

소다 크레커의 최적 스폰지 발효를 위한 혼합젖산균의 선별

김상용 · 이병돈 · 김정민 · 임동준 · 김우정* · 오덕근**

동양제과(주) 기술개발연구소

*세종대학교 식품공학과

**우석대학교 식품공학과

Selection of Mixed Lactic Acid Bacteria for Optimal Sponge Fermentation of Soda Cracker

Sang-Yong Kim, Byung-Don Lee, Jung-Min Kim, Dong-Joon Lim,

Woo-Jung Kim* and Deok-Kun Oh**

R&D Center, Tong Yang Confectionery Co.,

*Department of Food Science, Sejong University

**Department of Food Science and Technology, Woosuk University

Abstract

The twenty strains of *Lactobacillus* genus were tested for the optimal sponge fermentation of soda cracker. The six strains such as *L. brevis*, *L. delbrueckii*, *L. fermentum*, *L. leichmanii*, *L. plantarum* and *L. sanfrancisco* were selected because these strains did not smell off-flavor and showed the high value of TTA (total titrable acidity) after the fermentation. The selected strains consisted of the five strains of *L. brevis*, *L. delbrueckii*, *L. fermentum*, *L. leichmanii* and *L. plantarum* that mainly inhabited soda cracker and *L. sanfrancisco* that existed in San Francisco bread. The lactic acid bacteria were inoculated to the medium containing 10% wheat flour and then pH, TTA, acetic acid and lactic acid were measured during the sponge fermentation. The four strains of *L. brevis*, *L. delbrueckii*, *L. fermentum* and *L. plantarum* were used for the mixed lactic acid bacteria of sponge fermentation because the TTAs of *L. brevis*, *L. fermentum* and *L. plantarum* were higher than those of other lactic acid bacteria and *L. delbrueckii* rapidly produced organic acids and a large amount of acetic acid. Among the combination of *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. delbrueckii* and *L. plantarum*, the mixed lactic acid bacteria of *L. brevis*, *L. fermentum* and *L. plantarum* showed the highest TTA, the lowest pH and the largest amount of acetic acid. Therefore, the mixed lactic acid bacteria of *L. brevis*, *L. fermentum* and *L. plantarum* were used for optimal sponge fermentation of soda cracker.

Key words: soda cracker, sponge fermentation, mixed lactic acid bacteria

서 론

제과분야에서 비스킷(biscuit)에 속하는 크레커(cracker)는 발효에 의하여 생성된 다수의 유기산을 중화시키기 위하여 소다(soda)를 이용하는 소다 크레커, 주석염(cream of tartar)을 사용하는 크림(cream) 크레커와 효소치리를 이용하여 제조하는 세이버리(savory) 크레커 등의 3가지로 구분되며, 이중 소다 크레커와 세이버리 크레커가 상업적으로 주를 이루고 있다. 크

레커 제품들은 모두 공통적으로 관련 미생물의 작용을 이용하고 있으나, 세부적으로는 세이버리 크레커가 효소의 작용에 의존하는 것에 비하여 소다 크레커와 크림 크레커는 미생물의 발효를 이용한다는 차이점이 있다¹⁾.

크레커는 젖산균이 주를 이루는 미생물을 밀가루 반죽에 접종하여 발효시켜서 얻은 스폰지(sponge) 반죽의 일정량을 주반죽(dough)에 넣어 다른 구성물과 섞어 제조한다²⁾. 전통적인 크레커 제조 방법은 전날 사용한 스폰지 반죽의 일부는 저장해 두었다가 그 다음날 작업의 접종용 스폰지로 사용하여 작업마다의 품질의 불균일성, 오염에 대한 무방비와 많은 작업이

Corresponding author: Sang-Yong Kim, R&D Center, Tong Yang Confectionery Co., 30-10 Munbai-dong, Yongsan-gu, 140-715 Seoul, Korea

