

烹調方式對酸菜二氧化硫殘留量之影響

廖郁婷¹ 段有慧² 吳柏青^{1*}

1.國立宜蘭大學生物機電工程學系

2.中華穀類食品工業技術研究所

摘要

酸菜製作主要以芥菜及粗鹽醃漬為常見的食品，但容易產生褐變因而導致亞硫酸鹽等添加劑過量的問題產生，然而酸菜非即食性食品，需經過清洗烹調之後才可食用，若以現今法規所訂定之二氧化硫殘留標準似乎過於嚴苛。本實驗以每人每日容許攝取量(ADI)之觀點，探討酸菜亞硫酸鹽添加量之合理性。試驗以酸菜樣品二氧化硫殘留量為 532 ± 3 ppm 及 832 ± 34 ppm，分別進行五種常見之酸菜料理包含「酸菜丸子」、「酸菜結」、「酸菜炒肚絲」、「酸菜鵝肉湯」、「汆燙酸菜」，以不同烹調方式(煮、炒、炸、汆燙等)，並量測烹調前後總二氧化硫殘留量及二氧化硫去除率。試驗結果顯示酸菜水洗過程之二氧化硫殘留量可降低 8~40%左右，若再經過烹煮則可降低 23~97%，其中又以油炸烹調方式去除二氧化硫效果最佳，而汆燙方式因加熱時間較短，其二氧化硫去除效果較差。聯合國糧農組織與世界衛生組織的食品添加物聯合專家委員會建議二氧化硫每人每日容許攝取量為 0-0.7 mg/kg bw (FAO/WHO, 2012)。若以一般體重 60 kg 成人為例，ADI 為 42 mg，數據中僅每日食用 100 g 添加 829 ppm 亞硫酸鹽之汆燙酸菜 ADI 略為超出標準，綜合以上觀點建議酸菜產品二氧化硫殘留量低於 500 ppm 以下應為合理範圍。

關鍵詞：酸菜、二氧化硫、每人每日容許攝取量(ADI)

*通訊作者。E-mail: pcwu@niu.edu.tw

The Effect of Cooking Methods on the Sulfur Dioxide Residue of Pickled Mustard-Green

Yu-Ting Liao¹ Yu-Hui Tuan² Po-Ching Wu^{1*}

1.Department of Biomechatronics Engineering National Ilan University

2.Planning & Development Section, China Grain Products Research & Development Institute

Abstract

Pickled mustard green is the common food in Chinese dish. It was made by the mustard and salt to ferment. However, the pickled mustard green product was easy to browning, it may cause a serious problems in the storage. The sulfite was added in the pickled mustard green product. This kind of product was not the Ready-to-eat food, it should be washed and cooked before eating. It seems the regulation for the standard of sulfur dioxide residue was quite unreasonable. The pickled mustard green samples used in this study contained 532 ± 3 ppm and 832 ± 34 ppm sulfur dioxide residue. Five different recipes were used for cooking test, which included "Pickled mustard green ball", "Pickled mustard green soup", "Pickled mustard green fried pork bellies", "Pickled mustard green goose soup", and "Boiled pickled mustard green". The sulfur dioxide residue was measured after washing and cooking. The sulfur dioxide residues of pickled mustard green after washing and cooking were reduced nearly 8~40%, and 31~97%, respectively. Especially, the deep-fried was the best way to reduce sulfur dioxide residue. Besides, the boiled method was the worst way to reduce the sulfur dioxide residue because the cooking time is too short. Based on the acceptable daily intake (ADI), the reasonable standard for sulfur dioxide residue was determined and recommended.

Keywords: Pickled Mustard-Green, Sulfur Dioxide, Acceptable Daily Intake (ADI)

