

김치의 瞬間殺菌方法

第一報. 배추 김치의 瞬間殺菌方法과 殺菌效果

李 南 辰 · 全 在 根

서울대학교 農科大學 食品工學科
(1981년 12월 27일 수리)

Studies on the *Kimchi* Pasteurization

Part 1. Method of *Kimchi* Pasteurization with Chinese Cabbage *Kimchi* and its Effect on the Storage.

Nam-Jin Lee and Jae-Kun Chun

Department of Food Technology, College of Agriculture
Seoul National University, Suweon, Korea

Abstract

A *Kimchi* pasteurizer consisting of preheating, holding, cooling and liquid separation sections was built with copper tubing coil and glasses. The liquid portion of a Chinese Cabbage *Kimchi* prepared with 3% NaCl solution was preheated and held for 3 minutes at sterilization temperature. Thereafter it was cooled momentarily and recombined with the untreated solid part of *Kimchi*.

At four different temperatures of 68°, 75°, 81° and 85°C *Kimchi* was sterilized and examined for the sterilization effects by measuring acid and pH changes of the *Kimchi* when stored at 15°C. The shelf-life of sterilized *Kimchi* was prolonged by two folds compared with the untreated one. When *Kimchi* was sterilized at different maturing stages, the less cured one prolonged its shelf-life more effectively.

緒 論

김치의 貯藏期間延長이 絶實히 要求되기 始作된 것은 김치통조림生産이 開始된 1967年以後이다. 食生活의 向上과 都市生活化現象은 김치類의 工業的 生産必要性을 增大시키고 있으나 김치가 갖는 독특한 酸敗現象은 김치 製品의 貯藏을 어렵게 하

여, 김치加工産業 發展의 커다란 장애요소가 되고 있다. 김치의 酸敗現象은 김치醱酵 및 熟成過程에서 生成되는 有機酸의 濃度增加에 起因되는 것으로^{1,2)} 김치의 pH가 3.4程度로 낮아지기 때문에 食用이 不可能할 뿐만 아니라 김치 組織의 軟腐現象까지 同伴 하게 된다.³⁾ 그런데 酸敗現象은 김치의 熟成末期에 항상 수반되는 것이어서 通常的 김치 製造方法으로는 防止할 수가 없다.

따라서 酸敗의 防止方法은 통상적으로 醱酵熟成된 김치의 적절한 手段을 擇하여 熟成進行을 中斷시키거나 遲延시키는 것이다. 前者의 方法은 殺菌하는 것이며 後者의 경우는 防腐劑나 低溫貯藏과 같은 方法이다.

김치의 殺菌에 관해서는 李⁴⁾ 鄭⁵⁾ 千⁶⁾ 및 李⁷⁾ 등의 加熱殺菌方法이 報告되고 있는데 김치 組織의 熱損傷이 問題가 되고 있다. 低溫貯藏에 관해서는 李⁸⁾ 申⁹⁾ 등의 연구가 있는데 김장김치의 冬季貯藏法이 여기에 屬하는 것으로 가장 理想的인 것으로 思料된다. 그러나 低溫貯藏은 低溫施設이 要求되기 때문에 김치製品的 生産後 保管에 따른 問題로 根本적으로는 酸敗 防止의 積極적 方法은 못된다.

그밖에 防腐劑^{10,11,12)} 抗生物質¹³⁾ 및 기타 化合物을 添加하여 酸味를 調節하는 方法도 研究되었으나 食味에 상당한 影響을 끼치기 때문에 역시 問題를 제기하고 있다. 放射線照射法^{14,15)}이 試圖된 바 있으나 工業的利用과는 상당한 거리가 있다.

아마도 김치의 酸敗防止貯藏法은 前述한 여러가지 方法을 混合適用하여 達成될 수 있을 可能性이 높을 것이다. 그 一例로 加熱殺菌과 防腐劑의 混用과 製品的 低溫貯藏과 같은 形態가 될 수 있을 것이다. 그렇다면 우선 適正한 程度로 熟成시킨후 加熱殺菌하고 그後 적절한 處理를 기대할 수 있다. 이 과정에서 重要的 것은 亦是 殺菌工程이 되는데 김치는 牛乳나 果汁과는 달리 固形物과 液으로 構成되어 있기 때문에 凍조림製品과 같은 경우 熱의 浸透速度가 낮기 때문에 일반적으로 凍조림¹⁶⁾이나 plastic film⁸⁾ 包裝後 殺菌處理時 85°C에서 10分以上 熱處理되어야 하는데 이때 김치組織이 입는 熱害는 심각하다. 그런데 김치液이 充分히 많은 경우 김치液內의 菌濃도가 대단히 크기 때문¹⁶⁾에 김치液만을 殺菌하여도 상당한 水準으로 菌數를 減少시킬 수 있을 것이다. 따라서 本研究은 김치로부터 김치液을 分離하고 이것을 瞬間殺菌後 固形分과 再混合하는 殺菌方法을 開發하고자 試圖하였다.

