

시판 김치의 발효 온도별 성분과 미생물 변화

신동화 · 김문숙 · 한지숙 · 임대관 · 박완수*
전북대학교 식품공학과, *한국식품개발연구원

Changes of Chemical Composition and Microflora in Commercial *Kimchi*

Dong-Hwa Shin, Moon-Sook Kim, Ji-Sook Han, Dae-Kwan Lim and wan-Soo Bak*

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University
*Korea Food Research Institute

Abstract

Chemical changes, lactic acid bacteria and yeast counts in *kimchi* prepared by a commercial manufacturer in large scale were monitored at different fermentation temperature. The optimum pH of *kimchi*, around pH 4.2, reached within 2 days at 25°C, 3 days at 15°C and 23 days at 5°C fermentation, respectively. The optimum acidity calculated as lactic acid was not exactly coincident with pH. The total viable count reached at maximum within 2 days at 25°C, 6 days at 15°C and 12 days at 5°C fermentation, respectively. The identified strains of *Lactobacilli* during *kimchi* fermentation were *L. brevis*, *L. plantarum* and *L. acidophilus* with 3 unidentified strains. *L. brevis*, *L. plantarum* appeared from the first stage of fermentation to the terminal at 15°C and 25°C with keeping a constant level of viable number. In case of *Leuconostoc* species, *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* was identified. This strain increased in viable number at the beginning of fermentation and dropped sharply at all fermentation temperatures. *Pediococcus* species including *P. pentosaceus* and one unidentified strain increased at the first stage of fermentation and decreased after on. *Streptococcus faecium* subsp. *casseliflavus* which appeared at the middle stage and *Aerococcus viridans* which was sole strain were also confirmed during *kimchi* fermentation. *Cryptococcus laurenti* was identified at all fermentation temperature and disappeared at the first stage of fermentation. It was reappeared 10 days only after fermentation at 25°C.

Key word: *kimchi*, lactic acid bacteria

서 론

복합 발효 식품인 김치의 발효 초기에는 Gram 음성균인 *Aeromonas* 속과 Gram 양성균인 *Bacillus* 속이 발현하고 이어서 Gram 양성균인 젖산균이 발효를 주도하나 말기에는 효모들에 의한 작용으로 연부현상이 나타난다고 보고되고 있다⁽¹⁾.

호기성 균으로는 *Achromobacter butyri*, *Flavobacterium ferugineum*, *F. fucatum* 그리고 *Bacillus megaterium* 등이 발견⁽²⁾되며 이어서 김치의 발효에 주된 역할을 하는 젖산균의 증식이 시작된다고 알려지고 있다⁽³⁾. 김치의 주발효균은 *Leuconostoc mesenteroides*이며 *Lactobacillus plantarum*은 산패에 관여한다고 보

고⁽⁴⁾하였으며 이들 뿐만 아니라 발효과정에서 더 많은 젖산균이 증식하고 있다. 지금까지 알려진 김치 발효 관여 젖산균은 *L. mesenteroides*, *L. plantarum*을 포함하여 *L. brevis*, *Streptococcus faecalis*, *S. faecalis* var *liquefaciens*, 그리고 *Pediococcus cerevisiae* 등^(5,6)과 함께 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Streptococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* 및 *Lactobacillus sake*가 분리 동정⁽⁷⁾ 되었다.

김치의 발효에 관여하는 미생물의 증식 양상은 배추의 품종⁽⁸⁾과 발효 온도^(1,4), 염분⁽⁹⁾ 등에 상당한 영향을 받는 것으로 알려지고 있는데 염분보다는 온도의 영향이 큰 것으로 알려져 있다⁽¹⁰⁾.

발효 온도에 따라 출현 빈도가 높은 균을 보면 25°C에서 *L. plantarum*, *Streptococcus raffinolactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*이었고, 15°C에서는 *L. plantarum*, *L. fructosus*, *L. mesen-*

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science & Technology, Chonbuk National University, Dukjin-dong, Chonju, Chonbuk 560-756, Korea

teroides subsp. *mesenteroides*, 5°C에서는 *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leuconostoc paramesenteroides* 그리고 *Lactobacillus maltaromicus*였고 25°C에서는 *Lactobacillus* spp.(59.7% 빈도), 그리고 5°C에서는 *Leuconostoc* spp.(65.2% 빈도)가 주를 이루었다⁽¹¹⁾.

지금까지 김치에 관한 연구의 대부분은 실험실에서 제조한 김치를 대상으로 소량으로 실험했으나 이 실험에서는 일일 5~6톤씩 기업적으로 생산하는 공장에서 제조한 막김치를 버무린 직후 채취하여 시판 단위인 10 kg을 기준으로 5°C, 15°C, 25°C에서 발효시키면서 품질 특성과 미생물 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

김치

전북 진안 부귀농협에서 1994년 1월 27일과 1994년 3월 3일 제조한 막김치를 제조 직후 냉장 상태에서 실험실로 운반, 시료로 하였다.

김치는 일반적인 막김치 제조 방법을 따랐고 배합비는 Table 1과 같다.

시료의 처리 및 발효

발효 용기는 플라스틱 통(30×30×25 cm, 두께 2 mm)을 사용하였고, 각 용기에 김치 시료 10 kg을 넣은 후 물을 넣은 플라스틱 주머니를 위에 놓아 누름돌을 대신하였고 뚜껑을 덮었다. 용기의 기하학적 중심에 시료 채취공을 만들어 온도 감지부와 시료 채취시 사용할 수 있도록 링겔 호스를 미리 넣어 두었다. 발효 온도는 5, 15, 25°C로 하였다.

