

電阻加熱技術應用於食品解凍之研究

華啟忻、王維麒

E-mail: 9125215@mail.dyu.edu.tw

摘要

冷凍肉品在供應予消費者使用之前，必須先行解凍。然而，傳統之解凍程序如空氣解凍或流水解凍，無法提供較良好之產品品質，其主要原因為解凍時間過長，色澤不佳及液滴損失等。本研究之目的為應用電阻加熱技術發展liquid-contact之快速解凍法，研究其操作因子並與其他解凍法比較樣品之品質。不同體積之絞肉樣品(5x5x10cm³與5x10x10cm³)冷凍至-15~-18℃，以liquid-contact之電阻加熱解凍法使交流電通過樣品。實驗中使用之電壓梯度為10V/cm，同時改變承載流體之食鹽水濃度為0.1%或0.15%，並以多點感應之熱電偶插入樣品中特定位置，測量樣品於解凍中之溫度分佈，且於樣品之幾何中心點到達-2℃時，解凍方為結束。實驗中亦探討樣品於電場中不同位置之解凍結果。實驗結果顯示，當食鹽水濃度由0.1%提升至0.15%時，解凍時間將由24分鐘降至14分鐘，且表面積較大面垂直電場之樣品較表面積較大面平行電場之樣品，有較快之解凍速率。比較空氣解凍、流水解凍及電阻加熱解凍之解凍時間，電阻加熱解凍花費時間最少，且由溫度分佈圖發現樣品各點溫度差均於3℃之間，升溫極為均勻。而樣品之顏色變化、pH值及承載流體之電導度變化於解凍前後均無明顯差異，顯示樣品少有液滴損失與氧化現象。Liquid-contact之電阻加熱解凍為一優良之解凍方法且使產品有較佳之品質，對快速解凍法於未來發展有相當大之助益。

關鍵詞：電阻加熱；解凍；電導度；冷凍食品

目錄

封面內頁	簽名頁	博碩士論文電子檔案上網授權書	iii
中文摘要	iv	英文摘要	v
誌謝	vii	目錄	viii
圖目錄	x	表目錄	xii
第一章 緒論	1	第二章 文獻回顧	3
2.1 解凍技術之種類	3	2.2 傳統之解凍技術	4
2.3 微波加熱解凍技術	8	2.4 解凍技術之改良發展	14
2.5 電阻加熱之發展	15	2.6 電阻加熱原理	18
2.7 電阻加熱之影響因子	19	第三章 研究方法	34
3.1 實驗材料	34	3.2 實驗設備	34
3.3 實驗方法	39	3.3.1 絞肉樣品之前處理	39
3.3.2 電阻加熱解凍	39	3.3.3 傳統型態解凍	40
第四章 結果與討論	43	4.1 加熱解凍與傳統解凍之速率比較	43
4.2 同一樣品大小之解凍速率比較	43	4.2.1 5x5x10 cm ³ 絞肉樣品之解凍速率比較	43
4.2.2 5x10x10 cm ³ 絞肉樣品之解凍速率比較	58	4.3 同一承載流體電解質濃度之解凍速率比較	59
4.3.1 承載流體濃度為0.1% NaCl之解凍速率比較	59	4.3.2 承載流體濃度為0.15% NaCl之解凍速率比較	59
4.4 樣品於承載流體中不同方向性之解凍速率比較	60	4.4.1 5x5x10 cm ³ 絞肉樣品之解凍速率比較	60
4.4.2 5x10x10 cm ³ 絞肉樣品之解凍速率比較	60	4.5 承載流體之pH值變化	62
4.6 承載流體之電導度變化	62	4.7 空氣解凍、流水解凍與電阻加熱解凍之色澤變化	65
4.8 雙樣品不同方向性之電阻加解凍	67	第五章 總結與未來展望	70
5.1 總結	70	5.1 未來發展方向	70
參考文獻	72	圖目錄	頁次
圖2-1 流水式解凍法示意圖	6	圖2-2 微波在平板樣本之邊緣加熱效應	12
圖2-3 微波在球狀、圓柱樣品之聚焦加熱效應	13	圖2-4 電阻加熱器應用於無菌加工之系統流程	17
圖2-5 電阻加熱示意圖	20	圖2-6 應用電阻加熱之電導度適用範圍	22
圖2-7 不同電導度之液體與馬鈴薯之兩相電阻加熱升溫曲線	24	圖2-8 馬鈴薯與不同濃度磷酸鹽溶液之電導度與溫度關係圖	25
圖2-9 固體方向性對電阻加熱升溫之影響	29	圖2-10 不同固體濃度對固液兩相混合電阻加熱升溫之影響	30
圖2-11 固液混合系統轉化為電阻模式	32	圖3-1 研究設備簡圖	35
圖3-2 5x5x10 cm ³ 之模具示意圖	37	圖3-3 5x5x10 cm ³ 之模具示意圖	38
圖3-4 雙樣品於解凍槽置放位置簡圖	41	圖4-1 5x5x10cm ³ 空氣解凍之溫度分佈圖	46
圖4-2 5x10x10cm ³ 空氣解凍之溫度分佈圖	47	圖4-3 5x5x10cm ³ 流水解凍之溫度分佈圖	48
圖4-4 5x10x10cm ³ 流水解凍之溫度分佈圖	49	圖4-5 5x5x10cm ³ 直立樣品於0.1%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	50
圖4-6 5x5x10cm ³ 平臥樣品於0.1%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	51	圖4-7 5x5x10cm ³ 直立樣品於0.15%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	52
圖4-8 5x5x10cm ³ 平臥樣品於0.15%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	53	圖4-9 5x10x10cm ³ 直立樣品於0.1%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	54
圖4-10 5x10x10cm ³ 平臥樣品於0.1%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	55	圖4-11 5x10x10cm ³ 直立樣品於0.15%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	56
圖4-12 5x10x10cm ³ 平臥樣品於0.15%食鹽水濃度下之溫度分佈圖	57	圖4-13. 各種樣品於解凍後L、a、b值之差異	66
表目錄	頁次	表2-1 流水式解凍法之比較	7
表2-2 固體食品之ref及m值	27	表4-1 解凍程序與代號對應表	44
表4-2 傳統解凍程序時間	45	表4-3 電阻加熱解凍程序時間	45
表4-4 電阻加熱解凍後承載流體之pH值	63	表4-5 各解凍程序承載流體之電導度變化	64
表4-6 雙樣品之解凍時間、承載流體之pH值及電導度變化	68		

