

奈米光觸媒燈管照射處理對生鮮豬肉品質改善之研究

Quality Improvement of Fresh Pork by Irradiation Treatment with Nanophotocatalyst Fluorescent Lamps

郭文隆

崇仁醫護管理專科學校 講師

曾再富

國立嘉義大學動物科學系 教授

摘要

本研究旨在探討奈米光觸媒燈管照射對生鮮豬肉品質改善之影響，模擬冷藏販售期間以奈米光觸媒燈管照射生鮮原料豬肉，並於冷藏之第 0-7 天期間分析其品質變化，分析項目包括 pH 值、TBA 值、色澤、滲水率及總生菌數。結果顯示，光觸媒照射處理的豬肉片、肉絲及絞肉的 pH 值、TBA 值及總生菌數有較對照組處理者為略低之現象。色澤方面，顯示光觸媒照射處理組與對照組處理間並無顯著差異。而光觸媒照射處理的豬絞肉之 TBA 值、滲水率及總生菌數皆顯示較肉片及肉絲者為高之現象。

關鍵語：奈米光觸媒照射、生鮮豬肉。

隨著國民所得提高，生活水準提升，國人對肉品衛生和品質的需求也日益嚴格。然而，屠體品質易受屠宰過程或販售環境溫度及衛生等因素影響，以往傳統市場攤販環境不佳，加上在室溫下販售，對肉品衛生及品質影響極深。經政府推廣肉品運銷現代化後，全面推廣冷藏販賣，使販售條件隨時代而改善，對肉品鮮度的維持均有一定的助益 (周仲光等, 2002)。近年來也由於生活型態的改變，超級市場的開架式生鮮肉品，已經成為現代人購買畜禽原料肉的主要方式；然而台灣地區地處亞熱帶，屬海島型氣候，空氣潮濕易滋生微生物，使畜禽原料肉外觀變劣、品質降低，而影響生鮮肉品賣相及縮短貨架壽命，除了造成經濟損失及資源浪費外，對國人食肉的安全更潛藏危機。

對此，近年來皆有使用游離輻射 (ionizing radiation) 照射肉品的研究陸續發表，被預期能改善品質，增加肉品的貯藏壽命 (Urbain, 1986)。游離輻射照射於肉製品亦被認為是安全無虞的 (Stevenson, 1992)，放射線處理對生鮮肉品而言，亦為一個抑制微生物滋生的良好方法 (Farkas, 1998)。然而，經游離輻射照射的肉品卻有包括不快味的產生及色澤改變之現象 (Urbain, 1986)。使用游離輻射照射畜肉及禽肉也被證實會使氧合肌紅蛋白變性，而導致生鮮肉紅色度降低，且隨貯藏時間增加有下降趨勢 (Millar et al., 1995; 2000a; 2000b)，同時離子放射線產生的自由基也可能促使脂質的過氧化作用和其他的化學變化而影響食肉的品質 (Branka et al., 1992)，此等均將左右消費者之購買意願。

就現有的環境生活品質中要達到殺菌、分解損害健康的有機氣體，能選擇的方法很多；以當前最新的環保科技而言，奈米光觸媒 (nanophotocatalyst) 是可分解危害人體的化學物質，消除令人不適之臭味、過敏原及病原菌的有效方法之一。光觸媒的主要成份為二氧化鈦 (TiO_2)，二氧化鈦為氧化物，亦為一種催化劑，本身屬 N 型半導體。在自然界中 TiO_2 以銳鈦礦 (A-TYPE)、金紅石 (R-TYPE) 及板鈦礦化 (B-TYPE) 化等形式存在，其中最為世上廣泛使用的是 A-TYPE 及 B-TYPE，通常以單獨或混合使用來作為工業顏料鈦白粉、食品添加物、化妝品及功能性紡織品。 TiO_2 光觸媒可利用波長 300nm-400nm 的電磁輻射，以產生 H_2O_2 及 H 及 OH 等自由基來進行光分解反應，使附著的污垢及有機物質分解成水與二氧化碳；它具有環保無污染的自淨能力，清潔度極高、效用長久且持續，亦可運用於各種物質上，可避免化學藥劑重複使用而造成毒性殘留。對於細菌、黴菌及嚴重危害人體健康的大腸桿菌、金黃色葡萄球菌及綠膿桿菌也能有效抑制，在講究環境保護及人體健康的當下，非常值得國家重視，並極適合於各產業的應用及開發 (Cho et al., 2004; El-morsi, et al., 2000; Ireland, et al., 1993; Kikuchi, et al., 1997; Lee, et al., 1997; Watts, et al., 1995; Wei, et al., 1994; Xie, et al., 2006)。

因此，本試驗擬模擬冷藏販售條件以奈米光觸媒燈管照射生鮮原料豬肉，觀察並探討貯藏期間豬肉品質之變化，以期能抑制微生物的滋長，增加肉品的貨架壽命，提升生鮮肉品的衛生及品質上的效益，對消費者的健康安全也更有保障。