내부 중심 온도의 측정

온도기록 장치(Yogogawa temperature model 476)를 이용하여 연속 측정하였다. 온도 감온부는 김치 내부와 항온기 중심에 각각 위치토록 하였다.

성분분석

시료공으로 부터 채취한 김치즙액을 분석 시료로

Table 1. Composition of kimchi stuff (Unit: weight %)

Chinese cabbage (brined) ¹⁾	80.6	Welsh onion	1.9
Chinese radish	9.4	Onion	1.3
Red pepper powder	2.6	Salt	0.1
Garlic	1.8	Sugar	0.2
Ginger	0.4	MSG	0.3
Fermented anchovy	0.8	Rice porridge	0.1
Fermented shrimp	0.5		

¹⁾Brined Chinese cabbage for 16 hrs

하였다. pH는 pH meter (Orion SA 520)로, 산도는 0.1 N NaOH로 적정하여 젖산으로 환산하였다. 식염은 Mohr법⁽¹⁴⁾으로 비타민 C는 2,6-dichlorophenol indophenol 비색법⁽¹⁵⁾으로 측정하였다.

총균수 시험

김치즙액을 0.1% peptone수에 10배 희석법으로 희석한 후 plate count agar (Difco)를 이용, 희석액 1 ml씩을 pouring culture method로 접종한 다음 30°C에서 3일 배양 후 계수하였다.

*Lactobacillus*와 *Leuconostoc*의 계수⁽¹³⁾

Lactobacilli MRS broth (Difco)에 0.002% bromophenol blue를 첨가한 배지에 총균수 실험과 함께 희석한 시료 0.1 ml를 도말, 25°C에서 2-3일 배양하고 colony를 관찰, *Leuconostoc*은 전체적으로 암청색으로 환이 없으며 *Lactobacilli*는 전체적으로 담청색을 띠거나 중앙에 암청색의 환이 있고 또는 전체적으로 흰색인 것으로 구분하여 계수 하였고, 2반복 하여 평균치를 얻었다.

Pediococcus, *Streptococcus*, *Aerococcus*의 계수⁽⁷⁾

총균수 실험과 함께 희석한 시료를 m-Enterococcus agar (Difco)를 사용하여 시액 0.1 ml를 도말, 37°C에서 4일간 배양하여 colony를 관찰하였다. *Pediococcus*는 흰색의 colony, *Streptococcus*는 붉은색을 띠는 colony, *Aerococcus*는 핑크색을 띠는 colony로 구분하여 계수 하였고, 2반복 하여 평균치를 얻었다.

효모의 계수⁽¹⁴⁾

총균수 실험과 함께 희석한 시료 0.1 ml를 10% lactic acid로 pH를 3.5±0.1로 조정된 potato dextrose agar (Difco)에 도말하여 30°C±1°C에서 3일간 배양 후 특징적인 colony를 계수하고 2반복 하여 평균치를 얻었다.

젖산균의 동정^(15, 16)

앞에서 배지에 나타난 균주의 특징모양에 따라 균속으로 분리된 균주를 대상으로 순수분리한 후 Gram 염색과 catalase반응을 확인한 다음 각각 2분씩 api system (API System, La Balme-les-Grottes, France)으로 동정하였다. *Lactobacillus*와 *Leuconostoc*은 api 50 CH 및 api 50CHL로 49종의 탄수화물 발효패턴, *Streptococcus*와 *Pediococcus*는 api 20strep으로 20종의 발효 특징을 확인한 후 이 결과를 ATB identification

computer system (bio Merieux, France)에 입력하여 동정하였다.

효모의 동정

효모로 분리한 균주를 현미경 관찰로 형태를 확인한 후 Vitek system (Bio Merieux Vitek, Inc. U.S.A.) Yest Biochemical Card를 이용, 동정하였다.

결과 및 고찰

내부 품온의 변화

김치 10 kg을 플라스틱 4각 용기에 담아 각각의 발효 온도에 넣고 발효하는 과정에서 온도의 침투 양상을 보면 Fig. 1 과 같다.

Fig. 1에서 보면 내부 품온 9°C의 김치가 25°C에 이르는 데는 약 28시간이 소요되었고, 15°C에 이르는 데 약 36시간, 5°C에 이르는 데는 약 32시간이 소요되어 실험할 발효 온도에 도달하는데 상당한 시간이 필요함을 알 수 있었다. 따라서 25°C 같은 경우 내외의 온도차에 의한 발효 양상이 상당히 다를 것으로 보여 대형 용기를 발효 용기로 사용하는 경우 열전도를 감안할 필요가 있었다. Retort pouch 김치를 열처리하는 경우 열 전달 속도는 파우치의 두께, 공기 함유 그리고 국물의 양과 관계 있다고 알려졌으며, 열확산도는 탈기시 $1.44 \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{s}$ 로 실험⁽¹⁷⁾되었는데 기업적 생산에서도 발효 온도에 도달하는 시간을 산정하는 것이

필요할 것으로 보인다.

pH의 변화

발효 온도에 따른 pH의 변화를 보면 Fig. 2와 같다. Fig. 2를 보면 온도에 따라 pH의 변화가 뚜렷하여 25°C의 경우 2일 정도에서 김치의 최적 pH인 4.2⁽⁴⁾ 근방에 도달하나 15°C인 경우 3일이 소요되는 반면 5°C에서는 23일이 소요되고 있다. 전체적인 pH 변화를 보면 25°C의 경우 발효 후기 pH가 pH 3.6 근방까지 떨어지나 15°C의 경우 pH가 3.7 근방에 머물고 있으며 5°C에서 발효하면 pH가 4.0 정도로 발효온도에 따라 도달하는 pH가 각각 다른데 이는 발효에 관여하는 젖산균이 다름을 시사하는 것으로 보인다.

