



1999

Effects of the Application of Hydrogen Peroxide on the Preservation of Firm Tofu

Follow this and additional works at: <https://www.jfda-online.com/journal>

Recommended Citation

Chang, H.-W. and Chen, W.-L. (1999) "Effects of the Application of Hydrogen Peroxide on the Preservation of Firm Tofu," *Journal of Food and Drug Analysis*: Vol. 7 : Iss. 3 , Article 8.
Available at: <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2869>

This Original Article is brought to you for free and open access by Journal of Food and Drug Analysis. It has been accepted for inclusion in Journal of Food and Drug Analysis by an authorized editor of Journal of Food and Drug Analysis.

過氧化氫對豆乾保存性之影響

張湘文* 陳文亮

食品工業發展研究所
新竹市 300食品路 331號

摘 要

本研究之主要目的為探討過氧化氫用於豆乾保存之使用量。豆乾為高水分含量、高水活性、低酸性食品，貯藏並不容易，而過氧化氫對於此類產品有很好的保存效果。過氧化氫之分析方法中，過氧化酶法所得到之迴歸曲線為 $Y=0.314X-0.0845$ ($R^2=0.998$)，而Merck RQflex Reflectometer法所得到之迴歸曲線為 $Y=1.03X-0.438$ ($R^2=0.977$)，兩者均為很精確的分析方法，Merck RQflex Reflectometer法則較為簡單、方便。未經過氧化氫處理之豆乾在室溫下只有1天的保存期限，要在室溫下貯藏2天，則需含有95 ppm的過氧化氫，貯藏3天，則需含395 ppm；若以冷藏的方式貯藏，未經過氧化氫處理之樣品可貯藏1~4天，但須控制樣品之初始菌數在 10^3 cfu/g以下。豆乾以過氧化氫處理可以使Hunter L值增高，但對a值及b值則無顯著影響。酒精對此類產品之保存效果並不顯著。水煮及油炒過程能使過氧化氫含量降低，但在高濃度時，並不容易經由烹調過程而完全分解。

關鍵詞：過氧化氫，豆乾，保存期限，酒精。

前 言

由於素食人口急遽增加，各類素食製品也因應而生，如豆腐、豆乾及麵腸等，皆屬低酸性、高水分含量、營養豐富的產品，正適合微生物的生長而不易保存⁽¹⁾；因此，業者為了延長保存期限，將成形後之豆乾，於鹼水(pH=9.8)中浸煮去布紋後，經染色(醬色)，再於過氧化氫溶液中浸煮5~8 min，經冷卻、吹乾後即為豆乾成品。因豆乾等產品曾浸煮於過氧化氫(H_2O_2)溶液，致使部份產品有殘留過氧化氫的問題。過氧化氫在食品工業上，一般用在食品的漂白⁽²⁾、微生物的控制^(3,4,5)及無菌包裝⁽⁶⁾上，而近年來，過氧化氫亦應用在穀類及堅果加工的副產物轉變成低熱量、高品質的粉末產品之過程中⁽⁷⁾。但依據「食品添加物使用範圍及用量標準」⁽⁸⁾之規定，食品中不得殘

留過氧化氫，是因為過氧化氫雖有殺菌效果，但同時也會產生自由基(free radical)，對人體健康不利。因此，豆乾之保存方法應作進一步的探討。

國內關於素食產品保存方法的研究並不多，張及蔣⁽⁹⁾曾經利用微波加熱經包裝之豆乾及豆皮製品，然後進行冷藏，結果豆乾的保存期限從3天延長至13天(10^7 cfu/g)，豆皮則從1天延長至3天；以10%檸檬酸及4%氯化鈉溶液處理時，豆乾的保存期限可延長至7天，豆皮則延長至3天；但以0.6%己二烯酸鉀溶液或0.6%己二烯酸鉀及4%氯化鈉溶液處理，則無法有效地延長豆乾及豆皮製品的保存期限。然而探討以過氧化氫對豆乾保存方法的文獻則付之闕如。

本研究之目的為探討過氧化氫對豆乾的保存性及此類製品的其他保存方法。

材料與方法

一、豆乾

豆乾半成品(未經染色及過氧化氫處理之白色豆乾, $5 \times 5 \times 1$ cm, 水分含量為 71%, 水活性為 0.987, pH 值為 6.4)為桃園縣大溪地區豆乾工廠提供。

