

유산균을 이용한 참외 발효식품의 제조

차성관 · 전형일 · 홍석산 · 김왕준 · 구영조
한국식품개발연구원

Manufacture of Fermented Cantaloupe Melon with Lactic Starter Culture

Seong-Kwan Cha, Hyong-Il Chun, Seok-San Hong, Wang-June Kim and Young-Jo Koo
Korea Food Research Institute

Abstract

Addition of starch syrup, table sugar, potato powder, skim milk powder and parched soybean powder to melon flesh was suitable as fermented melon base. The manufacturing process of fermented melon was as follows: Pasteurization for 10 min at 95°C, use of 1% starter culture, fermentation for 12 hours at 35°C and ripening for 3 days at 8°C. The growth and acid production of *Pediococcus acidilactici* among several starter cultures were most active for the first 12 hours, but such activities were dissipated during ripening. In the case of *Lactobacillus plantarum*, the activities were not high during fermentation, which, however, increased during ripening. Throughout the whole manufacturing process, the fermented melon with a mixed culture of *P. acidilactici* and *L. plantarum* showed more cell number of each bacterium and higher titratable acidity than that with single cultures. Also *P. acidilactici* suppressed the growth of *L. plantarum* during ripening.

Key words: Fermented melon, lactic acid bacteria, mixed culture

서 론

참외는 비타민 A와 C가 풍부한 채소로서 입맛이 없는 여름철 피로를 풀어줄 수 있는 간식으로 사랑받는 과실이라 할 수 있다. 참외는 우리나라의 한방에서 예로부터 참외의 꼭지부분을 말려 진해, 거담, 변비, 황달 등에 처방하였다고 하며 급성 위장병, 중풍에도 효험이 있는 것으로 알려져 있다. Considine⁽¹⁾에 의하면 참외의 라틴어 학명은 *Cucumis melo*이고 영어로는 Muskmelon이라 불려지는데 참외는 전 세계적으로 매우 다양한 종류(PMR45, Cantaloupe, Persian melon, Honeydew melon etc.)가 재배되고 있고 참외를 채소로 분류하느냐 과일로서 분류하느냐의 논란이 있지만 현재 미국과 우리나라에서는 채소로서 분류하고 있다.

우리나라 참외의 연간 생산량은 약 7만 M/T으로서 매년 그 재배 면적과 생산량에 있어 약간의 변동이 있어 왔는데⁽²⁾ 참외는 저장성이 극히 불량하기 때문에 여름철의 홍수출하로 인한 가격하락, 유통체제의 미비 등이 문제점으로 지적되고 있다. 현재 국내에서는 참외 가공식품이 거의 없는 상태이기 때문에 여름철 참외의 홍수출하로 인한 가격하락 방지 및 참외의 수급 조절을

위하여 참외를 이용한 적절한 가공식품 개발이 요구되고 있다고 할 수 있다.

본 연구는 이러한 참외를 이용하여 저장성을 높이고 영양과 풍미를 증진시킬 수 있는 참외발효식품 제품 개발을 하고자 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

참외 원료 및 부재료

시장에서 유통하고 있는 금싸라기 참외를 구입하여 사용하였으며 참외발효매지를 만들기 위한 첨가성분으로 SU 회사제품인 탈지분유(skim milk powder, M)와 JI 회사제품의 자당(table sugar, C), SI 회사제품의 물엿(starch syrup, T), SJ 회사제품의 감자전분(potato powder, P)과 참쌀가루(glutinous flour, F) 그리고 SW 회사제품의 콩가루(soybean powder, S)를 사용하였다.

사용균주

Lactobacillus plantarum(KFRI 144, ATCC 8014), *Pediococcus acidilactici*(KFRI 168), *Lactococcus lactis*(KFRI 206), *Lactobacillus acidophilus*(KFRI 217), *Lactobacillus sp.*(참외로부터 분리된 균 MRI) 균과 Kefir 접종균(*L. lactis* + *Saccharomyces exiguus*)을 사용하였다.

