

## 국내외 기술정보

# 젖산균을 이용한 발효 절임식품의 제조

임 성 일 · 최 신 양

응용미생물연구팀

## 1. 서 론

현재 시판되고 있는 절임식품의 대부분은 염장야채를 탈염시키고 조미료를 첨가한 이른 바 조미절임과 저염절임으로 京都의 생채절임과 같은 젖산발효를 주로 이용한 것은 전체 시판절임식품의 1%정도 밖에 되지 않는다. 그 이유는 일본인이 짠겨된 장절임과 같이 약간의 산미를 좋아하는 경향이 있고 요리소재로 사용하지 않는다는 것과, 시판되고 있는 無殺菌 절임식품에는 후 발효시 산미의 조정이 어렵다는 것을 들 수 있다.

그러나 소비자의 건강지향성과 자연식을 선호하는 성향이 높아져 감에 따라 젖산발효절임식품에 대한 기대가 증가되고 절임식품제조업자도 이와같은 상품개발에 주력해왔다. 발효절임식품제조 중 젖산균의 역할이나 균총의 변화에 관해서는 짠겨된장, 생채절임 외에도 다수 보고된 바 있어 여기서는 젖산균의 첨가에 의한 발효절임식품의 제조 및 발효제어를 중심으로 연구된 예를 소개하기로 한다.

## 2. 젖산균 첨가에 의한 발효절임식품의 제조

일반적으로 발효절임식품은 야채나 토양에서 유

래하는 젖산균의 증식에 의한 발효가 대부분으로 때에 따라서는 이상발효를 일으키는 경우도 있다. 官尾는 이상발효된 절임식품은 절임초기에 질산환원균이 과도하게 증식하여, 생성된 아질산에 의해 젖산균에 의한 정상발효가 저해된 경우라고 보고한 바 있다. 잡균의 증식을 방지하기 위한 방법으로 옛날에는 가열살균법을 이용하였으며, 최근에는 효모나 Gram 음성균에 대해 항균성이 있는 isothiocyanate류를 이용하는 방법이 시도되고 있지만 보다 안정한 품질의 발효절임식품을 제조하기 위해서는 잡균의 억제대책과 더불어 유용 젖산균을 선택해서 starter로 사용하고, 그 균이 우세하게 증식할 수 있는 조건을 설정하는 것이 필요하게 되었다.

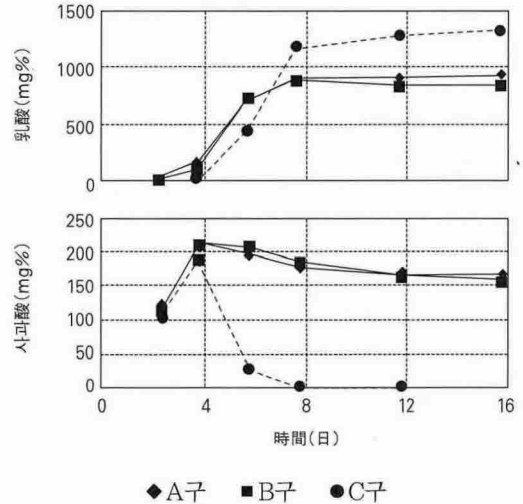
Daeschel 등은 pickle제조에 이용되는 젖산균 선택의 지표로서 빠르고 우세한 증식, 젖산 생성량, 식염내성, 생육온도, 탄산가스생성, phage내성 및 starter로서의 적성(고농도생균 유지) 등의 항목을 열거하고 있다. 石川 등은 *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*속의 젖산균을 starter로 사용하여 유기산조성, 당조성, 향기성분 조성, 유리아미노산 조성의 발효중 변화에 관해 검토하였고 일반적으로 다량으로 존재하면 기호성이 떨어지는 diacetyl이나 acetoin 등의 향기성분이 적은 균주를 찾아내었

다. 또한 小林 등은 락고절임의 젖산발효에 있어 락고중에 다량으로 함유된 fructan을 발효하는 *Lactobacillus plantarium*을 starter로 사용하여 젖산축적량이 많고 발효불량시 hetero형 젖산균에 의해 생성되는 mannitol이 억제된, 관능적으로 양호한 안정된 제품을 얻을 수 있었다고 보고 한 바 있다.

