

# Effect of Processing Conditions on Physicochemical and Functional Properties of Soybean Residue and Soywhey

劉德賢、陳明造

E-mail: 9805945@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Okara and soywhey are the by-products obtained during the manufacturing of soy milk, soy bean curd and tofu pudding. Okara contains high moisture and is very perishable, thus, it is difficult to be utilized. And soywhey is usually thrown away and pollute the environment. Therefore, if the soywhey can be utilized the pollution problem can be solved or reduced. This study was to investigate the effects of drying methods on the chemical and physical properties of the soy okara, and the utilization of soy whey. The soy okara and whey obtained from a local tofu company were dried by 37 °C hot air, 60 °C hot air or -20 °C freeze-drying, respectively, for 72hr. The chemical composition, isoflavones and dietary fiber (IDF and TDF), and functional and physical properties were determined. The results showed that the isoflavones contents decreased after drying. The dietary fiber contents including IDF and TDF increased after drying. Emulsifying capacity, swelling, water holding capacity, thickening and water absorption ability were improved by drying. However, it was found that the freeze-drying was the highest efficient among the three drying methods, in reducing the water content in both okara and soywhey. In order to improve the utilization of okara and soy whey, the okara was added to manufacture yoghurt, and soy whey was fermented with lactic acid bacteria. It revealed that the overall acceptability was found higher in the yoghurt which was added with 10 % wet okara and 1% freeze-dried okara. And pH value and fat content decreased, while lactic acidity increased in the fermented soywhey.

Keywords : Okara, soywhey, dietary fiber, isoflavone

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書iii 中文摘要iv 英文摘要vi 誌謝vii 目錄viii 圖目錄xiii 表目錄xiv 1. 前言1 2. 文獻回顧2 2.1 黃豆2 2.1.1 黃豆簡介2 2.1.2 黃豆組成成分3 2.1.3 黃豆之乳化性5 2.1.4 黃豆之增稠性6 2.1.5 黃豆之礦物質含量6 2.1.6 黃豆不飽和脂肪酸含量6 2.1.7 大豆異黃酮6 2.2 豆渣9 2.2.1 豆渣簡介9 2.2.2 豆渣組成成分12 2.2.3 豆渣之利用與加工13 2.2.4 膳食纖維14 2.3 乳酸菌15 2.3.1 乳酸菌簡介15 2.3.2 乳酸菌功效16 2.3.3 乳酸菌之物理及化學特性17 2.4 大豆乳清18 2.4.1 大豆乳清的簡介18 2.4.2 大豆乳清蛋白19 2.4.3 大豆乳清的應用20 3. 材料與方法21 3.1 實驗藥品與儀器21 3.1.1 材料21 3.1.2 藥品21 3.1.3 儀器21 3.2 實驗方法24 3.2.1 樣品前處理24 3.3 一般成分分析24 3.3.1 水分24 3.3.2 灰分24 3.3.3 粗蛋白25 3.3.4 粗脂肪25 3.4 理化性質的測定26 3.4.1 保水性26 3.4.2 不溶性成分之吸水率26 3.4.3 膨脹性的測定27 3.4.4 增稠性的測定27 3.4.5 張力測試27 3.4.6 SDS-PAGE28 3.4.7 滴定酸度31 3.4.8 pH值測定31 3.4.9 乳化性測定31 3.4.10 色差32 3.4.11 官能品評32 3.4.12 膳食纖維32 3.4.13 異黃酮測定33 3.4.14 有機酸分析34 3.5 掃描式電子顯微鏡觀察34 3.6 統計分析35 4. 結果與討論36 4.1 加工方法對豆渣功能性與機能性成分的作用36 4.1.1 不同乾燥條件對豆渣水分之影響36 4.1.2 不同乾燥條件對豆渣基本成分之影響37 4.1.3 不同乾燥條件對豆渣乳化性之影響38 4.1.4 不同乾燥條件對豆渣保水性之影響40 4.1.5 不同乾燥條件對豆渣不溶性成分之吸水率影響41 4.1.6 不同乾燥條件對豆渣膨脹率之影響42 4.1.7 不同乾燥條件對豆渣增稠性之影響43 4.1.8 不同乾燥條件對豆渣色澤之影響44 4.1.9 不同乾燥條件對豆渣膳食纖維含量之影響45 4.1.10 不同乾燥條件對豆渣中異黃酮含量之影響46 4.1.11 掃描式電子顯微鏡觀察49 4.2 添加不同比例的豆渣對大豆酸酪乳品質-物性、可口性及機能性成分的影響50 4.2.1 豆渣添加比例與乾燥條件對酸酪乳一般成分之影響51 4.2.2 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳pH值之影響53 4.2.3 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳凝乳張力之影響54 4.2.4 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳黏度之影響55 4.2.5 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳滴定酸度之影響57 4.2.6 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳有機酸之影響59 4.2.7 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳色澤之影響62 4.2.8 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳官能品評之影響63 4.2.9 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳中膳食纖維含量之影響66 4.2.10 豆渣添加比例與乾燥條件對其酸酪乳異黃酮含量之影響67 4.2.11 SDS-PAGE電泳69 4.2.12 添加豆渣之豆奶酸酪乳SEM顯微鏡觀察70 4.3 乳清接種乳酸菌經不同時間發酵72 4.3.1 乳清經不同發酵時間pH值變化72 4.3.2 乳清經不同發酵時間粗蛋白含量變化74 4.3.3 發酵期間的大豆乳清之滴定酸度的變化75 4.3.4 乳清發酵對大豆蛋白之SDS-PAGE電泳圖譜76 4.3.5 經不同發酵時間乳清有機酸的變化78 5. 結論80 參考文獻82 圖目錄 圖 2.1 黃豆的組成成分5 圖 2.2 豆渣與大豆乳清的製程12 圖 4.1 染料木素(Genistein)標準品之HPLC分析圖譜47 圖 4.2 大豆?元(Daidzein)標準品之HPLC分析圖譜48 圖 4.3 不同乾燥條件對異黃酮含量的影響49 圖 4.4 乾燥後豆渣之SEM顯微結構圖(A)-20 °C 冷凍乾燥(B)37 °C 烘箱乾燥(C)60 °C 烘箱乾燥50 圖 4.5 有機酸標準品之HPLC分析圖譜61 圖 4.6 添加不同比例之豆渣對酸酪乳中異黃酮含量的影響68 圖 4.7 添加豆渣之酸酪乳的SDS-PAGE圖譜69 圖 4.8 添加豆渣之豆奶酸酪乳的SEM顯微構造70 圖 4.8 添加豆

