

김치의 장기 저장을 위한 살균시기에 관한 연구

황종현 · 유광원 · 이경행
국립 청주과학대학 김치식품과학과

Studies on the Pasteurization Conditions for Long-term Storage of Kimchi

Jong-Hyun Hwang, Kwang-Won Yu and Kyong-Heang Lee

Department of Kimchi & Food Science, Chongju National College of Science & Technology

Abstract

To develop a kimchi with high sensory quality and storage stability, the optimum pasteurization time and temperature were investigated. *Sliced kimchi* with different acidity (0.3, 0.5, and 0.8%) was prepared and pasteurized at 65 or 75°C, then the microbiological (number of total aerobic bacteria, lactic acid bacteria, and yeasts), physicochemical, and sensory changes were measured. The viable counts of total aerobes, lactic acid bacteria, and yeasts as well as the values of pH and acidity changed rapidly in control. However, the growth of microorganisms was controlled by pasteurization treatments, and the changes of pH and acidity in the treated *kimchi* were much smaller than those of control, although acidity of the samples was different at the initial state. The sensory results indicated that the overall quality of *kimchi* samples pasteurized at 0.3 or 0.8% acidity was relatively lower than that for the samples at 0.5% acidity. Particularly, kimchi pasteurized at 65°C were high scored in quality attributes compared to the other samples, with preserving a desirable flavor during whole storage period.

Key words : kimchi, pasteurization, long-term storage

서 론

식품산업의 고도화와 국제화 시대를 맞아 고부가가치의 제품을 생산하기 위해서는 원료의 안정적 공급, 위생적 제품생산, 효율적인 제조공정, 안전한 저장 및 유통기술 등이 확보되어야 하며, 특히 식품의 안전성에 대한 국민관심이 높아짐에 따라 식품에 기인하는 질병의 예방과 위생적인 식품의 생산기반 확립을 위한 새로운 식품저장 및 가공기술 개발의 필요성이 보건당국과 산업계로부터 시급히 요구되고 있는 시점에서 우리나라의 우수한 식문화의 계승·발전 및 국민건강에의 기여를 위하여 전통발효식품의 위생화와 새로운 가공기술의 개발이

절실히 필요하다(변명우, 1997).

전통발효식품 중 한국의 주요 식문화를 대표하는 식품인 김치는 저장 기간 중 조직의 연화 현상 및 산 생성으로 보존기간이 제한되어 상품으로서의 가치가 저하하게 된다(조재선, 2000). 즉 김치는 적당히 숙성된 이후에 변패미생물의 증식으로 산패 및 조직 연화 등의 변질 현상이 발생되어 장기저장이 곤란하여 국제화 시대에 있어 김치제품의 수출에 장애가 되고 있는 실정으로, 자타가 인정하는 김치종주국의 입장에서 보면 보다 체계적인 산업지원과 과학적 연구가 절실히 필요하다고 생각된다. 김치의 품질 균일화·신선도 유지·유통/저장기술 개발·제품의 다양화 및 김치가 국제적으로 통용될 수 있는 미생물학적·이화학적 안전성, 기생충 억제, 저장기간 연장, 관능적 품질개선을 위한 기술 개발이 필요하다고 할 수 있다.

또한 최근 경제성장과 생활양식의 변천에 따라 공장에서 담근 포장김치의 내수 및 수출량이 매년

Corresponding author: Kyong-Heang Lee, Professor, Dept. of Kimchi & Food Science, Chongju National College of Science & Technology, Jeungpyeong-gun, Chungbuk 368-701, Republic of Korea.
Phone: 043-820-5334

증가하고 있는 실정으로 김치산업의 육성발전을 위하여 각 대학의 식품관련학과를 중심으로 김치관련 연구를 활발히 진행하여 왔으나 아직까지 해결해야 할 문제점이 많이 지적되고 있는 실정이다.

현재까지 연구된 김치의 장기저장을 목적으로 한 연구로는 식품보존제와 같은 첨가물의 사용(황인주 등, 1988; 문광덕 등, 1995; 강성구 등, 1994a; 강성구 등, 1994b; 노홍균 등, 1995), 방사선 조사(김창식, 1962; 김종협, 1967; 차보숙 등, 1989; 변명우와 권중호, 1989) 및 열처리(이양희와 양익한, 1970; 이춘녕 등, 1968; 김창식 등, 1966; 김창식, 1958) 등이 있었으나 김치의 신선한 맛과 조직감이 저하되고 경제성 저하 등의 문제점 때문에 산업적으로 크게 실용화되지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 전통 식품 중에 하나인 김치의 국제화 일환으로 김치가 가지는 신선한 맛과 향을 유지하면서 조직감의 저하 없이 장기 저장이 가능한지를 검토하기 위하여 최적의 살균시기를 탐색하고 저장성이 향상된 김치를 개발하여 대량 공급할 수 있는 방법을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

김치의 제조

김치의 제조는 2002년도에 생산된 가을배추를 사용하여 1차 정선으로 병역과 겉잎을 제거하고 세로로 8등분하고 섭취하기 좋은 크기(약 2.5×3.3 cm)로 절단하여 절입을 하였다. 절입 방법으로는 8%의 염수 농도로 하여 상온에서 2시간 30분 동안 절입을 실시하였다. 절입 후 균일화를 위해 2차 정선으로 절입 시 배추에 상해를 입은 부위를 제거하여 개체들 간의 차이를 최소화하였고 흐르는 물에서 3단 세척하여 탈수시켰다. 이때 절입 배추의 염농도는 Mohr의 방법(A.O.A.C., 1995)에 따라 분석한 결과, 1.58%로 나타났으며 김치의 최종 소금농도가 2.3%가 되도록 양념배합을 하였다.

마늘, 고춧가루 등의 부재료는 일반 농협 시판품을 사용하였고 부재료로 사용되는 채소들은 1차 정선을 거쳐 세척 후 알맞은 크기로 절단하여 사용하였다.