김치의 발효 양태는 염도보다는 온도에 더 깊은 관계가 있으므로^(8,10) 이 조건에 따라, 맛도 상당한 차이가 있을 것으로 보인다.

산도의 변화

pH와 함께 산도의 변화를 보면 Fig. 3과 같은데, Fig. 2의 경향과 같이 산도의 경우도 25°C의 경우 가장 높아 최종 산도가 0.98% 정도에 도달하나 15°C 발효는 0.9%, 15°C는 0.55%에 이르고 있다. 김치의 적숙기, 즉 산 0.5~0.6%⁽⁴⁾를 보면 25°C의 경우 2일, 15°C인 경우 약 10일, 5°C인 경우 40일 정도로 나타나고 있는데 이는 Fig. 2의 결과와 일치하지 않고 있다. 즉 김치의 적숙기는 김치 발효 정도와 관계되고 발효 온

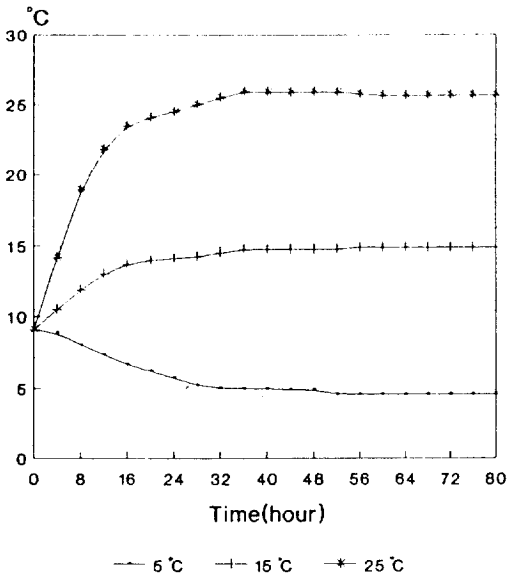


Fig. 1. Internal temperature of kimchi during fermentation at different temperature

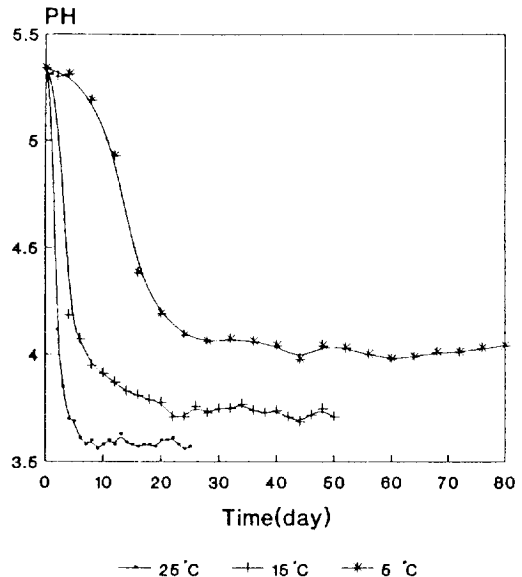


Fig. 2. pH changes of kimchi during fermentation at different temperature

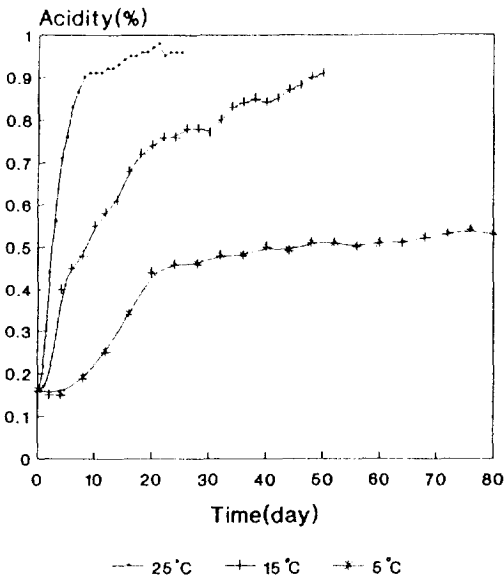


Fig. 3. Acidity changes of kimchi during fermentation at different temperature

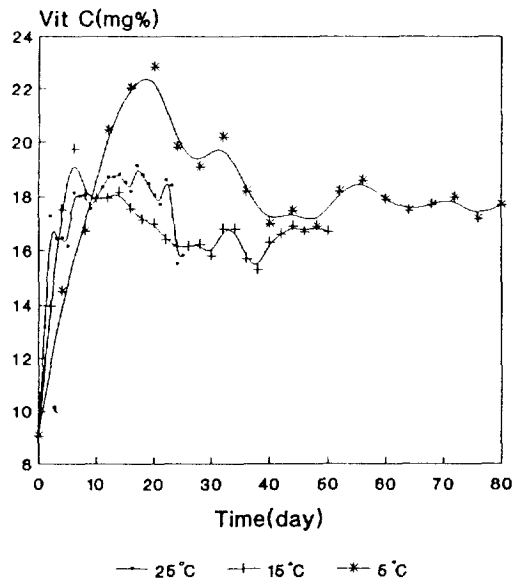


Fig. 4. Vitamine C changes of kimchi during fermentation at different temperature

도에 따라 관여균이 달라지므로^(1,18) 산의 생성과 pH 변화가 당연히 차이가 있을 것이므로 산도와 pH만으로 적숙기의 판정보다는 발효 조건이 감안된 적숙기 판정 기준이 새로 설정되어야 할 것으로 본다.

비타민 C의 변화

채소 발효 식품인 김치는 비타민C의 함량이 중요한 영양소의 하나로 김치중 비타민C의 함량과 발효중 변화에 관한 연구^(19,20)가 많이 이루어진 바 있다.