참외 과육의 준비

Corresponding author: Seong-Kwan Cha, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

참외발효배지로 사용하기 위한 참외 과육은 참외를 먼저 물로 세척한 다음, 과도로 껍질을 벗겨내었고, 참외 속을 제거한 다음 얻은 참외 과육을 깎두기 형태로 절단하였고, 이를 다시 mixer(삼성전자)에 1분씩 3회 갈아, 얻어진 참외 과육을 플라스틱용기에 담아 -20°C 에서 냉동 보관하였다가 필요시에 녹여 사용하였다.

색도 및 굴절율의 측정

시료의 색도의 측정은 Yasuda Seili Seisaksho(Nr. UC 600-IV)를 사용하여 측정하였고 모든값의 측정결과와는 같은 시료를 세번 측정하여 평균값을 측정치로 나타내었다. 시료의 굴절율의 측정은 ATAGO Refractometer (ATAGO Model PR-1)를 사용하여 측정하였고 측정값은 Brix%값으로 나타내었다.

pH-값 및 적정산도의 측정

pH값의 측정은 pH-meter(Suntex SP-7)를 사용하여 측정하였고 적정산도의 측정은 시료 18g에 1% phenolphthalein 용액 0.05 ml를 가한 후 0.1 N NaOH로 적정하여 30초 동안 분홍빛이 사라지지 않을 때 까지 소요된 NaOH의 양으로 다음 식에 의하여 값을 구하였다.

$$1 \text{ ml } 0.1 \text{ N NaOH} = 0.0090 \text{ g lactic acid}$$

$$\text{적정산도}(\%) = \frac{0.1 \text{ N NaOH 적정량}(\text{ml}) \times 0.009}{\text{시료무게}(\text{g})} \times 100$$

미생물수의 측정

미생물수의 측정은 Collins and Patricia⁽³⁾의 drop count method를 이용하였으며 micropipet을 이용하여 0.025 ml를 회색액으로부터 취한 후 한천배지 위에 분주하였다. 집락의 계수값은 두번 반복의 평균값을 취하였다. 배지는 Elliker broth(Difco, 0974-01-1), APT agar (BBL 10916), KF Streptococcus agar(Difco, 0496-01-0)를 사용하였다.

결과 및 고찰

참외 발효식품 제조를 위한 제 조건의 조사

참외의 과육을 얻기 위하여 참외의 외피를 벗겨내고 참외속을 끊어내었을 때 각각 얻어진 과육, 외피, 참외속의 비율을 Table 1에서 볼 수가 있다. 과도를 이용하여 사람이 인위적으로 참외 외피를 벗겨내었을 때 얻어진 참외 외피의 비율은 반복에 따라 많은 차이를 보여주지 않고 있지만, 참외속의 경우에 있어서는 참외의 상태에 따라 즉, 참외의 성숙도에 따라 많은 차이가 있음을 알 수 있다. 대체적으로 약 15%의 외피 그리고 15%의 참외속을 제거하면 약 70%의 참외 과육을 얻을 수 있음을 표에서 알 수가 있다.

Brix%값 즉 굴절율의 측정값은 당의 농도와 상관관

Table 1. Proportional rate of three parts of melon obtained from processing

Raw fruits (%)	Skin (%)	Seed (%)	Flesh (%)
100	15.08 ± 1.92	14.62 ± 5.08	70.32 ± 4.68