이상은 자연계에 서식하는 젖산균으로부터 유용균을 선별한 예이지만 그와 더불어 돌연변이 등에 의해 새로운 특성을 가진 젖산균을 이용한 발효절임식품의 제조가 시도되고 있다. 돌연변이의 변이원으로는 N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine(NTG)이나 ethylmethansulfonic acid(EMS)를 이용한 예가 많으며, 절임식품용으로는 Daeschel 등이 사과산으로부터 탄산가스 생성능을 가지고 있지 않은 젖산균의 육종에 관해 보고한 바 있다. 이것은 오이 pickle의 탄산가스에 의한 파열(Bloater damage)을 방지하는데 이용되고 있다. 발효 절임식품의 주요 젖산균인 homo형의 젖산균은 당대사에 의해 탄산가스를 생성하지는 않지만 야채중에 함유된 사과산 등의 유기산을 분해하여 탄산가스를 생성한다. 무거운 돌을 얹지 않고 제조한 pickle은 용해성이 높은 탄산가스에 의해 오이의 내부압이 높아져 결국 파열되는 예가 있고 이 균을 사용함으로써 방지할 수 있다는 것을 발견하였다.

北村는 돌연변이 방법으로 사과산을 분해하지 않는 젖산균(*Lactobacillus plantarium* N5주)을 만들었고, 발효공정에 있어서 사과산의 잔존을 지표로 하여 우세하게 생육시킬 수 있는 조건에 관해서 검토하였다. 즉 대부분의 젖산균은 유도효소인 malolactic(MLF)효소 생산능을 가지고 있기 때문에 젖산발효가 진행됨에 따라 MLF 발효에 의해 야채의 주요 유기산인 사과산이 젖산과 탄산가스로 전환되어 사과산이 없어진 절임식품이 된다. 따라서 첨가된 사과산 비분해 젖산균이 우세하게 증식해 있으면 사과산이 잔존하고 있다는 것이 추정된다. 살균하지 않은 오이즙액(생균수 :  $5.7 \times 10^4$ /

ml)을 이용한 시험에서 젖산균 단독첨가구에서는 우세한 증식을 위해  $10^7$ /g정도의 접종이 필요하지만 산을 첨가하여 pH를 미리 4.5부근으로 조정하면 야채에서 유래되는 잡균의 생육을 방지할 수 있어 실제로는  $10^6$ /g정도의 접종으로도 우세한 생육이 가능하다는 것이 판명되었다.



A구 : *E. faecalis* 및 N5 균주를 1g당 각  $10^6$  첨가

B구 : pH 4.5로 조절한 후 N5 균주를 1g당 각  $10^6$  첨가

C구 : 균 무첨가

30°C에서 14일간 발효. 최초의 2일간은 荒漬공정

그림 1. 사과산 비분해균주의 첨가에 의한 싹겨절임식품 제조중 젖산 및 사과산의 변화

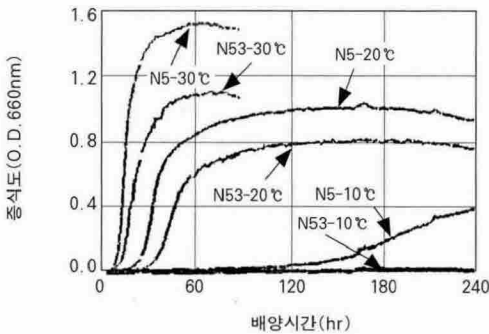
또한 발효초기에 출현하는 증식속도는 빠르지만 비교적 내산성이 높지 않는 *Enterococcus faecalis* JCM5803균주(사과산 비분해균)와 병용함으로써 pH를 조절하지 않고도  $10^6$ /ml의 첨가량으로 잡균의 증식을 방지할 수 있다는 것이 밝혀졌다. 생체절임 제조시의 예가 그림1에 나타나 있지만 사과산 비분해젖산균인 *E. faecalis*와 *L. plantarium* N5 균주

를 첨가한 A처리구 및 pH를 4.5로 조정한 후 N5 균주를 첨가한 B처리구에서는 사과산이 잔존하고 첨가한 젖산균이 적어도 우세하게 증식한다는 것을 알았다. 한편, 균을 첨가하지 않은 시험구에서는 야채에서 유래된 젖산균에 의해 사과산이 분해됨에 따라 pH가 상승되므로 상승된 만큼 증식도 비례하고, 젖산생성량이 다시 많아지면 동일하게 탄산가스가 생기기 때문에 관능적으로는 약간 자극적인 신맛이 난다.

그밖에 사과산 비분해균 이용의 특징으로서 원래의 균주에 비해 잔당량이 많은 절임식품이 제조된다는 것을 들 수 있다.