參考文獻

1. 大森秀聰 (1978) 水解凍。日本冷凍協會，52(604):19~23。
2. 方信雄 (1992) 冷凍魚類之解凍方法。台灣農業，28(3):31~40。
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，台北，台灣。 4. 王維麒 (1999) 電阻加熱技術之原理及影響因子。食品工業月刊，31(2):8~14。 5. 朱中亮 (1996) 加工及餐飲業用冷凍食品的解凍。食品工業月刊，28(4):38~47。 6. 吳大有 (1975) 食品之冷凍、解凍及檢驗。食品工業月刊，6(9):17~25。 7. 張永欣 (1992) 食品的介電性。微波食品加工原理與應用，3~16，財團法人中華民國冷凍食品發展協會，台北，台灣。 8. 梁堯豐 (1999) 微波加熱在工業方面之應用。食品工業月刊，31(4):1~7。 9. 陳仲仁 (1999) 微波加熱的原理、構造、應用與研究。食品工業月刊，31(7):31~41。 10. 陳炯堂、張永欣 (1992) 微波加熱對食品物化特性的影響。微波食品加工原理與應用。79~96，財團法人中華民國冷凍食品發展協會，台北，台灣。 11. 陳景榮 (1983) 凍結食品之解凍。食品工業，15(4):58~65。 12. 陳美伶、柯文慶、賴滋漢、陳建斌 (1995) 微波解凍過程中冷凍虱目魚漿過熱熟化現象之改善。食品科學，22(3):276~283。 13. 彭志輝 (2001) 固液比例在兩相系統電阻加熱之研究。台灣大學食品科技研究所碩士論文，台北，台灣。 14. 彭清詠 (2001) 肉類。食物學原理83~123，華格那出版社，台中，台灣。 15. 黃書政 (1997) 肉品解凍。食品工業月刊，29(2):16~25。 16. 楊炳輝 (1999) 食品電阻加熱技術之應用及其發展。食品工業月刊，31(2):15~20。 17. 趙中興、郭儒家、郭嘉龍 (1994) 食品冷凍和解凍技術的介紹與未來的發展。中國冷凍空調雜誌，16:116~125。 18. 劉佳玲 (1991) 微波加熱的特性。食品工業月刊，23(6):19~23。 19. 鄭美娟 (1992) 微波在食品工業上之應用-解凍、乾燥和烘焙。烘焙工業，46(117):31~33。 20. Anderson, A. k. and Finkelstein, R. (1919) A study of the electropure process of treating milk. J.Dairy Sci. 2:374~406。 21. Bengtsson, N. E. and Risman, P. O.(1971) Dielectric properties of foods at 3 GHz as determined by a cavity perturbation technique. J. Microwave Power. 6(2):100。 22. Biss, C. H., Coombes, S. A. and Skudder, P. J. (1989) The development and application of ohmic heating for the continuous processing of particulate foodstuffs. In " Process Engineering in the Food Industry. " Eds. R. W. Field and J. A. Howell. Elsevier Applied Science Publishers, Essex, England. 23. Buffler, C. R. (1993) Sensors. In Microwave Cooking and Processing. C. R. Buffler(Ed.) Ch3, pp:32~37. AVI, New York, USA. 24. Chamchong, M. and Datta, A. K.(1999a). Thawing of foods in a microwave oven. I. Effect of power levels and power cycling. J. Microwave Power & Electromagnetic-Energy, 34:9~21。 25. Chamchong, M. and Datta, A. K.(1999b). Thawing of foods in a microwave oven. II. Effect of load geometry and dielectric properties. J. Microwave Power & Electromagnetic-Energy, 34:22~32。 26. de Alwis, A. A. P. and Fryer, P. J. (1990) The use of direct resistance heating in the food industry. J. Food Eng., 11:3~27。 27. de Alwis, A. A. P. and Fryer, P. J. (1992) Operability of the ohmic heating process:Electrical conductivity effects. J. Food Eng. 15:21~48。 28. de Alwis, A. A. P., Halden, K. and Fryer, P. J. (1989) Shape and conductivity effects in the ohmic heating of foods. Chem. Eng. Res. Des. 67:159~168。 29. Dignan, D. M., Berry, M. R., Flug, I. J., and Gardine, T. D (1989) Safety consideration in establishing aseptic processes for low-acid foods containing particulates. Food Technol., 43(3):118。 30. Everington, D. W. and Cooper, A. (1972) Vacuum system thaws faster. Food Eng. Dot. 76。 31. Fryer, P. and Zhang, L. (1993) Electrical resistance heating of foods. Trend in Food Sci. Technol. 4(11):364~369。 32. Halden, K., de Alwis, A. A. P. and Fryer, P. J. (1990) Changes in the electrical conductivity of foods during ohmic heating. Int J. Food Sci. Technol. 25:9~25。 33. Imai, T., Uemura, K., Ishida, N., Yoshizaki, S. and Noguchi, A. (1995) Ohmic heating of japanese white radish *Raphanus Stivus* L. Int. J. Food Sci. Technol. 