

可調式高壓靜電場處理對吳郭魚冷藏期間鮮度與Ca²⁺-ATPase活性之影響

施懷智、柯文慶

E-mail: 364881@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究將鮮活吳郭魚犧牲後，以完整全魚、三片取肉魚以及自普通肉萃取肌動凝蛋白等三種形態，分別置於裝設可調式高壓靜電場(adjustable parallel high-voltage electrostatic field, AP-HVEF)模組之控溫冷藏庫(4℃)中，探討不同電場(0、300、600、900 kV/m)下貯藏期間魚體外觀與魚肉鮮度、色澤、品質、肌肉特性等之變化，所得結果如下：1.吳郭全魚在一般冷藏(4℃)期間，僵直期後魚體色澤逐漸呈現褐色，氨臭味增加，眼部呈現混濁現象。但在電場中貯藏(600 kV/m及900 kV/m)時，這些外觀劣化有所減緩現象，顯示高壓靜電場有助於魚肉之保鮮。2.貯藏期間，因糖解作用魚肉的pH值先呈現下降趨勢，後期因受微生物生長影響而呈上升，此趨勢在600 kV/m強度以上可減緩。3.魚肉色澤隨貯藏時間延長，其L值變化不大，a值略下降，而b值則明顯上升；白色度(whiteness)及彩度(chroma)的變化分別與L值及b值相似，而電場處理對色澤之改變(E值)有減緩趨勢。4.魚肉之K值與VBN含量皆隨著貯藏時間延長而上升，一般冷藏之魚肉之K值貯藏至第6天時即達59%，接近腐敗標準，電場(900 kV/m)中貯藏者直至第8天時才接近此腐敗標準值；VBN方面，對照組在第5天時即超過衛生署所訂之25 mg/100 g含量標準，而電場(600 kV/m)中貯藏至第7天時僅約24 mg/100 g。顯示HVEF有具延緩魚肉生化品質劣化之作用。5.總生菌數方面，一般冷藏下至第8天時，總生菌數達 3.51×10^6 CFU/g meat，已超過衛生署所訂衛生標準，而併加電場(900 kV/m)下貯藏至第8天其值僅為 4.02×10^5 CFU/g meat，顯示HVEF具有良好之抑菌效果。6.代表魚肉氧化程度之TBA值，一般冷藏下第8天達0.124 ppm最高，併加電場強度300、600及900 kV/m時，分別為0.104、0.091、0.093 ppm，顯示HVEF具有延緩油脂氧化劣敗的作用。7.魚肉肌動凝蛋白Ca²⁺-ATPase活性均隨貯藏時間延長而下降，一般冷藏至第5天時，其活性為 $0.404 \mu\text{mol Pi}/\text{min} \times \text{mg protein}$ ，而併加電場(600、900 kV/m)貯藏至第8天活性，均約維持 $0.425 \mu\text{mol Pi}/\text{min} \times \text{mg protein}$ 。顯示HVEF貯藏對Ca²⁺-ATPase活性有減緩下降之趨勢，而其最適電場強度約在500~600 kV/m間。8.魚肉水溶性及鹽溶性蛋白溶解度在貯藏期間皆呈下降趨勢，到第8天時皆降至最低點，不過在不同電場強度下貯藏並無明顯的差距。9.綜合而言，HVEF對於吳郭魚貯藏期間之鮮度與品質(包括生化特性、生菌數和外觀等)均有顯著保持效果，將有應用於水產物保鮮以取代保鮮劑的可能性。