*Corresponding author. E-mail: pcwu@niu.edu.tw

前 言

酸菜為家常料理中常見食材之一。雲林縣大埤鄉為國內酸菜主要生產地區，大埤酸菜產量目前已佔全省酸菜市場 80%以上，因而獲得「酸菜王國」、「酸菜的故鄉」之美譽，並設有酸菜專業區(劉明俊，2003)。酸菜製程是將新鮮芥菜採收後曝曬一~二天，即放入醃漬槽中醃漬[芥菜:3000~3200 棵/一分地，鹽：18~20 包(50kg)/一分地]，醃漬時間約為 45 天以上[短期:約 45 天(鹽度≈10%以下)，中期：約 4 個月(鹽度≈13%)，長期：4 個月以上(鹽度≈15%~18%)]，完成後撈起浸泡 SO₂ 溶液(目的為沖淡鹽份，防止褐變)，隨後開始剔除顏色較深的外葉，挑選分級整理至藍桶當中(結球，切絲)，並添加偏重亞硫酸鈉、檸檬酸及色素。每桶重量約 100 kg，添加 300 g 偏重亞硫酸鈉、200 g 檸檬酸及黃色四號色素，可使酸菜產品呈現金黃色，以提升賣相。浸泡一段時間之後，再以桶裝或大、小包裝型式出售，並且在密封前會添加 2.5~3%乳酸及 0.13~0.2%檸檬酸 (廖等，2011)。

由於酸菜極易產生褐變使賣相不佳，因此，業者通常會添加亞硫酸鹽作為漂白劑，使酸菜保有黃橙之色澤。然而，依行政院衛生署所制定之標準，酸菜屬於「其他加工食品」類，其二氧化硫殘留量須低於 30 ppm (0.03 g/kg)以下，因而造成酸菜產品之亞硫酸鹽添加量超標問題嚴重。消基會抽檢一般市售包裝及散裝酸菜，高達 85%二氧化硫超標，其中三件抽查樣品二氧化硫殘留量更超出 500 ppm 以上，使民眾越來越關注此問題(檢驗委員會，2011)。

依據聯合國農糧組織/世界衛生組織 (FAO/WHO) 所公告之食品寶典 CODEX，對於醃酵蔬菜 (Fermented Vegetable) 二氧化硫殘留量標準為 500 ppm (0.5 g/kg) 以下 (FAO/WHO, 2012)。其所訂定之標準遠高於國內標準，然而，酸菜非即時性食品，須經水洗、烹調後方可食用，若將市售酸菜產品二氧化硫殘留量標準訂於 30 ppm (0.03 g/kg) 以下似乎過於嚴苛。

每人每日容許攝取量 (ADI, Acceptable Daily Intake)為某一化學物質在老鼠體內進行慢性毒物試驗，而老鼠和人體對化學物質之感受性為 1:10，並且人體間的個人差約為 1:10，因此安全係數為 100，以最大無作用量乘上 1/(安全係數)為該化學物質之每日容許攝取量。以體重為基準，ADI 單位:毫克/每公斤體重(mg/kg) (賴，1988)。聯合國糧農組織與世界衛生組織的食品添加物聯合專家委員會(The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) 建議對二氧化硫(Sulfur dioxide)每人每日容許攝取量為 0-0.7 mg/kg bw (FAO/WHO, 2012)。若以一般成人體重 60 kg 為例，每人每日攝取容許量為 42 mg。

因此，應考量每人每日容許量 ADI 以探討烹調後酸菜之二氧化硫攝取量，進而檢討酸菜亞硫酸鹽添加量之合理性。本研究目的在於瞭解酸菜產品在不同的烹調過程中二氧化硫殘留量之變化情形，進而計算每人食用每份酸菜料理後其二氧化硫攝取量是否超過每人每日容許攝取量(ADI)，以探討酸菜產品中亞硫酸鹽添加量之合理性。

試驗材料與方法

一、試驗材料

試驗材料採用雲林縣大埤鄉全鄉農產行所生產之酸菜產品，於民國 101 年 2 月 4 日採集回，並浸泡於二氧化硫溶液中，酸菜及浸泡液二氧化硫殘留量分別為 532 ± 3 ppm 及 656 ± 3 ppm。

為比較酸菜樣品二氧化硫殘留量高低對於烹調結果之影響，將部份酸菜樣品添加偏重亞硫酸鈉，使二氧化硫殘留量調整至 832 ± 34 ppm，並將兩種二氧化硫殘留量酸菜樣品冷藏儲存以備試驗需要。

二、烹調試驗

為測試清洗過程對於酸菜樣品二氧化硫殘留量之影響，將酸菜樣品於烹煮前逐葉摘下後以清水沖洗樣品表面約 5 秒，並檢測清洗後酸菜二氧化硫殘留量。酸菜樣品經清洗後，參照大埤鄉農會所編印之酸菜食譜，挑選四種烹調方式，其中包括：炸、煮、炒等烹調方式進行烹調試驗。除「酸菜丸子」、「酸菜結」、「酸菜炒肚絲」、「酸菜鵝肉湯」等酸菜菜餚(如表 1)外，另以汆燙方式處理酸菜樣品，先將酸菜以清水沖洗後切碎放入滾水中汆燙 10 秒撈起，此為一般小吃配菜之處理方式。於烹調後檢測酸菜菜餚之酸菜、湯汁及佐料等樣品之二氧化硫殘留量。