30:461~472。 34. Jangchun, A., Balasubramaniam, V. M., Hung, Y. C. and Chinnan, M. S.(1996). Quality of thawed frozen shrimp by different thawing methods. Abstract, Conference of Institute of Food Technologists, New Orleans。 35. Kalbert, E. (1960) Handbuch der Kaltechnik. Vol.10. Springer Verlag, Berlin。 36. Kim, H., Choi, Y., Yang, T. C. S., Taub, I. A., Tempest, P., Skudder, P., Tucker, G. and Parrot, D. L. (1996) Validation of ohmic heating for quality enhancement of food products. Food Technol. 50:253~261。 37. Luzuriaga, D. and Balaban, M. O. (1996) Electrical conductivity of frozen shrimp and flounder at different temperatures and voltage levels. J. Aquatic Food Product Technol., 5: 41~63。 38. Meredith, R.(1998) Outline of microwave measurement on components and materials. In Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating. R. Meredith(Ed.)Ch11. 305~313. IEE. London, UK。 39. Mizrahi, S. (1996) Leaching of soluble solids during blanching of vegetables by ohmic heating. J. Food Eng. 29:153~166。 40. 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。 41. Mudgitt, R. E.(1986) Microwave properties and heating characteristics of foods. Food Technol. 1986(6):84~93。 42. Naveh, D., Kopelman, I. J. and Mizrahi, S. (1983) Electroconductive thawing by liquid contact. J. Food Technol., 18, 171~176。 43. Palaniappan, S. and Sastry, S. K. (1991a) Electrical conductivities of selected solid foods during ohmic heating. J. Food Proc. Eng. 14:221~236。 44. Palaniappan, S. and Sastry, S. K. (1991b) Electrical conductivity of selected juices:influences of temperature,solid content,applied voltage,and particle size. J. Food Proc. Eng. 14:247~260。 45. Parrot, D. L. (1992) Use of ohmic heating for aseptic processing of food particulates. Food Technol. 45(12):68~72。 46. Reznick, D. (1996) Ohmic heating of fluid food. Food Technology, May, 250~251。 47. Reznick, D. (1996) Ohmic heating of fluid foods. Food Technol. 50(5):250~251。 48. Risman, P. O.(1993) Microwave oven loads for power measurements. Microwave World 14(1):14~19。 49. Roberts, J. S., Balaban, M. O., Zimmerman, R. and Luzuriaga, D. (1998) Design and testing of prototype ohmic thawing unit. Computers and Electronics in Agriculture, 19: 211~222。 50. Sanders, H. R. (1967) Electrical resistance thawing of fish. Pub. No. 403, Torrey Research Station. Aberdeen, England。 51. Sastry, S. K. and Palaniappan, S. (1992) Mathematical modeling and experimental studies on ohmic heating of liquid-particle mixtures in a static heater. J. Food Proc. Eng. 15:241~261。 52. Srinivasan, S., Xiong, Y. L., Blanchard, S. P. and Tidwell, J. H. (1997) Effects of freezing and thawing methods and storage time on physicochemical properties of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). J. Aquatic Food Product Technol. 7: 47~68。 53. Virtanen, A. J., Goedeken, D. L. and Tong, C. H.(1997) Microwave assisted thawing of model frozen foods using feed-back temperature control and surface cooling. J. Food Sci. 62:150~154。 54. Wang, W. 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。 55. Yongsawatdigul, J., Park, J. W. and Kolbe, E. (1995) Electrical conductivity of pacific whiting surimi paste during ohmic heating. J. Food Sci. 60(5):922~925,935。