발효 온도별로 비타민C의 함량을 추적해 본 결과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4에서 보면 전체적으로 비타민C의 함량은 일정 발효 기간까지는 상승하는 경향을 보인다. 그 함량을 보면 발효 온도 25°C 및 15°C는 거의 비슷한 경향을 보여 각각 19 mg%, 19.5 mg%였으나 5°C 발효 김치는 20일 후 23 mg%로 최고에 도달하고 그 이후 감소하고 있으며 감소하는 속도는 25°C가 가장 빨랐다. 김치중 비타민C는 대부분의 경우 상승하다가 발효 기간에 따라 감소^(20,21)하고 있으며, 김치 숙성의 최적기에 비타민C의 함량도 최고에 도달한다고 보고⁽²⁰⁾한 바 있는데 이 실험에서도 적숙기의 pH와 산도를 비교해 볼 때 거의 비슷한 경향임을 알 수 있다. 이는 배추조식내 비타민 C가 즙액으로 이행하는 속도와의 관계가 있을 것으로 추정된다.

총균수의 변화

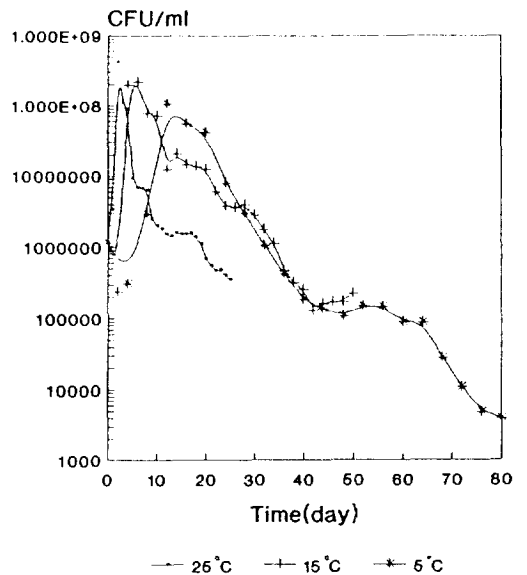


Fig. 5. Total viable counts in kimchi during fermentation at different temperature

무균화 원료로 담근 김치는 발효가 진행되지 않아⁽²²⁾ 김치 발효는 미생물 작용으로 확인되었고, 관여 미생물이 상당히 구체적으로 밝혀지고 있다.

발효 온도에 따라 총균수의 변화가 상당히 심할 것으로 판단되어 발효 기간별 추세를 관찰한 결과는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5에서 보면 총균수는 발효 온도에 관계없이 전

체적으로 비슷한 양상이나 단지 최고 수치에 이르는 기간이 차이나고 있다. 즉 발효 온도 25°C의 경우 약 4×10^8 에 도달하나 15°C의 경우 발효 6일 후 최고에 도달하여 2×10^8 에 이르고, 5°C의 경우 12일 후 최고에 도달, 10^8 에 이른다. 총균수는 모든 발효 온도에서 최고에 이른 후 급격히 감소하는데 이는 생성된 산에 의한 저해로 판단되며 여러 복합균종들 사이의 소장이 관계된다고 본다. 김치 발효중 총균수는 사용 원료와 제조 여건에 따라 다르겠지만 최고 균수는 보통 $10^8 \sim 10^{10}$ 사이로^(6,23) 발효 온도가 낮은 경우 총균수도 낮았다⁽¹⁰⁾. 이 실험에서도 5°C 발효의 경우 25°C나 15°C에 비하여 총균수가 상당히 낮아서 비슷한 경향을 보였다.

발효중 균종별 증식 변화

선택 배지를 이용, 특징적인 균을 발효 기간별로 계수한 후 순수분리하여 api system으로 동정하여 김치 발효중 균종별 증식 변화를 추적하였다. 여기서는 김치 발효에 주로 관여하는 *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*와 m-Enterococcus agar 배지에서 분리 확인된 *Aerococcus*에 대하여 실험하였다.

Lactobacillus : *Lactobacillus* 균속은 채소류 발효에서 가장 빈번히 나타나며 많은 양의 산을 생성하여 산패의 원인균으로 알려져 있다^(4,5,24). 이 균속의 균종을 발효 온도별, 균종별로 시험한 결과는 Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8과 같다.

Fig. 6에서 보면 25°C 발효에서 *Lactobacilli* 균속중 *L. plantarum*, *L. brevis*가 발효 초기부터 급격히 증가하면서 발효를 유도하는 것으로 보이며 *L. acidophilus*는 발효 후기에 나타나고 있다. 앞서 2균주는 초기부터 상당수준 검출되어 원부재료와 함께 유입되는 균으로 보인다. 여기서 동정에 실패한 2균주들도 *L. plantarum*이나 *L. brevis*와 비슷한 양상을 보이