貳、材料與方法

一、試驗處理：

本試驗之處理組以奈米光觸媒螢光燈管 (FL40D-EX/38-T，旭光牌) 照射並模擬販售條件施行冷藏試驗，對照組則以傳統使用的日光燈 (FL40D/38，旭光牌) 照射。採用屠後 10 小時的豬肉片、肉絲及絞肉，試驗樣品置於 5cm×10cm 之保利龍盤 (200g/盤) 以保鮮膜包覆；置於冷藏展示櫃在 4℃ 下進行貯藏，並於試驗之第 0、1、2、3、4、5、6 及 7 天，每組 3 重覆，並分別逢機採樣分析其品質變化。

二、分析項目和方法

(一)pH 值：取樣品 10 g 加入逆滲透水 100 mL 後，以均質機(PH 91, SMT Co.,Japan)，10,000 rpm 均質 2 分鐘後，用 pH 測定儀 (SP-701,SUNTEX,Taiwan) 測定 (Ockerman,1972)。

(二)色澤：取樣品置於石英杯中以色差儀 (NR-3000, NIPPON DENSHOKU Ind. Co., Ltd., Japan) 測定其 *L. a. b.* 值，測定前以儀器用標準白板 (D65/10, x=81.67, y=86.32, z=89.12) 校正之。

(三)滲水率：(滲出血水重/原料肉重)×100%。

(四)TBA 值：依 Faustman et al. (1992) 之方法測定之。

1.試劑

(1)20%三氯醋酸

(2)0.02M TBA: 0.288 g 二-硫巴比妥酸 (2-thiobarbituric acid, TBA, Sigma) 溶於 96%冰醋酸中定量至 100 mL。

2.測定步驟

(1)取樣品 10 g，加入 20%三氯醋酸溶液 25 mL、蒸餾水 20 mL，以均質機高速均質 (10,000 rpm) 2 分鐘。

(2)移入離心管，將均質後樣品以 6,000 rpm 離心 (3K30, Sigma, Germany) 20 分鐘。

(3)離心後之上層液用 Advantec 濾紙 (No.1) 過濾。

(4)取濾液 2 mL 加入 0.02 M 二-硫巴比妥酸 2 mL 後 (空白組則以 20%三氯醋酸 1mL 加入逆滲透水 1 mL 混均後，加入 0.02 M 二-硫巴比妥酸 2 mL) 混合、蓋緊，於 100℃ 水浴中加熱 30 分鐘。

(5)以流水冷卻 10 分鐘。

(6)使用分光光度計 (SP-830, Metertek)，測定波長 532 nm 處之吸光值。

(7)標準曲線之製備：

取 1×10^{-3} M TEP (1,1,3,3,tetra-ethoxypropane) 標準液經稀釋成適當倍數後，重複上述步驟測定吸光值，以求出標準曲線。標準曲線方程式為 $Y = (1.863X - 0.0096) \times 4.5$ ，其中 Y 表示濃度 (ppm)，X 表示吸光值。

(五)總生菌數：取樣品 10 g 於滅菌瓶中，加入 90 mL 滅菌生理食鹽水，以 FUNNEL SHAKER 振盪機均質 2 分鐘，製成 10 倍之稀釋液，再依需求稀釋 100 倍、1,000 倍等之稀釋液，以各種不同倍數之稀釋檢液各 1mL 分別置入培養皿中，再倒入 plate count agar (Merck)，待培養基凝固後，於 37 °C 平面倒置培養 48 ± 2 小時，計算其菌落數 (CFU/g)。

三、統計分析：

試驗所得之數據經 SAS 統計分析程式 (SAS, 2001) 作 ANOVA 變方分析，並以鄧肯氏多變域測定法 (Duncan's multiple range test) 比較其差異顯著性。

光觸媒燈管照射對豬肉片、肉絲及絞肉冷藏期間 pH 值之影響如圖 1.所示，結果顯示光觸媒處理的豬肉片、肉絲及絞肉的 pH 值較對照組處理者為略低，此可能與光觸媒處理組因光源照射在光觸媒 (TiO₂) 鍍膜玻纖上，產生電子配對，電子配對遇到空氣中的氧及水便產生氫氧自由基，因氫氧自由基具有殺菌抑菌能力 (Cho *et al.*, 2004; El-morsi, *et al.*, 2000; Ireland, *et al.*, 1993; Kikuchi, *et al.*, 1997; Lee, *et al.*, 1997; Watts, *et al.*, 1995; Wei, *et al.*, 1994; Xie, *et al.*, 2006)。此外，各處理組於冷藏期間的 pH 值皆有微上升之趨勢 (P<0.05)，此可能與食肉本身的蛋白質酵素行自體水解作用，且與增加蛋白質的淨電荷有關 (Boakye and Mittal, 1993)。

