

김치 熟成에 미치는 pH 調整劑의 影響

金 順 東
曉星女子大學校 食品加工學科
(1985년 7월 18일 접수)

Effect of pH Adjuster on the Fermentation of Kimchi

Soon-Dong Kim

Department of Food Science and Technology, Hyosung Women's University

(Received July 18, 1985)

Abstract

The study was carried out to prevent the rancidity and to prolong the edible period by adding the pH adjuster composed of citric acid and sodium citrate during kimchi fermentation. Buffer action of the pH adjusters, changes in titratable acidity, pH, vitamin C content, chlorophyll content and number of microorganism were measured. And also sour flavor, color score and overall taste by sensory test were analyzed. The proper ratio of citric acid to sodium citrate for the kimchi was 1 to 9. Edible periods based upon the acidity, pH, sour flavor and overall taste were first to second days after soaking in the control, but were from the day of soaking to fifth days in the pH adjuster added kimchi to 0.3 percent. And favorable results were shown in kimchi with the pH adjuster in the point of brix degree, color and the number of *Lactobacilli*.

序 論

김치는 乳酸菌醱食品으로서 살아 있는 乳酸菌을 이용하는 외에도 vitamin C와 각종 無機質源으로서 우리나라 固有食品으로 높이 評價되어 있다. 그러나 김치의 熟成中에는 많은 종류의 好氣性 微生物이 繁殖하여 組織이 軟化되거나 酸이 過度하게 生成되어 酸敗되는 問題點을 갖고 있다.¹⁻³⁾ 이러한 問題點 때문에 김치가 熟成되어도 低溫에 保存할 필요가 있고 이때에도 酸의 生成이 계속되는 경우가 많다. 김치의 熟成中에 또는 熟成後期에 여러가지 防腐劑등 藥劑를 處理하거나 canning을 행하며,⁴⁾ 또는 放射線을 照射하여 微生物의 生育을 阻止시키는 것⁵⁾은 김치 酸敗防止研究의 代表的인 것이긴 하나, 이들은 김치 特有의 鮮도와 風味를 떨어뜨리거나 衛生的으로 問題가 되는 경우가 많다. 따라서 이러한 問題點

을 補充하면서 可食期間을 延長시키는 方法이 있다면, 이는 우리들의 食生活改善에 크게 공헌할 수 있다고 하겠다.

본 研究는 김치 熟成에 있어 가장 큰 問題點으로 認定되고 있는 酸敗現象을 遲延시키거나 可食期間을 延長시키는 한 方案으로서, pH 調整劑를 이용한 김치 熟成實驗을 행하였으며, 品質에 미치는 影響을 檢討하였다.

實驗材料 및 方法

1. 김치의 材料와 담금

본 實驗을 위한 김치의 종류는 열무김치로 하였으며 세척한 후 重量의 3%가 되게 소금을 가하여 20分間 절였으며 물로써 1회 洗滌한 다음 Table 1과 같은 比率로 生薑, 마늘 및 淸국추를 다져 1%의 소

Table 1. Composition of kimchi materials

Materials	Ratio(%)
Young radish salted with NaCl	36.4
Green pepper	0.9
Ginger	0.4
Galic	0.7
Salt(NaCl)	0.6
2% of boiled wheat flour	60.7
pH adjuster	0.3

Table 2. Composition of pH adjusters

No.	Citric Acid (mg)	Sodium Citrate (mg)	pH ¹
1	500	500	4.0
2	450	550	4.3
3	400	600	4.5
4	350	650	4.7
5	300	700	4.9
6	250	750	5.2
7	200	800	5.4
8	150	850	5.7
9	100	900	6.0
10	50	950	6.4

1. pH was measured 1 percent solution of each adjuster.

금을 함유하는 2%의 밀가루를 끓인 용액에 담구어 25°C에서 熟成시켰다.

pH 調整劑는 citric acid와 sodium citrate 混合物(1:9), Table 2의 No. 9를 使用하였으며 2% 밀가루 용액에 0.3%가 되게 添加하였다.

2. 糖度, 酸度 및 pH의 測定

김치국물을 濾過하여 糖度は refractometer로써, 酸度は 0.1 N-NaOH로 滴定하여 lactic acid 含量으로 計算하였고, pH는 국물을 pH meter로써 測定하였다.