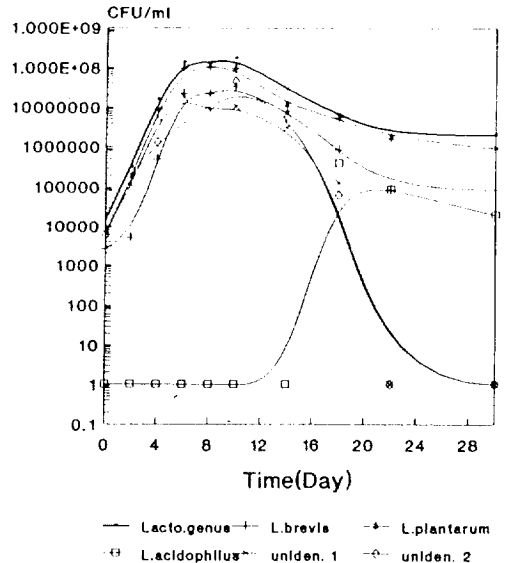


Fig. 7. Changes of *Lactobacillus* species during kimchi fermentation at 15°C

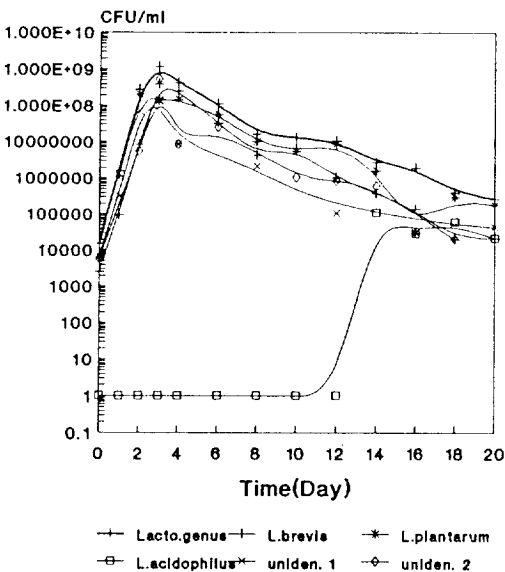


Fig. 6. Changes of *Lactobacillus* species during kimchi fermentation at 25°C

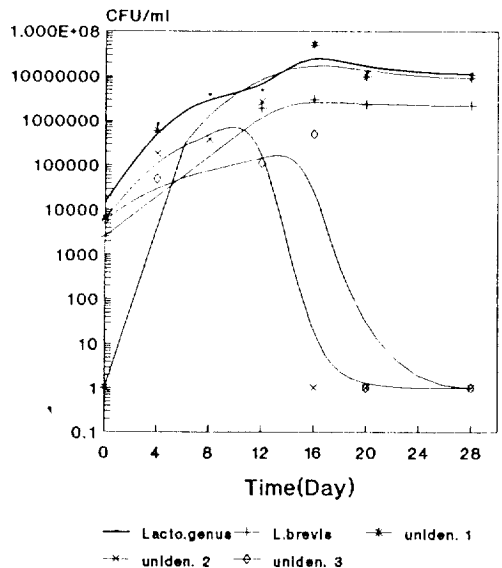


Fig. 8. Changes of *Lactobacillus* species during kimchi fermentation at 5°C

고 있어 이들의 추가 동정이 필요할 것으로 본다.

*L. plantarum*과 *L. brevis*는 김치 발효에서 가장 빈번히 검출되는 균으로 발효 후기까지 존재하여 산을 생성하므로 산패에 관여한다고는 하나 발효 초기부터 증식하므로 김치의 맛에 크게 영향을 미칠 것으로 판단된다. 발효온도가 낮아지는 경우(Fig. 7, Fig. 8) 검출되는 균의 수는 감소하나 그 양상은 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 여기서 지금까지의 연구 결과는 *L. plantarum*은 5°C 발효에서 검출되지 않고 있는데^(4,7,11) 동정되지 않은 미확인 균주들에 대한 더 깊은 비교 관찰이 필요할 것으로 본다.

Leuconostoc : 0.002% bromophenol blue를 첨가한 MRS 배지에 김치액을 배양하여 colony가 전체적으로 암청색으로 환이 없는 경우 *Leuconostoc* 속으로 분류하고, 이들을 계수한 다음 순수분리하며 api 50 CHL 및 api 20 strep으로 동정하였다. 여기서 분리된 균주는 모두 *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 이들의 증식 양상은 Fig. 9와 같다. 이들은 발효 온도와 상당한 관계가 있으며 발효 초기 급격히 증가 후 바로 감소하는데, 이들은 증식하면서 김치의 발효 조건을 혐기성 상태로 만들고 이어 *L. plantarum* 등 젖산 생성량이 많은 젖산균이 증식한다고 알려져 있다⁽²⁴⁾. 그러나 김치 발효시 *Leuconostoc*의 생존 기간이 극히 짧고 산 생성량 등을 감안할 때 이들이 김치 발효에 주로 관여한다는 것은⁽⁴⁾ 검토의 여지가 있다고 본다.

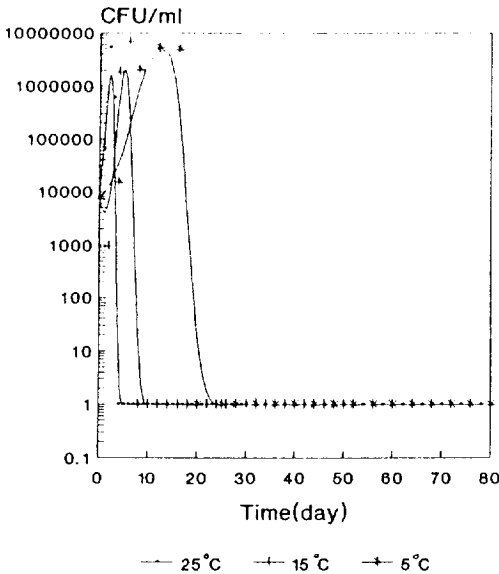


Fig. 9. Changes of *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* during kimchi fermentation at different temperature

Pediococcus : m-Enterococcus agar 배지를 이용, 김치액을 배양한 후 *Pediococcus*로는 흰색의 colony를 계수 하였고, 이들을 순수분리하여 api 20 strep를 이용하여 동정하였다. 여기서 동정된 균의 증식 양상을 발효 온도별로 관찰한 결과는 Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12와 같다.