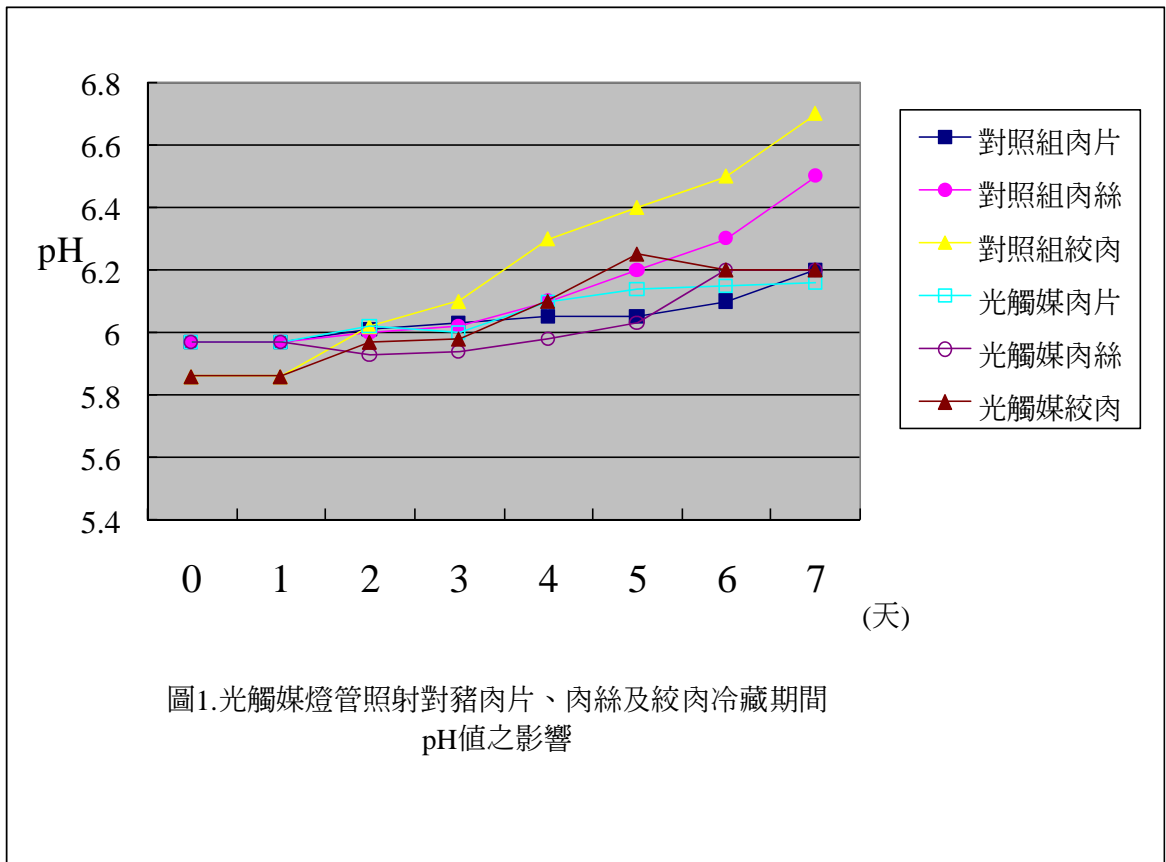
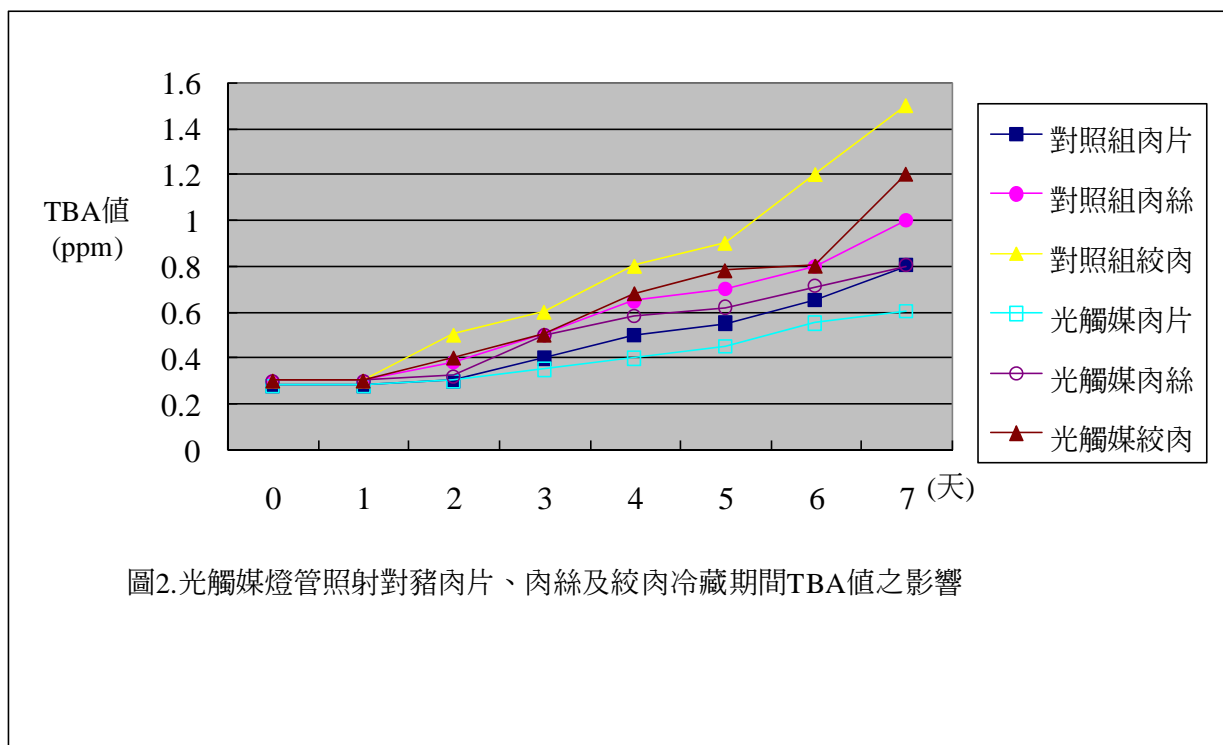