二、試劑

過氧化氫：濃度為 30% (經 CNS 法⁽¹⁰⁾檢驗, 實際濃度為 35.6%), 購自臺灣默克公司。

酒精：濃度為 95%, 購自臺灣省菸酒公賣局。

鄰-二胺基苯二氯化氫(o-phenylenediamine dihydrochloride, sigma No.8287)：為 sigma 試藥級。

檸檬酸：購自臺灣默克公司, 試藥級。

檸檬酸三鈉(trisodium citrate dihydrate)：購自臺灣默克公司, 試藥級。

過氧化酶(oxidase P-8000)：為 sigma 試藥級。

Merck Reflectoquant peroxide 試紙：購自臺灣默克公司。

硫酸：臺灣默克公司, 試藥級。

大豆沙拉油：購自統一企業公司。

3 M 微生物快速檢驗試片：購自安晶股份有限公司。

三、方法

(一)過氧化氫在豆乾保存上使用量之選擇

將成形後之豆乾浸漬於過氧化氫溶液, 其濃度分別為 0、0.25、0.5、1.0、1.5、2.0% (經校正後之實際濃度分別為 0、0.30、0.59、1.19、1.78 及 2.37%), 而浸漬方式分別為室溫浸漬及浸煮方式, 室溫浸漬時間分別為 1、5 及 10 min, 而浸煮時間則分別為 0.5、1 及 5 min, 經過冷卻及表面吹乾後, 即為豆乾成品, 分析其過氧化氫含量, 並以 PE 袋簡單包裝, 模擬傳統市場的包裝模式, 分別於室溫及冷藏下進行貯藏試驗, 為期 14 天及 21 天, 而於貯藏期間分析其微生物(總生菌數、黴菌及酵母菌數)及色澤(Hunter L, a, b 值)之變化。

(二)以酒精取代過氧化氫保存豆乾之可行性

以 75% 乙醇溶液取代過氧化氫, 豆乾半成品分別以室溫浸漬及浸煮方式, 室溫浸漬時間為 10 min, 而浸煮時間則分別為 0.5、1 及 5 min, 經過冷卻及表面吹乾後, 以 PE 袋簡單包裝, 分別於室溫及冷藏進行貯藏試驗, 為期 3 天及 21 天, 期間分析其微生物(總生菌數、黴菌及酵母菌數)之變化, 並以水浸煮的各項成品為對照、比較之對象。

(三)水煮豆乾的條件

於不鏽鋼鍋中(加蓋)煮沸後放入豆乾(豆乾：水 = 1 : 2 (w/w)), 分別於水煮 5、10、15、30、45、60 及 90 min 時取出豆乾, 冷卻後以 Merck RQflex Reflectometer 法分析豆乾中過氧化氫之殘留量。

(四)炒煮豆乾的條件

於不鏽鋼炒鍋中(不加蓋)放入大豆沙拉油, 加熱至 120°C 後放入切片豆乾($5 \times 1 \times 0.5$ cm) (豆乾：油 = 100 : 8 (w/w)), 分別於炒煮 30、60、120、180、240 及 300 sec 時取出豆乾, 冷卻後以 Merck RQflex Reflectometer 法分析豆乾中過氧化氫之殘留量。

(五)過氧化氫測定法

依據食品衛生管理法之規定, 食品中不得殘留過氧化氫, 因此, 中國國家標準為定性之分析方法⁽¹¹⁾, 而定量分析方法則有電極法⁽¹²⁾、過氧化酶法^(13,14)、電位滴定法⁽¹⁵⁾及 Merck RQflex Reflectometer 法⁽¹⁶⁾等, 從中選擇適合於豆乾之定量分析方法。

1. 過氧化酶法^(13,14)

(1) 過氧化酶溶液

稱取 40 mg 之鄰-二胺基苯二氯化氫(o-phenylenediamine dihydrochloride), 溶於 100 mL 之 0.05 M citrate buffer (pH 5.0) 中, 將 10 mg 之 peroxidase P-8000 溶於其中。

(2) 方法

分別取0.1、0.2、0.6、1.0、2.0、4.0及5 mL之47.5 ppm H_2O_2 標準溶液稀釋至5 mL (成為0.95、1.9、5.7、9.5、19、38及47.5 ppm)，分別加入5 mL之過氧化酶溶液，10 min，加入5 mL之酸劑(2N H_2SO_4 或1N H_3PO_4 溶液)，混合以停止反應，將此標準比色樣品溶液，及以去離子水取代 H_2O_2 溶液，再以相同的反應步驟，作為空白試驗。以分光光度計(UV-2101 PC, UV-VIS Scanning Spectrophotometer, Shimadzu Co.) 測定其於490 nm之吸光值($A_{490\text{ nm}}$)，作標準曲線。

豆乾樣品加入去離子水以均質機均勻打碎，以ADVANTEC#1濾紙過濾，濾液以去離子水稀釋使過氧化氫濃度約落在0.317~15.8 ppm之間，取5 mL樣品液於比色管中加入5 mL之過氧化酶溶液，混合均勻並反應10 min，加入5 mL酸劑混勻後於分光光度計測定其 $A_{490\text{ nm}}$ ，做二重複，求平均值，再由上述標準曲線讀取過氧化氫濃度。

2. Merck RQflex Reflectometer法⁽¹⁶⁾

依上述過氧化氫標準溶液配製法配製約47.5 ppm之 H_2O_2 標準溶液，分別取0.1、0.2、0.6、1.0、2.0、4.0及5 mL以去離子水稀釋至15 mL得0.317、0.633、1.90、3.17、6.33、12.7及15.8 ppm H_2O_2 之標準液，另以去離子水取代 H_2O_2 溶液，作空白試驗。以Merck Reflectoquant peroxide (0.2~20 mg/L) 試紙於各標準液中沾溼後，甩掉多餘之標準液，於室溫下反應15 sec後以RQflex Reflectometer判讀，並做二重複，求平均值，用以畫製 H_2O_2 濃度對Reflectometer讀值之對照曲線。