Fig. 10에서 보면 *Pediococcus*로 분류되는 2균주가

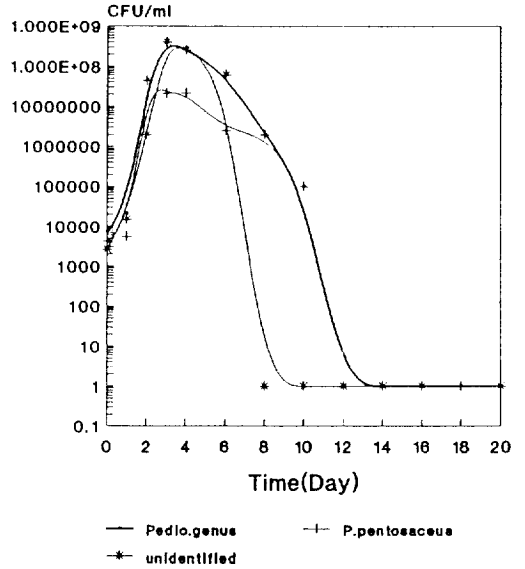


Fig. 10. Changes of *Pediococcus* species during kimchi fermentation at 25°C

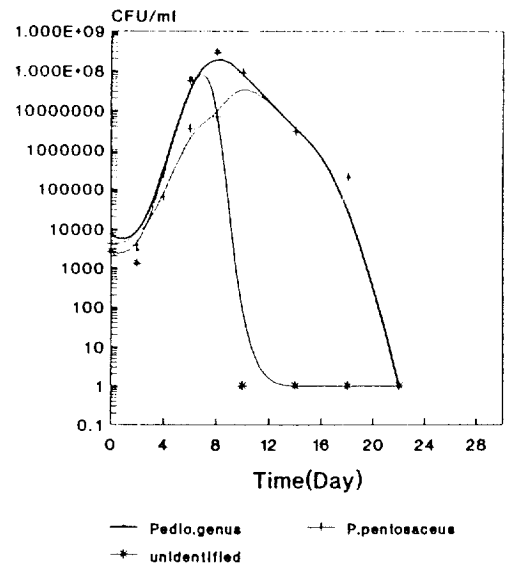


Fig. 11. Changes of *Pediococcus* species during kimchi fermentation at 15°C

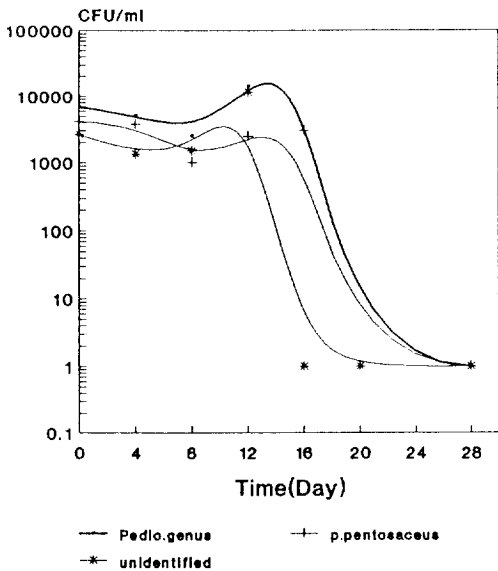


Fig. 12. Changes of *Pediococcus* species during kimchi fermentation at 5°C

확인되었고 이중 1균주는 *P. pentosaceus*로 동정되었다. 김치 발효중 *P. pentosaceus*는 여러 연구자들에 의해 확인된 바 있다. 이 균주는 25°C 발효에서는 발효 개시 후 4일에 최고에 도달하고 그 이후 급속히 감소하는 양상을 보였고, 미동정된 균주는 *P. pentosaceus* 보다 최고 수는 높지 않았고 생존 기간은 길어지나 균수는 감소하였으며 *P. pentosaceus*가 미동정된 균주보다 우세해지는 경향이였다.

Aerococcus : m-Enterococcus agar 배지에서 핑크색을 띠는 colony를 가진 균주를 분리하여 이를 동정하여 본 결과 *Aerococcus viridans*로 동정되었고, 김치 발효 온도별로 이 균주의 증식 양상을 비교한 결과는 Fig. 13과 같다.

Fig. 13에서 보면 *Aerococcus viridans*는 온도에 민감함을 알 수 있고 25°C에서 10⁸ 이상 증식하였다가 곧 감소하였고 15°C나 5°C 발효에서는 최고 균수는 낮았으며 생존 기간이 긴 것을 알 수 있다. *Aerococcus viridans*는 아직까지 동정된 바 없어 앞으로 이에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 본다.

Streptococcus : m-Enterococcus agar 배지에서 붉은색을 띠는 균을 계수하고 api system으로 동정한 결과 Fig. 14와 같이 *Streptococcus faecium* subsp. *caseliflavus*로 확인되었다. 이 균주를 25°C 발효의 경우 발효 7일에, 15°C의 경우 발효 3일에, 5°C의 경우 발효 20일에 최고에 도달하는 등 발효중기 이후에 나타나나 최고 수치는 온도별로 차이가 없었다.