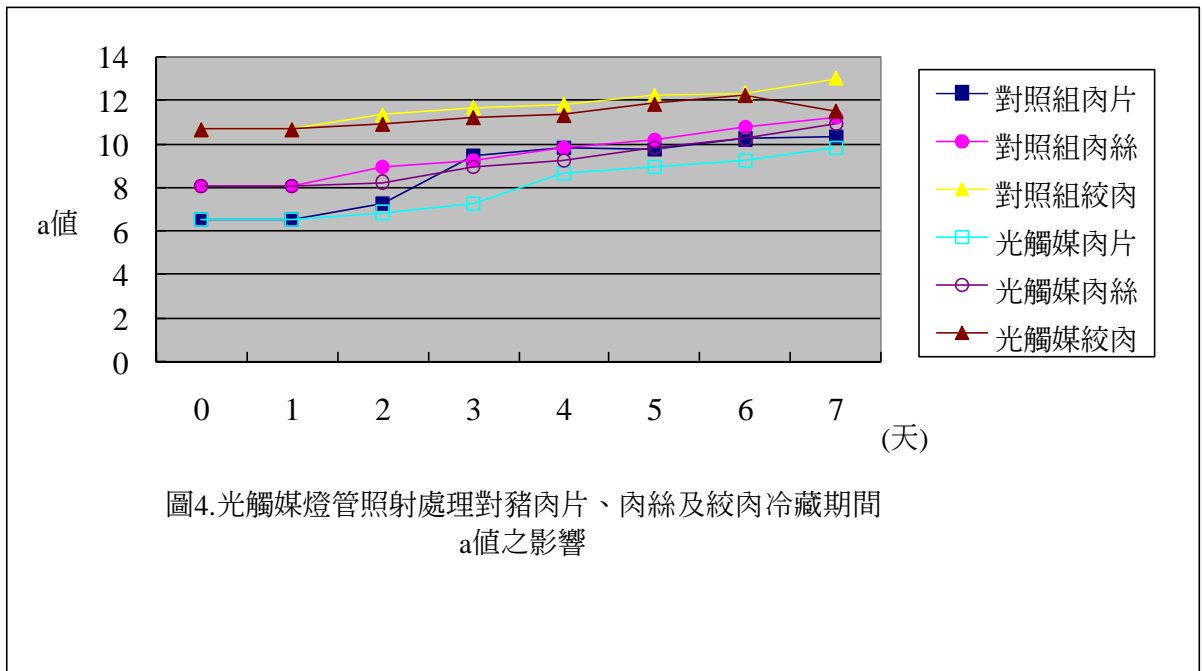
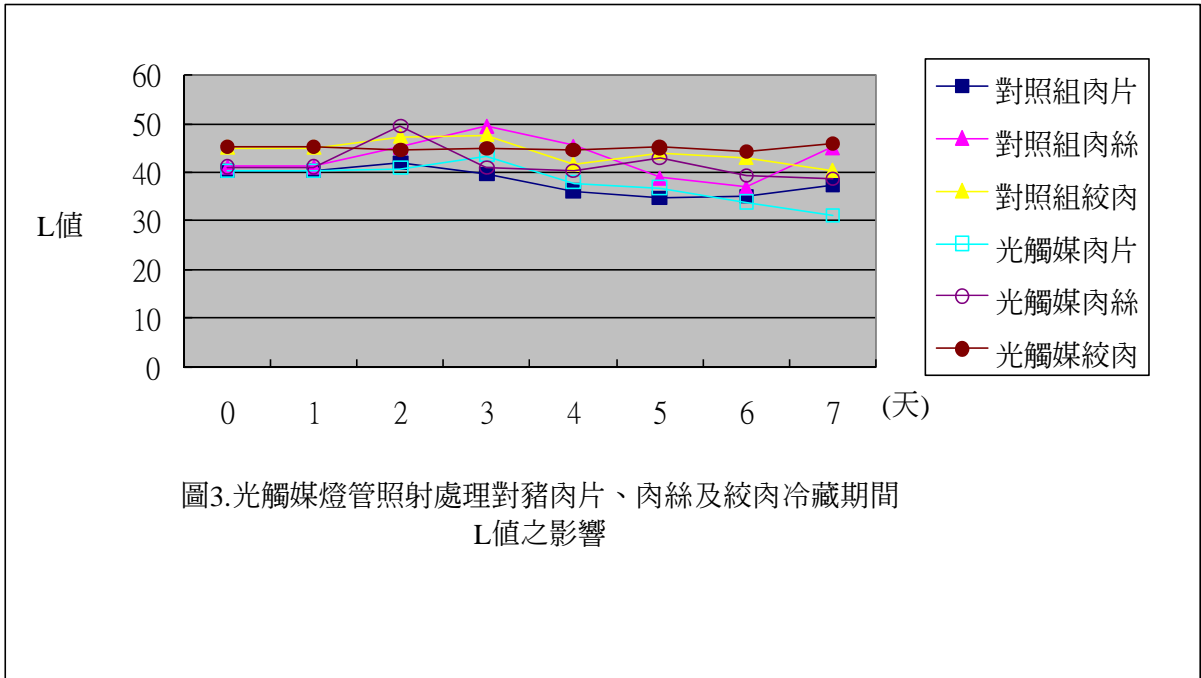