산도별 저온살균

김치의 물리적 조직감 및 화학적 품질의 저하 없이 살균 또는 감균을 할 수 있는 최적의 저온 살균

조건 및 최적의 살균시기를 비교·탐색하기 위하여 제조한 김치를 10°C에서 발효시키면서 산도별로 살균실험을 실시하였다. 즉 제조한 맛김치의 산도가 0.3, 0.5 및 0.8 %가 되었을 때 250 g 용량의 병에 각각 나누어 병입하여 65°C와 75°C의 온도의 가열수조에서 회전시키면서 살균하였다. 살균시간은 65°C 및 75°C 모두 30분 동안 김치의 품온을 정확히 유지시켰고, 살균이 끝나자마자 흐르는 물에 냉각시킨 후 정확히 10°C로 맞추어진 incubator에 저장하면서 1주일 간격으로 4주 동안 저장기간에 따른 미생물학적, 이화학적 및 관능적 변화를 측정하였다. 대조군은 살균처리를 하지 않고 10°C에서 발효시키면서 살균처리 한 시료와 함께 동일한 시기에 측정하였다.

저장기간에 따른 미생물 균수의 측정

각 산도별로 살균한 맛김치를 저장기간에 따른 미생물 균수의 변화를 측정하기 위하여 무균적으로 채취한 시료 20 g에 0.9% 생리식염수 180 mL를 붓고 stomacher(promedia SH-11M, Tokyo, Japan)를 사용하여 균질화 시키고 10배 희석법으로 희석하였다. 이들 희석액을 적정 배지에 도말할 때 총균수는 plate count agar(Difco Lab., Detroit, MI)를 이용하여 30°C에서 3일간 배양, 젖산균수는 *Lactobacilli* MRS 배지(Difco Lab., Detroit, MI)에 접종한 후 35°C에서 24시간 배양, 효모수는 10%의 lactic acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar(Difco Lab., Detroit, MI)에 도말하여 30°C에서 3일간 배양한 후 30~300개의 colony를 형성한 배지를 계수하여 시료 1 g당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다(식품공전, 1997).

저장기간에 따른 pH 및 산도의 측정

맛김치의 숙성정도별로 살균처리를 한 후 저장기간에 따른 pH 및 산도의 변화를 측정하기 위하여 Waring blender로 2분간 마쇄한 후 여과지(Whatman filter paper No. 4)로 여과하고 여액을 이용하여 측정하였다. pH는 pH meter(520A, Orion Co., USA)로 측정하였으며, 산도의 측정은 A.O.A.C.법(1995)을 이용하여 여액 10 mL에 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid(%) 양으로 환산하였다.

Lactic acid (%) = $[0.009 \times 0.1 \text{ N NaOH 적정 mL} \times \text{F/sample (g)}] \times 100$

여기서, F: factor of 0.1 N NaOH

관능검사

숙성정도별로 살균한 맛김치를 10°C의 incubator에서 저장하면서 관능검사를 실시하였다. 관능검사 방법은 김치의 맛, 향, 색, 조직감 및 종합적 기호도에 대하여 식별능력이 우수한 국립 청주과학대학 김치식품과학과 학생 10명을 대상으로 5점 척도법으로 실시하였다. 김치에 대한 품질평가는 개별적 항목에 의존하는 경향이 큰 것으로 판단되어 종합적 기호도만을 나타내었다. 관능검사 결과는 Statistical Analysis System(Version 5 edition, SAS Institute, Cary, NC, 1985)의 Duncans's multiple range test를 사용하여 5%에서의 유의차 검정을 하였다.

결과 및 고찰

산도별 살균 후 저장기간에 따른 총균수의 변화

가을배추를 사용하여 맛김치를 제조하고 10°C로 저장하면서 0.3, 0.5 및 0.8%의 산도에 도달하였을 때 65°C 및 75°C에서 살균시키고 10°C에서 저장하였을 때 저장기간에 따른 총균수의 변화는 Fig. 1과 같다.

맛김치의 산도가 0.3%일 때 살균처리하고 10°C에서 저장한 경우(Fig. 1a), 대조군의 초기 총균수는 6.1×10^6 CFU/g을 나타내었으며 저장기간이 증가할

수록 증가하다가 감소하는 경향이였다. 즉 저장 1주가 되었을 때는 4.5×10^8 CFU/g로 가장 높은 총균수를 나타내었으며 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하여 저장 4주가 되었을 때는 4.3×10^7 CFU/g를 나타내었다. 그러나 산도 0.3%의 맛김치를 65°C에서 30분 살균한 직후에는 2.3×10^4 CFU/g로 대조군에 비하여 약 2 log cycle 정도 낮게 나타났으며 저장기간이 증가하여도 약간 증가하였다가 감소하였을 뿐 저장 4주까지 살균 직후의 총균수와 비슷한 수준을 유지하여 감균효과가 계속적으로 지속되는 것을 알 수 있었다. 또한 맛김치를 75°C에서 30분 살균한 경우에는 살균 직후 1.3×10^4 CFU/g로 대조군에 비해서는 약 2 log cycle, 65°C에서 30분 살균처리한 군에 비해서는 다소 낮은 것으로 나타났다. 살균 후 저장기간에 따른 총균수의 변화를 살펴보면 65°C에서 30분 살균처리한 군과 거의 유사한 경향이였으나 높은 온도로 초기 균수를 제어하였기 때문에 65°C에서 30분 살균처리한 군보다는 약간 낮게 나타났다.

산도가 0.5%인 맛김치를 살균처리하여 10°C에서 저장한 경우(Fig. 1b), 대조군의 초기 총균수는 2.7×10^8 CFU/g로 산도 0.3% 일 때 대조군보다 높은 총균수를 나타내었으며 저장기간이 증가할수록 다소 증가하다가 서서히 감소하였다. 이와 같은 이유는 0.3% 산도의 대조군보다 더욱 발효가 진행된 상태이기 때문에 측정 초기의 총균수는 높게 나타났으며 그 후에는 서서히 감소하는 것으로 사료되었다. 그러나 65°C 및 75°C에서 30분간 살균처리한 군의