三、二氧化硫殘留量測定

以通氣蒸餾法檢測酸菜之二氧化硫殘留量(行政院衛生署，1986)，試驗為三重覆，取平均值為其二氧化硫殘留量。

四、含水率測定

酸菜樣品含水率(濕基，Wet Basis)之標準測定方法是取 15 g 之樣品，以真空烘箱 ($70\pm 1^\circ\text{C}$ 、 <100 mmHg)乾燥 24 小時至恆重。試驗為三重覆，取平均值為其含水率(中華民國國家標準，1984)。

五、總二氧化硫殘留量計算

若以每份重量(約 100~200 g)計算酸菜、湯汁及其他食材之重量(W_i , g)，各食材之二氧化硫殘留量(X_i , ppm)，並依下列公式計算總二氧化硫殘留量(S , mg)。

$$S = \sum_{i=1}^n W_i X_i \times 10^{-3} \quad (1)$$

六、酸菜二氧化硫去除率(DSR, %)

由於烹飪前後樣品含水率會改變，因此先將酸菜之濕基二氧化硫殘留量(X_{wb})依公式(2)換算成乾基二氧化硫殘留量(X_{db})

$$X_{db} = \frac{X_{wb}}{100 - MC} \times 100 \quad (2)$$

再依據烹調前後之乾基二氧化硫殘留量計算其二氧化硫去除率

$$DSR = \frac{X_{dbi} - X_{dbf}}{X_{dbi}} \times 100\% \quad (3)$$

表 1 酸菜烹調試驗採用之食材及調味料(大埤鄉農會，2002)

Table 1 The food ingredients and seasonings on pickled mustard-green cook

料理名	烹調方式	烹調條件	食材及調味料
酸菜丸子	油炸	以熱油炸約 5 分鐘至丸子表面呈現金黃色澤	酸菜 5 兩，高麗菜 1/4 個，紅蘿蔔半條，芹菜末半碗，香菜末 2 匙，蔥末 1 匙，絞肉 4 兩，魚漿 2 兩，麵粉 3 匙，蛋 2 個，糖 2 匙，胡椒 1 匙，酒半匙。
酸菜炒肚絲	熱炒	以熱油及食材加熱拌炒 3 分鐘	酸菜 4 兩，豬肚 1 個(煮)，嫩薑絲半碗，辣椒 1 條，糖、酒適量。
酸菜鴨肉湯	燉煮	以冷水加入食材，烹煮 20 分鐘	酸菜 8 兩，鴨肉 1/4 隻，嫩薑 1 匙，酒適量。
酸菜結	燉煮	以滾水加入食材，烹煮 10 分鐘	酸菜梗 2 片，金針 0.5 兩，葫瓜絲 0.5 兩，瘦肉 2 兩，紅蘿蔔半條，香油、酒適量。
汆燙酸菜	汆燙	以滾水汆燙 10 秒後立即以冷水降溫	酸菜適量

結果與討論

一、清洗對於酸菜二氧化硫殘留影響

酸菜經清洗、烹調後二氧化硫殘留情形詳如表 2。經過清洗後之酸菜其二氧化硫殘留量可去除 8%以上，因僅於流動自來水下沖洗數秒，約略只能除去附著於酸菜表皮之二氧化硫。隨著二氧化硫濃度增加，其去除率有相對較小的趨勢。浸泡於 532±3 ppm 二氧化硫溶液之酸菜，經清水沖洗後其殘留量平均可去除 25%，而浸泡於 832±34 ppm 之二氧化硫溶液，經水洗大約只能去除 14%左右。

