

김치의 瞬間殺菌方法

第二報. 배추김치의 瞬間殺菌條件이 김치의 貯藏性에 미치는 影響

李 南 辰 · 全 在 根

서울대학교 農科大學 食品工學科
(1982년 11월 6일 수리)

Studies on the *Kimchi* Pasteurization

Part II. Effects of *Kimchi* Pasteurization Conditions on the Shelf-life of *Kimchi*

Nam-Jin Lee and Jae-kun Chun

Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea

Abstract

Pasteurization conditions of chinese cabbage-*Kimchi* were investigated in the *Kimchi* pasteurizer which sterilized the liquid portion and mixed with that of non-heat treated solid of *Kimchi* in a constant volume reservoir.

The shelf-life of the sterilized *Kimchi* were compared at various temperature 75, 81, 85°C and pasteurization cycles - numbers of passage through holding section of the pasteurizer-for the optimum pasteurization conditions.

The optimum temperature were 75°C for one cycle and 81°C for 3 cycles. More than two weeks shelf-life of *Kimchi* was prolonged when pasteurized 3 cycles at 81°C. Similar results were obtained with the seasoned *Kimchi* containing red pepper powder.

緒 論

김치의 酸敗를 防止하기 위한 한가지 方法으로 김치液을 固形物로 부터 分離하고 分離된 김치液을 瞬間殺菌 하고 이를 固形物과 再混合 하는 瞬間殺菌方法에 관하여 前報에서 報告하였다.¹⁾

이 瞬間殺菌方法은 濾過部, 豫熱部, 殺菌部, 冷却部로 構成된 殺菌裝置에 배추와 3% 소금 용

液으로 담금한 김치가 담긴 容器를 連結하고 濾過部에서 김치液만을 吸入分離 하고 이를 殺菌部에서 一定時間 殺菌 處理한 다음 冷却部에서 冷却 시켜 김치 容器에 再混入하는 方式이다.

그 結果 固形物을 加熱處理하지 않기 때문에 一般的인 熱殺菌에서 發生하는 김치 組組의 熱損傷을 避할 수 있었으며, 뚜렷한 殺菌效果를 거둔 바 있다.¹⁾

本報에서는 同殺菌方法의 各種 殺菌溫度에서

殺菌回數를 달리 하였을 때의 殺菌效果를 糾明하고, 양념이 添加된 狀態의 김치에 適用하여 됨으로서 實際적으로 活用可能性을 檢討하였다.

實驗材料 및 方法

1. 材 料

市中에서 購入한 배추 및 양념들을 Table 1과 같은 組成으로 김치를 담구어 試料로 하였다. 即, 담금할 배추를 2cm 크기로 자른 다음 10% 소금물에 3時間 沈漬한後 물로 씻고 1時間 동안 물빼기를 하였다. 그 다음 3% 소금물을 加하여 簡易 김치를 만들어 김치-I (Kimchi-I)로 하였으며 여기에 양념들을 混合하여 김치를 製造, 김치-II (Kimchi-II)로 하였다.

Table 1. Compositions of Kimchi

Type of Kimchi	Ingredients(g)	
Kimchi-I	Chinese cabbage	200
	3% NaCl solution	200
Kimchi-II	Chinese cabbage	200
	3% NaCl solution	200
	Garlic	4
	Green onion	4
	Ginger	2
	Red paper	4

殺菌에 使用되는 김치는 그 熟成度가 pH 5.7~5.8에 到達한 것을 使用하였다.

2. 殺菌裝置 및 方法

(1) 殺菌裝置 및 方法: 本 實驗에 使用된 김치의 瞬間殺菌裝置는 前報¹⁾의 것과 同一한 것으로 豫熱部와 冷却部는 銅 coil로, 殺菌部는 硝子로 製作하였으며, 裝置內 김치 汁液의 移動은 vacuum pump로 吸入移動시켰다.

殺菌方法 역시 前報¹⁾와 같이 김치液을 김치 固形物로부터 分離하고 分離液만을 殺菌하고 이를 再混合하는 方法을 使用하였으며 殺菌溫度는 75.5, 81.0, 85.5°C의 3個區에서 施行하였다.