豆乾樣品先加水稀釋至過氧化氫濃度在0.2~20 ppm範圍內，同上法以RQflex Reflectometer判讀，做二重複，求平均值，再由上述對照曲線讀取樣品液中過氧化氫之濃度。

(六)色澤之分析

色差儀(Topscan model TC-1800 MKII Color Analyzer, Tokyo Denshoku Co., LTD.)以標準白板(NO. 94771)校正後，用以

測定豆乾樣品表面之Hunter L, a, b值，做六重複測定，求平均值。

(七)微生物之分析

總生菌數：以美國3M總生菌數快速檢驗測試片，在35°C培養48 hr。

黴菌及酵母菌：以美國3M黴菌及酵母菌快速檢驗測試片，在25°C培養72~120 hr。

結果與討論

一、過氧化氫分析方法之比較

過氧化氫定量分析方法有電極法、過氧化酶法及電位滴定法等，其中過氧化酶法之準確性最高^(13,17)，不僅可作為定量分析，亦可由顏色的變化判別過氧化氫之殘留(定性分析)，但是其分析成本較高，而且有試劑配製完成後無法久存的缺點，而Merck RQflex Reflectometer法⁽¹⁶⁾也可同時作定性及定量分析，由於操作簡單、方便，不需配製特殊試

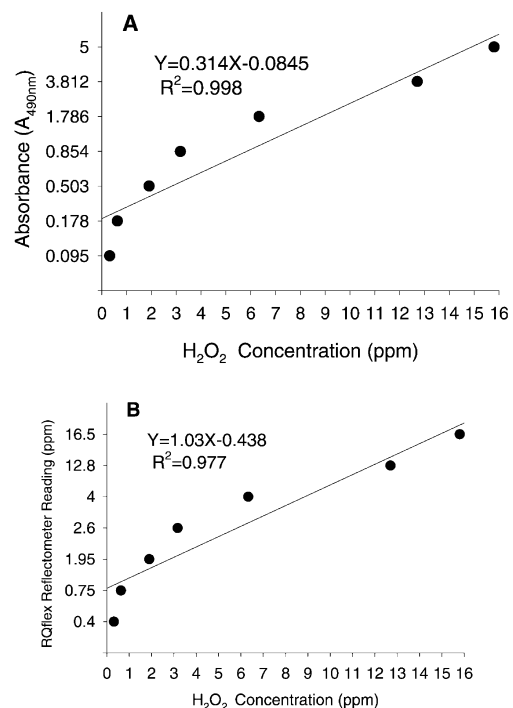


Figure 1. Relationship between hydrogen peroxide concentration and absorbance ($A_{490\text{ nm}}$) measured by peroxidase method(A) and RQflex reflectometer reading(B).

劑，液體樣品可直接測試，固體樣品只需加水打碎成溶液即可測試，而且攜帶方便，未來可在生產線上做直接的監控，應為可行的方法之一。因此，本研究比較兩種方法之準確性。

過氧化酶法所測得吸光值($A_{490\text{ nm}}$)與過氧化氫濃度之關係如圖一(A)，亦即為過氧化酶法之標準曲線，其 $R^2=0.998$ ，迴歸直線為 $Y=0.314X-0.0845$ ，此結果和吳及林⁽¹³⁾的結果極為相似（其 $R^2=0.996$ ，迴歸直線為 $Y=0.37X+0.0317$ ），而以Merck RQflex Reflectometer法所測得的過氧化氫讀數與標準溶液中過氧化氫濃度之關係對照曲線（圖一(B)），其 $R^2=0.977$ ，迴歸直線為 $Y=1.03X-0.438$ 。由以上結果可知過氧化酶法較Merck RQflex Reflectometer法精確性高，但Merck RQflex Reflectometer法所得到的 R^2 值也有0.977，因此，Merck RQflex Reflectometer的分析方法是很精確且方便的分析方法。

二、過氧化氫殘存量與豆乾貯存性之關係

將豆乾分別在室溫浸漬及浸煮於濃度為0、0.25、0.5、1.0、1.5及2.0%（經校正後之實際濃度分別為0、0.30、0.59、1.19、1.78及2.37%）之過氧化氫溶液中，室溫浸漬時間分別為1、5及10 min，而浸煮時間則分別為0.5、1及5 min，經過冷卻、吹乾後之豆乾成品，分析其過氧化氫含量，圖二(A)為豆乾在室溫浸漬於不同濃度之過氧化氫溶液中不同時間所得成品，其過氧化氫含量的比較；而圖二(B)則為豆乾在不同濃度之過氧化氫溶液中浸煮不同時間所得成品，其過氧化氫含量的比較。經浸煮的豆乾成品其過氧化氫含量顯著較室溫浸漬者高，即在相同的處理時間，因加熱使過氧化氫滲透進入產品之速率較快，且一般工廠均以浸煮的方式進行過氧化氫處理，因此，本研究亦以浸煮的方式來探討豆乾保存上過氧化氫之最適使用量，並分別於室溫及冷藏下進行貯藏試驗，以觀察其保存效果。

