이용하여 *in vitro*에서 NADH를 생성하는 정도를 통하여 효소의 활성을 측정 한 결과(29), 각각의 균주 모두 무화과 효소액 첨가량이 증가할수록 ADH 및 ALDH의 활성도 역시 증가함을 확인 할 수 있었다(Fig. 3, 4). *L. amylophilus* 균주의 경우 무화과 효소액 무 첨가 시 390.19±29.26 μmol , 10% 첨가 시 270% 가량 증가된 1054.98±79.12 μmol 의 ADH 활성도를 확인 할 수 있었으며, *L. kitasatonis*, *L. mesenteroides sub.* 역시 407.24± 30.54 μmol , 428.83±32.16 μmol 의 ADH 활성도 대비 10%의 무화과 효소액 첨가 시 170%, 190% 이상 증가된 688.39±51.63, 825.28±61.89 μmol 의 ADH 활성도를 확인 할 수 있었다(Fig. 3). ALDH 역시 마찬가지로 *L. amylophilus* 균주의 경우 무화과 효소액 무 첨가 시 432.97±31.17 μmol , 효소액 10% 첨가 시 280% 가량 증가된 1209.93±87.11 μmol 의 ALDH 활성을 확인 할 수 있었으며, *L. kitasatonis*, *L. mesenteroides sub.* 역시 무화과 효소액 무 첨가 시 각각 438.56±31.58, 466.86±33.61 μmol 의 ALDH 활성도에서 무화과 효소액 10% 첨가 시 대조균 대비 170%, 190% 가량 증가된 751.91±54.14, 891.09±64.16 μmol 의 ALDH 활성도를 확인 할 수 있었다(Fig. 4).

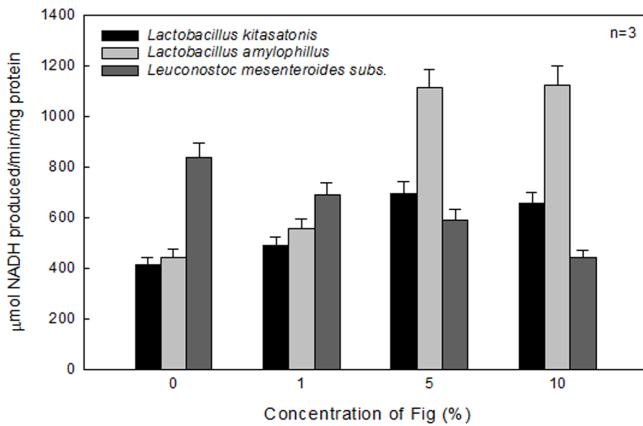


Fig. 5. Alcohol dehydrogenase activity of cheese produced with *L. kitasatonis*, *L. amylophilus* and *L. mesenteroides sub.* ADH activity of cheese was measured that produced with each strain which has grown with fig enzyme addition. $\mu\text{mol NADH produced/min/mg protein}$ vs. concentration of fig enzyme (0, 1, 5, 10%).

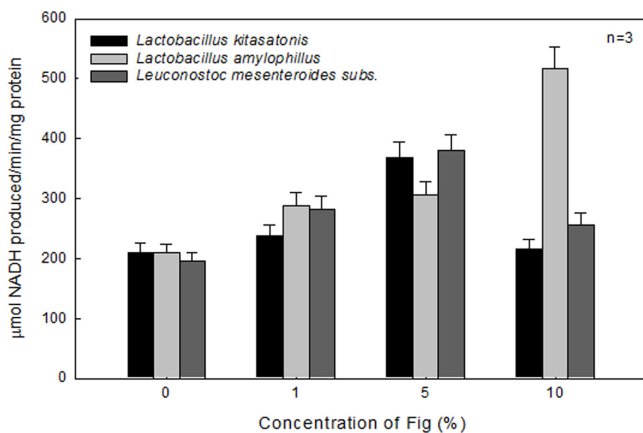


Fig. 6. Aldehyde dehydrogenase activity of cheese produced with *L. kitasatonis*, *L. amylophilus* and *L. mesenteroides sub.* ALDH activity of cheese was measured that produced with each strain which has grown with fig enzyme addition. $\mu\text{mol NADH produced/min/mg protein}$ vs. concentration of fig enzyme (0, 1, 5, 10%).

무화과 조효소액을 첨가하여 유산균의 ADH 및 ALDH 활성을 비교하였을 때, 효소액을 첨가 시 유산균의 ADH 및 ALDH 활성이 증가하는 사실을 확인 할 수 있었으며, 이는 유산균에 무화과 효소를 첨가 시 알코올 분해에 효과가 있을 것으로 사료된다.