關鍵詞：高壓靜電場、吳郭魚、鮮度與品質

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要iii 英文摘要v 誌謝vii 目錄ix 圖目錄xiii 表目錄xvi 1. 前言1 2. 文獻回顧3 2.1 吳郭魚之簡介3 2.2 漁獲物劣變之原因4 2.3 肌肉特性5 2.3.1 肌動凝蛋白5 2.3.2 肌凝蛋白6 2.3.3 肌動蛋白7 2.4 蛋白質之變性7 2.4.1 Ca²⁺-ATPase 活性8 2.5 水產物鮮度鑑定法9 2.5.1 感官鑑定法9 2.5.2 化學鑑定法9 2.5.3 物理鑑定法14 2.5.4 微生物鑑定法 14 2.6 水產物保鮮法15 2.7 高壓靜電場15 2.7.1 高壓靜電場保鮮原理15 2.7.1.1 高壓靜電保鮮作用原理15 2.7.1.2 高壓誘導靜電原理16 2.7.1.3 臭氧保鮮作用18 2.7.1.4 負離子霧保鮮原理18 2.7.2 高壓靜電場冷藏庫21 2.7.2.1 外觀與保存食材之特性21 2.7.2.2 HVEF 應用上之優點21 2.7.2.3 HVEF 與傳統技術之比較22 3. 材料與方法25 3.1 材料25 3.1.1 吳郭魚25 3.1.2 高壓靜電場25 3.1.2.1 高壓靜電產生器25 3.1.2.2 可調式平行高壓靜電場模組建立26 3.2 試藥31 3.3 儀器32 3.4 實驗方法34 3.4.1 實驗設計與流程34 3.4.2 鮮度之測定37 3.4.2.1 pH 值之測定36 3.4.2.2 魚肉外觀之評鑑36 3.4.2.3 魚肉色澤之測定36 3.4.2.4 揮發性鹽基態氮之測定37 3.4.2.5 總生菌數之測定38 3.4.2.6 K 值之測定39 3.4.2.7 硫巴比妥酸值之測定40 3.4.2.8 氣味評估40 3.4.3 肌肉特性之測定43 3.4.3.1 水分含量之測定43 3.4.3.2 保水力之測定43 3.4.3.3 蛋白質溶解度之測定43 3.4.3.4 肌動凝蛋白 Ca²⁺-ATPase 活性及無機磷測定43 4. 結果與討論48 4.1 HVEF 處理對鮮度保持之影響48 4.1.1 吳郭魚外觀變化48 4.1.2 pH值51 4.1.3 魚肉色澤53 4.1.4 揮發性鹽基態氮 60 4.1.5 總生菌數62 4.1.6 K值64 4.1.7 硫巴比妥酸值66 4.1.8 氣味評估66 4.2 HVEF 處理對肌肉特性之影響69 4.2.1 水份含量69 4.2.2 保水力71 4.2.3 蛋白質溶解度73 4.2.4 肌動凝蛋白 Ca²⁺-ATPase 活性77 5. 結論79 參考文獻80 圖目錄 圖1.肌肉 ATP 分解途徑與 K 值13 圖2.靜電誘導現象18 圖3.HVEF 冷藏庫原理20 圖4.高壓靜電產生器26 圖5.高壓靜電場設計圖28 圖6.高壓靜電場處理裝置之整體外觀29 圖7.高壓靜電冷藏裝置示意圖30 圖 8.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚鮮度影響之實驗流程35 圖 9.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肌肉特性影響之實驗程36 圖 10.ATP及其相關化合物之檢量線42 圖 11.無機磷之檢量線47 圖 12.在 4℃ 下吳郭魚貯藏期間腹部外觀之變化49 圖 13.在 4℃ 下吳郭魚貯藏期間眼部外觀之變化50 圖 14.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4℃ 貯藏期間52 圖 15.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4℃ 貯藏期間 L 值之變化54 圖 16.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4℃ 貯藏期間 a 值之變化55 圖 17.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4℃ 貯藏期間 b 值之變化56 圖 18.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4℃ 貯藏期間白色度之變化57 圖 19.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4℃ 貯藏期間彩度之變化58 圖 20.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉

在 4 貯藏期間色差之變化59 圖 21.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間VBN 值之變化61 圖 22.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間 總生菌數之變化63 圖 23.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間 K 值之變化65 圖 24.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間TBA 值之變化67 圖 25.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間氣味評估之變化68 圖 26.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間水分含量之變化70 圖 27.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間保水力之變化72 圖 28.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間水溶性蛋白質溶解度之變化74 圖 29.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間鹽溶性蛋白質溶解度之變化75 圖 30.不同高壓靜電場強度處理對吳郭魚肉在 4 貯藏期間總蛋白質溶解度之變化76 圖 31.吳郭魚肌肉貯藏期間肌動凝蛋白 Ca²⁺-ATPase 活性變化78 表目錄 表1. 電子高壓靜電場裝置對食品劣變之影響24

參考文獻

- 1.中國國家標準。1982。冷凍魚類檢驗法。CNS 1451 N6029。經濟部中央標準局。台北。台灣。
- 2.中國國家標準。1996。食品微生物之檢驗法—生菌數檢驗。CNS10890。經濟部中央標準局。台北。台灣。
- 3.太田靜行。1991。水產物 鮮度保持。筑波書局。東京。日本。
- 4.太田靜行。1991。水產物鮮度保持。筑波書房。東京。
- 5.王奕程、方煒。2006。高壓靜電場在生物產業的應用。台灣大學生物產業機電工程研究所。台北。台灣。
- 6.王博廉。2004。電子調變高壓變頻誘導裝置對食品的高壓電場解凍保鮮的方法。食品資訊, 202:67-69。
- 7.行政院農委會漁業署。2010。中華民國台灣地區漁業年報。台北。台灣。
- 8.李嘉馨。2006。電子高壓靜電誘導裝置貯藏對吳郭魚鮮度與品質之影響。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。台灣。
- 9.邵廣昭。1996。台灣常見魚介貝類圖說(下)-魚類。第174-175 頁台灣省漁業局。
- 10.邱欣穎。2007。-PGA 浸漬處理對吳郭魚冷藏期間鮮度與品質之影響。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。台灣。
- 11.邱萬敦。2002。漁獲物的保鮮與處理。翠柏林企業股份公司。
- 12.胡興華。1996。拓漁台灣。行政院農委會漁業署。台北。台中。
- 13.徐國強。1998。高壓常溫貯藏吳郭魚肌肉之鮮度保持與加工適性。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。台中。台灣。
- 14.張本華。2006。高壓靜電處理對種子發芽率影響的試驗研究。農機化研究 2006 (5):139:140。
- 15.張為憲。2001。食品化學。華香園出版社。台北。
- 16.張振球。1988。高壓電場離子霧熱帶水果儲藏保鮮的初步研究。現代靜電技術。北京:萬國學術出版社:460。
- 17.郭塗註、黃錦華。1994。基本電學上冊。華興書局。台北。台灣。
- 18.陳燕南。1989。水產食品化學。p.76 -77。正中書局。台北。台灣。
- 19.章毛連。1997。靜電技術在農業上的若干應用。安徽農業技術師範學院學報(2):57-60。
- 20.渡部終五。1995。魚類保鮮技術研習會論文集。高雄海專。
- 21.須山三三山、鴻巢章二。1987。水產食品學。p.17-37。恆星社厚生閣。日本。東京。
- 22.新井健一。1977。多獲性赤身魚 有效利用。水產學 35。恆星社厚生閣。日本。東京。
- 23.楊尚晏。2011。高壓靜電場處理對吳郭魚冷藏期間鮮度與品質之影響。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。台灣。
- 24.源資先進科技。2003。高壓靜電解凍技術。p.4-11。源資先進科技股份有限公司。
- 25.劉勇、雷義明。1991。空氣負離子的生物學效應。國外醫學醫學地理分冊 1991 年第十二卷第2 期:55-57。
- 26.蔡佳玲。2006。收穫後處理與包裝對海鱸、吳郭魚與鱸魚品質與 5 儲藏期限之影響。國立台灣海洋大學食品科學研究所碩士論文。基隆。台灣。
- 27.韓德恩。1999。靜電保鮮研究。高等函授學報(自然科學版)1999 年第四期:24-26。
- 28.羅彥瑜。2005。米酒之製造及加速成熟對品質的影響。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。台中。台灣。
- 29.關仲夫, 1977。魚類筋原纖維質, " 魚肉蛋白質"。P.7-23。恆星社厚生閣, 東京, 日本。
- 30.AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washing, D.C. USA.
- 31.Bramsnaes, F. 1981. Maintaining the quality of frozen foods during distribution. Food Technol. 35: 38-42.