殺菌時間은 김치液이 殺菌部에서 머무르는 時間으로 하였으며 3~12分 사이로 하였다. 이때 김치 試料가 殺菌裝置의 殺菌部를 한 번 通過하는 過程을 1回 殺菌으로 定義하였고 1回 殺菌時間은

殺菌裝置의 全區間을 通過하는 데 소요되는 時間으로 하였다. 本 實驗에서 殺菌 回數는 1~3回까지 施行하였다.

(2) 김치의 殺菌效果測定: 前報¹⁾의 方法에 따라 김치를 15°C에서 貯藏할 때 變化하는 pH의 單位를 基準으로 하였다.

結果 및 考察

1. 김치의 瞬間殺菌 反復回數가 殺菌效果에 미치는 影響

김치의 殺菌效果는 前報¹⁾의 結果에서 酸生成量과 김치液의 pH變化 樣相이 相互 一定한 關係를 갖고 있었기 때문에 pH의 變化만으로도 充分히 殺菌效果를 알 수 있었다. 따라서 本報에서는 殺菌된 김치를 15°C에서 貯藏할 때 일어나는 pH의 變化를 測定하고 이것을 殺菌하지 않은 對照區와 比較하는 方法을 채택하였다.

前報¹⁾에서 김치의 殺菌溫度에 대한 實驗結果로부터 合理的인 殺菌溫度로 說定된 75.5°C를 擇하여 이 溫度下에서 反復瞬間殺菌操作을 1~3回 反復하고 그 殺菌效果를 比較하였다.

그 結果 Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 反復 殺菌回數에 比例하여 殺菌效果가 增大되었다. 第一回 殺菌時 15°C 저장 조건에서 24日 정도의 貯藏性을 주었다. 對照區로 사용한 非殺菌 김치의 저장기간이 7日 밖에 되지 못한 것에 比較할 때 3倍 以上の 貯藏期間을 연장하는 效果를 거둔 것이다. 殺菌回數를 김치液이 殺菌部(holding section)를 通過하는 回數로 하였던 바 그 通過回數를 2回 및 3回 통과시킨 第 2 및 3回 殺菌에서는 各各 26, 28日의 貯藏期間을 보여주어 殺菌回數가 反復될수록 그 殺菌效果는 크게 증가되는 現象을 보였다. 이것은 살균한 全體 김치液量(V)의 一定比率(α)만이 殺菌處理되고 이것이 김치 容器內의 김치液의 菌濃度(N)를 희석하는 效果를 나타내기 때문이다.

지금 殺菌前 김치액의 菌濃도를 N, 김치용기에서 再混合後의 菌濃도를 N' 라고 할 때 n回(nth cycle) 殺菌後의 살균제품의 菌濃도와 每回殺菌處理되는 液量率(α)과의 관계는 다음 식(1)과 같다.

$$N_{n+1} = \alpha N_{n+1} + (1 - \alpha) N_n \quad (1)$$

여기서 N_{n+1} 과 N_n 와의 관계는 菌의 熱殺菌法

則²⁾에 따라 다음 (2)식과 같다.

$$N_{n+1} = N_n \cdot e^{-2.303 \cdot t/D} \quad (2)$$

여기서 t 는 殺菌時間, D 는 殺菌對象菌의 D 값이다. 따라서 n 회 殺菌에서 얻을 수 있는 殺菌效果 (∇_n)는 design criteria³⁾를 導入할 때 다음 (3)식과 같다.

$$\nabla_n = \ln \frac{\bar{N}_n}{\bar{N}_{n+1}} \quad (3)$$

(3) 식에서 每殺菌 回數에서 $\ln \bar{N}_n / \bar{N}_{n+1}$ 는 一定한 값을 갖기 때문에 ∇_n 는 항상 一定하다. 따라서 n 가 增加할 때 總殺菌效果는 各 cycle에서의 ∇ 값의 和로 나타나므로 계속 增加하게 된다. Fig. 1에서 殺菌回數가 反復될 수록 김치의 貯藏期間이 連長되는 결과는 上述한 理論과 一致한다고 할 수 있다. 그러나 (3) 식에서 ∇_n 은 直線的인 增加를 보이는 데 비해 Fig. 1의 결과는 그렇지 못한 것은 酸濃度로 表現되는 pH와의 關係가 對數的關係를 갖는 데 起因 할 것이다.