수작업에 의하여 이루어짐으로 인하여 생기는 생산비용의 상승 등의 단점을 초래한다⁽⁹⁾. 이러한 단점을 극복하기 위하여 스펀지와 주반죽으로부터 관련 미생물을 분리, 동정하고 이들의 순수배양을 통하여 얻어진 미생물을 상업용 스펀지에 이용하고자 하는 노력들이 있었다. 제빵용 반죽, 소다 크레커 등으로부터 분리된 균주로는 *Lactobacillus*속의 *acidophilus*, *casei*, *brevis*, *delbrueckii*, *leichmannii*, *fermentum*, *plantarum*, *sanfrancisco*, *Leuconostoc*속의 *lactis*, *mesenteriodes*, *Propionibacterium*속의 *freudenreichii*, *threoni*와 *Streptococcus*속의 *diacetylactis*, *lactis*, *thermophilus* 등이 보고되어 있고 이중에서 주종을 이루는 것은 *Lactobacillus*속이다⁽⁴⁻¹⁰⁾.

소다 크레커의 제조과정 중의 스펀지 발효는 주로 젖산균에 의하여 일어나며 발효결과 밀가루 반죽이 복잡하게 화학적, 물리적으로 변화되어 소다 크레커에 독특한 조직과 풍미가 부여된다⁽¹¹⁾. 이 과정 중에 젖산균은 여러 가지 유기산을 생산하여 스펀지의 pH를 저하시키고 이때 생성되는 유기산의 양은 발효시간, 스펀지 온도, 밀가루와 배합수의 비율과 첨가해준 당 농도 등에 의해서 영향을 받는다^(12,13).

그러므로, 본 연구에서는 소다 크레커의 스펀지 발효에 관여하는 대표적인 젖산균 *Lactobacillus*속의 기존 여러 가지 젖산균 중에서 총적정산도가 높은 젖산균을 선별하고, 선별된 젖산균의 여러 가지 조합의 혼합젖산균을 사용하여 스펀지 발효를 수행하여 pH, 적정산도 및 유기산의 변화를 살펴보고 이를 근거로 소다 크레커의 스펀지 발효에 사용할 최적 혼합젖산균을 선택하고자 한다.

재료 및 방법

미생물 및 사용배지

사용한 미생물은 *Lactobacillus acidophilus* (KCTC 2182), *L. agilis* (KCTC 3158), *L. amylophilus* (KCTC 3160), *L. arabinosus* (KCTC 1048), *L. brevis* (KCTC 3102), *L. bulgaricus* (KCTC 3188), *L. casei* (KCTC 3109), *L. citrovorum* (KCTC 1632), *L. coryniformis* (KCTC 3159), *L. delbrueckii* (KCTC 1047), *L. fermentum* (KCTC 3112), *L. gasserii* (KCTC 3138), *L. lactis* (KCTC 2181), *L. leichmannii* (KCTC 1058), *L. parasei* (KCTC 1121), *L. pentosus* (KCTC 3120), *L. plantarum* (KCTC 3099), *L. sanfrancisco* (KCTC 3205), *L. salivarius* (KCTC 3156)이었으며 이중에서 스펀지 발효 후 이취가 없고 총적정산도(TTA; total

titrable acidity)가 높은 6종의 젖산균을 선별하였다. 선별된 젖산균은 소다 크레커의 스펀지 발효에 관여하는 주요 젖산균으로 보고된 *L. brevis*, *L. delbrueckii*, *L. fermentum*, *L. leichmannii*, *L. plantarum* 등 5종의 젖산균과 San Francisco sour bread의 주요 젖산균인 *L. sanfrancisco*이었다.

성장배지로는 MRS배지(Difco)를 사용하였고 스펀지 발효배지로는 100 g/l의 중력밀가루(신한제분)와 10 g/l의 NaCl로 구성된 밀가루 용액을 사용하였다.

배양조건

중배양은 동결 건조된 젖산균 균주를 MRS배지 10 mL가 들어있는 시험관에 접종하여 incubator에서 35°C로 12시간동안 정지 배양한 후, MRS배지 50 mL가 들어있는 250 mL의 플라스크에 접종하여 35°C에서 180 rpm으로 12시간 동안 진탕 배양을 하였다. 이 배양액을 8,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 균체를 스펀지 발효에 사용하였다.