經不同濃度的過氧化氫溶液浸煮不同時間所得之豆乾成品，於室溫貯藏期間總生菌數及黴菌和酵母菌數之變化如圖三(A)。豆乾於0.25%過氧化氫溶液中浸煮5 min所得之成品，其過氧化氫含量為95 ppm，可於室溫貯藏2天（總生菌數 $<10^5$ cfu/g），豆乾過氧化氫含量為395 ppm時（1.5%，0.5 min），於室溫下可貯藏3天，而成品之過氧化氫含量愈高，

其貯藏期限愈長，Gupta等⁽⁴⁾以過氧化氫保存牛乳的研究中也有相似的結果。過氧化氫含量大於1000 ppm時，可於室溫下貯藏7天以上。圖三(B)則為經不同濃度的過氧化氫溶液浸煮不同時間所得之豆乾成品，於4°C冷藏期間總生菌數及黴菌和酵母菌數之變化。由圖可知豆乾於沸水中浸煮5 min，所得成品雖不含過氧化氫，仍可冷藏貯存5天，但於沸水中浸煮30 sec及1 min者則無保存效果，顯然是因為浸煮時間太短，殺菌效果不足；而於0.25%過氧化氫溶液中浸煮0.5及1 min所得之成品，雖然未檢出過氧化氫，但於冷藏下可分別貯存5及7天，而經其他條件過氧化氫溶液浸煮處理之豆乾成品，於冷藏下皆可貯存21天以上。在冷藏的溫度下，除了微生物的生長受到抑制外，過氧化氫也因溫度低比較不易分解⁽¹⁸⁾而有殺菌效果。因此，浸煮處理配合冷藏不失為保存豆乾之良好方法。

圖四為豆乾經不同濃度的過氧化氫溶液浸煮不同時間所得之成品，於室溫貯藏及4°C冷

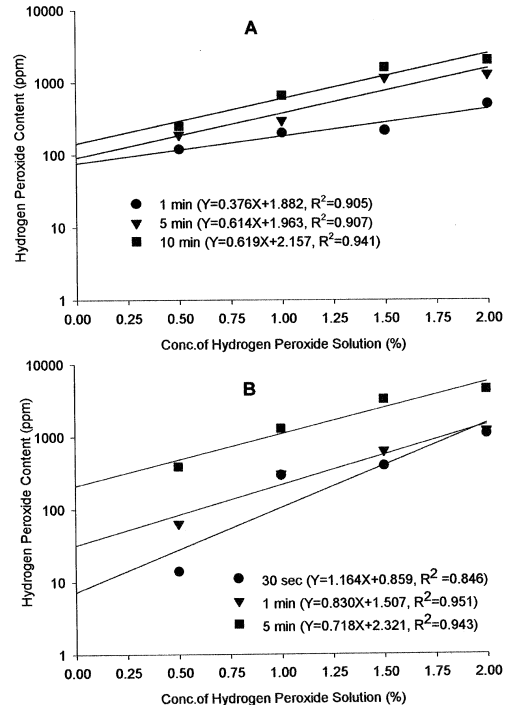


Figure 2. Hydrogen peroxide contents of firm tofu products obtained by soaking in hydrogen peroxide solutions of different concentrations at room temperature(A) or by boiling at 100°C(B) for different period of time.

藏期間 Hunter L, a, b 值的變化情形。由這些結果可知，豆乾含過氧化氫的濃度愈高，其 Hunter L 值愈高，即亮度愈高；a 值則以 2.0% 過氧化氫溶液浸煮 5 min 者最低，即紅色度最低，其餘處理則無顯著差異；而 b 值則以過氧化氫處理者較未處理者低，即未經過氧