여기서 反復 殺菌回數를 어떻게 決定하는가 하는 문제는 要求되는 김치의 安全貯藏期間이 주어질 때 決定되게 될 것이며 이와 같은 關係의 경험은 계속 研究되어야 할 것이다.

한편 殺菌效果의 概念은 주어진 殺菌時間(t)를 어떻게 活用할 것인가를 決定하는 것도 고려되어야 한다. 즉 t 時間을 n 等分하여 n 회에 사용하

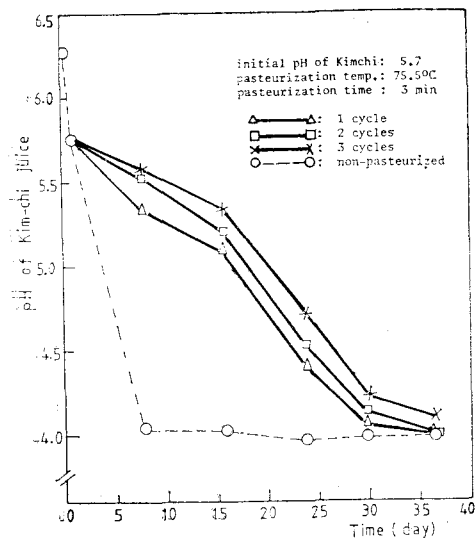


Fig. 1. Effect of pasteurization cycle on the pH of Kimchi-I during storage

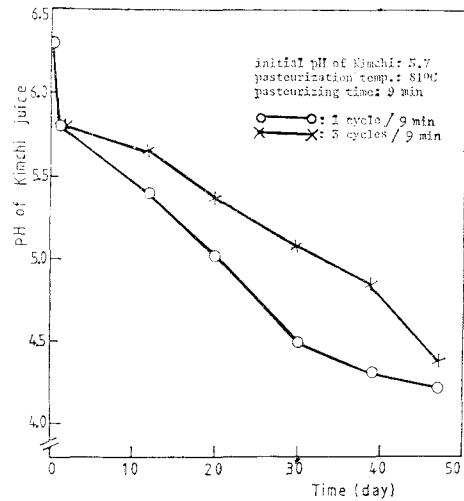


Fig. 2. Effect of the number of cycle per pasteurization process on the pH changes of Kimchi-I

는 것과 1회에 사용하는 것 사이에는 殺菌 效果面에서 差異가 생길 것이다. 勿論 t/n 값은 D 보다 큰 값이어야만 (1)식에 적용가능하고 (3)식으로 부터 그 效果를 예측 할 수 있다.

따라서 김치의 살균 時間을 9分으로 設定하고 (報告된 D 값은 60°C 에서 3min ³⁾), 이것을 1회 殺菌工程과 3회 殺菌工程에 分割使用 한 결과를 比較하여 보았다. 그 결과 Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 3회 分割使用한 것이 높은 殺菌效果를 보여주었다. 本 研究에서 사용한 살균장치를 연속 식으로 가동하면 1회 分割殺菌工程에 比하여 3회 殺菌工程間의 操作上的 어려움이 없다는 點을 감안할 때 多回分割方式을 채택함이 좋다는 것을 알 수 있다. 81°C 와 85.5°C 의 경우는 거의 pH 變化가 없을 程度였다. 따라서 殺菌 反復回數를 3회로 設定할 경우의 살균온도는 81°C 이 면 適當함을 알 수 있었다.

2. 3회 反復殺菌工程에서의 殺菌溫度別效果

3회 反復殺菌條件下에서의 適正 殺菌溫度를 決定할 必要가 있다. 따라서 3회 反復殺菌時의 殺菌部의 溫度를 75.5 , 81.0 , 85.5°C 의 3個 區에서 施行하였다. 그 結果 Fig. 3과 같이 3個의 區에서 모두 저장 17日 까지는 pH의 變化가 아주 완만한 정도로 殺菌效果를 보이는 특징을 보였는데 殺菌溫度를 높일수록 殺菌效果가 增大되었다. 그러

