

添加澱粉液化酵素對麵糰及 土司品質之影響

黃滇鈺* 宋文杰** 徐永鑫***

摘要

本研究藉添加澱粉液化酵素 (α -amylase) 探討對麵糰及土司物化性質之影響。實驗結果顯示，未添加 α -amylase 之麵糰，發酵速率最慢，發酵速率最快者為添加 50 ppm α -amylase 之麵糰。土司於貯存過程中，硬度值增加為土司老化程度重要指標之一，由實驗中可看出，未添加 α -amylase 之土司，硬度值最高，添加 α -amylase 後可使土司麵包變的更柔軟。貯存 4 天後，未添加 α -amylase 者，其土司硬度值增加至 115.1 g，添加 10 ppm α -amylase 者，土司硬度值為 106.1 g，硬度最低者為添加 50 ppm α -amylase 之土司，其硬度值為 86.5 g。以掃描式電子顯微鏡觀察未添加 α -amylase 之麵糰，發現小澱粉顆粒呈環狀分布於 gluten matrix 上，且 gluten matrix 表面平整，但添加 α -amylase 之麵糰，可看出小澱粉顆粒較少，且 gluten matrix 表面較不平整，出現許多澱粉小突出物。進一步觀察土司內部組織，可明顯看出添加 20 ppm 及 50 ppm α -amylase 之土司組織較為細緻，孔洞壁膜較薄，說明了添加 α -amylase 可使土司組織更加細緻。

關鍵詞：澱粉液化酵素、麵包老化、微細組織、掃描式電子顯微鏡、質地剖面分析

* 黃滇鈺：中華醫事科技大學食品科技系副教授

** 宋文杰：嘉南藥理科技大學餐旅管理系副教授

*** 徐永鑫：高雄餐旅學院烘焙管理系助理教授



Effects of α -amylase addition on dough and bread quality properties

Jean-Yu Hwang* Wen-Chieh Sung** Yung-Shin Shyu***

ABSTRACT

This study evaluated the effects of α -amylase addition on the dough mixing characteristics and the quality of toast. Dough with α -amylase addition had a faster dough fermentation rate than that of the control. The dough with 50 ppm α -amylase addition had a fastest fermentation rate. During storage, the increase of hardness is often used as an index of staling in bread. The hardness of control bread increased from 68.2 g to 115.1 g after 4 days storage. However, with the addition of 50 ppm α -amylase, the hardness of toast increased from 51.1 g to 86.5 g after 4 days storage. According to the scanning electron micrograph of control dough, numerous small starch granules were visible on the outer surface of gluten matrix. The doughs with α -amylase addition also showing numerous starch granules were coated with an amorphous protein matrix, but some protruding substances were present on the surface. The interior structures of toast were further examined. Toasts with 20 ppm and 50 ppm α -amylase addition have thinner walls and finer crumb grain structure than the toast without α -amylase addition. Scanning electron micrographs showed that toast with the addition of α -amylase exhibited more delicate crumb microstructures.

Key words: α -amylase, bread staling, microstructure, scanning electron microscopy (SEM), texture profile analysis.

* Jean-Yu Hwang : Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Chung-Hwa University of Medical Technology

** Wen-Chieh Sung : Associate Professor, Department of Hotel & Restaurant Management, Chia-Nan University of Pharmacy and Science

*** Yung-Shin Shyu : Assistant Professor, Department of Baking Technology and Management, Kaohsiung Hospitality College



壹、前言

近年來，健康意識的抬頭，消費者不希望添加人工添加劑及化學合成劑於烘焙產品，因此使用酵素來增進麵包品質研究獲重視 (Harada et al., 2000; Morita et al., 1997)。烘焙工業上使用的商業酵素 α -amylase 來源有：穀物性 α -amylase、真菌性 α -amylase 與細菌性 α -amylase，這些酵素的最適反應溫度皆不同，真菌性 α -amylase 溫度最低，約為 50-60°C；細菌性 α -amylase 最適反應溫度最高，約為 70-80°C (Hamer, 1992)。