渣之豆奶酸酪乳的SEM顯微構造(續)71 圖4.9發酵期間大豆乳清pH值的變化73 圖4.10發酵期間的大豆乳清中蛋白質含量的變化74 圖4.11發酵期間大豆乳清之滴定酸度的變化75 圖4.12乳清發酵後大豆蛋白之電泳圖譜77 表目錄 表 2.1胺基酸需要量和大豆產品的胺基酸組成 4 表 2.2大豆乳清中主要營養成分19 表 3.1安佳脫脂即溶奶粉之營養成分23 表 3.2分離膠組成30 表 3.3排列膠組成30 表 4.1不同乾燥條件對豆渣中水分含量之影響36 表 4.2不同乾燥條件對豆渣化學組成之影響37 表 4.3不同乾燥條件對豆渣乳化性之影響39 表 4.4不同乾燥條件對豆渣保水性之影響41 表 4.5不同乾燥條件對豆渣中不溶性成分吸水率之影響42 表 4.6不同乾燥條件對豆渣之膨脹率影響43 表 4.7不同乾燥條件對豆渣增稠性之影響44 表 4.8不同乾燥條件對L、a、b值之影響45 表 4.9不同乾燥條件對豆渣中膳食纖維的溶解性之影響46 表4.10添加不同比例之豆渣對酸酪乳化學組成的影響52 表4.11添加不同比例之豆渣對酸酪乳pH值的影響53 表4.12添加不同比例之豆渣對酸酪乳凝乳張力的影響54 表4.13添加不同比例之豆渣對酸酪乳黏度的影響56 表4.14添加不同比例之豆渣對酸酪乳滴定酸度的影響58 表4.15添加不同比例之豆渣對酸酪乳中有機酸的影響60 表4.16添加不同比例之豆渣對酸酪乳L、a、b值的影響63 表4.17各處理組酸酪乳官能品評結果65 表4.18添加不同比例之豆渣對酸酪乳膳食纖維的影響67 表4.19發酵期間乳清中有機酸含量的變化79