스푼지 발효는 300 mL의 밀가루 용액이 들어있는 500 mL의 플라스크에 3%의 개별균주 또는 혼합균주를 접종하여 35°C에서 180 rpm으로 24시간 동안 진탕 배양을 하였다.

총적정산도 및 pH의 측정

총적정산도는 APHA의 방법⁽¹²⁾에 따라서 밀가루 발효액 10 mL를 conical flask에 취하여 물 90 mL를 첨가한 후, 0.2% 페놀프탈레인 지시약을 4-5방울 첨가하고, 0.1 N NaOH로 적정하여 그 소모량으로부터 계산하였으며, pH는 pH meter (TOA, Japan)를 사용하여 측정하였다.

유기산 분석

유기산인 acetic acid와 lactic acid는 다음과 같은 방법으로 분석하였다. 밀가루 발효액 10 mL에 증류수 40 mL를 가하고 여기에 1.0 N NaOH용액을 가하여 pH를 8.0으로 조정한 후 2,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 하층부를 취하여 수분을 날려 완전히 건조시킨 후, BF₃ 용액 2 mL를 가하여 20분 동안 가열하고 여기에 2 mL의 (NH₄)₂SO₄를 가하였으며, 이 용액에 chloroform을 가하여 5,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 상층부를 취하여 GC를 사용하여 acetic acid와 lactic acid를 분석하였다. 이때, GC 분석조건은 DB Wax 모세관 column (60 m, I.D. 0.25 mm)이 장착된 HP 5890II (Hewlett Packard, USA)를 사용하였으며, 주입구 온도는 250°C, FID 검출기 온도는 270°C, oven온도는

80°C에서 2분간 지속하다가 230°C까지 5°C/min의 속도로 승온시켰다.

결과 및 고찰

여러 젖산균의 액상 스폰지 발효시 pH, 총적정산도, 유기산의 변화

Fields 등에 의하면⁽¹³⁾ 밀가루 반죽의 발효에 관여하는 주요 미생물 균총의 순수배양에 의하여 얻어진 미생물을 스타터(starter)로 이용할 경우, 그 제조공정은 보다 단축이 되며 또한 품질관리도 보다 향상될 수 있다고 한다. 그러므로, 소다 크레커에서 분리된 미생물은 대부분 젖산균인 *Lactobacillus*의 속이므로 약 20종의 분리된 기존의 *Lactobacillus*속의 미생물들을 스폰지 발효에 사용하였다. 선별된 6종의 젖산균을 10%의 밀가루 용액에 접종하여 스폰지 발효동안의 pH, 총적정산도 및 유기산(acetic acid와 lactic acid)의 변화를 살펴보았다.

Fig. 1은 젖산균 접종 후 시간에 따른 pH 변화를 살펴본 것이다. 자연상태에서 밀가루 내에 존재하는 미생물에 의해서도 스폰지 발효가 일어나고 밀가루 용액을 장기간 교반하면 밀가루의 물리적 변화가 일어나므로 control로 살균하지 않은 10%의 밀가루 용액을 사용하였다. 발효시간에 따른 pH는 6종의 균주 모두 초기 pH 6.0 근처에서 24시간 후에는 3.5~4.5까지 떨어졌다. pH의 저하를 순서적으로 살펴보면 *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. brevis*는 다른 균주보다 pH가

많이 저하하여 3.5 부근까지 떨어졌고, 그 다음으로는 *L. leichmanii*가 pH의 저하가 컸고, *L. sanfrancisco*와 *L. delbrueckii*의 경우는 pH가 가장 적게 저하하여 4.5까지 떨어졌고, control의 경우도 pH 5.0까지 저하하였다. 총적정산도(Fig. 2)에 있어서는 발효 24시간 때에 모든 균주의 총적정산도가 증가하였으나 그 증가정도에 있어서는 큰 차이를 보여서 *L. brevis*, *L. plantarum*과 *L. fermentum*의 경우는 0.8 이상까지 증가한 반면 *L. sanfrancisco*, *L. delbrueckii*와 *L. leichmannii* 등