表 2 酸菜、湯汁及佐料經烹調後二氧化硫(ppm)殘留情形

Table 2 The sulfur dioxide residue of pickled mustard-green after cooking

料理名	酸菜 (初始)	酸菜 (清洗)	酸菜 (烹調)	湯汁	佐料-1	佐料-2	佐料-3	佐料-4
酸菜丸子	455±55	359±69	12±6					
酸菜丸子	825±34	700±9	29±22					
酸菜炒肚絲	461±47	342±50	208±23		ND	3±5	ND	
酸菜炒肚絲	815±11	752±45	423±46		13±6	88±12	11±5	
酸菜鴨肉湯	426±10	260±19	79±6	34±1	ND	14±9		
酸菜鴨肉湯	772±28	597±51	141±25	70±4	3±5	17±5		
酸菜結	442±23	360±36	92±6	31±5	ND	3±5	25±7	14±5
酸菜結	753±9	655±28	96±10	29±3	ND	11±2	14±5	11±5
汆燙酸菜	487±18	378±24	234±6					
汆燙酸菜	829±30	707±55	586±24					

註：ND – Non-Detected(未檢出)

二、烹調對於酸菜二氧化硫殘留影響

經由試驗結果(表 2)發現二氧化硫殘留量會因烹調方式不同而有所差異，烹調後酸菜之二氧化硫殘留量平均約可降低 20~81%左右(表 3)。而其他食材亦會於烹調過程中吸收少許二氧化硫，但殘留量皆低於 100 ppm 以下。湯料理部份其湯汁二氧化硫殘留量則是低於 70 ppm 以下，相較於其他食材湯汁二氧化硫殘留量略高。

試驗之四種烹調方式(油炸、熱炒、燉煮、汆燙)中，以油炸對二氧化硫去除效果最佳，其可使酸菜之二氧化硫殘留量低於 30 ppm 以下，因高溫油炸使二氧化硫揮發速度越快；而湯料理部份，酸菜之二氧化硫去除率皆能達到 40%以上，其中較值得探討的「酸菜結」，因食材中的金針、葫瓜乾亦含有二氧化硫，葫瓜乾於未處理前二氧化硫含量更

高達 1,944 ppm，但因兩者於烹煮前皆須泡水軟化處理，已去除部分二氧化硫，使成品相較於其他料理二氧化硫殘留量並未因此而提升。而以炒的烹調方式，二氧化硫去除率可達到 29~40%。汆燙酸菜部份，則因處理時間不長，將酸菜清洗完後僅於熱水中汆燙 10 秒，因此二氧化硫殘留量較高。

表 3 酸菜清洗、烹調過程中二氧化硫去除率
Table 3 The removal efficiency of pickled mustard-green after washing and cooking

料理名	初始 SO ₂ 含量 (ppm)	二氧化硫去除率		最終 SO ₂ 殘留率
		水洗	烹調	
酸菜丸子	455±55	20.97%	76.39%	2.64%
酸菜丸子	825±34	15.19%	81.29%	3.52%
酸菜炒肚絲	461±47	25.87%	28.97%	45.16%
酸菜炒肚絲	815±11	7.77%	40.39%	51.84%
酸菜鴨肉湯	426±10	38.86%	42.52%	18.62%
酸菜鴨肉湯	772±28	22.71%	59.07%	18.22%
酸菜結	442±23	18.48%	60.63%	20.89%
酸菜結	753±9	13.01%	74.25%	12.74%
汆燙酸菜	487±18	22.50%	21.52%	55.97%
汆燙酸菜	829±30	14.76%	20.89%	64.35%
平均		19.56%	50.59%	29.84%
最大值		38.86%	81.29%	68.81%
最小值		7.77%	23.29%	2.64%

三、酸菜二氧化硫殘留與 ADI 比較

酸菜之二氧化硫添加量，應以每人每日容許攝取量(ADI)作為參考依據，依 FAO/WHO 所建議之二氧化硫 ADI 標準為 0-0.7 mg/kg bw，若以體重 60 kg 之成人為例，對於二氧化硫每人每日容許量(ADI)為 42 mg，必須每天食用超過 42 mg 之二氧化硫才會超出標準。

各料理之總二氧化硫殘留量(表 4)，若以每人每日容許量 ADI 標準視之，其總二氧化硫殘留量大部分低於 30 mg 以下，其中僅添加 829 ppm 二氧化硫之汆燙酸菜料理略為超標，其總二氧化硫殘留量為 58.60 mg/100g，但需每日食用超過 100 g 才會超出標準。而若以一體重 20 kg 之兒童探討二氧化硫之 ADI，其每日容許量為 14 mg，以添加約 500 ppm 二氧化硫溶液之酸菜而言(表 4)，除汆燙酸菜外其於皆於合理範圍，但汆燙酸菜須每日食用超過 60 g 以上才會超出範圍。以 ADI 標準探討二氧化硫合理添加範圍，由總