## REFERENCES

- 1.于海峰。2004。大豆乳清發酵飲料菌株的選育及發酵條件的研究。山東輕工業學院碩士論文。
- 2.吳柔幸。2005。自製乳酸優酪乳培養時間對菌數含量影響之探討。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 3.肖少香。2007。豆渣發酵技術之研究。食品科技7:72~75。
- 4.周鈞。2004。高生理活性黑豆及豆渣納豆最適加工條件之探討。中國文化大學生活應用科學碩士論文。
- 5.林慶文。1989。乳品加工學。國立編譯館編。
- 6.邵弘。2007。大豆乳清蛋白膜分離純化技術研究。哈爾濱理工大學碩士論文。
- 7.邱弘儀。1995。屠宰場副產物肝、肺臟回收處理與功能特性探討。大葉工學院食品工程研究所碩士論文。
- 8.施明智。1991。食品擠壓技術應用於含豆渣烘培產品之研究。國立台灣大學食品科學研究所。
- 9.原田修, 田義夫, 吉田和利, 大橋智子, 桑田實, 藤村庄。2004。高溫高壓水??????處理???處理物?性狀。Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 51(3):149~154。
- 10.高嘉鴻。1998。加工條件對大豆製品異黃酮含量之影響及以單細胞電泳法探討其對哺乳類細胞DNA 損傷影響之研究。國立中興大學食品科學系碩士論文。
- 11.高馥君。2004。機能性豆腐製程之開發與研究。國立台灣大學農業化學研究所博士論文。
- 12.張宇恒。2002。以生乳及還原乳製成酸酪乳之物理和化學性質探討。國立中興大學畜產學系碩士論文。
- 13.張為憲、李敏雄、呂政義、張永和、陳昭雄、孫璐西、陳怡宏、張基郁、顏國欽、林志城、林慶文。1995。食品化學。台北。台灣。
- 14.張啟靈。2007。培養基組成與液態培養條件對Rhizopus oligosporus發酵產物之理化性質的影響。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 15.張敏慧。2005。活性碳與甲殼素添加對優酪乳特性之影響研究。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 16.張嘉倫。1994。屠宰場廢棄豬血之利用。大葉工學院食品工程研究所碩士論文。
- 17.陳暉楨。2005。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碩士論文。
- 18.曾美華。2004。不同培養條件對舞菇多醣生產之探討。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 19.黃雅玲。2003。柳橙皮與百香果籽果渣纖維理化性質。國立中興大學食品科學研究所。
- 20.葉明溪。2008。綠茶麵條之研發與品質分析。大葉大學生物產業科技學系。廖啟成。1998。乳酸菌之分類及應用。食品工業月刊。30: 1-10。
- 21.劉馨璘。2005。Bacillus subtilis var. natto及Rhizopus microsporus var.oligosporus混合發酵對去皮黑豆機能性成分生成之影響。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 22.鄭美娟。1991。加工條件對豆乳及豆渣理化特性之影響與豆渣之擠壓加工。國立台灣大學食品科技研究所論文。
- 23.羅美嘉。2004。綠茶渣和咖啡豆渣之加工處理及在烘培產品上應用之探討。屏東科技大學食品科學系碩士論文。
- 24.C.-J.C. Jackson.2002.Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. Process Biochemistry 37:1117 – 1123.
- 25.Chau,C.F 1998. Nutritional values of three leguminous seeds and functional properties of their protein and fiber fraction. Ph.D.Dissertation.The Chinese University of Hong Kong,Hong Kong chemotherapy 5: 1046-1052.
- 26.Chau,C.F.; Cheung ,P.C.K.:Wong,Y.S. 1997.Functional properties of protein concentrates from three Chinese indigenous legume seeds.J.Agric. Food Chem 45:2500-2503.
- 27.Chin-Lin Hsu,WenlungChen.2003.Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods.
- 28.Coconnier, M. H., V. Lievin, M. F. B. Camard, S. Hudalt, and A. L.Servin. 1997. Antibacterial effect of the adhering human.
- 29.Dannenberg,F.and Kessler,H.G.1998.Effect of denaturation of  $\beta$ -lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yogurt.2.Fitnness and flow properties.Milchwissenschaft.43:700-704.
- 30.Deeth, H. C. 1984. Yohurt and cultured products. Aust. J. Dairy Technol. 39:111-113.
- 31.Garcia, M. C., M. Torre, M. L. Marina and F. Laborda. 1997. Composition and characterization of soybean and related products. CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 37: 361-391.
- 32.Keenan, T. W., and Bills, D. D. 1968. Metabolism of volatile compounds by lactic starter culture circoorganisms-A review. J. Dairy Sci. 51:1561.
- 33.Kroger,M.1976.Quality of yougurt.J.Dairy Sci.59:344-350.
- 34.L. Prosky,1999. What is Current Controversies.Trends in Food Science & Technology.10:271-275.
- 35.Lee,HP.,Gourlery,L.,Dutty,S.W.,Esteve,J.and Day,NE.1991.Dietary effect on breast-cancer risk in Singapore.Lancet 337 ; 1197-1200.
- 36.Leila Picolli da Silva,2005. Total, insoluble and soluble dietary fiber values measured by enzymatic – gravimetric method in cereal grains. Journal of Food Composition and Analysis.18:113-120
- 37.M.-C Ralet,G.Della Valle, J-D.Thibault .1993.Raw and extruded fibre from pea hulls.Part I:Composition and physicochemical properties.
- 38.Matsuura,M.,Obata,A.and Fukushima,D.1989.Objectionable flavor of soy milk developed during the soaking of soybeans and its control.J.Food Sci.54
- 39.Matsuura,M.and Obata,A.1993.  $\beta$ -glucosidase from sotbean hydrolyze daidzein and genistein.J.Food Sci.50:144-147.
- 40.Messina, M, J. 1999. Legumes and soybeans: Overview of their nutritional profiles and health effects. Am. J. Clin. Nutr. 70(3 Suppl): 439S-450S.
- 41.Messina, M. J., Persky, V., Setchell, K. D. R. and Barnes, S. 1994. Soybean and cancer risk: A review of the in vitro and in vivo data. Nutr. Cancer. 21: 113-131.
- 42.Mustakas,G.C.,Albrecht,W.J.,Mc Gree,J.E.,Black,L.T.,Bookwatter,G.N., Griffin,E.L.,1969.Lipoxygenase deactivation of full-fat soy