材料 및 方法

1. 材料 및 試料

市中에서 購入한 배추를 材料로 使用하였다. 2cm 크기로 切斷한 배추 200g을 10% 소금물에 서 3時間 沈漬한 다음 1時間 물에기를 하였다. 다

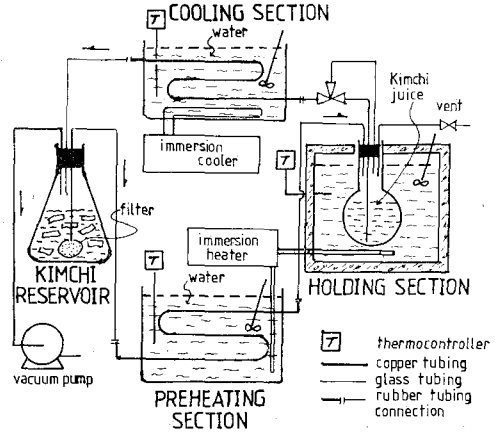


Fig. 1. Schematic drawings of Kimchi pasteurization apparatus

음 이것을 500ml 용 삼각 후라스크에 담고 3% 소금물 200ml 을 가하여 김치를 당금하였다. 당금한 김치는 20°C에서 발효시켜 pH가 5.7~5.8에 到達한 다음 殺菌試料로 사용하였다.

2. 實驗方法

1) 殺菌裝置 : 김치의 殺菌에 使用된 殺菌裝置는 김치의 汁液만을 熱處理할 수 있도록 김치의 汁液 分離部, 豫熱部, 殺菌部 및 冷却部로 構成된 Fig. 1과 같은 裝置를 제작, 使用하였다.

豫熱부와 冷却部는 銅 coil (O.D. 1/4")을 水槽內에 設置하고 immersion heater와 cooler를 使用하여 水溫을 調節함으로써 coil內를 흐르는 김치液의 加熱處理溫度를 調節하였다.

殺菌部는 水槽속에 500ml 용 環低 flask를 設置하고 水槽의 溫度를 殺菌溫度로 維持토록 함으로써 flask內의 김치液을 殺菌하였다.

2) 殺菌方法 : Fig. 1의 김치容器와 같은 容器에 물(15°C) 200ml 을 담고 이것을 殺菌裝置에 連結시켜 vacuum pump를 作動하여 殺菌部를 所定의 溫度에 到達시킨 다음 冷却部를 거쳐 最終溫度가 14~15°C가 되도록 豫熱部 및 冷却部의 溫度를 設定하였다.

다음 同一한 條件에서 김치가 담긴 容器를 장치에 連結하여 處理하였다. 이때 vacuum pump의 減壓度는 260mmHg, coil內 流速은 42ml/sec가 되도록 하였다.

한편 김치液이 殺菌部에 머무르는 時間은 3分간으로 하였다.

殺菌溫度는 68°, 75°, 81° 및 85°C의 4個區로 나누어 設定하였다.

殺菌部에서 殺菌이 完了되면 vacuum pump를 作動하여 同一한 流速으로 冷却部를 거쳐 김치固型分이 남아있는 김치試料容器로 되돌려보내어 再混合시켰다.

3) 김치의 殺菌效果測定 : 殺菌이 끝나고 再混合된 김치는 김치試料容器를 殺菌裝置로부터 빼내어 連結部를 密封한 다음 15°C에서 貯藏하였다.

貯藏期間中 김치液 5ml 씩을 採取하여 酸度 및 pH를 測定하였다. 이때 酸度は 5ml의 김치液에 brom thymol blue 指示藥을 加하여 0.01N NaOH로 滴定하여 所要된 NaOH의 ml 數를 酸度の 單位로 하였다.