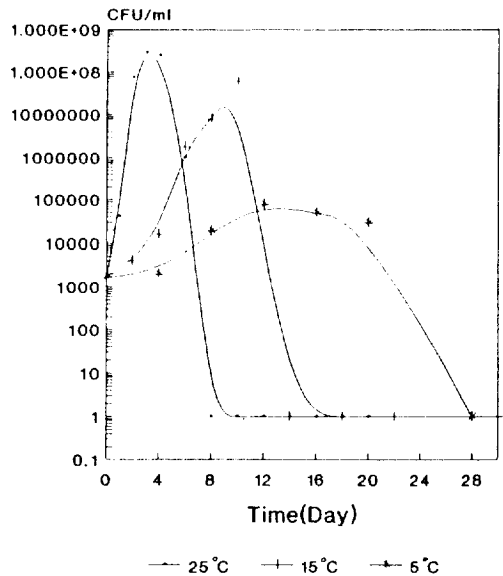


Fig. 13. Changes of *Aerococcus viridans* during kimchi fermentation at different temperature

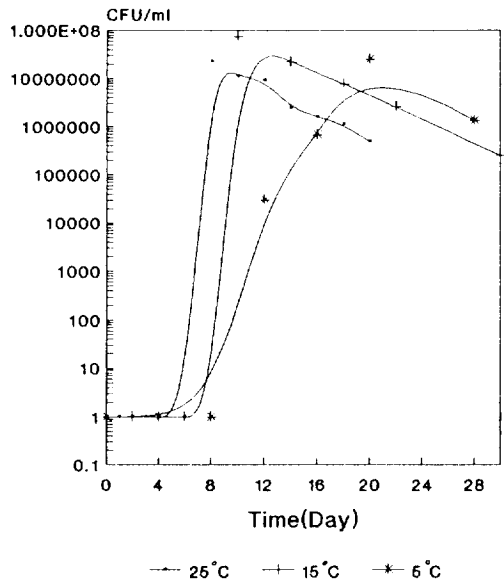


Fig. 14. Changes of *Streptococcus faecium* subsp. *caseliflavus* during kimchi fermentation at different temperature

효모의 변화

효모 선택 배지를 이용하여 얻어진 균을 계수하고 순수분리하여 Vitex system의 Yeast Biochemical Card를 이용, 동정한 결과는 Fig. 15, Fig. 16 및 Fig. 17과 같다.

Fig. 15에서 보면 효모는 초기에 급격히 감소하였고

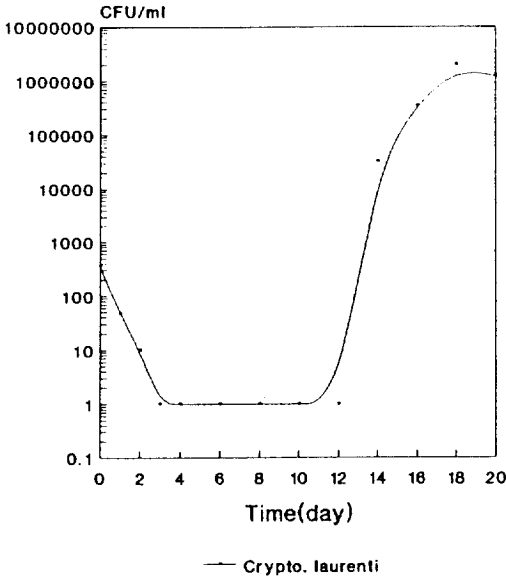


Fig. 15. Changes of *Cryptococcus laurenti* during kimchi fermentation at 25°C

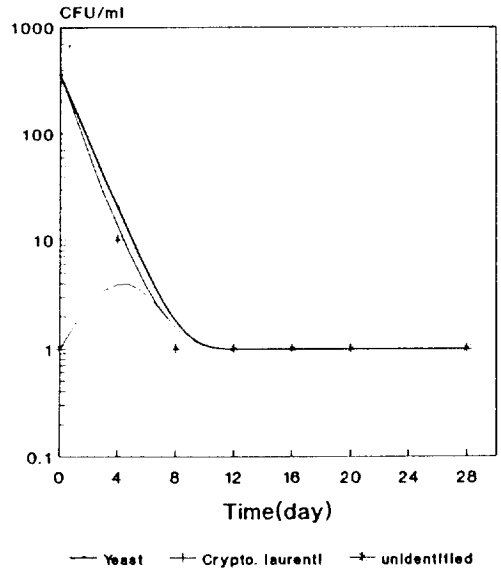


Fig. 17. Changes of yeast species during kimchi fermentation at 5°C

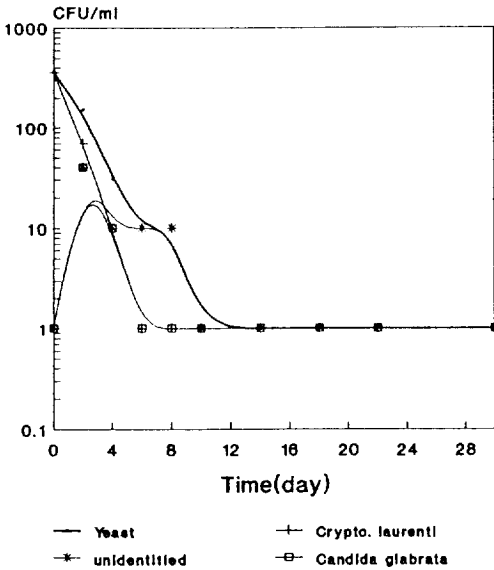


Fig. 16. Changes of yeast species during kimchi fermentation at 15°C

발효 12일 이후 증가하고 있는데 이 균은 *Cryptococcus laurentii*로 동정되었다. 효모는 김치 발효 후기에 나타나 김치의 조직 연화나 변질에 관계된다고 알려져 있는 바(2,25) 이 균주도 김치의 변질에 관여할 것으로 보인다. 그러나 이 균주에 대한 보고는 아직 발견하지 못하였다. 15°C 발효 김치에서는 *Cryptococcus laurentii*와 *Candida glabrata*가 발견되나(Fig.

16) 발효중 급속히 감소하고 있으며 비슷한 경향이 5°C에서도 나타나고 있다(Fig. 17). 15°C 발효에서는 3균주중 2균주가 동정되었고, 5°C에서는 2균주중 1균주가 동정되지 못하였다.