圖1.光觸媒燈管照射對豬肉片、肉絲及絞肉冷藏期間 pH值之影響

圖 2.為光觸媒燈管照射對豬肉片、肉絲及絞肉冷藏期間 TBA 值之影響，結果顯示光觸媒處理的豬肉片、肉絲及絞肉的 TBA 值較對照組處理者為低 ($P < 0.05$)，可能與光觸媒處理組因光源照射在光觸媒 (TiO_2) 鍍膜玻纖上，產生電子配對，電子配對遇空氣中氧及水產生氫氧自由基，因氫氧自由基具有殺菌抑菌能力 (Cho *et al.*, 2004; El-morsi, *et al.*, 2000; Ireland, *et al.*, 1993; Kikuchi, *et al.*, 1997; Lee, *et al.*, 1997; Watts, *et al.*, 1995; Wei, *et al.*, 1994; Xie, *et al.*, 2006)。此外，各處理組於冷藏期間的 TBA 值有隨冷藏時間增加而上升之趨勢。而且，豬肉片處理組之 TBA 值有較豬肉絲及豬絞肉為低之現象 ($P < 0.05$)，此可能為豬肉絲及豬絞肉之處理的污染機會較高所致。



光觸媒燈管照射處理對豬肉片、肉絲及絞肉冷藏期間色澤之影響如圖 3. (L 值)、圖 4. (a 值)及圖 5. (b 值)，其皆顯示光觸媒處理組與對照組處理間並無顯著差異；而且，豬絞肉處理的 L 值、a 值及 b 值皆有較肉片及肉絲為高之現象，此可能為豬絞肉之處理，因經絞碎處理增加豬肉表面滲水及接觸空氣中氧的機會較高所致。



光觸媒燈管照射處理對豬肉片、肉絲及絞肉冷藏期間色澤之影響如圖 3. (L 值)、圖 4. (a 值)及圖 5.(b 值)，其皆顯示光觸媒處理組與對照組處理間並無顯著差異；而且，豬絞肉處理的 L 值、a 值及 b 值皆有較肉片及肉絲為高之現象，此可能為豬絞肉之處理，因經絞碎處理增加豬肉表面滲水及接觸空氣中氧的機會較高所致。