- 32.Chen, H. C., Moody, M. W., and Jiang, S. T. 1990. Changes in biochemical and bacteriological Quality of grass pawn during transportation by icing and oxygenating. J. Food Sci. 55: 670-673.
- 33.Connel, J. 1962. Changes in amount of myosin extractable from cod flesh during storage at -14 . J. Sci. Food Agric. 13: 607-617.
- 34.Crupkin, M., Brarssi, C.A., Martone, C., and Trucco, R. E. 1979. Effect of storing hake(Merluccius hubbsi)on ice on the viscosity of extract of soluble muscle protein. J. Sci. Food Agric. 30: 911-913.
- 35.Fleming, S. E., Sosulski. R. W., Kilara. A. and Humbert. E. S. 1974. Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. J. Food Sci. 39:188-191.
- 36.Gelman. A., Glatman. L., Drabkin. V., and Happaz. S. 2001. Effects of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond-raised Freshwater fish, Silver perch (Bidyanus bidyanus). J. of Food Prot. 64: 1584-1591.
- 37.Goll, D. E., Robson, R. M. and Stromer, M. H. 1977. Muscle proteins. In " Food Protein " p.121-123 (ed). By John R. Whitaker and Steven R. Tannenbaum, Pub. By AVI, U. S. A.
- 38.Gornall. A.G., Bardawill, C.T., and David, M.M. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reactions. J. Biol. Chem. 177: 715-766.
- 39.Gram, L. 1991. Inhibition of mesophilic spoilage Aeromonas spp. On fish by salt, potassium sorbate, liquid smoke, and chilling. J. Food Prot. 54: 436-441.
- 40.Heinz, V., Alvarez, I., Angersbach, A., and Knorr, D. 2002. Preservation of liquid foods by high intensity pulsed electric fields-basic concepts for process design. Trends in Food Sci. 12:103-111.
- 41.Hsieh, C. W., Lai, C. H., Lee, C. H. and Ko, W. C. 2011. Effects of High-Voltage Electrostatic Fields on the Quality of Tilapia Meat during Refrigeration. J. Food Sci. 00: M1-M6
- 42.Jayasingh, P. and Cornforth, D. P. 2003. Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. Meat Sci. 66:83-89.
- 43.Kato, S., and Konno, K. 1993. Isolation of carp myosin rod and its structural stability. Nippon Suisan Gakk., 59(3): 539-544.
- 44.Kato, S., and Konno, K. 1993. Isolation of carp myosin rod and its structural stability. Nippon Suisan Gakk., 59(3): 539-544.
- 45.Katoh, N., Nozaki, H., Komatsu, L., and Arai, K. 1979. A new method for evaluation of the quality of frozen surimi from Alaska pollack relationship between myofibrillar ATPase activity and kamaboko forming ability of frozen surimi. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45: 1027-1032.
- 46.Kawashima, T., Arai, K., and Saito, T. 1973. Studies on muscular proteins of fish-X. The amount of actomyosin in frozen " surimi " from laska-pollack. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 39: 525-532.
- 47.Ko, W. C. 1996. Effect of high pressure on gelation of meat paste