化氫處理者黃色度較高。綜合以上 Hunter L, a, b 值的變化情形，經過氧化氫處理者色澤較白，即過氧化氫有漂白的作用⁽²⁾。

三、以酒精取代過氧化氫對豆乾保存之可行性探討

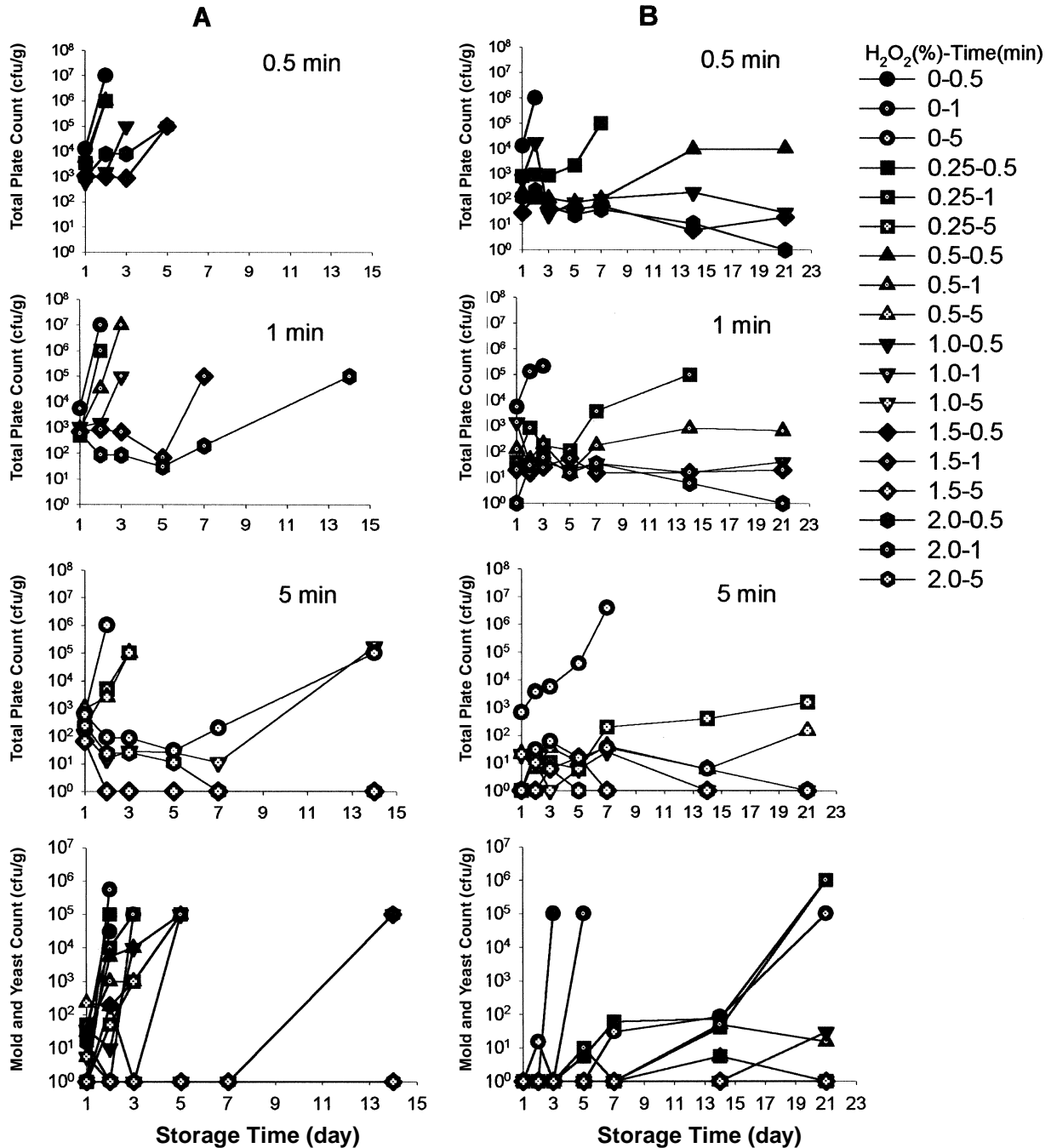


Figure 3. Changes in microbial counts during storage at room temperature(A) and 4°C(B) of firm tofu products treated by boiling with hydrogen peroxide solutions for different length of time.