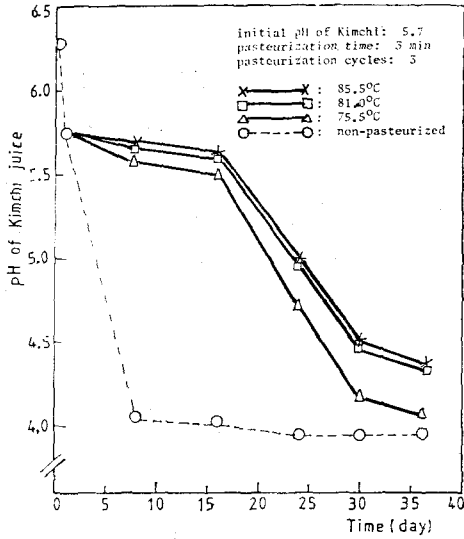


Fig. 3. Effect of pasteurization temperatures on the pH of Kimchi-I during storage

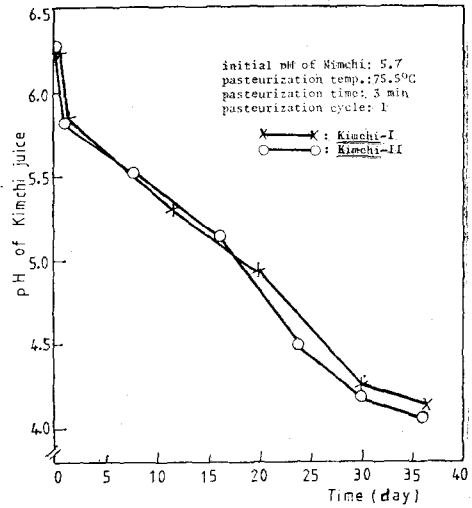


Fig. 4. Comparison of Kimchi-I and Kimchi-II for the pH changes during storage

나 81와 85.5°C 에서도 거의 同等한 결과를 보이고 있다. 따라서 3회 反復殺菌에서의 適正殺菌溫度는 81°C로 하는 것이 타당하였다.

3. 양념된 김치의 殺菌效果

앞에서의 結果는 양념이 첨가되지 않은 簡易 김치를 殺菌하였을 때의 結果들이다. 그러나 김치는 大部分 高춧가루 등을 포함한 양념된 상태이므로 本 殺菌方法이 適用될 수 있는지를 確認할 必要가 있다. 따라서 양념으로 高춧가루 등을 첨가하여 담금한 김치를 簡易 김치의 殺菌條件과 同一한 상태에서 살균하고 그 結果를 比較하였다. 그 結果 Fig. 4와 같이 거의 同等한 殺菌效果를 거둘 수 있었으며 이 순간 살균方法을 實際 김치 殺菌에 充分히 活用할 수 있음을 立證하였다. 그러나 濾過部에서 殺菌時間이 經過함에 따라 濾過速度가 多少 감소되는 傾向을 보였으며 그 結果 氣泡의 發生이 있었다.

以上的 김치 瞬間殺菌方法의 結果를 綜合해 볼 때 殺菌效果를 生菌數의 測定에 의하지 않고 살균 김치의 저장기간 중의 pH의 變化만으로 調査하였기 때문에 定量的인 分析을 行할 수 없었으나 뚜렷한 저장기간 연장 效果를 나타내어 앞으로 pilot 규모의 實證研究가 進행될 때 보다 뚜렷한 김치 순간 살균 工程의 分析이 이루어 질 수 있을 것이다.

抄 錄

배추와 3%의 소금물로 담금한 簡易 김치를 사용하여 김치의 液成分만을 分離 瞬間殺菌하고 이것을 再混合하는 殺菌方法에 있어서 適正 反復殺菌回數와 殺菌溫度 및 1회 殺菌時間 등에 관하여 조사하였다. 殺菌效果는 殺菌後 15°C에서 貯藏할 때의 pH의 變化를 基準으로 pH 4.3에 到達할 때까지의 所要時間의 연장 效果로 하였다.

배추 김치의 最適殺菌條件은 3회 反復殺菌方式에서 81°C이었으며 非殺菌 김치에 比하여 3배 이상의 저장성을 보였다.

簡易 김치의 殺菌方法과 條件을 양념 김치에 適用하여도 同等한 效果를 얻을 수 있었다.

參 考 文 獻

1. 全在根, 李南辰: 한국농화학회지, 24(4): 213(1981).
2. S. Aiba, A. Humphrey and N. Millis: Biochemical Engineering 2nd Ed., p.253, Academic Press, N.Y. (1973).
3. 李春寧, 全在根, 金浩植: 한국농화학회지, 10: 33(1968)