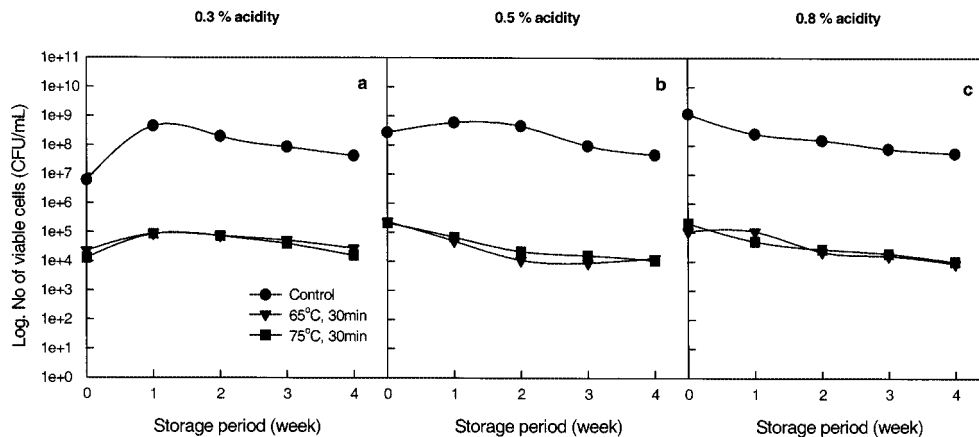


Fig. 1. Changes of total bacterial counts in pasteurized kimchi during storage at 10°C for 4 weeks.

a; Pasteurization at 0.3% acidity of kimchi, b; Pasteurization at 0.5% acidity of kimchi, c; Pasteurization at 0.8% acidity of kimchi.

경우, 살균 직후에는 약 2.2×10^8 CFU/g로 대조군에 비하여 약 3 log cycle 정도 감소되었으며 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하였고 살균처리기간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

맛김치의 산도가 0.8%일 때, 살균처리하여 10°C에서 저장한 경우 총균수의 변화(Fig. 1c)는 대조군의 경우 초기 총균수가 1.2×10^9 CFU/g로 다른 산도의 실험군에 비하여 가장 높게 나타났다. 저장기간에 따른 총균수의 변화를 살펴보면 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하는 경향이였다. 이와 같은 결과는 산도를 달리하였기 때문에 총균수는 다르지만 저장기간에 따른 총균수의 변화패턴은 거의 유사한 것을 알 수 있었다. 그러나 65°C 및 75°C에서 살균처리를 한 경우에는 살균직후 약 4 log cycle 정도 감소시키는 것을 알 수 있었으며 저장기간이 증가할수록 살균직후와 거의 유사하거나 약간 감소하는 것으로 나타났다.

이와 같이 제조한 맛김치를 산도별로 하여 살균처리하였을 때 살균온도는 저온살균의 온도인 65°C의 온도에서 살균하여도 그 이상의 온도에서 살균하는 것과 거의 유사한 것으로 나타나 65°C에서 30분 살균처리를 하면 김치내 존재하는 열에 약한 균을 제어할 수 있으며 김치내 존재하는 젖산균들은 대부분 저온살균 온도에서도 사멸되므로 담금 초기에 살균하는 것보다는 어느 정도 김치가 숙성된 후에 살균하여야 저장성을 연장시킬 수 있을 것으로 사료되었다. 정호권(1966)은 완숙 직전의 김치를 넣고 60~65°C로 저온 가열하였을 때 김치의 조직감을 유지할 수 있다고 하여 본 결과와 일치하였다.

산도별 살균 후 저장기간에 따른 젖산균수의 변화

맛김치를 제조하여 10°C에서 숙성시키고 0.3, 0.5 및 0.8%의 산도일 때 65°C 및 75°C에서 30분간 살균시킨 후 10°C에서 저장하면서 1주일 간격으로 4주 동안 젖산균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다.

산도가 0.3%인 맛김치를 살균처리하여 10°C에서 저장하였을 때 젖산균의 변화(Fig. 2a)를 살펴보면 대조군의 초기 젖산균수는 7.5×10^5 CFU/g이었으며 저장기간이 증가할수록 크게 증가하다가 감소하는 경향이였다. 즉 저장 1주일 되었을 때 4.5×10^8 CFU/g로 초기보다 약 3 log cycle 정도 증가하였으며 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하는 경향이였다. 이와 같은 결과는 초기 산도가 낮기 때문에 젖산균이 증식하여 저장 1주일 되었을 때 최대치를 나타내었고 그 후에는 서서히 감소하는 것을 알 수 있었다. 그러나 살균처리를 한 경우에 있어서는 65°C 및 75°C 살균처리군 모두 살균직후부터 4주간 저장하는 동안 전혀 젖산균이 발견되지 않았다. 즉 65°C 이상의 살균처리에 의해 열에 약한 것으로 알려진 젖산균이 모두 사멸되었기 때문인 것으로 사료되었다.

산도가 0.5%에 도달하였을 때 맛김치를 살균처리한 후 10°C에서 저장한 경우(Fig. 2b), 대조군의 초기 젖산균은 7.6×10^7 CFU/g로 나타났으며 산도 0.3%의 대조군보다는 약 2 log cycle 정도 높게 나타났다. 이는 산도가 0.3%의 실험군보다 높기 때문에 초기의 젖산균수가 높은 것으로 판단되었다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 약 1 log cycle 정도 증가하다가 서서히 감소하는 경향으로 증가폭이

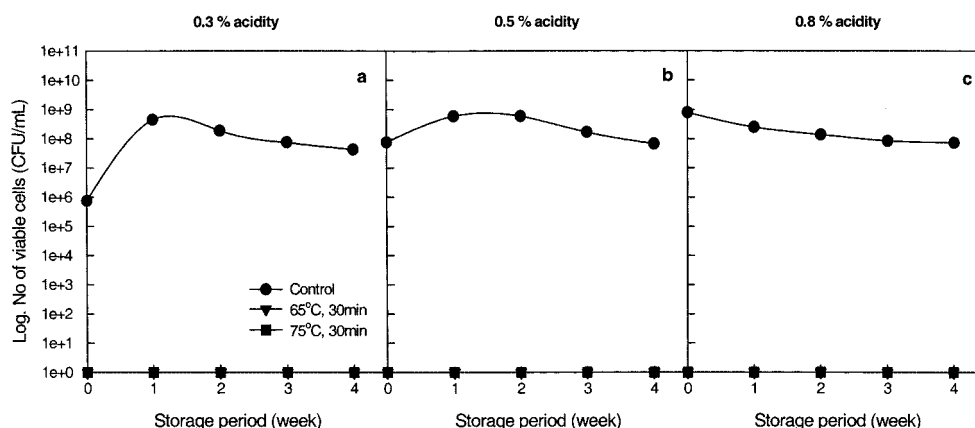


Fig. 2. Changes of lactic acid bacteria counts in pasteurized kimchi during storage at 10°C for 4 weeks. a; Pasteurization at 0.3% acidity of kimchi, b; Pasteurization at 0.5% acidity of kimchi, c; Pasteurization at 0.8% acidity of kimchi.