3. Chlorophyll 含量의 測定

Vernon의 方法⁶⁾에 準하여 마쇄한 김치 5g을 80% acetone으로 抽出하여 濾過한 후 100 ml로 定容하고 663 및 645 nm에서의 吸光度를 測定 아래의 計算式에 의하여 含量을 算出하였다.

$$\begin{aligned} \text{Total chlorophyll (mg/l)} \\ = 29.2 \times \text{OD}_{645} + 8.02 \times \text{OD}_{663} \end{aligned}$$

4. Vitamin C 含量의 測定

2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 比色法⁷⁾에 準하

였다. 즉 김치 5g을 2% metaphosphoric acid 溶液으로 抽出한 후 18,000 rpm에서 냉동원심분리 하고 상징액 2ml에 indophenol 200 μ l, thioureametaphosphoric acid 混液 2 ml를 넣어 충분히 混合하였다 여기에 DNP 1 ml를 가하여 50°C에서 90분간 反應시켜 즉시 氷冷한 후 85% H₂SO₄ 溶液 5 ml를 Vortex 상에서 가하여 20°C에서 30분간 放置하였다. 540 nm에서의 吸光度를 測定하고 檢量線에 의하여 含量을 算出하였다.

5. 總菌 및 乳酸菌數의 測定

總菌數는 nutrient broth agar, 乳酸菌數는 Rogosa agar⁸⁾의 平板培養法에 依하였으며, 100~1000배로 稀釋한 김치국물 一定量을 培地에 混合하여 固化시켜 30°C에서 48시간 培養하였으며 生成된 colony를 計測하였다.

6. 官能檢査

김치의 質의 評價方法으로 酸味, 色相 및 綜合的인 맛에 대한 官能檢査를 했하였는데 曉星女子大學校 4學年生 30名의 panel에 의하여 測定하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. pH 調整劑의 緩衝能

Citric acid와 sodium citrate를 混合한 pH 調整劑(Table 2)중에서 김치의 酸敗防止에 適合한 것을 查할 目的으로 0.1 N HCl을 使用하여 緩衝能을 檢討한 結果는 Fig. 1, 2, 3에서와 같다. 그 結果 각 pH 調整劑의 緩衝能은 0.1N HCl을 使用한 경우 큰 差異를 나타내지 않았으나 김치의 食用可能한 pH를 고려할 때 citric acid와 sodium citrate를 1:9 比率로 混合한 No. 9이 가장 良好하였다. 또 김치의 主酸은 乳酸과 酢酸이므로 pH 調整劑 No. 5, 7, 9에 대한 이들 酸의 滴定에 따른 pH 變化를 調査한 結果는 Fig. 2 및 3과 같다.

물의 경우 10ml 당 20 mg의 acetic acid를 添加하여도 pH 4.0이하로 떨어졌으나 pH 調整劑 No. 5, 7, 9의 경우는 100 mg을 添加하여도 김치의 可食 pH인 4.3 이상을 維持하였다. Fig. 3의 乳酸의 경우는 물에는 10 ml 당 15 mg, pH 調整劑 No. 5는 45 mg, No. 7은 50 mg의 乳酸 添加로 pH가 4.0 이하로 낮아졌다. 그러나 No. 9는 乳酸 100mg을 添加시켜도 pH 4.0 이상을 維持하여 김치의 pH 調整劑로서 가장 適

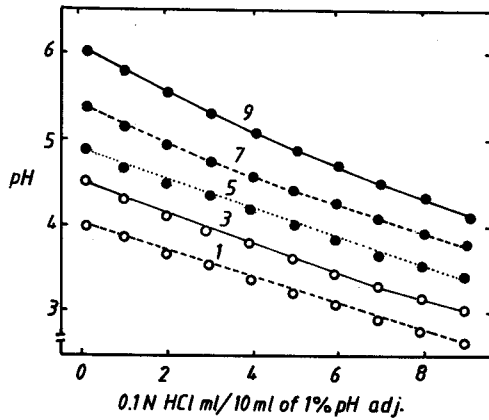


Fig. 1. Titration effect of 0.1N HCl on the changes in pH of 1% solution of pH adjusters (adj.). The number of the pH adjusters in the figure represented same as described in Table 2.