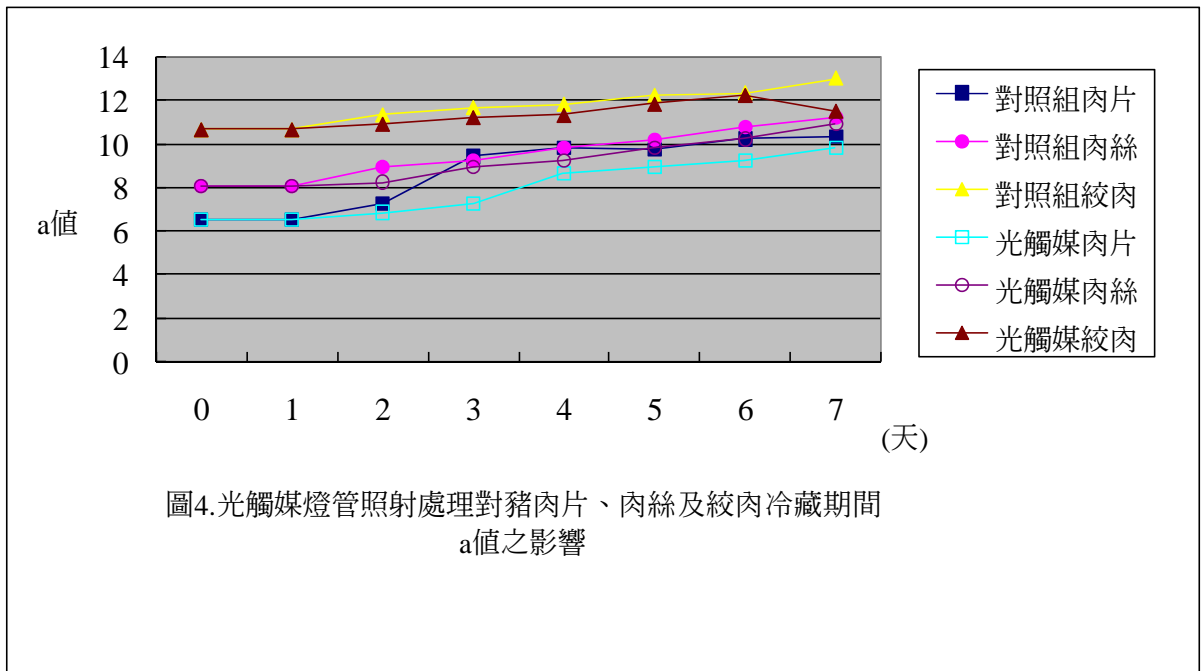
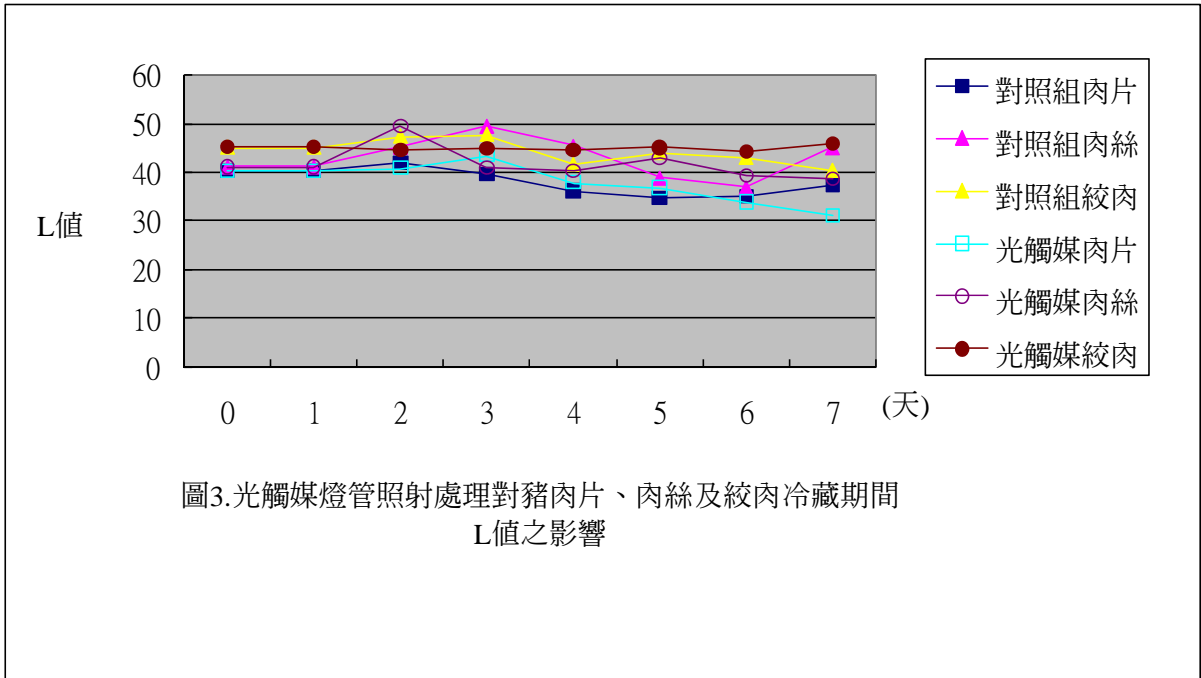
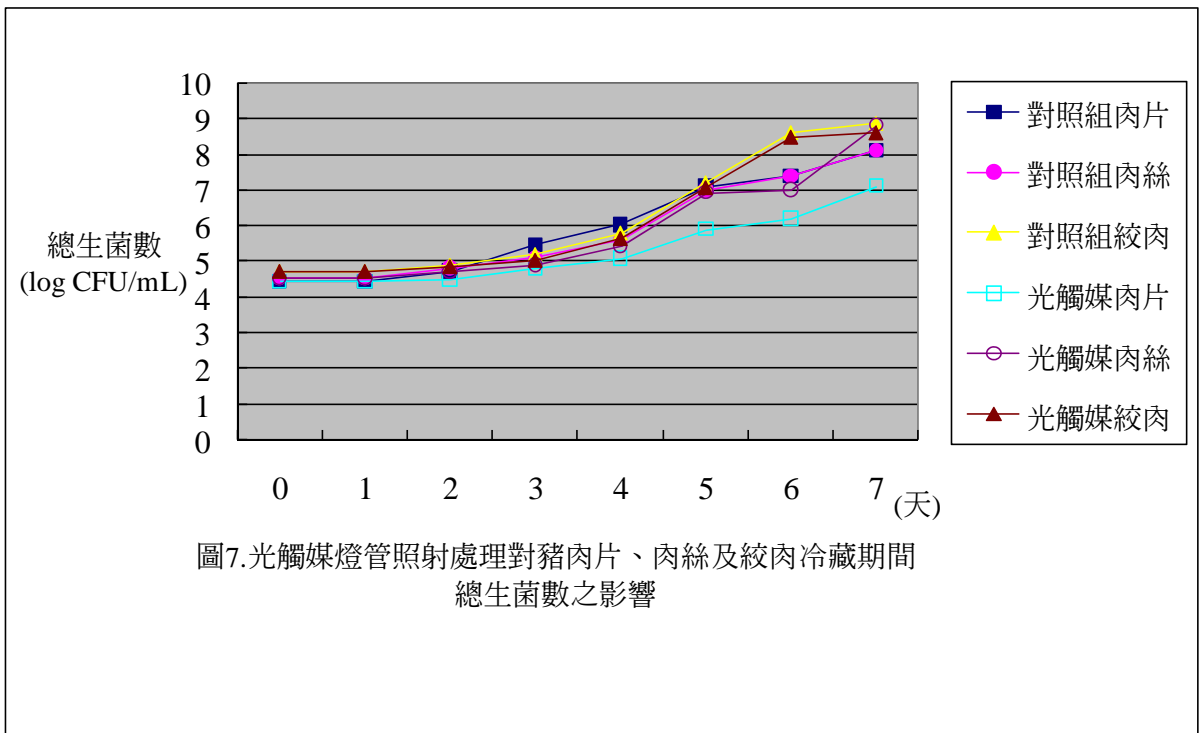