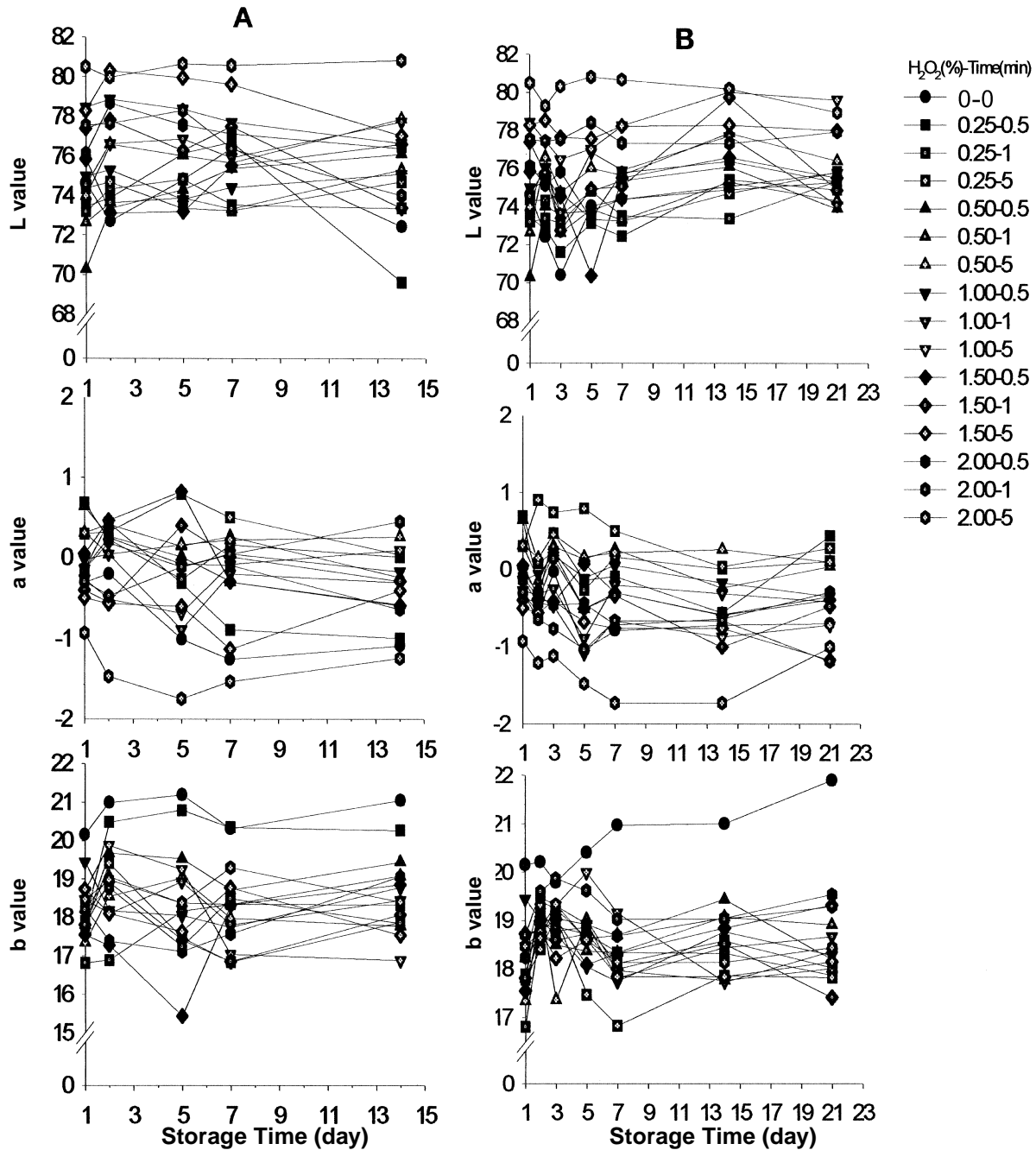


Figure 4. Changes in Hunter L, a, b value during storage at room temperature(A) and 4°C(B) of firm tofu products treated by boiling with hydrogen peroxide solutions under different conditions.

以 75% 酒精溶液取代過氧化氫，分別將豆乾以室溫浸漬及浸煮方式處理，室溫浸漬時間為 10 min，而浸煮時間則分別為 0.5、1 及 5 min，經過冷卻、吹乾後，分別於室溫及冷藏下進行貯藏試驗。圖五(A)為 75% 酒精溶液處理之豆乾成品於室溫貯藏期間總生菌數及黴菌和酵母菌數之變化情形，由結果可知，所有

的豆乾成品在室溫下只能貯存 1 天，可見 75% 酒精處理之保存效果不顯著；圖五(B)則為 75% 酒精溶液處理之豆乾成品於冷藏期間總生菌數及黴菌和酵母菌數之變化情形，此結果顯示以沸水浸煮 1 min 及 5 min 之豆乾成品可冷藏貯存 2 天，以 75% 酒精溶液浸煮 5 min 者可冷藏貯存 3 天，其餘之處理只能貯存 1 天；由

