

# 以插入式電導度測定儀量測初步加工食品於保存期間之電導度與微生物生成之關係

陳禹睿、王維麒

E-mail: 324888@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

初步加工食品無論常溫或低溫保存，都可能易受微生物滋生腐敗導致品質下降，而傳統微生物檢測無法即時提供食品原料品質之資訊。本研究之目的是以不同存放環境下，量測初步加工食品原料電導度變化，並配合微生物實驗，探討保存期間電導度與微生物生長數據之關係。實驗之插入式電導度測定儀為圓筒狀，截口直徑10 mm，內埋一對鈦金屬電極，插入樣品後由電源供應器提供固定電壓15V之交流電，以樣品不生熱為原則，檢測存放3或7日，不同環境之樣品，並經由所連接之數據記錄器及電腦計算其電導度。樣品於上述保存期限內同時進行微生物實驗，並以統計迴歸分析二者之關係。結果顯示初步加工食材於不同環境下長時間存放，其微生物總菌數隨時間指數上升，而以常溫潮濕環境下成長速率最高；同時所量測之電導度亦有相同趨勢，迴歸結果顯示電導度與微生物總菌數成正相關特性，顯示電導度具有作為初步加工食品即時品質檢測指標之潛力。

關鍵詞：電導度、總生菌數

## 目錄

封面內頁	簽名頁	中文摘要	iii	英文摘要	iv	致謝	v	目錄	vii	圖目錄	viii	表目錄	xi	1. 緒論	1	2. 文獻回顧	2	2.1 水分子流動性與食品腐敗	2	2.2 微生物滋生與食品結構改變	6	2.3 食品電導度之定義	7	2.4 影響食品電導度之關鍵因子	8	2.5 電導度之應用	8	2.6 電導度與水分子流動性之關係	11	2.7 傳統電導度量測之問題改良	13	3. 材料方法	18	3.1 插入式電導度計	18	3.2 實驗材料	18	3.3 實驗器儀設備	22	3.4 樣品處理	22	3.5 實驗方法	22	3.5.1 保存試驗	23	3.5.2 電導度測定	23	3.5.3 總生菌數測定	25	3.5.4 總生菌數之計算	25	3.5.5 pH值量測	26	3.5.6 統計分析	26	4. 結果與討論	28	4.1 肉丸加工製品於不同環境下儲存試驗之電導度與生菌數之變化	28	4.1.1 常溫普通環境	28	4.1.2 常溫潮濕環境	30	4.2 煙燻加工製品於不同環境下儲存試驗之電導度與生菌數之變化	32	4.2.1 常溫普通環境	32	4.2.2 常溫潮濕環境	32	4.3 素食製加工製品於不同環境下儲存試驗之電導度與生菌數之變化	34	4.3.1 常溫普通環境	34	4.3.2 常溫潮濕環境	37	4.4 儲存期間pH值變化及其意義	39	4.5 肉丸加工品於不同條件環境下保存試驗之電導度與生菌數迴歸分析	44	4.5.1 常溫普通環境	44	4.5.2 常溫潮濕環境	46	4.6 煙燻製加工品於不同條件環境下保存試驗之電導度與生菌數迴歸分析	48	4.6.1 常溫普通環境	48	4.6.2 常溫潮濕環境	48	4.7 素食加工製品於不同條件環境下保存試驗之電導度與生菌數迴歸分析	51	4.7.1 常溫普通環境	51	4.7.2 常溫潮濕環境	53	4.8 與傳統之電導度計之數據比較	53	5. 結論	58	5.1 結論	58	5.2 展望	59	參考文獻	60	圖目錄		圖2.1 固定樣品容器電導度裝置	14	圖2.2 四點探針	15	圖2.3 熱傳導量測探針	17	圖3.1 插入式探針裝置圖	19	圖3.2 插入式探針之透視圖	20	圖3.3 電導度測定流程圖	24	圖4.1 常溫普通環境下電導度、總生菌數(a)魚丸樣品(b)貢丸樣品(c)牛肉丸樣品	29	圖4.2 常溫潮濕環境下電導度、總生菌數(a)魚丸樣品(b)貢丸樣品(c)牛肉丸樣品	31	圖4.3 常溫普通環境下電導度、總生菌數(a)火腿樣品(b)熱狗樣品	33	圖4.4 常溫潮濕環境下電導度、總生菌數(a)火腿樣品(b)熱狗樣品	35	圖4.5 常溫普通環境下電導度、總生菌數(a)蘿蔔糕樣品(b)百頁豆腐樣品(c)素火腿樣品	36	圖4.6 常溫潮濕環境下電導度、總生菌數(a)蘿蔔糕樣品(b)百頁豆腐樣品(c)素火腿樣品	38	圖4.7 常溫普通環境下電導度與總生菌數之迴歸分析圖(a)魚丸樣品(b)貢丸樣品(c)牛肉丸樣品	45	圖4.8 常溫潮濕環境下電導度與總生菌數之迴歸分析圖(a)魚丸樣品(b)貢丸樣品(c)牛肉丸樣品	47	圖4.9 常溫普通環境下電導度與總生菌數之迴歸分析圖(a)火腿樣品(b)熱狗樣品	49	圖4.10 常溫潮濕環境下電導度與總生菌數之迴歸分析圖(a)火腿樣品(b)熱狗樣品	50	圖4.11 常溫普通環境下電導度與總生菌數之迴歸分析圖(a)蘿蔔糕樣品(b)百頁豆腐樣品(c)素火腿樣品	52	圖4.12 常溫潮濕環境下電導度與總生菌數之迴歸分析圖(a)蘿蔔糕樣品(b)百頁豆腐樣品(c)素火腿樣品	54	表目錄		表4.1 常溫普通環境下儲存72小時之pH數值	40	表4.2 常溫潮濕環境下儲存72小時之pH數值	41	表4.3 常溫普通環境下儲存144小時之pH數值	42	表4.4 常溫潮濕環境下儲存144小時之pH數值	43	表4.5 常溫普通環境下之相同樣品迴歸分析	56	表4.6 常溫潮濕環境下之相同樣品迴歸分析	57