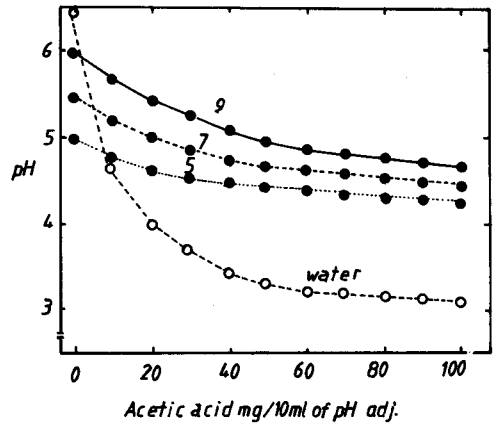


Fig. 2. Titration effect of acetic on the changes in pH of 1% solution of pH adjusters (adj.). The number of pH adjusters in the figure represented same as described in Table 2.

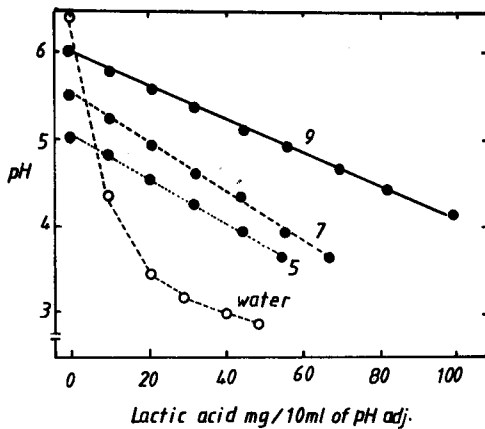


Fig. 3. Titration effect of lactic acid on the changes in pH of 1% solution of pH adjusters (adj.). The number of pH adjusters in the figure represented same as described in Table 2.

합하였다.

pH 調整劑 No. 9의 緩衝能을 增進시킬 目的으로 polyphosphoric acid sodium salt 를 No. 9에 0.2% 添加시킨 結果 Fig. 4에서와 같이 緩衝能이 多少 增進되었으나 實用的인 立場에서 人工添加物에 대한 問題點이 있으므로 多角的인 檢討가 要望된다.

2. 酸度, pH 및 酸味

김치의 熟成중 酸도와 pH의 變化를 測定한 結果는 Table 3과 같다. 酸도는 pH 調整劑를 添加한 경우가 높았으며 增加幅도 컸다. 이같은 現象은 緩衝作用의 效果로 생각된다. 熟成中 pH는 添加하지 않은 경우 비례적으로 낮아 졌으나 添加한 경우는 담금후 5일 째까지 4.0以上을 維持하였다. 김치의 食用可能한 pH⁹⁾가 4.0 以上인 點을 勅案할 때 pH 調整劑를 添加하지 않은 김치는 담금후 1일째 이후 부터 食用에

Table 3. Effect of pH adjuster (No. 9) on the titratable acidity and pH of kimchi (lactic acid mg/10ml)

	Fermentation period (days)					
	0	1	2	3	4	5
Control						
Titratable acidity	7.60	23.35	35.95	51.67	65.90	85.25
pH	5.51	4.49	3.99	3.71	3.19	3.05
Kimchi with pH adjuster						
Titratable acidity	25.35	32.30	45.14	61.05	84.56	117.87
pH	5.59	4.92	4.65	4.24	4.21	4.18

Table 4. Result of sensory assessment for the sour flavor of kimchi

	Fermentation period(days)					
	0	1	2	3	4	5
Control	1.82	3.80	2.15	1.27	0.94	0.02
Kimchi with pH adjuster	2.45	3.20	3.85	3.05	2.64	1.84

Score of sour flavor: 4, very desirable; 3, desirable; 2, moderate; 1, undesirable; 0, very undesirable.

Table 5. Effect of the adjuster on the brix degree of kimchi soup

(%)

	Fermentation period (days)					
	0	1	2	3	4	5
Control	0.95	2.45	2.60	2.60	1.20	0.60
Kimchi with pH adjuster	0.95	2.20	2.30	2.65	2.40	1.80

Table 6. Effect of the pH adjuster (No. 9) on the chlorophyll content and color score of kimchi

	Fermentation period (days)					
	0	1	2	3	4	5
Control						
Chlorophyll content (mg%-f. w.)	2.85	1.63	1.55	0.10	0.08	0.04
Color Score ¹⁾	3.20	2.43	1.72	1.33	0.95	0.05
Kimchi with pH adjuster						
Chlorophyll content (mg%-f. w.)	2.85	2.84	2.05	1.86	1.15	0.94
Color Score	3.40	2.80	2.52	2.14	2.00	1.65

¹⁾ Color score: 4, very desirable; 3, desirable; 2, moderate; 1, undesirable; 0, very undesirable.