0.3%의 대조군보다는 적었다. 그러나 살균처리를 한 경우에는 65°C 및 75°C 살균처리군 모두 산도 0.3%의 실험군과 마찬가지로 김치내 존재하는 젖산균이 모두 사멸되었으며 저장 4주까지 전혀 발견되지 않았다. 즉 산도에 관계없이 65°C 이상의 온도로 살균시 김치내 생육하는 젖산균은 쉽게 사멸되는 것을 알 수 있었다.

맛김치의 산도가 0.8%에 도달시 살균처리하고 10°C에서 저장하였을 때 젖산균의 변화(Fig. 2c)는 대조군의 초기 젖산균수는 8.0×10^8 CFU/g이었으며 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하는 경향이였다. 즉 산도가 높기 때문에 다른 산도 실험군의 초기 젖산균수 보다 높게 나타났으며 저장기간에 따른 젖산균수의 증가 없이 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 산도가 0.8%인 맛김치를 살균처리한 경우에 젖산균의 변화를 살펴보면 다른 산도의 살균 실험군과 마찬가지로 살균처리에 의해 젖산균들은 사멸되었고 저장 4주까지 전혀 검출되지 않았다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 김치의 발효에 관여하는 젖산균은 65°C 이상의 가열처리로 쉽게 사멸시킬 수 있으나 살균시키는 산도가 낮은 상태에서 살균할 경우 젖산균이 모두 사멸되고 열에 강한 세균의 성장으로 김치의 발효가 전혀 이루어지지 않을 것이며 산도가 높은 상태의 김치는 젖산의 양이 많아 신맛이 강하고 저장기간이 길었기 때문에 효소작용으로 인한 씹힘성과 같은 조직감이 낮은 상태로, 이 시기에 살균처리를 하게되면 맛과 조직감이 수준이하 일 것으로 예상된다. 따라서 김치의 살균시키는 김치의 산도가 섭취하기에 알맞은 상태

가 되었거나 또는 바로 직전에 살균처리를 하게 되면 젖산균의 사멸로 인하여 발효가 더 이상 진행되지 않고 그 시기에 갖는 맛과 향 그리고 조직감을 계속적으로 유지할 수 있을 것으로 사료되었다.

산도별 살균 후 저장기간에 따른 효모수의 변화

맛김치를 제조하여 10°C에서 숙성시키고 0.3, 0.5 및 0.8%의 산도에 도달하였을 때 65°C 및 75°C에서 살균시킨 후 10°C에서 4주동안 저장하였을 때 효모수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다.

맛김치의 산도가 0.3%일 때 살균처리를 하고 10°C에서 저장하면서 효모수의 변화(Fig. 3a)는 대조군의 경우, 초기에는 4×10^2 CFU/g로 김치내 약간의 효모가 존재하였으나 저장 1주일부터는 효모가 발견되지 않았다. 그러나 65°C 및 75°C의 살균처리를 한 경우에는 살균직후부터 저장 4주동안 효모가 전혀 발견되지 않아 살균에 의해 쉽게 사멸되는 것을 알 수 있었다.

산도가 0.5%에 도달하였을 때 맛김치를 살균하고 10°C에서 저장하였을 때 효모수 변화는(Fig. 3b) 대조군의 경우, 3×10^1 CFU/g로 나타났으며 0.3%의 산도 실험군의 대조군보다 낮게 나타났다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 저장 1주에는 전혀 발견되지 않았고 그후에는 급속도로 증가하는 경향이였다. 그러나 살균처리를 한 경우에는 0.3%의 살균처리군과 마찬가지로 65°C와 75°C 살균처리군 모두 살균직후부터 전혀 발견되지 않았고 저장 4주까지 지속되었다.

산도가 0.8%가 되었을 때 살균처리한 후 10°C에

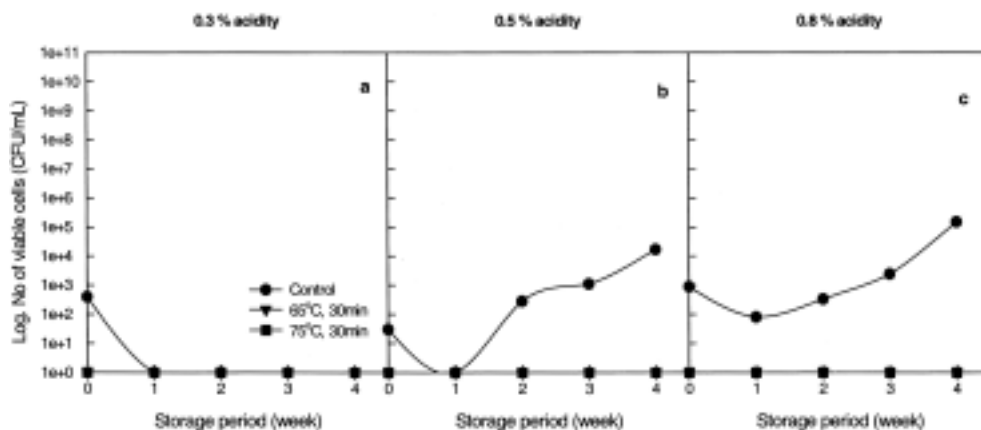


Fig. 3. Changes of yeast counts in pasteurized kimchi during storage at 10°C for 4 weeks.

a; Pasteurization at 0.3% acidity of kimchi, b; Pasteurization at 0.5% acidity of kimchi, c; Pasteurization at 0.8% acidity of kimchi.

서 저장한 맛김치의 효모수 변화(Fig. 3c)는 대조군의 경우, 8.9×10^2 CFU/g로 다른 산도 실험군의 대조군보다는 높게 나타났으며 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 저장 1주에 약간 감소하다가 다시 증가하는 경향이였다. 그러나 살균처리를 한 경우에는 다른 산도 실험군의 살균처리시와 마찬가지로 살균에 의해 효모가 저장기간 내내 발견되지 않았다.