------	-----	------	-----	------	----	----	---	----	-----	-----	------	-----	----	-------	---	---------	---	-----------------	---	------------------	---	--------------	---	------------------	---	------------	---	-------------------	----	------------------	----	---------	----	-------------	----	----------	----	------------	----	----------	----	----------	----	------------	----	-------------	----	--------------	----	---------------	----	-------------	----	------------	----	----------	----	---------------------------------	----	--------------	----	--------------	----	---------------------------------	----	--------------	----	--------------	----	----------------------------------	----	--------------	----	--------------	----	-------------------	----	-----------------------------------	----	--------------	----	--------------	----	------------------------------------	----	--------------	----	--------------	----	------------------------------------	----	--------------	----	--------------	----	-------------------	----	-------	----	--------	----	--------	----	------	----	-----	--	------------------	----	-----------	----	--------------	----	---------------	----	----------------	----	---------------	----	--	----	--	----	------------------------------------	----	------------------------------------	----	---	----	---	----	--	----	--	----	--	----	---	----	--	----	--	----	-----	--	-------------------------	----	-------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----

## 參考文獻

- 1.毛賢婷。2004。以電導度測定不同加熱方式對於水分子流動性之影響。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 2.王前輝。2000。發展電導度法快速檢測奶品抗生素殘留量。中國文化大學碩士論文。
- 3.王峻禧。1998。果汁導電度與含蘋果粒兩相系統電阻加熱之研究。台灣大學食品科技研究所博士論文。
- 4.王維麒。1999。電阻加熱技術之原理及影響因子。食品工業31(2):8-14。
- 5.白佳平。2000。市售鹽酥雞之製程、消費者調查及微生物品質。國立台灣大學畜產學研究所碩士論文。
- 6.何思謀。2010。肉品於保存期間微生物成長與電導度相關性探討。大葉大學生物產業科技學系碩士論文
- 7.吳淑靜、柯文慶、賴滋漢編著。2003。食品添加物。富林出版社。
- 8.李秀、賴滋漢