flours. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 46:623-626. 43. Navder, K. P., Huang, R. S., Fryer, E. B. and Fryer, H. C. 1990. Effect of fermentation and storage on the concentration of orotic acid and uric acid in skim milk. *J. Food Sci.* 55:585-586. 44. Parnell-Clunies, E. M., Y. Kakuda and Deman, J. M. 1986. Influence of heat treatment of milk on the flow properties of yogurt. *J. Food Sci.* 51:1459-1462. 45. Phan Thi Lan Anh. 2007. Study of Fementation Products of *Bacillus subtilis* Natto and Their Emulsifying and Milk-Clotting Activities. DAYEH Univer- ity. 46. Racks, J. J.; Honig, D. H.; Sessa, D. J; Cavins, J.F. 1997. Soybean whey proteins- recovery and amini acid analysis. *J. Food Sci.* 36,10-13. 47. Robertson, J.A.; Eastwood, M.A. 1981. An examination of factors which may affect the water holding capacity of dietary fiber. *Br. J. Nutr.* 45:83-88. 48. Shiga, K. and Y. Nakamura. 1987. Relation between denaturation and some functional properties of soy protein, *J. food sci.* 52:681. 49. Sorgentini, D.A.; Wangger, J.R. 1999. Comparative study of structural characteristics and thermal behavior of whey and isolate soybean proteins. *J. Food Biochem.* 23,489-507. 50. W.-M. Chan, C.-Y. Ma. 1999. Acid modification of proteins from soymilk residue (okara). *Food Research International* 32:119-127 51. Wang, H.J. and Murphy, P.A. 1996. Mass balance study of isoflavone during soybean processing. *J. Agric. Food Chem.* 44:2377-23.