二氧化硫殘留量數據所示，添加 500 ppm 二氧化硫為合理範圍，對於成人及孩童皆為可接受之標準。因此，酸菜之二氧化硫添加量若低於 500 ppm 應為合理標準。

表 4 每份酸菜料理中酸菜、湯汁及佐料之重量(g)及總二氧化硫殘留(mg)
Table 4 Each pickled mustard-green dishes of pickled mustard-green, soup and seasonings weight (g) and total sulfur dioxide residues (mg)

料理名	酸菜	湯汁	佐料-1	佐料-2	佐料-3	佐料-4	份量	總二氧化硫殘留(mg)
酸菜丸子	83.43						以五顆計	1.00
酸菜丸子	75.25							2.18
酸菜炒肚絲	29.83		0.93	12.27	56.96		以每份 100g 計	14.14
酸菜炒肚絲	28.94		0.88	9.97	60.21			29.20
酸菜鴨肉湯	37.28	93.21	64.01	6.50			以每份 200g 計	6.16
酸菜鴨肉湯	36.13	90.33	67.73	5.81				11.71
酸菜結	21.24	117.92	18.50	20.89	30.36	10.90	以每份 200g 計	5.95
酸菜結	16.84	111.69	16.85	15.42	28.02	11.18		5.55
汆燙酸菜	100.00						以每份 100g 計	23.37
汆燙酸菜	100.00							58.60

結 論

烹調試驗結果顯示，酸菜經水洗並烹調確實可有效降低二氧化硫殘留情形。而比較四種試驗烹調方式，以油炸方式去除效果最佳，再者為湯之烹調方式，而汆燙處理則因處理時間較短，導致二氧化硫去除效果相對較弱。若以每人每日容許量(ADI)探討酸菜二氧化硫合理添加範圍，以體重 60 kg 之成人為例，僅食用添加約 1000 ppm 之汆燙酸菜 100 g 才會超出標準，而體重 20 kg 兒童食用添加約 500 ppm 亞硫酸鹽之酸菜料理大多於合理範圍。

酸菜添加二氧化硫主要作為漂白等作用，據業者所述若酸菜二氧化硫添加含量過低則無法達到抑菌、保色效果，且產品易於短時間內酸敗腐壞。依據行政院衛生署所訂定，酸菜所屬之其他食品其二氧化硫殘留量須低於 30 ppm(0.03 g/kg)以下，而聯合國農糧組織/世界衛生組織(FAO/WHO)所公告之食品寶典 CODEX，對於醱酵蔬菜(Fermented Vegetable)二氧化硫殘留量標準為 500 ppm (0.5 g/kg)以下。對於酸菜之二氧化硫含量添加問題值得經由各界討論研究，制定出更符合需求、合理之規範。

參考文獻

- 大埤鄉農會。2002。大埤鄉簡介-酸菜食譜
- 中華民國國家標準(CNS)，1984.01.14 修訂公佈第 5033 號「食品中水分之檢驗方法」
- 檢驗委員會。2011。心血管病患的隱形殺手-酸菜鈉含量超高，吃一碗等於攝取 1~4 餐的平均攝取量。消費者報導(359)：34-42。
- 行政院衛生署。1986。食品衛生檢驗手冊，食品衛生管理叢書 (四)「食品中漂白劑之暫行檢驗方法」，72 年 10 月 6 日衛署食字第 436953 號公告
- 行政院衛生署食品藥物管理局。2011。食品添加物使用範圍及限量暨規格標準-(四) 類漂白劑
- 吳柏青。2004。金針乾製品亞硫酸鹽添加物標準是否合理？農業世界 250:84-87。
- 劉明俊。2003。「三塊厝鹹菜桶」地方特色產業文化之研究。國立雲林科技大學文化資產維護研究所碩士論文。
- 廖郁婷、段有慧、吳柏青。2011。酸菜製程中鹽度及二氧化硫殘留量變化之研究。2011 生機與農機論文發表會。
- 賴茲漢、賴業超。1988。食品科技辭典。台中：精華出版社。
- FAO/WHO. 2012. CODEX FAO/WHO Food Standards, CODEX alimentarius. 2012.
<http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/groups/details.html?id=161&lang=zh>

101 年 12 月 20 日投稿
102 年 7 月 10 日接受