계를 가지고 있는데 참외 과육에 3~6%의 자당과 탈지분유를 첨가하였을 때 약 10~15%의 Brix값을 나타내고 있고 자체의 약식 관능검사 결과 약 10% 이상의 자당첨가와 약 20% 이상의 물엿첨가가 적당한 것으로 밝혀졌다. 참외의 과육에 자당과 탈지분유를 각각 3%, 6% 그리고 12%씩을 섞은 후 95°C 에서 0, 5, 10분 동안 각각 열처리하였을 때 나타나는 색도의 측정 결과, 색도의 밝기는 탈지분유의 첨가로 인하여 높게 나타나고 있고 열처리 시간을 길게 할수록 낮아지고 있었고, 녹색과 적색을 나타내는 값에 있어서는 탈지분유의 첨가에 의한 큰 차이는 보여주지 않았으나 열처리 시간을 길게 할수록 탈지분유 첨가구에서 녹색쪽에서 적색쪽으로 바뀌어 지고 있음을 보여주고 있었다. 청색과 황색을 나타내는 값에 있어서는 탈지분유를 첨가하였을 때 황색쪽의 값이 약간 높았으나 큰 차이를 보여주지 않았다.申 등⁽⁴⁾의 실험보고에 의하면 peroxidase 효소는 참외의 변색, 변취, 변비에 관계되는 중요한 효소이고, 이 효소는 저온 살균에서 불활성화가 되지 않기 때문에 효소의 파괴를 위하여 높은 온도가 요구되는데, 실험결과 95°C 에서 9.5분의 열처리에 의해서 모든 peroxidase 효소를 불활성화시킬 수 있었음을 보고하고 있다. 따라서 참외 발효식품을 제조하기 위한 열처리 조건은 95°C 에서 10분간 열처리하는 것으로 결정하였다.

콩가루 3%, 감자전분 3%, 탈지분유 3%, 물엿 20% 그리고 참외속즙 20%를 각각 3가지 조합으로 참외과육과 함께 섞어 95°C 에서 10분간 열처리 한 후 *Lactobacillus plantarum* 균을 1% 접종하고 35°C 에서 48시간 발효시켰을 때, 즉 3가지 조합의 참외 발효배지에서 모든 측정값에 있어 비슷한 경향을 보여주었으나, 적정산도의 생성은 참외속즙을 사용하였을 때 가장 왕성하였고, 이러한 결과에 반하여 참외속즙을 사용하였을 때 pH-값과 균수측정에 있어서는 제일 낮은값을 나타내었다. 콩가루 3%, 감자전분 3%, 첨가한 구와 감자전분 3%, 탈지분유 3% 첨가한 구는 각각 12시간 발효후 0.61, 0.56 적정산도 값을 보여주었고 24시간, 그리고 48시간 후에는 0.94, 0.90 그리고 1.23, 1.21의 적정산도 값을 보여주어 35°C 에서의 적정발효시간은 12시간 전후로 판단되었다. 참외 발효배지의 주관적인 관능검사 결과 참외 발효배지의 조직개선을 위하여 사용하려고 하는 참쌀가루, 감자전분의 경우, 참쌀가루를 첨가하였을 때는 흠뻑새 비슷한 향미를 생성하였기 때문에 참외 발효배지의 조직을 위하여 감자전분을 사용하기로 결정하였고, 콩가루와 탈지분유가 참외발효식품의 향미 및 영양가 증진을 위한

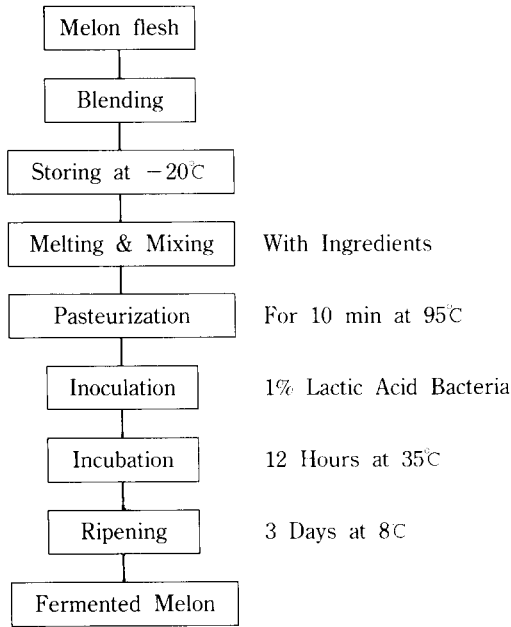


Fig. 1. Procedure for the manufacture of fermented melon

적절한 첨가물로 판단되었다. 이후 8°C 에서 3일 숙성을 시키는 Fig.1과 같은 참외발효식품 제조방법이 확립되었다.