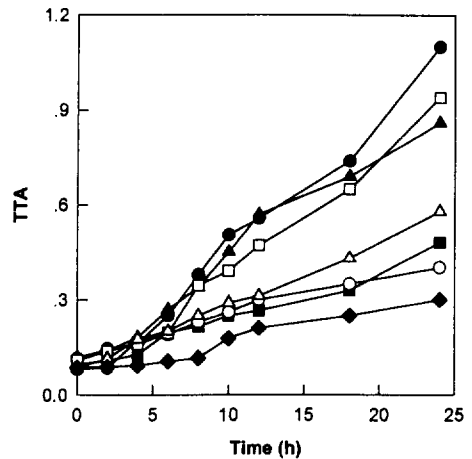


Fig. 2. The changes of TTA during sponge fermentation by lactic acid bacteria. ◆—◆: control, ●—●: *L. brevis*, ▲—▲: *L. delbrueckii*, ■—■: *L. fermentum*, ○—○: *L. leichmanii*, □—□: *L. plantarum*, △—△: *L. sanfrancisco*.

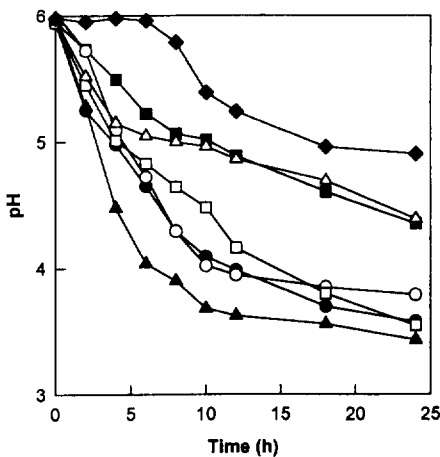


Fig. 1. The changes of pH during sponge fermentation by lactic acid bacteria. ◆—◆: control, ●—●: *L. brevis*, ▲—▲: *L. delbrueckii*, ■—■: *L. fermentum*, ○—○: *L. leichmanii*, □—□: *L. plantarum*, △—△: *L. sanfrancisco*.

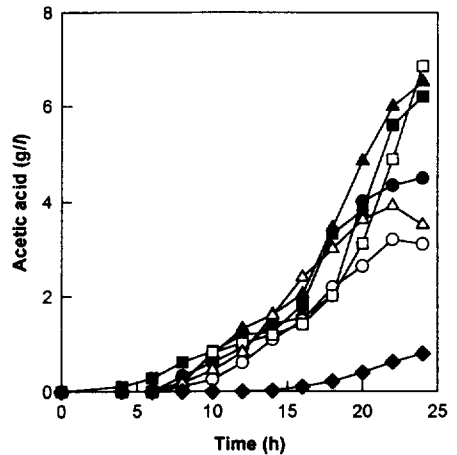


Fig. 3. The changes of acetic acid during sponge fermentation by lactic acid bacteria. ◆—◆: control, ●—●: *L. brevis*, ▲—▲: *L. delbrueckii*, ■—■: *L. fermentum*, ○—○: *L. leichmanii*, □—□: *L. plantarum*, △—△: *L. sanfrancisco*.

은 그 적정산도 0.6 이하이었고 control의 경우 24시간 배양 후 총적정산도가 약 0.3이었다. 특히, *L. brevis*의 경우 총적정산도가 많이 증가하여 1.0이상까지 증가하였다.