김치내 존재하는 효모는 대개 발효 중 발효 초기와 후기에 검출되고 효모에 의해 가스생성이나 연부 및 균내 등의 품질저하를 가져오는 것으로 알려져 있어(노완섭, 1980; 한홍희 등, 1990; 송현주와 박연희, 1992) 본 실험에서의 결과와 비교해 볼 때 효모는 산도가 낮은 실험군과 산도가 높은 실험군에서 높게 나타났고 산도가 낮은 실험군(0.3%)의 경우, 발효 초기이기 때문에 효모가 약간 발견되고 저장기간이 증가할수록 발견되지 않았으며 발효 중기 및 말기(0.5% 및 0.8%) 실험군은 발효가 어느 정도 이상 진행되었기 때문에 저장기간이 증가할수록 효모의 수가 증가하는 것으로 나타나 기존에 알려진 연구결과와 거의 일치하는 경향이였다.

이상의 결과로 보아 김치내 존재하는 효모는 젖산균과 마찬가지로 65°C 이상의 온도에서 쉽게 사멸되므로 김치내 가스생성과 연부 작용에 관여하는 효모의 제거는 발효 후기 이전 즉 섭취하기에 적당한 수준의 발효 숙성기 또는 직전에 살균처리로 생성 가능한 효모를 제어하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

산도별 살균 후 저장기간에 따른 pH의 변화

맛김치를 제조하여 10°C에서 숙성시키고 0.3, 0.5 및 0.8%의 산도에 도달하였을 때 65°C 및 75°C에서 살균시킨 후 10°C에서 1주일 간격으로 4주간 저장하였을 때 pH의 변화는 Fig. 4와 같다.

산도가 0.3%인 맛김치를 살균처리하여 10°C로 저장하였을 때 pH의 변화(Fig. 4a)는 대조군의 경우 초기에는 pH 6.17 이었으며 저장 1주일 되었을 때 pH가 4.22로 빠른 속도로 감소하였다. 이와 같이 초기에 빠른 속도로 pH가 감소하는 이유는 김치내 존재하는 젖산균수가 빠르게 증가하기 때문에 생성되는 젖산의 함량이 많아 이시기에 아주 빠른 속도로 감소하는 것으로 사료되었다. 그 후에는 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하는 경향이였다. 그러나 65°C로 살균처리한 경우의 pH 변화는 살균직후 pH가 6.04로 대조군에 비해 약간 낮게 나타났으나 저장기간이 증가하여도 pH의 변화는 적은 것으로 나타났다. 즉 김치내 존재하는 젖산균들이 열에 약하여 모두 사멸되었기 때문에(Fig. 2) 살균직후부터 젖산의 생성이 적어 pH의 변화가 적은 것으로 사료되었다. 살균온도를 75°C로 하여 살균처리를 한 경우에는 65°C의 살균처리군의 pH의 변화와 거의 유사하게 저장기간이 증가하여도 거의 살균직후의 pH보다 약간 감소할 뿐이었다.

맛김치의 산도가 0.5% 되었을 때 살균처리하여 10°C로 저장한 경우(Fig. 4b), 대조군의 pH 변화는 초기의 pH가 5.48 이었으며 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향이었는데 저장 1주까지 빠른 속도로 저하되었고 그후에는 서서히 감소하였다. 이와 같은 경향은 산도가 0.5% 정도이기 때문에 어

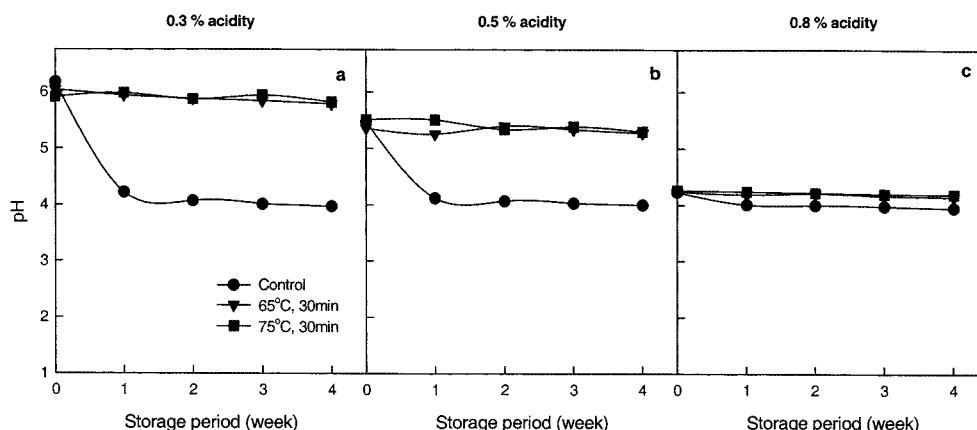


Fig. 4. Changes of pH in pasteurized kimchi during storage at 10°C for 4 weeks. a; Pasteurization at 0.3% acidity of kimchi, b; Pasteurization at 0.5% acidity of kimchi, c; Pasteurization at 0.8% acidity of kimchi.

는 정도 발효가 진행된 상태로 이 시기에는 많은 수의 젖산균에 의해 젖산 생성을 하기 때문에 저장 1주까지는 빠른 속도로 저하되는 것으로 판단되며 0.3%의 산도 실험군과 비교해 보면 초기의 pH에 비해 약간 낮을 뿐 저장 후의 pH의 변화는 거의 유사하였다. 그러나 살균처리를 한 경우에는 pH의 변화가 대조군과는 서로 다른 양상을 나타내었다. 즉 65°C의 온도에서 살균처리한 실험군의 경우 살균직후의 pH는 5.36이었으며 살균 후 저장기간이 증가하여도 대조군과 같은 급격한 pH의 변화는 볼 수 없고 서서히 감소할 뿐이었다. 또한 75°C 살균처리군의 결과도 65°C의 살균처리군과 거의 유사한 경향으로 진행되었다.