圖 7 為光觸媒燈管照射處理對豬肉片、肉絲及絞肉冷藏期間總生菌數之影響，結果顯示經光觸媒燈管照射處理的豬肉片、肉絲及絞肉的總生菌數有較對照組處理者為略低之現象，此可能與光觸媒燈管處理組因光源照射在光觸媒 (TiO₂) 鍍膜玻纖上，產生電子配對，電子配對遇到空氣中的氧及水便產生氫氧自由基，因氫氧自由基具有殺菌抑菌能力 (Cho *et al.*, 2004; El-morsi, *et al.*, 2000; Ireland, *et al.*, 1993; Kikuchi, *et al.*, 1997; Lee, *et al.*, 1997; Watts, *et al.*, 1995; Wei, *et al.*, 1994; Xie, *et al.*, 2006)。此外，豬絞肉處理的總生菌數皆有較肉片及肉絲者為高之現象，此可能為豬絞肉之處理，因經絞碎處理增加豬肉表面污染之機會所致。而冷藏期間各處理組之總生菌數皆有隨冷藏時間之增加而上升之現象 (P<0.05)。



肆、結論

綜上所述，本試驗的豬肉片、豬肉絲及豬絞肉經光觸媒燈管照射處理與對照組相較，在色澤、滲水率方面無顯著差異；惟經光觸媒燈管照射處理者仍有延緩其氧化酸敗及總生菌數增加之趨勢。