발효의 진행에 따른 유기산의 변화를 보기 위하여 대표적인 유기산인 acetic acid와 lactic acid의 양을 분석하였다. Acetic acid의 경우는 *L. delbrueckii*가 가장 먼저 나타나 발효 4시간부터 생성되기 시작하였고, 그 다음 순서로 나머지 5개의 균주가 비슷하게 8시간 부터 생성되기 시작하였다(Fig. 3). Acetic acid의 생성은 *L. delbrueckii*, *L. plantarum*과 *L. fermentum*의 경우는 6~7 g/L가 생성되었으며 *L. brevis*의 경우는 4.5 g/L가 생성되었고 *L. leichmannii*와 *L. sanfrancisco*의 경우는 3~4 g/L가 생성되었다. Control의 경우는 acetic acid가 14시간후에 생성되고 그 양이 0.8 g/L 정도에 불과하였다. Fig. 4에서 나타난 것처럼 lactic acid는 acetic acid 보다 생성량도 적고 생성도 늦은 시간에 나타났다. Lactic acid는 control이 18시간부터 생성되기 시작 하는데 비하여, *L. delbrueckii*의 경우 6시간부터 가장 먼저 생성되었으며, 나머지 5개의 균주는 14시간 이후부터 lactic acid가 생성되기 시작하였다. 발효 24시간 후에 lactic acid의 생성량을 순서적으로 살펴보면 *L. fermentum*, *L. plantarum*과 *L. brevis*의 경우는 0.7~0.8 g/L가 생성되었으며 *L. delbrueckii*의 경우는 0.5 g/L가 생성되었고 *L. leichmannii*와 *L. sanfrancisco*의 경우는 0.3~0.4 g/L가 생성되었고 control의 경우는 0.2 g/L가

생성되었다.

이상의 결과로부터 *L. brevis*, *L. fermentum*과 *L. plantarum*의 스펀지 발효는 pH가 많이 감소하고 총적정산도가 많이 증가하였고 *L. delbrueckii*의 경우는 유기산이 빨리 생성되고 주 유기산인 acetic acid가 비교적 많이 생성되어 이 4균주를 혼합균주의 조합으로 사용하였다.

혼합젖산균의 액상 스펀지발효시 pH, 총적정산도, 유기산의 변화

전통적인 소다크래커 제조의 스펀지 발효는 단일균이 아닌 여러 가지 젖산균에 의하여 일어나고⁹⁾ 혼합균주 사용시 상승효과가 있기 때문에 선발된 4종류 *L. brevis*(B), *L. delbrueckii*(D), *L. fermentum*(F), *L. plantarum*(P)의 균주를 여러 가지로 조합한 혼합균주를 10%의 밀가루용액에 접종하여 액상 스펀지 발효를 시행하였다. 2가지 젖산균을 조합하여 BD, BF, BP, DF, DP, FP를 사용하여 스펀지 발효를 한 경우 중에 개별 젖산균을 사용한 경우보다 발효시간이 단축되고 총적정산도가 증가한 경우는 BF와 BP만 해당되었다. 그러나, 이 경우에도 이취 발생으로 스펀지 발효에는 적합하지 않았다. 또한 BDFP 4균주를 동시에 접종하여 발효할 경우 발효시간이 길어져 사용할 수 없었다. 그러므로 B, D, F, P의 4가지 균주를 3가지 혼합 젖산균으로 BDF, BFP, DFP로 실험을 수행하였다. 3가지 혼합균주들의 조합들은 모두 발효시간의 경과에 따라서 pH의 감소 및 총적정산도의 증가 양상을 보였고 그

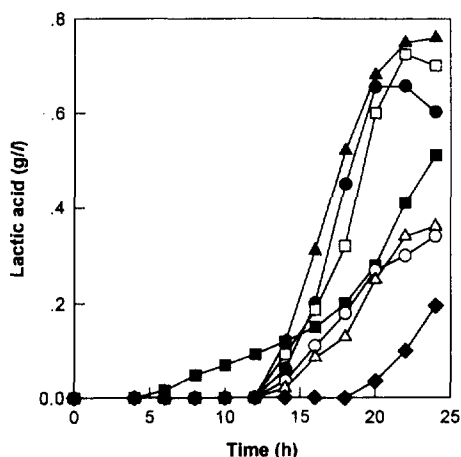


Fig. 4. The changes of lactic acid during sponge fermentation by lactic acid bacteria. ◆—◆: control, ●—●: *L. brevis*, ▲—▲: *L. delbrueckii*, ■—■: *L. fermentum*, ○—○: *L. leichmannii*, □—□: *L. plantarum*, △—△: *L. sanfrancisco*.