*L. plantarum*의 총균수의 약식 측정방법을 위하여 Elliker 배지, MRS 배지, APT 배지와 YM 배지 모두 사용해 본 결과 MRS 배지에서는 Tween 80성분이 들어있기 때문인지 Agar위에 0.025 ml 희석액을 떨어뜨릴 때 물방울이 옆으로 굴러 다니기 때문에 적합하지 않은 것으로 밝혀졌고 APT 배지와 YM 배지에서는 콜로니 크기가 너무 크기 때문에 계수하는데 어려움이 있고 Elliker 배지가 계수하기에 가장 적합한 크기의 콜로니를 형성하기 때문에 Elliker 배지를 *L. plantarum*의 총균수 약식 측정방법에 사용하였다. 또 총균수 약식 측정방법에서 희석비율로 정확하게 콜로니가 계수되었을 때 1단위수의 집락수, 10단위수의 집락수, 100단위 수의 집락수의 평균을 내지 않고 10단위수의 집락수만을 반복 평균값을 구한 후 환산하여 생균수의 결과로 나타내었다.

단일균주에 의한 참외발효식품의 제조

참외과육에 3% 감자전분, 3% 콩가루, 3% 탈지분유 그리고 물엿 20% 첨가한 참외 발효배지에 *P. acidilactici*, *L. lactis*, *L. plantarum* 그리고 참외에서 분리된 *Lactobacillus* sp. 인 MRI 균주들을 각각 1%씩 접종하여 35°C 에서 12시간 발효시키고 그 이후 8°C 에서 숙성시켰을 때 120시간까지의 생성된 적정산도의 변화와 pH-값의 변화를 Fig.2에서 볼 수 있다. 또 이때 균수의 변화를

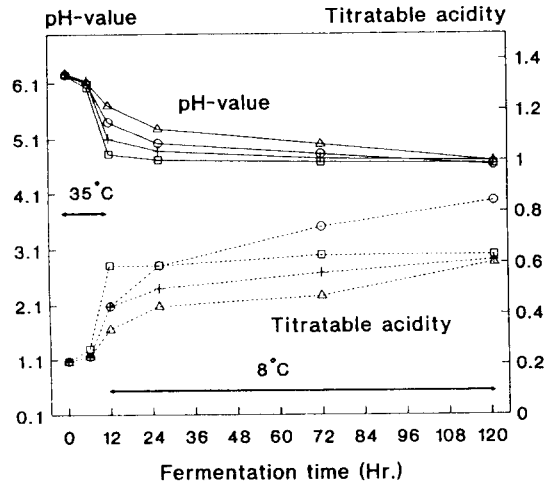


Fig. 2. Changes of titratable acidity and pH-value during the fermentation of melon mix with different starter cultures

---+; *P. acidilactici*, □—□; *L. lactis*, △—△; *L. plantarum*, ○—○; MRI, ---+; *P. acidilactici*, ---+; *L. lactis*, △—△; *L. plantarum*, ○—○; MRI

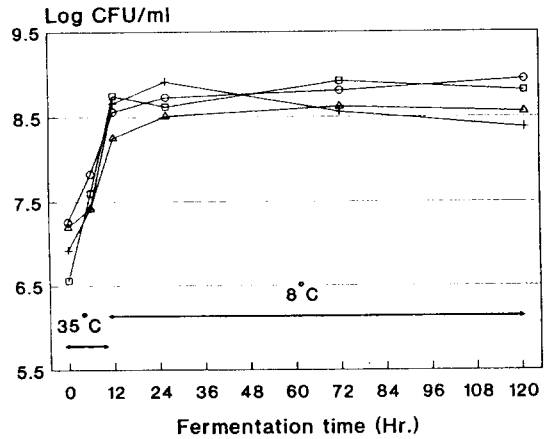


Fig. 3. Changes of viable cell count during the melon mix fermentation with different cultures