제조된 치즈의 적용 가능성을 확인해 보기 위해 측정된 치즈의 ADH 및 ALDH의 활성 측정 역시 무화과 효소액을 첨가한 균의 활성과 큰 차이가 없음을 확인 할 수 있었다(Fig. 5, 6). 치즈의 ADH, ALDH 활성도를 측정하였을 때는 *L. amylophilus*의 경우 첨가한 무화과 효소의 농도에 따라 증가하는 경향을 보였고, 특히 10%의 무화과 효소를 첨가하였을 때 ADH 및 ALDH의 활성도가 각각 1121.41 ± 76.26 , $516.20 \pm 37.17 \mu\text{mol}$ 로, 각각 252, 246%가 증가하는 것으로 확인되었다. 그에 반하여 *L. kitasatonis* 및 *L. mesenteroides sub.*의 경우 5% 농도의 무화과를 첨가하였을 때까지 농도에 따라서 ADH 및 ALDH의 활성도 또한 각각 증가하는 경향을 보였으나(695.67 ± 52.17 , 368.68 ± 27.65 , 592.43 ± 44.43 , $379.89 \pm 28.49 \mu\text{mol}$), 10%의 무화과 효소를 첨가하였을 경우 오히려 ADH 및 ALDH의 분해능이 각각 감소하는 경향을 보였다

(655.85 ± 44.60 , 215.42 ± 15.51 , 443.58 ± 30.16 , $256.56 \pm 18.47 \mu\text{mol}$). 따라서 무화과를 첨가하여 치즈를 제조하였을 때 *L. amylophilus* 균주의 ADH 및 ALDH의 활성이 *L. kitasatonis*, *L. mesenteroides sub.* 보다 약 170% 이상 높은 것으로 볼 때 *L. amylophilus*가 적합한 것으로 확인되었다(Fig. 5, 6).

위의 결과로부터 무화과 효소를 첨가한 유산균을 이용하여 치즈를 제조하였을 때, 특히 *L. amylophilus*의 균주를 이용하여 치즈 제조 시 ADH 및 ALDH의 활성이 월등히 증가하는 것을 확인하였으며 이는 무화과 효소가 첨가된 유산균을 이용하여 치즈를 제조 시 알코올 분해에 효과가 있는 제품의 생산이 가능함을 확인 할 수 있었다. 또한 식품으로써 체내에 직·간접적으로 작용하는 ADH 및 ALDH의 효과를 확인하기 위해서는 균주 및 식품의 작용기전과 관련하여 체내의 알코올 대사활성에 미치는 영향 및 식품 섭취에 의한 간 보호에 미치는 영향에 대한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 알코올 분해능이 높은 기능성 치즈를 제조하기 위하여 *L. kitasatonis*, *L. amylophilus*, *L. mesenteroides sub.* 및 무화과 효소를 이용하였다. 각각 균주의 에탄올, 내산 및 내담즙에 내성이 우수함을 확인하였고, ADH 및 ALDH 활성도를 측정 한 결과 10%의 무화과 효소를 첨가하였을 때의 ADH 활성도는 각각 688.39 ± 51.63 , 1054.98 ± 79.12 , $825.28 \pm 61.89 \mu\text{mol}$ 로 나타났으며 ALDH는 각각 751.91 ± 54.14 , 1209.93 ± 87.11 , $891.09 \pm 64.16 \mu\text{mol}$ 로 무화과를 첨가하지 않았을 때보다 각각 증가하는 것으로 나타났다. 또한 *L. amylophilus* 균주를 이용하여 치즈를 제조한 뒤, 10%의 무화과 효소를 첨가하였을 때 ADH 및 ALDH 분해능이 무화과 효소를 첨가하지 않았을 때 보다 각각 252, 246% 증가함을 확인하였다. 결론적으로 무화과 효소를 첨가하였을 때, *L. amylophilus*을 이용한 치즈의 제품이 높은 알코올 분해능을 가지는 것으로 확인되었고, 이를 통해 기능성 식품의 제조로써 무화과 효소의 적용 가능성을 확인하였다.

References

- Ha JH, Jeong MH, Seo YC, Yong CW, Kim JS, Kim HH, Ahn JH, Lee HY. Enhancement of antioxidant activities of bark of *Berberis koreana palibin* by lactic acid fermentation. Korean J. Medicinal Crop. Sci. 18: 421-428 (2010)
- Ko KH, Liu W, Lee HH, Yin J, Kim IC. Biological and Functional characteristics of lactic acid bacteria in different kimchi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 89-95 (2013)
- Shahani, KM, Ayebo AD. Role of dietary *Lactobacilli* in gastrointestinal microecology¹⁻³. Am. J. Clin. Nutr. 33: 2448-2457 (1980)
- Snoeyenbos GH. Role of native intestinal microflora in protection against pathogens. Proc. Annu. Meet US Anim. Health Assoc. 83: 388-393 (1979)
- Kim JH, Lee WJ, Cho YW, Kim KW. Storage-life and palatability extension of *Betula platyphylla* sap using lactic acid bacteria fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 787-794 (2009)
- Kim SY, Kim JD, Son JS, Lee SK, Park KJ, Park MS. Biochemical and molecular identification of antibacterial lactic acid bacteria isolated from kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 446-452 (2011)
- Goldin BR, Gorbach SL. Effect of *Lactobacillus acidophilus* dietary supplements on 1,2-dimethylhydrazine dihydrochloride-induced intestinal cancer in rats. J. Natl. Cancer Inst. 64: 263-265 (1980)
- Cho YH, Oh SJ. Casein phosphopeptide (CPP)-producing activity