結果 및 考察

1. 김치液의 物性과 殺菌裝置內에서의 流速 및 溫度變化

김치液은 豫熱部와 冷却部의 銅 coil 內를 通過하여 豫熱 및 冷却되기 때문에 豫熱部에서 殺菌溫度까지 加熱하여야 하고 冷却部에서 加熱된 김치液을 15°C까지 冷却시킬 수 있어야 하며 이와같은 條件을 設計의 基準으로 하여 裝置가 製作되었다.

그런데 本裝置에서 處理되는 김치液의 物性과 流體特性資料가 殺菌 및 冷却過程에서 必要로하는 熱의 傳達과 密接된 關係를 갖게되므로 김치液의 物理的 性質과 裝置內에서의 流體의 狀態를 測定한 結果 Table 1 과 같았다.

即, 김치液은 물과 恰似한 性質을 가졌고 coil

內에서의 流體도 亂流가 잘 發達된 狀態에 있었다.

이상과 같은 殺菌裝置의 操作條件下에서 處理될 때의 김치液의 溫度變化는 다음 Table 2와 같았다.

그 結果 殺菌裝置에 流入되는 溫度가 15°C 일때 流出되는 溫度는 14.5~15°C로 거의 同一한 값을 얻을 수 있었고 이와 같은 條件下에서 殺菌部の 溫度를 最高 98°C까지 上昇시킬 수 있어서 김치液의 殺菌에는 適合한 條件을 갖추고 있었다.

2. 김치液의 殺菌溫度別 殺菌效果

김치熱成에 關與하는 代表的인 乳酸菌인 *Lactobacillus plantarum*의 경우 D-value 가 60°C에서 3分으로 報告⁷⁾된 바 있기 때문에 充分한 殺菌效果를 거두기 위해서는 60°C 以上の 온도에서 3分 以上 處理할 必要가 있다. 그런데 本 殺菌裝置에서 豫熱과 冷却에 所要되는 時間이 극히 짧기 때문에 殺菌部에서 所要되는 時間만을 김치液의 殺菌時間으로 考慮하여도 充分하였다. 따라서 殺菌溫度를 75.5°, 81°, 및 85.8°C 등의 溫度에 3分間 處理할 경우 相當한 殺菌效果를 기대할 수 있다. 實際로 殺菌處理된 김치를 貯藏하였을 때의 殺菌效果는 Fig. 2, 3과 같이 非殺菌김치에 比하여 뚜렷한 酸敗 억제 效果를 보였다.

이때 殺菌된 김치는 固型分이 熱處理를 受하지 않았기 때문에 組織은 熱害를 받지 않아 新鮮度가 잘 維持되었다.

한편 殺菌溫度에 따라서 살균김치의 저장시 酸度나 pH에서 差異를 보였고 殺菌溫度가 높을 수록 酸敗억제 效果가 높아 졌다. 上記溫度區보다 낮은 68.5°C에서도 殺菌效果를 測定한바 있는데

Table 1. Physical properties of Kimchi juice and flow type in pasteurizer

Physical properties			Flow type (N _{Re})	Flow velocity (cm/sec)
Viscosity (cp)	Density (g/cm ³)	Sp. heat (cal/g°C)		
1.32	1.02	1	6,500~9,300	103~240

Table 2. Temperatures of Kimchi juice at various sections of the pasteurizer

Section of pasteurizer	Heat transfer area (cm ²)	Temp. of Kimchi juice (°C)	
		Inlet	Outlet
Preheating	518	14.5	69.5
Holding	—	98.0	98.0
Cooling	565	69.5	15.0

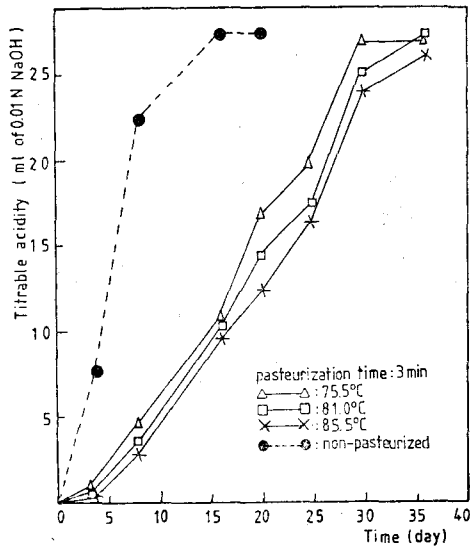


Fig. 2. Effect of pasteurization temperatures on the acid production of *Kimchi* during storage at 15°C.