參考文獻

- 1.周仲光、曾再富、林高塚。2002。台灣生鮮豬肉流通期間品質之研究(II)不同貯藏時間與溫度對傳統溫體分切生鮮豬肉品質之研究。嘉義大學學報。72: 1-16。
- 2.張為憲、李敏雄、呂政義、張永和、陳昭雄、孫璐西、陳怡宏、張基鬱、顏國欽、林志城、林慶文編著。1996。食品化學。pp. 185-186, 411-413。華香園出版社，台北市。
- 3.Boakye, K.; Mittal, G. S. Changes in pH and water holding properties of *Longissimus dorsi* muscle during beef ageing. *Meat Sci.*, 1993, 34, 335-349.
- 4.Branka, K.; Branka, M.; Dusan, R. Radiation-induced oxidative chemical changes in dehydrated egg products. *J. Agric. Food Chem.*, 1992, 40, 662-666.
- 5.Cho, M.; Chung, H.; Choi, W.; Yoon, J. Linear correlation between inactivation of *E. coli* and OH radical concentration in TiO₂ photocatalytic disinfection. *Water Research*, 2004, 38, 1069-1077.
- 6.El-morsi, T. M.; Budakowski, W. R.; Abd-el-aziz, A. S.; Friesen, K. J. Photocatalytic degradation of 1,10-dichlorodecane in aqueous suspensions of TiO₂: a reaction of adsorbed chlorinated alkane with surface hydroxyl radicals. *Environ Sci. Technol.*, 2000, 34, 1018-1022.
- 7.Farkas, J. Irradiation as a method for decontaminating food. *Intern. J. Food Microbiol.*, 1998, 44, 189-204.
- 8.Faustman, C.; Specht, S. M.; Malkus, L. A.; Kinsman, D. M. Pigment oxidation in ground veal: influence of lipid oxidation, iron and zinc. *Meat Sci.*, 1992, 3, 351-362.
- 9.Ireland, J. C.; Klostermann, P.; Rice, E. W.; Clark, R. M. Inactivation of *Escherichia coli* by titanium dioxide photocatalytic oxidation. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1993, 59, 1668-1670.
- 10.Kikuchi, Y.; Sunada, K.; Iyoda, T.; Hashimoto, K.; Fujishima, A. Photocatalytic bactericidal effect of TiO₂ thin films: dynamic view of the active oxygen species responsible for the effect. *J. Photochem. Photobiol. A. Chem.*, 1997, 160, 51-56.
- 11.Lee, S.; Otaki, N. M.; Ohgaki, S. Photocatalytic inactivation of phage QB by immobilized titanium dioxide mediated photocatalyst. *Water Sci. Technol.*, 1997, 35, 101-106.
- 12.Millar, S. J.; Moss, B. W.; Macdougall, D. B.; Stevenson, M. H. The effect of ionising radiation on the CIELAB colour co-ordinates of chicken breast meat as measured by different instruments. *Intern. J. Food Sci. and Technol.*, 1995, 30, 663- 674.
- 13.Millar, S. J.; Moss, B. W.; Stevenson, M. H. The effect of ionising radiation on the color of beef, pork and lamb. *Meat Sci.*, 2000a, 55, 349- 360.
- 14.Millar, S. J.; Moss, B. W.; Stevenson, M. H. The effect of ionising radiation on the color of leg and breast of poultry meat. *Meat Sci.*, 2000b, 55, 361- 370.
- 15.Ockerman, H. W. Quality control of postmortem muscle tissue., The Ohio State university and the Ohio agricultural research and development center., U. S. A., 1972, p.120.
- 16.SAS. SAS system for Windows (Release 8.2), SAS Institute. Inc., Cary., NC., U.S.A.,2001
- 17.Stevenson, M. H. Irradiation of meat and poultry. In D. E. Knight, M. K. Knight, & D. A. Ledward, *The chemistry of muscle based foods*, Cambridge, Royal Society of Chemistry, UK., 1992, p.308-324.

18. Urbain, W. M. Meats and poultry; Schweigert, B. S. Food irradiation, food science and technology, A series of monographs, London Academic Press., UK., 1986, p.124-144.
19. Watts, R. J.; Kong, S.; Orr, M. P.; Miller, G. C.; Henry, B. E. Photocatalytic inactivation of coliform bacteria and viruses in secondary wastewater effluent. *Water Res.*, 1995, 29, 95-100.
20. Wei, C.; Lin, W.; Zainal, Z.; Zhu, N. E.; Kruzic, K.; Smith, R. L.; Rajcshwar, K. Bactericidal activity of TiO₂ photocatalyst in aqueous media: toward a solar-assisted water disinfection system. *Environ Sci. Technol.*, 1994, 28, 934-938.
21. Xie, L.; Ma, J.; Tian, H.; Zhou, J.; Zhao, Z.; Wu, P.; Hu, Y.; Wang, Y.; Tao, J.; Zhu, X. Isopropanol-assisted hydrothermal synthesis of bismuth titanate nanophotocatalysts. *Materials Letters*, 2006, 60, 284-286.

Quality Improvement of Fresh Pork by Irradiation Treatment with Nanophotocatalyst Fluorescent Lamps

Wen-Lung Kuo⁽¹⁾ Tsai-Fuh Tseng⁽²⁾

⁽¹⁾ Instructor, Chung Jen College of Nursing, Health Science and Management ,
Chiayi, Taiwan, R.O.C.

⁽²⁾ Professor, National Chiayi University Department of Animal Science,
Chiayi, Taiwan, R.O.C.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of nanphotocatalyst radiation on the quality of pork. The product was manufactured to simulate fresh pork currently available in the retail market. The fresh pork after the treatment of nanphotocatalyst radiation was vacuum packaged and stored at 4°C for 0 to seven days. Result showed that no significant difference was found for the color of pork with or without the nanphotocatalyst radiation treatment. Though higher values of TBA, purge losses and total plate count were obtained in minced pork, the PH of pork, TBA value and the plate count for the other three kinds of pork (i.e. collop, julienne pork and minced prok) after the treatment of nanphotocatalyst radiation, was lower than the control group.

Key Words: Nanophotocatalyst radiation, Fresh pork.