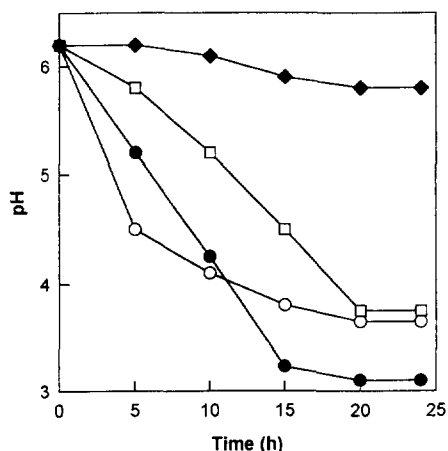


Fig. 5. The changes of pH during sponge fermentation by lactic acid bacteria, *L. brevis* (B), *L. delbrueckii* (D), *L. fermentum* (F), *L. plantarum* (P). ◆—◆: control, ●—●: BFP, ○—○: DFP, □—□: DBP.

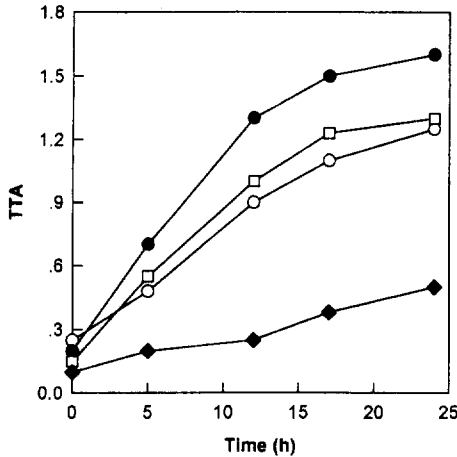


Fig. 6. The changes of TTA during sponge fermentation by lactic acid bacteria, *L. brevis* (B), *L. delbrueckii* (D), *L. fermentum* (F), *L. plantarum* (P). ◆◆: control, ●●: BFP, ○○: DFP, □□: DBP.

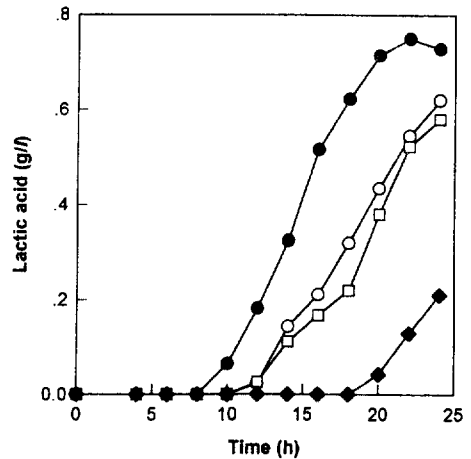


Fig. 8. The changes of lactic acid during sponge fermentation by lactic acid bacteria, *L. brevis* (B), *L. delbrueckii* (D), *L. fermentum* (F), *L. plantarum* (P). ◆◆: control, ●●: BFP, ○○: DFP, □□: DBP.

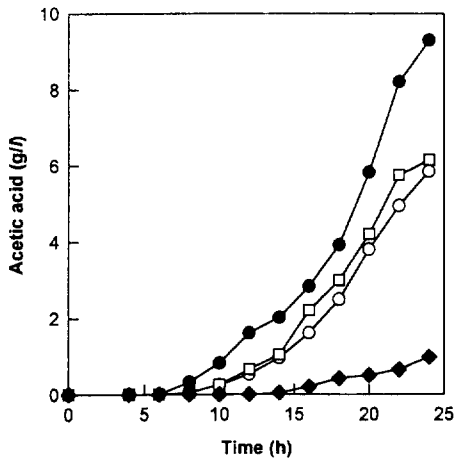


Fig. 7. The changes of acetic acid during sponge fermentation by lactic acid bacteria, *L. brevis* (B), *L. delbrueckii* (D), *L. fermentum* (F), *L. plantarum* (P). ◆◆: control, ●●: BFP, ○○: DFP, □□: DBP.