- 。1992。食品分析與檢驗。p.313。富林出版社。台中。9.李敏雄。2004。食品化學第二章水 P20~P25。華香園出版社。10.李清福、顏國欽、賴滋漢編著。2003。食品衛生學。富林出版社。11.李鴻忠。2006。塗抹式鵝肝醬之製作及其貯存品質之探討。國立屏東科技大學畜產系碩士論文。12.周香妤。2009。未熟成白蘭地成分與其導電度關係之研究。國立台灣大學生物資源暨農學院食品科技研究所碩士論文。13.青木滋。1998。『地下水調查』，地層滑動之規劃與整治工法研討會論文集。14.柯文慶。1997。水產化學。富林出版社。15.洪玉梅。1994。蜂王漿在儲藏過程中物化性質的變化與品質分級之建立。大葉大學食品工程研究所碩士論文。16.孫朝棟。1998。食品加工學。藝軒圖書出版社。17.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。18.張勤御。2004。澱粉對嫩豆腐品質之影響。國立屏東科技大學食品科學系碩士論文。19.張福祥。2008。茶品發酵度愈固定化單寧水解?活性量測。國立台灣大學生物資源暨農學院生物產業機電工程學系博士論文。20.陳永璋。2005。胡蘿蔔於冷藏和冷凍乾燥後抗氧化物質與物理性質之相關分析。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。21.陳明造。2000。肉品加工理論與應用。藝軒出版社。22.郭貴順。200。電聚法處理化妝品工業廢水之研究。私立淡江大學水資源及環境工程學系碩士論文。23.陳雅雯。2005。以電導度分析半乾性產品加工程序中品質指標。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。24.陳曉楨。2006。豆渣堆肥過程中化學及微生物相變化。國立高雄第一科技大學環境與安全衛生衛生工程學系碩士論文。25.黃玉娟。2001。吳郭魚肉和青魚肉儲藏中之肉質變化。國立海洋大學食品科學系碩士論文。26.黃孟生。2008。電阻加熱中電壓頻率及波型對食品水分流動性之影響。私立大葉大學生物產業科技學系碩士論文。27.黃素珍。2006。冷凍雞肉之電子高壓靜電誘導裝置解凍及應用於雞肉乾之製造。私立大葉大學生物產業科技學系碩士論文。28.楊晁晟。2003。地下水導電度與土石流發生關係之研究。國立台灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文。29.楊瑩蓉。1995。常用香辛料之微生物品質及其對中式香腸品質影響之調查。國立中興大學碩士論文。30.經濟部標準檢驗局。1984。食品為生物之檢驗法-生菌數之檢驗，總編10890編號N6186。31.廖盈智。2003。循環改良式電動力系統之電化學反應。私立朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文。32.劉美琴。2001。虱目魚研製休閒食品及其品質分析。國立中興大學碩士論文。33.潘生才。2001。板式燻煙鷓鴣肉開發之研究。國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。34.羅偉峻。2000。固態食品導電度量測方法之探討。國立海洋大學碩士論文。35.蘇文君。2001。以微波預熱增進蔬果滲透脫水乾燥效率之研究。私立大葉大學生物產業科技學系碩士論文。36.Brown, R. H. and Perry, F.S. 1996 The electrical properties of apples and potatoes. Paper No.66-366.ASAE,St.Joseph, Mich. 37.Canclon, P. F. and Bryan, C.R. 1993 Use of capillary electrophoresis for monitoring citrus juice composition. J. Chrom. A. 652:555-561. 38.Caurie, M. 1981 Derivation of full range moisture sorption isotherms. In: Influences on Food Quality, L. B. Rockland and G. F. Stewart (Ed.), p. 63-87. Academic Press, New York. 39.Fennema, O. R. 1985 Water and ice. Ch. 2 in Food Chemistry, 2nd ed., O. R Fennema (Ed.), p. 23-67. Marcel Dekker, Inc., New York. 40.Fey, M. S. and Regenstein, J. M. 1982 Extending shelf life of fresh wet red hake and salmon using CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> modified atmosphere and potassium sorbate ice at 1 °C. J. Food Sci. 47: 1048-1054. 41.Fryer, P. and Zhang, L. 1993 Electrical resistance heating of foods. Trend in Food Sci. Technol. 4(11):346-369. 42.Ingraham, J. 1987 Effect of temperature, pH, water activity, and pressure on growth. p. 1543-1554. In F. C. 43.Jezeski, J.J. and Olsen, R.H., 1962 The activity of enzymes at low temperatures. In Proceedings, Low Temperature Microbiology Symposium-1961, 139-155. Camden, NJ; Campbell Soup Co. 44.Labuza, T.P. 1977 The properties of water in relationship to water binding in foods: a review. J. Food Proc. Pres. 1(2):167-190. 45.Labuza, T.P., 1970 Properties of water as related to the keeping quality of foods. Proceedings of the Third International Congress of Food Science & Technology. Washington, DC., p.618-635. 