and inactivation of actomyosin Ca-ATPase prepared from milkfish. *Fisheries Sci.* 62: 101-104. 48. Labuza, T. P. 1985. An integrated approach to food chemistry. In " *Food Chemistry* " , Fennema, O. R. Ed., p. 766-772. Dekker, New York. 49. LeBlance, E. L., Leblance, R. J., and Gill, T. A. 1987. Effect of pressure processing on frozen stored muscle protein of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fillets. *J. Food Prot.* 11:209-235. 50. Lowey, S., Slayter, H. S., Weeds, A. G. and Baker, H. 1969. Substructure of the myosin molecule-I. Subfragments of myosin by enzymic degradation. *J. Mol. Biol.* 42:1-29. 51. Matsuda, Y. 1979. Influence of sucrose on the protein denaturation of lyophilized carp myofibrils during storage. *Nippon Suisan Gakk.* 45: 573-579. 52. Matsumoto, J. J. 1979. Denaturation of fish muscle proteins during frozen storage. In " *Protein at Low Temperature* " , (Ed.), p. 205-224. By O. Fennema, ACS. Washington D.C 53. Niwa, E., Kohda, S. I., Kanoh, S. and Nakayama, T. 1986a. Exposure of hydrophobic amino acid residues from actomyosin on freezing reconfirmation by fluorometry. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 52: 1039-1046. 54. Oguni, M., Inoue, N., Ohi, K. and Shinano, H. 1987. Denaturation of carp myosin B during frozen and supercooled storage at -8 °C. *Nippon Suisan Gak.* 53:789-794. 55. Ohnishi, T., Gall, R. S., and Mayer, M. L. 1975. An improved assay of inorganic phosphate in the presence of extractable phosphate compound: application to the ATPase assay in the presence of phosphocreatine. *Anal. Biochem.* 69: 261-267. 56. Owusu-Anshah, Y. O. and Hultin, H. O. 1986. Chemical and physical changes in red hake fillets during frozen storage. *J. Food Sci.* 51: 1402- 1406. 57. Perez-villarreal, B. and Pozo, R. 1990. Chemical composition and ice spoilage of albacore (*Thunnus alalunga*). *J. Food Sci.* 55: 678-682. 58. Price, R. J., Melvin, E. F. and Bell, J. W. 1991. Postmortem changes in chilled round, bled and dressed albacore. *J. Food Sci.* 56: 318-321. 59. Ryder, J. M. 1985. Determination of adenosine triphosphate and its breakdown products in fish muscle by high-performance liquid chromatography. *J. Agric Food Chem.* 33: 678-680. 60. Saito, T. and Arai, K. 1959. A new method for estimating the freshness of fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 24: 749-750. 61. Schelef, L. A. and Jay, J. M. 1971. Hydration capacity as an index of shrimp microbial quality. *J. Food Sci.* 36: 994-997. 62. Sigholt, T., Erikson, U., Rustad, T., Johansen, S., Nordtvedt, T. S. and Seland, A. 1997. Handling stress and storage temperature affect meat quality of farmed-raised Atlantic salmon (*Salmo salar*) *J. Food Sci.* 62: 898-905. 63. Sikorski, Z., Olley, J. and Kostuch, S. 1976. Protein changes in frozen fish. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.*, CRC Press, New York. 8:97-129. 64. Srikar, L. N. and Reddy, G. V. S. 1991. Protein solubility and emulsifying capacity in frozen stored fish mince. *J. Sci. Food Agric.* 55:447-453. 65. Stanley, D. W. 1983. Relation of structure to physical properties of animal material. In " *Physical Properties of Foods.* " M. Peleg, and E. B. Bagley (Ed). p.157-206. AVI Publishing Company Inc. Westport, CT. USA. 66. Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Proteins, Processing Technology. pp.1-56. Applied Science Publishers Ltd., London. 67. Taguchi, T., Kikuchi, K., Oguni, M., Tanaka, M., and Suzuki, K. 1978. Heat change of myosin B Mg-ATPase and " *Setting* " of fish meat paste. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 44: 1363-1368. 68. Wanger, J. R. and Anon, M. C. 1986. Effect of frozen storage on protein denaturation in bovine muscle. Influence in solubility, viscosity and electrophoretic behavior of myofibrillar protein. *J. Food Technol.* 2: 547-549. 69. Watanabe, A., Tsuneishi, E., and Takimoto, Y. 1989. Analysis of ATP and its breakdown products in beef by reversed-phase HPLC. *J. Food Sci.* 54: 1169-1172. 70. Zimmermann, U., Pilwat, G., and Riemann, F. 1974. Dielectric breakdown of cell membranes. *Biophysical Journal* 14:881-899.