정도는 혼합균주 조합에 따라서 차이를 보여 pH에 있어서는 BFP의 혼합균주가 가장 빠르게 pH가 6.0에서 3.1까지 감소되었으며, BDP와 DFP의 혼합균주는 pH 3.7 부근까지 감소되었으며, control의 경우는 pH가 거의 감소되지 않아 24시간 후에 5.8로 나타났다(Fig. 5). BFP의 혼합균주의 경우 개별 젖산균중 가장 pH의 저하가 가장 큰 *L. fermentum*의 3.5보다도 pH의 저하가 크게 나타났다. 총적정산도는 발효가 진행됨에 따라 계속 증가하여 BFP의 혼합균주의 경우 1.5까지 증가

한 반면 BDP와 DFP의 혼합균주는 1.2 정도를 보여 주어 BFP의 혼합균주 총적정산도에 있어서 가장 높게 나타났다(Fig. 6). 이에 비하여 control의 경우는 총적정산도가 적게 증가하여 발효시간 24시간에서 0.5를 보여주었다. BFP의 혼합균주 경우 개별 젖산균 중 총적정산도의 상승이 가장 큰 *L. brevis*의 1.15보다도 총적정산도가 크게 상승하였다. BFP의 혼합균주는 총적정산도의 상승과 pH의 저하능력이 뛰어나 최적 스폰지 발효를 위한 가장 좋은 젖산균임을 알 수 있었다.

BFP의 혼합균주 총적정산도의 상승과 pH의 저하가 큰 것에 대한 원인을 조사하기 위하여 acetic acid와 lactic acid와 같은 유기산 생성을 살펴보았다. BFP의 혼합균주에서 acetic acid는 먼저 6시간부터 나타나기 시작하였고, 그 다음 순서로 BDP와 DFP의 혼합균주가 개별균주와 비슷하게 8시간부터 생산되기 시작하였다(Fig. 7). BFP의 혼합균주는 개별 젖산균 중 가장 많은 acetic acid를 생산한 *L. plantarum*의 6.9 g/L보다 약 1.5배인 9.3 g/L의 acetic acid를 생성하였고 BDP와 DFP의 혼합균주는 개별 젖산균과 비슷한 6 g/L를 생성하였다. Control의 경우는 acetic acid가 14시간 후에 생성되고 그 양이 1.0 g/L 정도에 불과하였다. 혼합젖산균들의 lactic acid의 생성량은 acetic acid와 같이 BFP의 혼합균주를 사용한 경우가 가장 많이 생성되었다. Lactic acid는 control이 18시간부터 생산되기 시작하는데 비하여, BFP의 혼합균주는 10시간부터 생산되었으며, 나머지 혼합균주들은 12시간 이후부터 lactic acid가 생산되기 시작되어 생성시간이 개별균주보다

약간 단축되었다(Fig. 8). 발효 24시간 후에 lactic acid의 생산량은 BFP의 혼합균주는 0.75 g/L를 생성하였으며 BDP와 DFP의 혼합균주는 0.6 g/L의 lactic acid를 생성하여 개별젖산균과 비슷하게 생성하였다. 또한 control의 경우는 lactic acid가 18시간 이후에 생성되어 발효시간 24시간에는 0.2 g/L가 생성되었다. 그러므로, 개별젖산균의 경우보다 BFP의 혼합 젖산균이 스펀지 발효 후 pH가 더 감소하고 총적정산도가 더 증가한 것은 acetic acid의 생성량 증가로 생각된다.