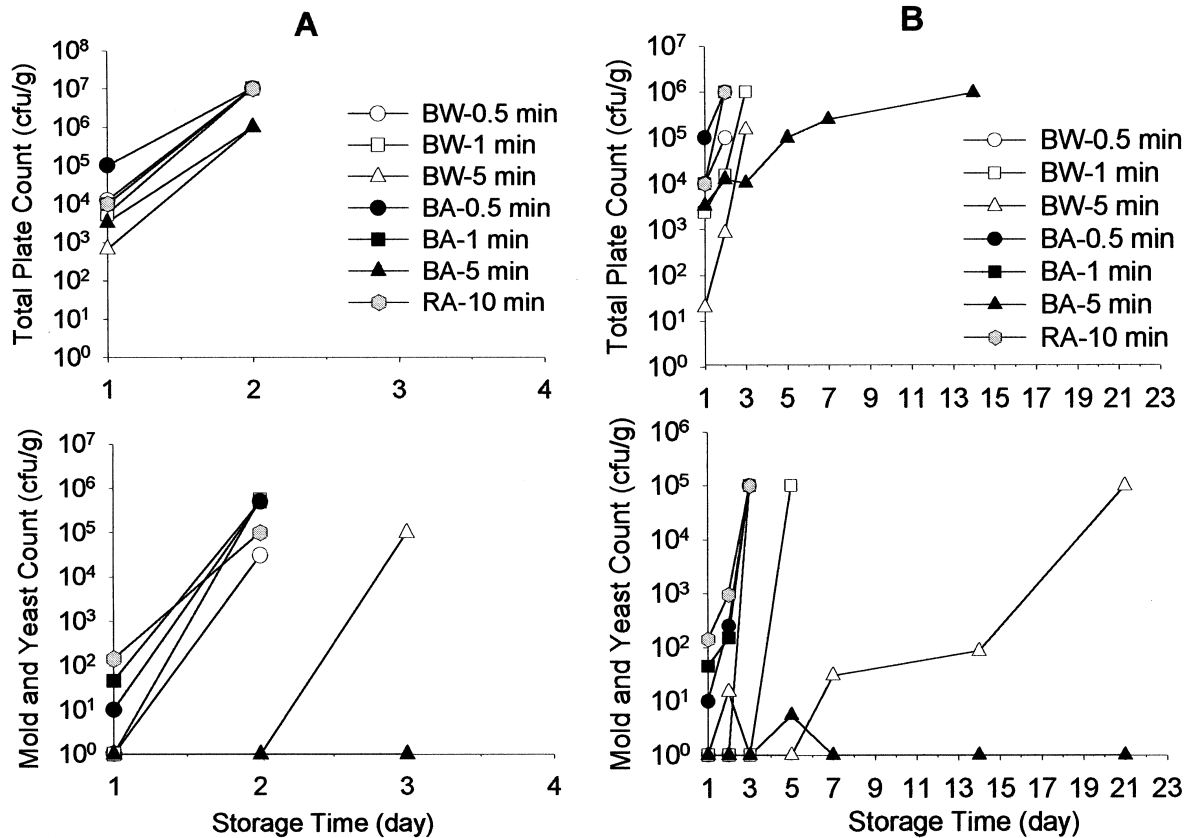


Figure 5. Changes in microbial counts during storage at room temperature(A) and 4°C(B) of 75% alcohol-treated firm tofu products (BW, boiling in water; BA, boiling in alcohol; RA, soaking in alcohol at room temperature).

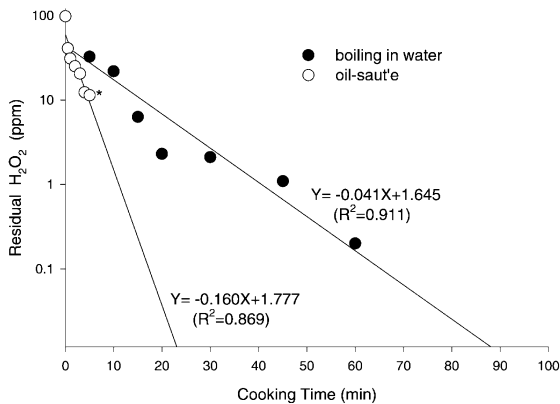


Figure 6. Changes in hydrogen peroxide contents after boiling in water and oil-saute of firm tofu products containing 98 ppm hydrogen peroxide.

*The product became charred.

以上結果可知，75%酒精溶液對豆乾之保存效果並不顯著，而貯藏溫度是影響豆乾貯藏期限

的主要因子。

四、水煮及油炒過程對豆乾成品中過氧化氫含量的影響

含過氧化氫 98 ppm 的豆乾成品在水煮及炒煮過程中過氧化氫分解的情形(圖六)，結果顯示豆乾中過氧化氫之含量隨著烹煮時間之增長而減少，尤其炒煮之豆乾其過氧化氫分解速率較水煮者快，這是因為炒煮的溫度(100°C以上)高於水煮的溫度(約100°C)，溫度愈高，分解速率愈快⁽¹⁸⁾，而且炒煮的豆乾經過切片(5×1×0.5 cm)後表面積增加，過氧化氫更容易分解。分解速率隨著加熱時間之增長而減緩，豆乾水煮60 min後過氧化氫則未檢出，然而豆乾炒煮5 min後表面即有焦黑的情形，但此時過氧化氫仍有殘留11 ppm，未能完全分解。

由以上結果得知，含較低濃度過氧化氫之豆乾成品可經由長時間水煮而完全分解，但炒

煮由於時間短，過氧化氫反而不會完全分解；而含高濃度過氧化氫之豆乾成品，不論是水煮或炒煮，過氧化氫均不容易完全分解。

結 論

本研究為探討使用過氧化氫處理豆乾後之貯藏性，結果發現過氧化氫除了可有效延長豆乾之貯藏時間，還有漂白的作用。含高濃度過氧化氫之豆乾成品，不論是水煮或炒煮，過氧化氫均不容易完全分解。75%酒精溶液對豆乾之保存效果不顯著。雖然過氧化氫之使用不符合食品衛生法之規定，但仍可作為學術上之參考。