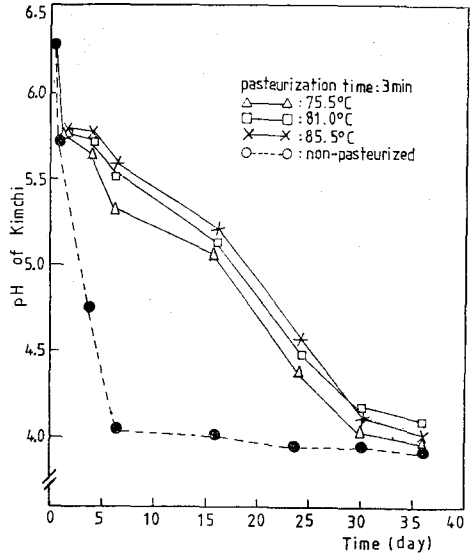


Fig. 3. Effect of pasteurization temperatures on the pH of *Kimchi* during storage at 15°C.

殺菌條件差와 김치熟成度差 때문에 Fig. 2와 3에 나타나지 않았지만 殺菌効果는 역시 현저하였다.

이상의 結果는 김치에서 김치液만을 分離, 殺菌後再混合하는 殺菌方式의 殺菌效果가 뚜렷하였고 14~16°C의 貯藏條件에서 김치의 貯藏期間을 2倍以上으로 연장할 수 있음을 알 수 있었고 만일 貯藏溫度를 더욱 낮출경우 貯藏期間 延長效果는 더욱 클 것이다.

그러나 殺菌김치 貯藏末期의 酸도와 pH의 값이

非殺菌區의 값에 接近하였는데 이것은 一回의 殺菌處理만으로 殺菌 死滅比率이 낮기 때문이라고 본다. 따라서 殺菌回數를 反復할때의 效果를 調査하여야 할 것이다.

3. 김치의 熟成度別 殺菌效果

微生物 熱死滅法則¹⁷⁾에 依하면 殘存菌濃度は 初期菌濃도에 의하여 結定된다. 따라서 김치液을 1회의 瞬間殺菌過程을 통하여 殺菌後 殘存菌濃度は

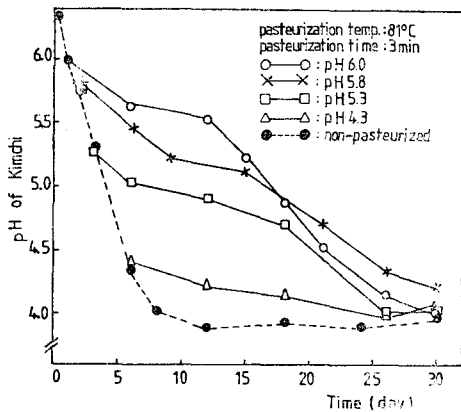


Fig. 4. Effect of the initial pH of *Kimchi* on the acidity during storage at 15°C.

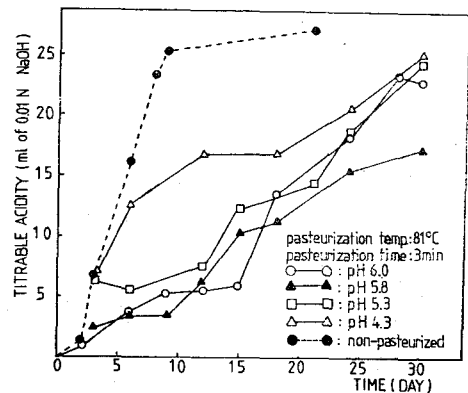


Fig. 5. Effect of the initial pH of *Kimchi* on the pH changes during storage at 15°C.

김치의 熟成期間을 調節함으로써 影響을 줄 수 있다. 김치의 熟成時期와 關與細菌의 數 및 pH의 關係가 報告^{15, 16)}되어 있기 때문에 김치의 pH 6.0, 5.8, 5.3, 4.3 일때 이들을 試料로 하여 殺菌하여 殺菌效果를 본 결과 Fig. 4, 5와 같았다.

그 結果가 熟成도가 낮은 김치일수록 酸度 및 pH의 變化를 둔화시키는데 크게 기여함을 알 수 있었다.

勿論 熟成도의 差異이에 따른 味覺에 對한 影響은 앞으로 調査되어야 할 것이나 酸敗 억제效果만을 考慮할때는 熟成도가 낮을수록 그 效果는 크게 向上시킬 수 있었다.