---+; *P. acidilactici*, □—□; *L. lactis*, △—△; *L. plantarum*, ○—○; MRI

Fig.3에서 볼 수 있는데 초기 35°C 발효에서 *P. acidilactici* 균주의 균수는 급격히 증가하였다가 8°C의 숙성기간 중 서서히 소멸되는 현상을 보여주었고 이에 반하여 *L. plantarum*은 35°C 발효에서 성장이 부진하였으나 8°C의 숙성온도에서도 그 성장이 꾸준히 증가하고 있음을 알 수가 있다. 한편 *L. lactis* 균주는 탈지분유를 첨가하여준 이유 때문인지 35°C의 발효기간 중 가장 빠른 산생성과 균의 성장을 보여주었고 참외에서 분리된 *Lactobacillus* sp. MRI 균주는 *L. plantarum* 균주와 비슷한 발효현상을

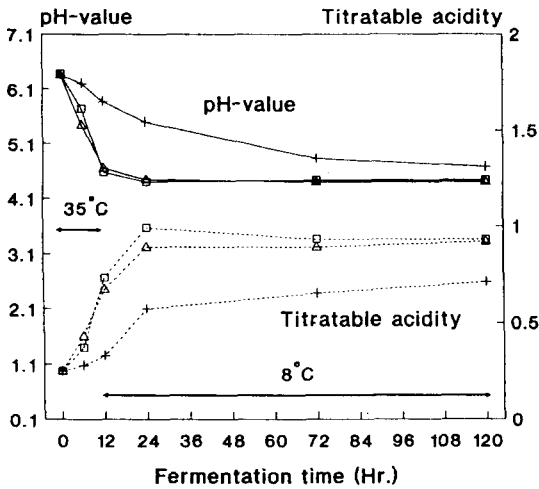


Fig. 4. Changes of titratable acidity and pH-value during the fermentation of melon mix with single and mixed cultures

+--+; *L. plantarum*, □-□; *P. acidilactici*, △-△; *L. plantarum*+*P. acidilactici*, ×-×; *L. plantarum*, □-□; *P. acidilactici*, △-△; *L. plantarum*+*P. acidilactici*

보여주었는데 즉, 초기 35°C의 발효기간 중에서는 왕성한 산생성의 증가를 보여주지 않았으나 8°C의 숙성기간 중에는 가장 많은 산을 생성하고 있음을 Fig. 2에서 알 수가 있다. 또한 *Lactobacillus* sp. MRI 균주는 heterofermentative 한 유산균주로서 숙성기간 후 주관적인 참외 발효식품의 관능검사에 의하면 향기로운 산 생성맛과 함께 CO₂가 녹아있기 때문인지 혀에 특조는 독특한 맛을 느낄 수가 있었다.

혼합균주에 의한 참외발효식품의 제조

요구르트 제조에 있어 *Lactobacillus bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*의 혼합균주를 사용할 때 초기 발효에 구균(cocci)이 관여하여 성장하고 이후 첨차로 간균(rod)이 성장함으로써 구균, 간균이 서로 상호협력하여 요구르트 발효과정을 거치게 된다는 것은 잘 알려진 사실이다⁵⁾. 이러한 구균, 간균 혼합균주에 의한 참외발효식품의 발효성장, 즉 *P. acidilactici* 균주와 *L. plantarum* 균주에 대한 효과를 알아보기 위하여 실시한 실험결과를 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 참외과육에 감자전분 3%, 콩가루 3%, 탈지분유 3%를 첨가하였고 물엿 대신에 자당 10%를 첨가하여 실험을 실시하였다. Fig. 4에서 나타난 것과 같이 *L. plantarum*과 *P. acidilactici*의 혼합균주에 의한 발효와 *P. acidilactici*의 단독균주에 의한 발효시 초기발효 및 숙성과정에서 높은 산생성을 보이고 있는 것은 물엿을 첨가물로 사용하지 않고 자당을 이용하였기 때문으로 사료된다. Fig. 5에서 볼 수 있는 것과 같이 *P. acidilactici* 균주와 *L. plantarum* 균주를 단독으로 접종하였을 때는 *L. plantarum* 균수는 35°C의