이상에서 여러 가지 *Lactobacillus* 균주들을 사용하여 이취가 없고 적정산도가 높은 균주를 선별하고 선별된 균주를 조합하여 사용한 결과 BFP의 혼합젖산균이 소다 크래커의 스펀지 발효시 가장 좋음을 알았다.

요 약

소다 크래커에서 분리된 미생물은 대부분 젖산균인 *Lactobacillus*의 속이므로 약 20종의 기증에 분리된 *Lactobacillus*속의 미생물들을 스펀지 발효에 사용하였고, 이중에서 발효후 이취가 없고 총적정산도가 높은 6종의 젖산균을 선별하였다. 선별된 젖산균은 소다 크래커의 스펀지발효에 관여하는 주요 젖산균으로 보고된 *L. brevis*, *L. delbrueckii*, *L. fermentum*, *L. leichmanii*와 *L. plantarum* 등 5종과 San Francisco sour bread의 주요 젖산균인 *L. sanfrancisco*이었다. 선별된 6종의 젖산균을 10%의 밀가루 용액에 접종하여 스펀지 발효 동안의 pH, 총적정산도 및 유기산(lactic acid와 acetic acid)의 변화를 측정된 결과 *L. brevis*, *L. fermentum*과 *L. plantarum*의 pH는 많이 저하하였고 총적정산도는 많이 증가하였으며 *L. delbrueckii*의 경우는 유기산이 빨리 생성되었고 주 유기산인 acetic acid를 비교적 많이 생성하여 혼합균주의 조합으로 사용하였다. 4가지 균주의 여러 가지 조합중 *L. brevis*, *L. fermentum*과 *L. plantarum*의 혼합젖산균을 사용한 결

과 총적정산도의 상승과 pH의 저하와 acetic acid의 생성력이 가장 뛰어나 이 혼합젖산균을 최적 스펀지 발효를 위한 가장 좋은 혼합젖산균으로 선택하였다.

문 헌

1. Moriarity, J.H.: Flavor evaluation in bakery goods. *Baker's Digest*, **40**(2), 73 (1966)
2. Voysey, P.: Rope; a problem for bakers. *J. Appl. Bacteriol.*, **67**, 25 (1989)
3. Saunders, R.M., Ng, H. and Kline, L.: The sugars of flour and their involvement in the San Francisco sour dough French bread. *Cereal Chem.*, **49**, 86 (1972)
4. Sugihara, T.F.: Non-traditional fermentations in the production of baked goods. *Baker's Digest*, **Oct**, 76 (1977)
5. Kline, L., Sugihara, T.F. and McCready, L.B.: Nature of the San Francisco sour dough French bread process. I. Mechanics of the process. *Baker's Digest*, **44**(2), 48 (1970)
6. Wolffin, A.: Bakteriologische und chemische Studien ber die Sauerteigg rung. *Archivfür Hygiene*, **21**, 268 (1894)
7. Schulz R.N., Pepler, J.H.: Basic principles of saltine production. *Baking Ind.*, **135**(5), 69 (1971)
8. Hoseney, R.C.: *Principles of Cereal Science and Technology*, AACC, St. Paul, Minnesota, p.143 (1986)
9. Sugihara, T.F., Kline, L. and Miller, M.W.: Microorganism of the San Francisco sour dough bread process I. Yeasts responsible for the leavening action. *Appl. Microbiol.*, **21**(3), 456 (1971)
10. Jackel, S.S.: Techniques to determine flavor factors in bread. *Proc. Am. Soc. Bak.*, **60** (1963)
11. Henry N.G.: Factors affecting organic acid production by Sourdough bacteria. *Appl. Microbiol.*, **23**(6), 1153 (1972)
12. APHA; *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. 16th ed., American Public Health Association, Washington D.C. (1993)
13. Fields, M.L., Hoseney, R.C. and Varriano, E.: Microbiology of cracker sponge fermentation. *Am. Assoc. Cereal Chem.*, **59**(1), 23 (1982)

(1996년 11월 12일 접수)