### 3. 젖산발효의 제어

젖산균을 첨가하므로써 잡균의 증식을 억제하고 발효절임식품을 보다 안정적으로 제조할 수 있는 전망은 쏠지만 과도한 산미의 생성에 의해 상품가치가 떨어진다고 하는 문제는 여전히 남아있다. 낮은 온도로 발효를 정지시키는 것은 어느정도 가능하지만 판매점의 냉장고 내의 실질적인 온도인 10℃

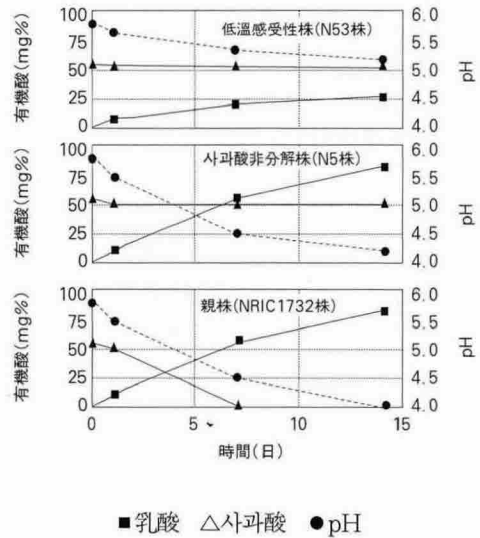


배추즙액배지(NaCl 2.7%, pH 5.8)에 각 균을 접종하고 Bioautorecorder를 이용해 각 온도에서 10일간 배양하였다.

그림 2. 저온감수성균 N53균주와 원균주(N5균주)의 온도별 증식곡선

전후에서는 발효가 진행되고 산미가 증가한다는 것이 문제이다. 이 문제는 요쿠르트등의 유제품에서도 마찬가지로, 발효에 의해 pH가 저하되면 사멸되는 성질이 있는 막결합형 ATPase 결손변이주 등의 산감수성 젖산균의 개발도 시도되고 있다. 또한 高重 등은 절임식품의 보존성을 높이기 위해 돌연변이를 일으켜 얻은 저온감수성균의 starter로서의 사용가능성을 검토하고 있다.

北村는 NTG에 의한 돌연변이로 사과산 비분해균의 저온감수성균주를 개발하여 그 성질과 발효절임식품으로의 응용에 관해서 검토하였다. 그림2에서와 같이 저온감수성균 N53 균주는 20 및 30℃에서는 원래의 균주와 비교해 증식속도는 약간 낮으나 발효시키키에는 지장이 없을 정도의 생육을 하는 것으로 나타났지만 10℃에서의 증식은 미약하였다. 따라서 20~30℃에서 좋은 산미가 되기까지 발효시켜 목적하는 산미가 생성된 후 10℃이하에서



20℃에서 하루 배양 후 10℃에서 보존, 배지는 배추즙액(식염 약 3%)

그림 3. 온도제어 발효에 있어서 유기산과 pH의 변화

보존하면 산패를 방지할 수 있고 보존성이 향상된다고 추정된다. 또한 이 균은 발효절임식품의 이취 원인이 되는 acetoin 등의 생성이 원래 균주와 비교해 극히 적었다. 배추즙액에  $10^6/g$ 이 되도록 접종하여 20℃에서 하루 발효시켜 10℃에서 보존했을 경우, 저온감수성 젖산균인 N53균주는 원래 균주에 비해 저온 저장중 생성되는 젖산에 의한 pH의 변화가 적어, 어느정도 발효를 제어할 수 있게 되었다(그림3).

#### 4. 맺 음 말

저온유통이 보급되어 있는 현재에는 온도를 관리 하므로서 젖산발효를 제어하고 현대인의 기호에 맞는 신맛을 가진 절임식품을 안정적으로 공급할 수

있게 되었다고 생각된다. 아직 실험실 수준이기는 하지만 저온감수성이나 산감수성 등의 기능을 부여한 젖산균을 이용하면 보다 확실한 절임식품이 될 것이다.

그러나 그것을 실용화하기 위해서는 scale-up할 때 발생하는 문제나 starter의 개발 등 여러가지 문제가 있다. 특히 중소 절임식품업체에서 일상적으로 젖산균을 순수배양한다는 것은 전용시설 및 기술자를 필요로 하기 때문에 현실적으로 어려움이 있다. 고농도로 농축한 starter가 개발된다면 발효 절임식품의 제조가 용이하게 되고 품질이 안정한 제품의 공급이 가능하게 되리라 생각된다.

소비자의 건강지향성이 점점 높아짐에 따라 첨가물에 의한 것이 아닌 향기물질으로서의 발효절임식품의 제품화가 요망된다.