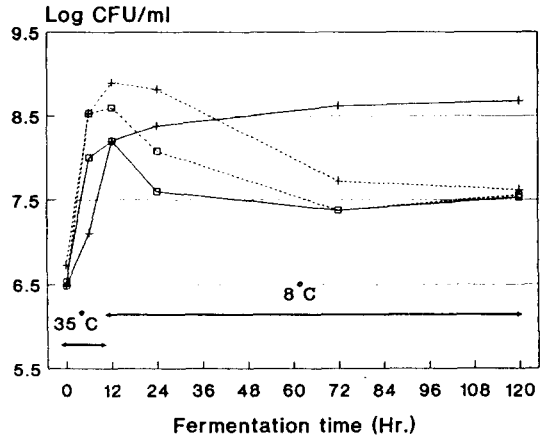


Fig. 5. Changes of viable cell counts during the melon mix fermentation with single and mixed cultures

+--+; *L. plantarum*, □-□; *P. acidilactici*, □-□; L+P (*P. acidilactici*), +--+; L+P (*L. plantarum*)

숙성과정에서 계속적으로 증가하고 *P. acidilactici* 균주의 균수는 숙성기간으로 접어들면서 급격하게 줄어들었는데 반하여, *P. acidilactici* 균주와 *L. plantarum* 균주를 혼합배양 하였을 때는 두 가지 균주의 균수가 35°C의 발효 때 단독균주에 의한 발효 때보다 높게 나타났고 단독균주의 발효시 숙성기간 중 서서히 증가하던 *L. plantarum*의 균수가 혼합균주의 발효시에는 오히려 줄어들고 있는 현상을 보여주고 있다.

요 약

참외 발효식품을 제조하기 위한 적절한 접종균의 개발을 목적으로 실시한 실험결과는 다음과 같다. 참외의 외피(참외의 약 15%)를 제거하고 참외속(참외의 약 15%)을 제거하여 얻어진 참외과육(참외의 약 70%)에 물엿, 자당, 감자전분, 탈지분유 및 콩가루를 첨가한 참외 발효배지가 참외발효식품 발효배지로서 적합한 것이 밝혀졌고 찹쌀가루의 사용은 관능검사 결과 부적합한 것으로 밝혀졌다. 참외발효배지를 95°C에서 10분간 살균처리 한 후 1% 젖산균을 접종하여 35°C에서 12시간 발효시키고 이후 8°C에서 3일 동안 숙성시켜 참외 발효식품이 제조되었다. 단일균주에 의한 참외 발효식품의 제조에서 *Pediococcus acidilactici* 균주는 12시간의 발효기간 중 모든 균주 중 가장 왕성한 산의 생성과 성장을 보여주었으나 이후 숙성기간 중에는 균이 소멸되는 현상을 보여주었고, *Lactobacillus plantarum* 균주는 발효기간 중 생성이 왕성하지는 않았지만 이후 숙성기간 중에도 꾸준히 균수와 산 생성이 증가하는 현상을 보여주었다. *Pediococcus acidilactici* 균주와 *Lactobacillus plantarum* 균주의 혼합발효에 의한 참외 발효식품 제조에 있어서 두 균주의 혼합발효는 두 균주 각각의 단일균주에 의한 발효

때보다 더욱 왕성한 균수의 증가를 보여주었고, 숙성기간 중의 *L. plantarum*의 지속적인 성장을 *P. acidilactici* 균주가 억제시키는 효과를 보여주었다.

문 헌

1. Considine, D.M.: *Foods and food production encyclopedia*. Van Nostrand Reinhold Co., New York, p.1317(1982)
2. 농림수산부 : 농림부산통계연보(1990)
3. Collins, C.H. and Patricia, M.L.: *Microbiological methods*. 5th ed., Butterworths, London, p.133(1984)
4. 신동화, 구영조, 김정옥, 민병용, 서기봉 : 수박 및 참외 주스 제조에 대하여. 한국식품과학회지, 10(2), 215(1978)
5. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yoghurt-Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.277(1985)

(1993년 6월 29일 접수)