不適合하였으나 添加한 김치는 5일째까지 食用可能하였다.

酸味는 水素 ion의 濃도와 密接한 관련이 있으나 그 解離程度나 膜通過形態등에 따라서 달라지는 경우가 있으므로¹⁰⁾ 酸味에 대한 官能檢査를 行하였다.

그 結果 無添加김치는 담근후 2일째까지 食用可能한 酸味를 나타내었고 添加김치는 담근후 5일째까지 食用可能하였다.

3. 糖度の 變化

김치속의 糖은 微量으로서 맛을 左右하는 要因이라고는 볼 수 없으나 酸과함께 調和된 맛을 이루므로 김치담근 때에 添加하는 경우가 많다. 본 실험에서는 糖은 添加하지 않은 반면 澱粉을 使用하였으므로 熟成中에 그 變化가 예측되나 pH 調整劑 添加 및 無添加 김치 다같이 糖度の 變化幅이 적었으며, 담근후 1일째부터 增加하였다가 無添加김치는 4~5일에 크게 감소하는 경향이나 添加김치는 減少의 幅이 적었다.

4. 色相의 變化

얼무김치의 色相은 chlorophyll 含量과 密接한 關聯이 있다. Table 6에서의 김치熟成中 chlorophyll 含量을 보면 pH 調整劑 無添加김치는 담근 1일째부터 急激히 減少하여 3일째는 0.1mg%로 顯著히 減少하였다. 그러나 pH 調整劑를 添加한 김치는 chlorophyll 含量이 顯著히 높았다.

Chlorophyll은 김치의 熟成中에 生成된 酸의 水素 ion에 의하여 Mg이 離脫되어 褐色의 pheophytin이 됨으로 김치의 鮮度を 左右하는 原因이 된다. 그러나 酸에 의하여 生成된 褐色 및 淡黃色의 色相과 綠色의 chlorophyll이 잘 調和되어 김치 固有의 色相을 더므로 官能의인 色相檢査를 行한 結果(Table 6) pH 調整劑 無添加김치는 담근후 1일째까지 比較的 良好한 값을 보였으나 添加김치는 담근후 4일째까지 良好하였다.

5. Vitamin C의 含量變化

古來로 부터 김치는 vitamin C의 給源食品으로

Table 7. Effect of the adjuster on the content of vitamin C in kimch

mg%

		Fermentation period(days)					
		0	1	2	3	4	5
Control	Soup	13.65	31.69	29.04	26.50	18.95	15.43
	Tissue	56.36	60.04	35.69	28.14	19.25	15.03
Kimch with pH adjuster	Soup	13.60	24.87	29.02	28.44	27.03	25.24
	Tissue	56.54	68.06	40.07	28.17	21.30	20.02

Table 8. Overall taste of kimchi¹⁾

		Fermentation period (days)					
		0	1	2	3	4	5
Control	Soup	1.84	2.46	2.00	1.28	1.09	0.45
	Tissue	1.90	2.43	2.05	1.40	1.10	0.60
Kimchi with pH adjuster	Soup	2.05	2.56	2.83	2.57	2.56	1.85
	Tissue	2.21	2.43	2.60	2.59	2.74	1.70

¹⁾ Overall taste score: 4, very desirable; 3, desirable; 2, moderate; 1, undesirable; 0, very undesirable.

Table 9. Effect of the pH adjuster on the growth of microorganism in kimchi¹⁾

		Fermentation period (days)					
		0	1	2	3	4	5
Control	Total microbe	1.15×10^3	1.40×10^5	1.37×10^7	2.50×10^8	8.20×10^6	1.30×10^5
	<i>Lactobacilli</i>	8.70×10^1	4.76×10^3	6.22×10^3	9.65×10^2	5.80×10^2	1.50×10^2
Kimchi with pH adjuster	Total microbe	1.18×10^3	4.56×10^5	7.50×10^7	8.78×10^8	4.85×10^7	2.30×10^6
	<i>Lactobacilli</i>	8.80×10^1	5.20×10^2	8.33×10^3	5.70×10^4	7.75×10^4	3.52×10^4

¹⁾ Data represents number per ml of kimchi soup.