謝 誌

本研究承蒙行政院衛生署計劃【DOH87-FS003】補助經費，使研究得以順利進行，特申謝忱。

參考文獻

1. Fouad, K. E. and Hegeman, G. D. 1993. Microbial spoilage of tofu (soybean curd). *J. Food Prot.* 56: 157-164.
2. Renard, C. M. G. C., Rohou, Y., Hubert, C., Valle, G. della, Thibault, J. F. and Savina, J. P. 1997. Bleaching of apple pomace by hydrogen peroxide in alkaline conditions : Optimisation and characterisation of the products. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 30: 398-405.
3. Kono, Y., Shibata, H., Adachi, K. and Tanaka, K. 1994. Lactate-dependent killing of *Escherichia coli* by nitrite plus hydrogen peroxide: A possible role of nitrogen dioxide. *Arch. Biochem. Biophys.* 311: 153-159.
4. Gupta, V. K., Patel, R. S., Patil, G. R., Singh, S. and Mathur, B. N. 1986. Preservation of milk with hydrogen peroxide and lactoperoxidase/ thiocyanate hydrogen peroxide systems. *Indian J. Dairy Sci.* 39: 269-276.
5. Reiter, B. and Haernulv, G. 1984. Lactoperoxidase antibacterial system: Natural occurrence, biological functions and practical applications. *J. Food Prot.* 47: 724-732.
6. Castle, L., Mercer, A. J. and Gilbert, J. 1995. Chemical migration from polypropylene and polyethylene aseptic food packaging as affected by hydrogen peroxide sterilization. *J. Food Prot.* 58: 170-174.
7. McNeillie, A. and Bieser, J. 1993. Hydrogen peroxide uses for the year 2000. *Food Process.* 54: 59-60.
8. Department of Health, Executive Yuan. 1996. Food Sanitation Ordinance No.02003. (in Chinese)
9. Chang, D. E. and Chiang, B. H. 1995. Simple methods for improving storage stability of soybean curd soybean film konjac and chestnut. *Food Sci.* 22: 284-291.(in Chinese)
10. Ministry of Economic Affairs. National Bureau of Standards. 1968. Hydrogen Peroxide, 30%. CNS1748 K7249. (in Chinese)
11. Ministry of Economic Affairs. National Bureau of Standards. 1994. Method of Test for Bactericides in Food-Test of Hydrogen Peroxide. CNS10893 N 6189. (in Chinese)
12. Toyoda, M., Ito, Y., Iwaida, M., Utsugi, Y., Ohashi, M. and Fujii, M. 1982. Simple and rapid determination of hydrogen peroxide contained in milk by use of an oxygen electrode. *N. Z. J. Dairy Sci. Technol.* 17: 41-46.
13. Wu, H. M. and Lin, Y. T. 1993. The analytical methods for hydrogen peroxide residue. Research Report of Food Industry Research and Development Institute. No. 759. (in Chinese)
14. Decker, L. A. 1977. Peroxidase(1.11.1.7). In "Worthington Enzyme Manual: Enzymes, Enzyme Reagents, Related Biochemicals". Freehold, N. J. ed. pp. 254-260. Worthington Biochemical Corp., New-Jersey, U.S.A.
15. Boto, K.G. and Williams, L.F.G. 1976. Rapid determination of trace amounts of hydrogen peroxide. *Analytica Chimica Acta* 85: 179-183.
16. Miyamoto, F., Saeki, M., and Yoshizawa, T. 1993. A sensitive qualitative color test for residual hydrogen peroxide in foods. *Japanese J. Toxicol. Environ. Health* 39: 336-344.
17. Wu, H. M., Lin, Y. T. and Tsai, W. C. 1991. The analytical methods for hydrogen peroxide

Effects of the Application of Hydrogen Peroxide on the Preservation of Firm Tofu

HSIANG-WEN CHANG* AND WEN-LIAN CHEN

Food Industry Research and Development Institute, P.O. Box 246, Hsinchu 300, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

In this study, hydrogen peroxide concentrations for treatment of firm tofu was investigated. Because firm tofu has high moisture content, high water activity, and is a low-acid food, it is difficult to preserve. Hydrogen peroxide treatment could possibly be a good preservative. The analytical methods for hydrogen peroxide, obtained regression equations by the peroxidase method and Merck RQflex Reflectometer methods were $Y=0.314X-0.0845$ ($R^2=0.998$) and $Y=1.03X-0.438$ ($R^2=0.977$), respectively. These were accurate methods for hydrogen peroxide analysis, with the Merck RQflex Reflectometer method being the more convenient method. The shelf-life at room temperature of firm tofu is 1 day without hydrogen peroxide treatment. The shelf-life at room temperature of firm tofu was extended to 2 and 3 days when the hydrogen peroxide contents were 95 and 395 ppm, respectively. If the initial count is less than 10^3 cfu/g, the products can be stored at 4°C for 1 to 4 days without hydrogen peroxide treatment. Hydrogen peroxide treatment significantly increased the Hunter L value, but had no significant effect on the Hunter a value and the Hunter b value of the products. Alcohol treatment was not an effective method for preserving firm tofu. Cooking foods containing hydrogen peroxide reduced the amount of residual hydrogen peroxide, however it was not easy to remove all residual hydrogen peroxide by cooking when the hydrogen peroxide concentration was high.

Key words: hydrogen peroxide, firm tofu, shelf-life, alcohol.