요 약

기업적으로 생산하는 공장의 김치를 시료로 하여 5, 15, 25°C에서 발효하면서 화학적 성분과 함께 젖산균과 효모의 변화를 관찰하였다. 발효온도에 따른 숙성 김치의 적정 pH인 4.2에 도달하는 시간은 25°C의 경우 2일, 15°C의 경우 3일, 5°C의 경우 23일이 소요되었다. 젖산량으로 산출한 최적 산도는 pH와 정확하게 일치하지는 않았다. 총균수는 발효온도 25°C의 경우 2일, 15°C는 6일, 5°C는 12일에 최고 수준에 달하였다. 김치 발효동안 동정된 *Lactobacilli* 종은 *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*와 3종의 미확인 균종이었다. *L. brevis*, *L. plantarum*은 15°C, 25°C 발효 온도에서 발효 시작에서부터 종결까지 일정수준을 유지하면서 나타났다. *Leuconostoc*종은 *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 동정되었다. *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 발효 초기에는 균수가 증가하였다가 모든 발효온도에서 발효 후기에는 급격하게 감소하였다. *Pediococcus*종은 *P. pentosaceus*와 1종의 미확인 종으로 밝혀졌으며 발효 초기에는 증가하였다가 후에 감소하였다. 발효 중기에 나타난 *Streptococcus fae-*

cium subsp. *casseliflavus*와 *Aerococcus viridans* 또한 김치 발효중에 동정된 균이다. *Crytococcus laurenti*는 모든 발효온도에서 동정되었고 발효초기에 나타난 후 사라졌다가 25°C 발효온도에서만 10일 후에 다시 나타났다.

문헌

1. 박현근, 임종락, 한홍의 : 각 온도에서 김치 발효중 미생물의 천이 과정. 인하대학교 기초 과학 연구소 논문집, 제 11집, p.161 (1990)
2. 김호식, 정운수 : 김치 및 김에서 분리한 호기성 세균의 동정에 관하여. 한국농화학회지, 3, 19 (1962)
3. 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제2보). 호기성 세균의 분리와 동정. 과학회보, 제5집(1), p.51 (1960)
4. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 16, 443 (1984)
5. 김호식, 전재근 : 김치 발효중의 세균의 동적 변화에 관한 연구. 원자력원 연구 논문집, 6, p.112 (1966)
6. 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제1보). 혐기성 세균의 분리와 동정. 과학회보, 제4집(1), 56 (1959)
7. 이철우, 고창여, 하덕모 : 김치 발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 산업미생물학회지, 20, 102 (1992)
8. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희 : 품종별 가을 배추로 제조한 절임 배추의 저장중 특성 변화. 한국식품과학회지, 26, 239 (1994)
9. 고용덕, 김홍재, 전성식, 성낙계 : 냉장고를 이용한 김치 발효 및 저장 제어시스템의 개발. 한국식품과학회지, 26, 199 (1994)
10. 박완수, 이인선, 한영숙, 구영조 : 분리 저장한 절임 배추와 김치 속을 이용한 김치의 제조. 한국식품과학회지, 26, 231 (1994)
11. 임종락, 박현근, 한홍의 : 김치에 서식하는 Gram 양성 세균의 분리 및 동정의 재평가. 한국미생물학회지, 27, 404 (1989)
12. 정동효, 장현기 : 식품분석. 진로연구사, p.214, p.250

- (1992)
13. 한홍의, 박현근 : Bromophenol blue 배지상에서 유산균들의 분별 측정. 인하대학교 기초 과학 연구소 논문집, 12, 89 (1991)
14. Difco manual: Difco Laboratories, Tenth edition, Detroit, Michigan, p.689 (1984).
15. Champomier, M.C., Montel, M.C., Grimont, F. and Grimont, P.A.D.: Genomic identification of meat *Lactobacilli* as *Lactobacillus sake*. Ann. Inst. Pasteur Microbiol. 138, 751 (1987)
16. Farrow, J.A.E. and Collins, M.D.: *Lactobacillus aris* SP. nov. from the human oral cavity. Int. J. of System. Bacteriol., 38, 116 (1988)
17. 변유량, 신승규, 김주봉, 조은경 : Retort pouch 김치의 전열 특성과 살균조건에 관한 연구. 한국식품과학회지, 15, 414 (1983)
18. 김광욱, 김원희 : 깻갈의 종류 및 첨가 수준에 따른 배추 김치의 발효 기간중 특성 변화. 한국식품과학회지, 26, 324 (1994)
19. 채례석, 주신순 : 한국 식품중 바이타민C 함유량에 대한 조사 연구. 중앙 학회 연구보고, 4, 47 (1955)
20. 송석훈, 조재선, 김관 : 김치 보존에 관한 연구(제1보). 김치 발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여. 기술 연구소 보고, 5, 5 (1966)
21. 김미경, 김소연, 우철주, 김순동 : 밀폐 용기에서의 김치 숙성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 23, 268 (1994)
22. 김성익, 윤화중 : 한국 발효 식품에 대한 생물화학적 연구(제5보). 김치 발효 원인에 대하여. 중앙 화학 연구보고, 6, 33 (1957)
23. 박상규, 강성국, 정희중 : 묽은 감잎의 정유 성분이 김치 발효에 미치는 영향. 산업미생물학회지, 22, 217 (1994)
24. Steinkraus, K.H.: Acid-fermented vegetables. In *Handbook of Indigenous Fermented Foods*, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, p.99 (1983)
25. Ha, S.S.: Studies on the effects of polygalacturonase and film-forming microbes on the soft-deterioration of the pickled vegetables. Bulletin of the Scientific Research Institute, 5, 139 (1960)

(1995년 9월 19일 접수)