- and proteolytic ability by some lactic acid bacteria. Korean J. Food Sci. An. 30: 443-448 (2010)
9. Chae OW, Shin KS, Chung HK, Choe TB. Immuneostimulation effects of mice fed with cell lysate of *Lactobacillus plantarum* isolated from Kimchi. Kor. J. Biotechnol. Bioeng. 13: 424-430 (1998)
 10. Diao, Y, Xin Y, Zhou Y, Li N, Pan X, Qi S, Qi Z, Xu Y, Luo L, Wan H, Lan L, Yin Z. Extracellular polysaccharide from *Bacillus* sp. strain LBP32 prevents LPS-induced inflammation in RAW 264.7 macrophages by inhibiting NF- κ B and MAPKs activation and ROS production. Int. Immunopharmacol. 18: 12-19 (2014)
 11. Cheon HN, Yang JO, Ye HS, Kim JY, Park SO, Beak NS, Kim SK. *Lactobacillus fermentum* and dairy products and health-promoting food containing the same. Korea Patent 10-2006-0065753 (2006)
 12. Shin MK. Clinical Herbalism. Younglim Inc., Seoul, Korea. pp. 419-420 (1997)
 13. Shin SC. Study on the enzyme of the fig. Sunchon Nat. Agric. College J. 17: 524-543 (1980)
 14. Kim KH. Chemical components of Korean figs and its storage stability. Korean J. Food Sci. Technol. 13: 165-169 (1981)
 15. Vinson JA. The functional food properties of figs. Cereal Food World 44: 82-87 (1999)
 16. Crabtree, B, Newsholme EA. The activities of phosphorylase, hexokinase, phosphofructokinase, lactate dehydrogenase and glycerol-3-phosphate dehydrogenase in muscles from vertebrates and invertebrates. Biochem. J. 126: 49-55 (1972)
 17. Park SC. Ethanol oxidation is accelerated by augmentation of malate-aspartate shuttle with aspartate. Korean J. Biochem. 25: 137-143 (1993)
 18. Magonet E, Hayen P, Delfoge D, Delaive E, Remacle J. Importance of the structural zinc atom for activity of yeast alcohol dehydrogenase. J. Biochem. 287: 361-365 (1992)
 19. Moon JO. Mechanism of alcoholic liver disease. Life Sci. 4: 102-112 (1994)
 20. Curtis DK. Casarett and doull's toxicology. McGraw-Hill Companies Inc., New York, NY, USA. p. 129 (1996)
 21. Lee JH. Effects of ganoderma lucidum on the liver function and lipid metabolism in the alcohol-consuming rats. PhD thesis, Chungnam National University, Daejeon, Korea (1996)
 22. Jomvall H, Hoog JO, Bahr-Lindstrom H, Johanson J, Kaiser R, Person R. Alcohol dehydrogenase and aldehyde dehydrogenase. Biochem. Soc. Trans. 16: 223-227 (1988)
 23. Lee EH. Effect of chongkukjang intake on fatty liver prevention, the improvement of liver function and antioxidative activity in alcohol consumed rats. PhD thesis, Inha University, Incheon, Korea (2008)
 24. Kim MJ. Effects of Oenanthe javamica extract on hangover and liver functionality. MS thesis, Andong National University, Andong, Korea (2015)
 25. Kim MH, No JH, Kim MJ. Stabilizing and optimizing properties of crude protease extracted from korean figs. Korean J. Food Cook. Sci. 27: 29-36 (2011)
 26. Paik HD, Jung MY, Jung HY, Kim WS, Kim KT. Characterization of *Bacillus polyfermenticus* SCD for oral bacteriotherapy of gastrointestinal disorders. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 73-78 (2002)
 27. Nosova T, Jousimies-somer H, Jokelainen K, Heine R, Salaspuro M. Acetaldehyde production and metabolism by human indigenous and probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. Alcol Alcohol 35: 561-568 (2000)
 28. Roh HJ, Kim GE. Fermentation of *Cucurbita maxima* extracts with microorganisms from kimchi. KSBB J. 24: 149-155 (2009)
 29. Konkit M., Choi WJ, Kim W. Alcohol dehydrogenase activity in *Lactococcus chungangensis*: Application in cream cheese to moderate alcohol uptake. J. Dairy Sci. 98: 5974-5982 (2015)