산도가 0.8%일 때 살균처리를 한 맛김치의 pH의 변화(Fig. 4c)는 대조군의 경우 초기에는 pH 4.23이었으며 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하는 경향이었던 반면 다른 산도 실험군의 pH 변화와 달리 변화 폭이 가장 적었다. 이와 같은 이유는 산도가 0.8% 정도로 발효 후기에 접어들었기 때문에 낮은 pH에서 시작하였고 김치내 존재하는 젖산균에 의한 젖산 생성량이 적은 시기이기 때문인 것으로 사료되었다. 그러나 살균처리를 한 경우, 65°C 및 75°C 살균처리군 모두 살균 직후에서부터 저장 4주동안 거의 변화 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 김치의 저장기간이 증가할수록 pH가 저장 초기에 급격히 감소하였으며 살균처리를 하게되면 김치내 존재하는 젖산균을 사멸시켜 산의 생성이 적어 pH의 변화를 줄일 수 있으며 살균시기는 김치내 존재하는 젖산균에 의해

김치가 발효되어 가장 식감이 우수한 최적 숙성시기에 살균을 실시하여야 김치의 맛과 향을 유지할 수 있을 것으로 사료되었다.

산도별 살균 후 저장기간에 따른 산도의 변화

맛김치를 제조하여 10°C에서 숙성시키고 0.3, 0.5 및 0.8%의 산도에 도달하였을 때 65°C 및 75°C에서 살균시킨 후 10°C에서 4주동안 저장하였을 때 산도의 변화는 Fig. 5와 같다.

맛김치의 산도가 0.3%가 되었을 때 살균처리하고 10°C에서 저장하였을 때 산도의 변화(Fig. 5a)는 대조군의 경우 초기에는 0.29%의 산도를 나타내었으며 저장기간이 증가함에 따라 산도가 크게 증가하였다. 즉 산도의 변화는 저장 1주에 가장 많은 폭의 증가를 보였고 그 후에는 서서히 증가하는 경향이였다. 이 결과는 앞에서 언급한 젖산균수의 결과 및 pH의 결과와 일치하는 경향으로 산도가 약 0.3%로 발효초기이기 때문에 저장시 급격하게 산도 변화를 가져오는 것으로 사료되었다. 그러나 살균처리를 하게되면 산도의 변화 폭이 대조군에 비하여 적은 것으로 나타났다. 즉 65°C 및 75°C 살균 실험군 모두 산도의 변화는 살균직후부터 아주 서서히 증가하는 경향이었고 살균온도 차이에 따른 산도 변화 차이는 없는 것으로 나타났다.

산도가 0.5% 되었을 때 살균처리 후 10°C에서 저장한 경우(Fig. 5b), 대조군의 초기 산도는 0.5%이었으며 저장기간이 증가할수록 0.3% 산도 실험의 대조군과 마찬가지로 저장 1주까지 급격하게 증가하였고 그 후에는 서서히 증가하는 경향이였다. 그

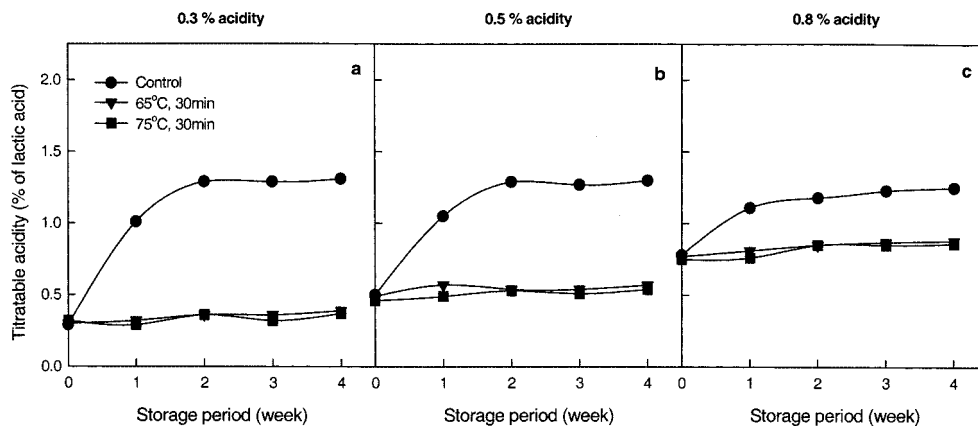


Fig. 5. Changes of acidity in pasteurized kimchi during storage at 10°C for 4 weeks.

a; Pasteurization at 0.3% acidity of kimchi, b; Pasteurization at 0.5% acidity of kimchi, c; Pasteurization at 0.8% acidity of kimchi.

러나 0.3% 산도 실험의 대조군보다 적은 폭으로 증가하였는데 그 이유는 0.5%의 산도 실험군은 어느 정도 발효가 진행되어 젖산균에 의한 산 생성이 적기 때문에 증가폭이 적은 것이며 저장 4주 되었을 때는 거의 비슷한 산도를 나타내는 것으로 보아 초기의 산도 차이 때문인 것으로 사료되었다. 산도 0.5%의 맛김치를 65°C 및 75°C로 살균처리 하였을 때는 저장기간이 증가함에도 불구하고 살균직후의 산도값을 유지하는 것으로 나타났고 이는 살균으로 인하여 젖산균이 사멸하였기 때문인 것으로 판단되었다.

산도 0.8%의 맛김치를 살균처리하고 10°C에서 저장하였을 때 산도의 변화(Fig. 5c)를 살펴보면 대조군의 산도는 초기에 0.78%의 산도를 나타내었고 초기 산도가 높아 저장기간이 증가하여도 산도가 급격히 증가하지 않고 서서히 증가하는 경향이였다. 그러나 살균처리를 한 경우에 있어서는 다른 산도의 살균처리 실험군과 마찬가지로 살균직후부터 저장 4주까지 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과로 보아 김치를 살균처리하게 되면 김치내 존재하는 젖산균이 사멸하게 되고 이에 따라 젖산의 생성이 거의 없어 산도변화가 적어 살균시의 품질을 유지할 수 있기 때문에 저장성을 연장시킬 수 있을 것으로 사료되었다. 그러나 산도는 김치의 품질을 평가하는데 있어서 pH와 함께 중요한 인자로 알려져 있고 김치의 산도가 약 0.5~0.7% 일 때가 가장 식용하기에 적합한 수준이라 할 수 있어 본 결과로 살펴볼 때 살균시기는 김치의 발효가 어느 정도 이루어진 시기에 살균처리를 하여야만 김치가 갖는 고유의 맛과 향을 유지할 수 있을 것으로 판단되었다.