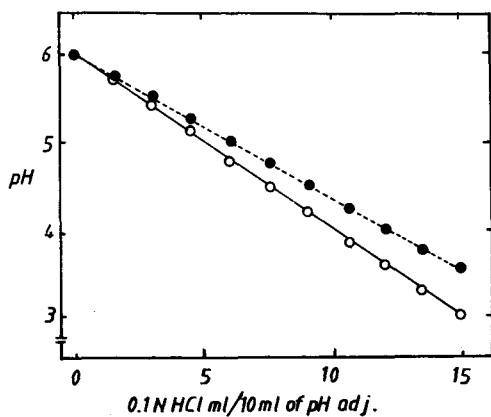


Fig. 4. Effect of polyphosphoric acid sodium salt on the changes in pH of pH adjuster number 9(-○-), 0.2% polyphosphoric acid sodium salt in 1% of pH adjuster number 9(-●-).

重要視되고 있으므로 pH 調整劑의 添加에 따른 含量 變化를 調査하였다. VitaminC는 水溶性이므로 국물 에 대하여도 測定하였다(Table 7). 김치의 熟成期間 에 따른 變化를 보면 無添加, 添加 다같이 담금후 1 일째에 增加하였다가. 그 以後는 減少하는 樣相이있 고 無添加김치는 減少率이 큰 反面 添加김치는 熟成 末期에도 그 含量이 比較的 높았으며, 組織에 比하 여 국물에서의 含有率이 熟成에 따라 增加하는 傾向 이었다. 따라서 pH 調整劑를 添加함으로써 vitamin C의 量的 增加는 期待하기 어려우나 熟成末期에 그 含量이 높아서 vitamin C를 考慮한 側面에서도 pH 調整劑의 添加김치가 良好하다고 보겠다.

6. 綜合的인 맛

김치의 綜合的인 맛에 대한 官能檢査結果(Table 8) 無添加김치는 담금후 2일째 이후부터는 김치로서의 가치가 喪失되었으나 添加김치는 담금후 4일까지 食

用可能하여 pH 調整劑添加로서 可食期間을 延長시킬 뿐만 아니라 맛이 좋아지는 것으로 評價되었다.

7. 菌數의 變化

김치 熟成時 pH 調整劑의 添加가 總菌數와 乳酸菌數에 미치는 影響을 調査한 結果(Table 9) 熟成初期의 總菌數는 큰 差異를 보이지 않았으나 pH 調整劑를 添加한 경우는 熟成末期에 오히려 많았다. 無添加김치의 乳酸菌數는 初期에 增加하였다가 末期에 減少하는 樣相이나 添加김치는 末期의 減少率이 낮았고 數的으로 많아서 김치의 熟成이 바람직한 方向으로 이루어진 것으로 思料된다.

要 約

김치의 熟成中 酸敗防止 및 可食期間의 延長을 目的으로 citric acid 와 sodium citrate 를 混合한 pH 調整劑의 緩衝能力檢討와 이를 使用한 김치熟成實驗을 行하고 酸度, pH, 糖度, chlorophyll 含量, vitamin C 含量 및 微生物數의 變化를 調査함과 동시에 酸味 色相 및 綜合的인 맛에 대한 官能檢査를 行하였다.

그 結果 김치熟成에 適合한 citric acid 와 sodium citrate 의 比는 1:9 이었으며 이를 김치의 0.3% 添加시켜 熟成시킨 結果 酸度, pH, 酸味 및 綜合的인

맛에 의하여 평가된 可食期間을 倍로 延長시킬 수 있었다. 또 pH 調整劑添加로 바람직한 色相을 유지 시킴은 물론 vitamin C의 含量과 乳酸菌의 生育에 있어서도 良好한 結果를 나타내었다.

文 獻

1. 권숙표, 최건우: 한국특허, 305호(1967)
2. 金秉機, 孫得男, 鄭勇, 尹明照: 現代醫學, 5(4), 441(1996)
3. 宋錫勳, 曹哉銑, 朴根昌: 技術研究報告書, 6, 1 (1967)
4. 李春寧, 金浩植, 全在根: 韓國農化學會誌, 10, 33(1968)
5. 金昌湜: 原子力論文集, 5, 139(1962)
6. Vernon, L. P.: *Analchem.*, 32, 1144(1960)
7. 照丙淳也: ビタミン定量法, 几木國夫篤, (醫齒藥出版, 東京), 124(1964)
8. Rogosa, M., Mitchell, J. A. and Wiseman, R. F.: *J. Bact.*, 62, 132(1951)
9. 金順東: 嶺專論文集, 6, 247(1977)
10. 多田ひろみ, 少林昇, 岡木獎: 營養と食糧, 25 (2), 83(1972)