46.Leung, H. K. 1897 Influence of water activity on chemical reactivity. Ch. 2 in water Activity: Theory and Applications to food, L. B. Beuchat (Ed.), p. 27-54. Marcel Dekker, Inc., New York. 47.Lima, M., Heskitt, B. F. and Sasty, S. K. 1999 The effect of frequency and wave form on the electrical conductivity-temperature profiles of turnip tissue. J. Food Proc. Eng., 22, 41-54. 48.McCollum, T. G. and McDonald, R. E. 1991 Electrolyte leakage, respiration, and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. Hort. Sci 26:1191-1192. 49.Mcneal, B. L., Oster, J.D. and Hatcher, J.T. 1970 Calculation of electrical conductivity from solution composition data as an aid to in-situ estimation of soil salinity. soil salinity. Soil Sci. 110:405-414. 50.Monotoya, M. M., De La Plaza, J.L. and Lopez-Rodriguez, V. 1994 Relationship between changes in electrical conductivity and ethylene production in avocado fruits. Lebensm-Wiss. U.-Technol. 27:482-486. 51.Ockerman, H. W. 1972 Quality control of post-mortem muscle tissue. The Ohio State University and Ohio Agricultural Research and Development Center, U.S.A. p.91,121,410. 52.Palaniappan, S. and Sastry, S. K. 1991 Electrical conductivity of selected solid foods during ohmic heating. J. Food Proc. Eng., 14:221-236. 53.Peleg, M. 1985 The role of water in the rheology of hygroscopic food particulates. Food Tech., 46(12):68-72. 54.Petersen, C. L., Hansen, T. M., Boggild, P., Boisen, A., Hansen, O., Hassenkam, T. and Grey, F. 2002 Scanning microscopic four-pinpoint conductivity probes. Sensors and Actuators A, 96, 53-58. 55.Ramirez-E. R., D. L. Johnson and O. A. Clemens, 1976 Direct comparison in physicochemical treatment of packing-house wastewater between dissolved air and electroflotation, Proc.31st Ind. Waste Conf., Purdue University, 563-573. 56.Roger, T. H. 1980 Compost Engineering principles and practice, Technomic publishing Company Press, pp.87-133. 57.Sikorski, Z. E., Olley, J., and Kostuch, S. 1976 Protein changes in frozen fish. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nuter. 8:97-129. 58.Sweat, E. V. and Parmelee, C. E., 1978 Measurement of thermal conductivity of dairy products and margarines. Journal of Food Process Engineering 2, 187-197. 59.Urbanski, G. E., Wei, L. S., Nelson, A. I. and Steinberg, M. P. 1982 Effect of solutes on rheology of soy flour and its components. J. Food Sci. 47: 792-795, 799. 60.Urbanski, G. E., Wei, L. S., Nelson, A. I. and Steinberg, M. P. 1983 Rheology models for pseudoplastic soy systems based on water binding. J. Food Sci. 48: 1436-1439. 61.Wang, W. C. and Sastry, S. K. 2000 Effects of thermal and electrothermal pretreatments on hot air drying rate of vegetable tissue. Engng., 23, 299-319. 62.Wang, W. C. and Sastry, S. K. 1997 Starch gelatinization in ohmic heating. Journal of Food Engineering, 34:255-242. 63.Wang, W.C. and Sastry, S. K. 1993 Salt diffusion into Vegetable tissue as a pretreatment for ohmic heating: Electrical conductivity profiles and vacuum infusion studies. J. Food Eng. 20:299-309. 64.Yang, W. H., and Cenkowski, S. 1993 Diffusion of sugar in microwave denatured sugar beet tissues. Trans. A.S.A.E., 36, 1185-8. 65.Yongsawatdigul, J., Park, J.

W. and Kolbe, E. 1995 Electrical conductivity of pacific ehiting surimi paste during ohmic heating. J. Food Sci. 60(5):922-925,935.