산도별 살균 후 저장기간에 따른 관능검사의 변화

맛김치를 제조하여 10°C에서 숙성시키고 0.3, 0.5 및 0.8%의 산도에 도달하였을 때 65°C 및 75°C에서 살균시킨 후 10°C에서 4주 동안 저장하였을 때 관능검사의 변화는 Table 1과 같다.

산도가 0.3%가 되었을 때 살균하여 저장한 맛김치의 관능검사 결과, 대조군은 초기에는 산도가 낮기 때문에 2.3 정도로 기호도가 약간 낮았으나 저장기간이 증가하여 저장 1주가 되었을 때에는 3.6으로 기호도가 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 저장기간이 계속될수록 서서히 감소하는 것으로 나타났는데 이와 같은 결과는 김치를 10°C에서 저장

하는 동안 발효가 지속적으로 일어나 저장 1주가 되었을 때가 가장 선호하는 것으로 나타났고 저장을 계속하면서 김치내의 산도가 증가하게 되어 신맛으로 인하여 기호도가 감소하였다. 그러나 살균처리를 한 경우에 있어서는 약간 다른 양상의 기호도를 나타내었다. 즉 0.3%의 산도인 김치를 65°C로 살균처리 한 경우 살균직후의 기호도는 대조군에 비하여 약간 낮게 나타났으며 저장 4주 동안 초기 살균직후와는 별차이를 나타내지 않았지만 김치가 갖는 고유의 냄새가 아닌 이취가 약간 생성되는 것으로 나타났다. 이와 같은 이유는 살균처리로 인하여 김치내 존재하는 열에 약한 젖산균들이 사멸하여 젖산균에 의한 발효가 이루어지지 않고 내열성균에 의하여 향미의 변화를 가져왔기 때문인 것으로 사료되었다. 살균온도를 75°C로 하였을 경우에는 살균직후의 기호도가 대조군과 65°C 살균처리군에 비해 다소 낮게 나타났으며 이는 살균온도가 높아 김치가 갖는 조직감이 떨어져 기호도가 낮게 나타난 것으로 판단되며 저장기간에 따른 기호도의 변화를 살펴보면 65°C 살균처리군과 마찬가지로 살균직후와 비슷한 기호도를 나타내었다.

산도가 0.5%가 되었을 때 살균처리를 하여 10°C에서 저장하면서 저장기간에 따른 기호도의 변화를 살펴보면 대조군의 경우 초기의 기호도는 3.5로 나타났으며 0.3% 산도의 대조군보다 높게 나타났다. 이와 같이 0.5% 대조군의 초기 기호도 값이 높게 나타난 이유는 0.3% 산도군보다 어느 정도 발효가 더 진행되어 김치의 고유 맛과 향을 유지하고 있기 때문인 것으로 생각된다. 저장기간에 따른 기호도의 변화는 저장 1주가 되었을 때 3.7로 가장 높게 나타났으며 그 후에는 다시 감소하였으며 0.3%의 대조군보다는 다소 빠르게 기호도가 감소하는 경향이였다. 즉 김치가 숙성이 어느 정도 이루어진 상태에서 저장하였기 때문에 0.3%의 산도군에 비해 빠르게 기호도가 감소하는 것으로 사료되었다. 그러나 65°C로 살균처리를 한 경우, 살균직후 대조군에 비해 약간 낮은 기호도를 나타내었으나 저장기간이 증가함에 따라 기호도가 서서히 증가하여 저장 2주가 되었을 때 가장 높은 기호도를 나타내었다. 또한 그 후 저장기간이 증가하여도 감소하는 폭이 적은 것으로 나타났다. 즉 살균직후의 기호도가 대조군에 비해 낮게 나타난 이유는 산도가 0.5%이기 때문에 어느 정도 숙성이 이루어져 조직감이 다소 감소할 수 있는 시기에 살균처리를 함으로써 조

Table 1. Changes of overall acceptance in kimchi samples with and without pasteurization treatment during fermentation for 4 weeks at 10°C

(Unit: %)

Fermentation periods (week)	acidity								
	0.3% ¹⁾		0.5% ²⁾		0.8% ³⁾				
	Control 65°C, 30min ⁴⁾	75°C, 30min	Control 65°C, 30min	75°C, 30min	Control 65°C, 30min	75°C, 30min			
0	2.3 ^d	2.3 ^d	2.0 ^{de}	3.5 ^{ab}	3.3 ^b	3.1 ^c	3.0 ^c	2.6 ^{cd}	2.5 ^{cd}
1	3.6 ^{ab}	2.5 ^{cd}	1.8 ^e	3.7 ^{ab}	3.7 ^{ab}	3.3 ^b	2.8 ^{cd}	2.7 ^{cd}	2.1 ^{de}
2	3.0 ^c	2.6 ^{cd}	2.1 ^{de}	3.1 ^c	3.9 ^a	3.0 ^c	2.3 ^d	2.6 ^{cd}	2.0 ^{de}
3	2.7 ^{cd}	2.3 ^d	2.0 ^{de}	2.6 ^{cd}	3.6 ^{ab}	2.8 ^{cd}	1.8 ^e	2.5 ^{cd}	1.9 ^e
4	2.3 ^d	2.2 ^d	2.1 ^{de}	2.1 ^{de}	3.6 ^{ab}	2.6 ^{cd}	1.6 ^f	2.1 ^{de}	2.1 ^{de}

¹⁾ pasteurized at 0.3% acidity²⁾ pasteurized at 0.5% acidity³⁾ pasteurized at 0.8% acidity⁴⁾ pasteurization temperature and time

Score : 5 ; excellent, 4 ; good, 3 ; acceptable, 2 ; unacceptable, 1 ; poor

직감이 약간 떨어졌기 때문인 것으로 사료되었다. 또한 저장기간이 증가함에도 불구하고 계속적으로 높은 기호도를 나타낸 것은 김치가 숙성이 이루어진 상태에서 살균처리를 하였기 때문에 미생물에 의한 발효가 더 이상 일어나지 않았기 때문인 것으로 판단되었다. 살균온도를 75°C로 하여 살균하고 저장한 경우의 기호도의 변화는 살균직후 3.1이었으며 저장 1주에 약간 증가하였다가 다시 감소하는 경향이었다. 이와 같은 경향은 보다 높은 온도에서의 살균으로 인하여 조직감이 상당히 감소되었기 때문에 65°C 살균처리군과 같은 기호도를 나타내지 못하였고 조직이 상당히 연화된 상태이기 때문에 저장기간에 따른 기호도에서도 낮은 결과를 가져온 것으로 사료되었다.