本研究는 김치의 長期貯藏技術의 開發을 目的으로 瞬間殺菌技術을 김치에 적용코자하여 배추에 소금만을 첨가한 김치를 사용하여 그 適用可能性을 究明하고자 하였는바 김치液의 分離殺菌後 再混合方式을 채택할때 充分히 瞬間殺菌할 수 있음을 알 수 있었다. 한편 殺菌된 김치는 熱害를 전혀 받지 않고 15°C의 貯藏조건에서 2倍以上의 貯藏期間을 연장할 수 있는 結果를 얻었다. 勿論 本殺菌方法을 적용하는데는 김치의 液成分이 固形分보다 훨씬 많아야 한다는 點 때문에 적용範圍가 制限되고 있으나 夏節의 김치나 기타 液成分이 많은 醱酵食品에 充分히 적용할 수 있을 것으로 思料된다.

抄 錄

김치의 瞬間殺菌裝置를 豫熱部, 殺菌部, 冷却部 및 液分離-混合部를 갖도록 銅 coil 등으로 製作하고 소금과 배추를 재료로 조제한 김치를 殺菌하였다. 液分離에서 김치액을 分離하여 豫熱部에서 瞬間加熱하여 殺菌部에서 3分間 保持하였으며 곧 冷却部에 瞬間冷却시켜 固形分과 再混合하였다. 殺菌溫度를 68°, 75°, 81°, 85°C의 4個區에서 處理한 結果 酸度 및 pH의 變化를 크게 억제할 수 있었고 貯藏期間을 非殺菌김치에 比하여 2倍延長시킬 수 있었다. 김치의 熟成도에 差異를 두고 殺菌한 結果 熟成도가 낮은 區에서 殺菌效果가 더욱 높았다.

參 考 文 獻

1. 金浩植, 曹惠鉉, 李春寧: Gas Chromatogra-

phy에 依한 김치의 유기산 檢査, 서울大論文集(生農系) 14: 1 (1963)

2. 金德淳, 趙義順, 李根培: 김치의 有機酸 및 비타민 含量, 大韓生化學會雜誌, 1(2): 111 (1967)

3. 河淳燮: Pectin 分解 酵素 및 産膜微生物의 沈菜類의 軟腐에 미치는 影響에 關하여, 科學 叢書, 5(2): 139(1960)

4. 이시자: 김치 통조림 製造法, 韓國特許, 485 (1965)

5. 정호권: 김치 통조림의 間歇的 熱處理方法, 韓國特許, 273(1967)

6. 친영애: 김치 통조림의 殺菌法, 韓國特許, 348 (1967)

7. 李春寧, 全在根, 金浩植: 김치 통조림 製造에 關한 研究, 韓國農化學會誌, 10: 33(1968)

8. 李陽熙, 梁益桓: 우리나라 김치의 포장과 貯藏方法에 關한 研究, 韓國農化學會誌, 13(3): 207(1970)

9. 申東禾, 金基成: 企業의 生産을 爲한 김치 製造에 關한 研究, 食品研究所 報告書(農漁村 개발公社), 201(1975)

10. 金昌提: 韓國김치의 貯藏에 關하여 (第1報), 병조림, 慶大論文集, 2: 221(1958)

11. 宋錫勳, 曹哉鉉, 朴根昌: 김치 保存에 關한 研究(第2報), 過熱 김치의 酵素作用 抑制에 關하여, 技術研究報告, 6: 1(1967)

12. 金秉機, 孫得明, 鄭 勇, 尹明熙: 夏節김치의 衛生的 事前處理가 그 長期貯藏性에 미치는 影響, 現代醫學, 5(4): 441(1966)

13. 김창식, 김정호, 정병호: 김치 통조림 製造法, 韓國特許, 850(1966)

14. 金昌湜: Co 60의 γ 線照射에 依한 韓國 김치의 貯藏, 原子力論文集, 5: 139(1962)

15. 李熙星, 李根培: 放射線을 利用한 김치 貯藏에 關한 研究, 原子力論文集, 5: 64(1965)

16. 金浩植, 全在根: 김치醱酵中の 細菌의 動的變化에 關한 研究, 原子力論文集, 6: 112(1966)

17. Katzin, L.I. Sandholzer, L.A. and Strong, M.E.: J. Bacteriol., 45: 265(1943)

18. 李泰寧, 金點植, 鄭東孝, 金浩植: 김치숙성과 정에 있어서의 Vitamin 含量의 變化, 科學叢書, 5: 43(1960)