산도가 0.8%가 되었을 때 살균처리하여 10°C에서 저장한 경우, 대조군은 초기 기호도의 값이 3.0이었으며 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하여 저장 4주가 되었을 때에는 모든 실험군 중에서 가장 낮은 기호도를 나타내었다. 즉 산도가 0.8% 정도 일 때의 김치는 생성된 산이 많고 발효 후기이기 때문에 효모에 의한 군내 등 이취의 형성으로 저장기간이 증가할수록 기호도는 점점 감소하는 것으로 사료되었다. 살균처리를 65°C 및 75°C의 온도에서 실시한 실험군은 살균직후의 기호도가 대조군에 비해 낮게 나타났으나 저장기간에 따른 기호도의 변화는 적은 것으로 나타났다. 즉 살균 직후에는 조직감이 감소되어 낮은 기호도를 나타내었으나 살균에 의해 미생물들이 사멸하였기 때문에 대조군

에 비해 변화의 폭이 적은 것으로 사료되었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 pH 및 산도의 결과에서도 언급한 것과 마찬가지로 김치의 살균시기에 김치가 어느 정도 발효가 이루어져 가장 식감이 우수한 시기에 살균처리를 하고 이때의 살균온도는 65°C에서도 충분히 살균함으로써 김치의 품질 유지 기간을 연장시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

결 론

관능적 품질이 우수하고 저장성을 향상시킨 김치를 개발하기 위하여 최적의 산도별 살균시기와 살균온도를 조사하였다. 맛김치를 제조하여 산도별(0.3, 0.5 및 0.8%)로 65°C 및 75°C에서 살균처리하고 저장기간에 따른 미생물학적, 이화학적, 관능적 변화를 측정하였다. 산도별로 살균 후 저장기간에 따른 미생물의 변화(총균수, 젖산균수 및 효모수), pH 및 산도의 변화는 대조군의 경우 급속하게 변화되었지만 살균처리한 경우에는 살균직전 초기의 값은 산도별로 달랐지만 살균처리 온도에 상관없이 살균에 의해 미생물이 사멸되고 pH 및 산도의 변화가 적게 나타났다. 또한 산도별로 살균처리한 맛김치의 저장기간에 따른 관능적 품질변화는 0.3% 및 0.8%의 산도에서 살균처리한 군이 비교적 낮게 나타났고 0.5%의 산도에서 살균처리 하였을 때 관능적 품질이 우수하였으며, 특히 65°C에서 살균처리한 군이 저장기간 내내 살균직후와 비슷한 향미를 유지하여 양호한 품질 특성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부의 재정지원사업(향토산업기반 거점 전문대학) 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문헌

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis 16th ed., Association of official Analytical Chemist, Washington, D.C.
- Statistical Analysis System. 1985. User's Guide: Statics, Version 5 edition, SAS Institute. Cary, NC
- 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규. 1994a. 갓(*Brassica juncea*) 추출물의 항균활성 검색. 한국영양식량학회지 **23(6)**: 1008
- 강성구, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규. 1994b. 갓의 에탄올 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 **23(6)**: 1014
- 김중협. 1967. 미생물 세포생리에 미치는 전리방사선의 영향(1), 효모균 및 젖산균의 전리 방사선 감수성에 미치는 환경조건의 영향. 한국미생물학회지 **5(1)**: 52
- 김창식, 김정호, 정명호. 1966. 김치통조림 제조법. 특허공보 135호, p.316, 공고번호 850
- 김창식. 1958. 한국김치저장에 관하여. 경북대 논문집 **2**: 221.
- 김창식. 1962. Co-60 γ 선 조사에 의한 한국김치의 저장. 경북대학교 농과대학 논문집 **5**: 139
- 노완섭. 1980. 한국산 침채류의 발효숙성에 관여하는 효모에 관한 연구. 동국대 박사학위논문
- 노홍균, 박인경, 김순동. 1995. 소금절임시 키토산 첨가가 김치의 보존성에 미치는 효과. 한국영양식량학회지 **24(6)**: 932
- 문광덕, 변정아, 김석중, 한대석. 1995. 김치의 선도유지를 위한 천연보존제의 탐색. 한국식품과학회지 **27(2)**: 257
- 변명우. 1997. 식품산업에서 방사선 조사기술의 이용과 전망. 식품과학과 산업. **30(1)**: 89
- 변명우, 권중호. 1989. 배추김치의 장기저장법. 특허공보(B1) 2395,109(공고번호 5282)
- 송현주, 박연희. 1992. 젖산균이 물김치에서 분리한 효모의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지 **20(2)**: 219
- 한국식품공업협회. 1997. 식품공전. 한국식품공업협회, 서울
- 이양희, 양익한. 1970. 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지 **13(3)**: 207
- 이춘녕, 김호식, 전재근. 1968. 김치통조림 제조에 관한 연구. 한국농화학회지 **10**: 33
- 정호권. 1966. 김치통조림의 간헐적 열처리방법. 특허공보, 150., 291(공고번호 273)
- 조재선. 2000. 김치의 연구. 유림문화사, 서울
- 차보숙, 김우정, 변명우, 조한욱. 1989. 김치 저장성 연장을 위한 감마선 조사. 한국식품과학회지 **21(1)**: 109
- 한홍의, 임종락, 박현근, 문상식, 박영선, 주홍택. 1990. 김치 부패시 *Brettanomyces custersii*와 *Klebsiella oxytoca*의 편리공생. 인하대학교 기초과학연구소 논문집 **11**: 171
- 황인주, 윤의정, 황정연, 이철호. 1988. 보존료, 젓갈, CaCl_2 첨가가 김치 발효 중 배추잎의 조직감 변화에 미치는 영향. 한국식문화학회지 **3(3)**: 309