酵母中的酵素在麵包製作過程中產生許多生化反應而成就了麵包的特色，包括將糖轉化為二氧化碳氣體使麵糰膨鬆及產生酒精成分對麵包風味有貢獻，此外更有許多複雜的反應影響著麵包之製作品質，而隨著時代之進步與需求，許多具有特殊功能之酵母亦因應而生 (Mile, 1997)。添加澱粉液化酵素 (α -amylase) 的麵包，其老化速率會減慢，不同種類細菌與真菌來源的澱粉液化酵素，減緩麵包老化的成效不同，此因不同來源的澱粉液化酵素會有不同量的糊精生成，而水溶性糊精對麵包的硬度，具有相當程度的正相關性 (Akers & Hoseney, 1994)。麵包在貯存過程中，amylopectin 雙螺旋股易產生氫鍵結合，增加結構僵硬性，添加 α -amylase 能降低 amylopectin 結晶形成 (Hug-Iten et al., 2003)。添加 α -amylase 於麵糰時，亦會造成麵糰或麵包中水分子之重新分布，而改變水分子與澱粉分子

之結合情形，當 α -amylase 與內聚木糖酶一起作用時，對產品之體積增加具有加成性 (賴，2000)。添加真菌性 α -amylase，麵糰網狀組織結構較完整，且周圍圍繞較多細小的澱粉顆粒，因此能保留較多的氣體 (Kim et al., 2006)。

本研究添加 α -amylase 探討對麵糰及土司物化性質及貯存老化之影響，期能應用於烘焙業界。

貳、材料與方法

一、材料

本試驗所使用之高筋麵粉購自統一企業(台南縣)；白油購自南僑化工股份有限公司(桃園縣)；小麥澱粉購自谷統公司(彰化縣)；即溶酵母購自永誠公司(台北市)；澱粉液化酵素 (α -amylase)：SPEZYME AA (from *Bacillus licheniformis*)，酵素活性：8,500 TAU/g；Genencor International Inc., Melbourne, Australia.；購自代理商汎球國際貿易公司(彰化縣)。

二、方法

(一) 土司製作方法

以烘焙百分比製作：高筋麵粉 (100)、細砂糖 (8)、鹽 (1.5)、白油 (8)、即溶酵母 (1)、 α -amylase (0 ppm、10 ppm (0.085 TAU)、20 ppm (0.17 TAU)、50 ppm (4.25 TAU))、加水量添加依 Brabender farinograph 達到 500 BU 所需水量，土司製程除白油外其餘全部材料加入攪拌缸 (正大機械，嘉義縣) 攪拌，以中速攪拌 8min



後，加入白油，再攪拌 12 min 至麵筋擴展完成階段，於 26 °C、75% 相對溼度基本發酵 50 min，分割成 450 g 麵糰，鬆弛 10 min 後將麵糰整形，放入土司模中，於 38 °C、85% 相對溼度最後發酵 50 min，再以上火 180 °C/下火 200 °C 進行土司加熱烤焙 30~35 分鐘。

(二) 麵糰發酵體積(Fermentation volume)之測定

參考 Sangnark & Noomhorm(2004)方法，將攪拌完成麵糰，稱取 50 ± 0.5 g，滾圓後放入 500 mL 之玻璃量筒內，於發酵箱中使其發酵，發酵箱內溫度控制在 38 ± 1 °C，相對溼度 85%，自第 0 min 開始至 240 min，每隔 30 min 觀察並記錄其體積。

(三) 水活性(Water activity)測定

將土司四邊各切除 2 公分後，將土司內部組織(crumb)撕碎後，混合均勻後，取 5 g 樣品置於水活性測定儀 (Novasina humidat-IC I, Switzerland) 中，待數值穩定後，測量其水活性值。土司皮(crust)之測定則將土司上方表皮撕碎混合均勻後，取 2 g 樣品置於水活性測定儀中測定。

(四) 掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscopy, SEM) 觀察

1. 小麥澱粉、小麥澱粉水溶液及其澱粉液化酵素水解物

將 10g 小麥澱粉加入 20 ml 蒸餾水中，分別添加 0% 及 1% α -amylase 於 50°C 水浴加熱 3 hr，將小麥澱粉水溶液及其 α -amylase 酵素水解液置於 -50 °C 下冷凍 24 hr，樣品完全凍結後，經凍結乾燥 48 hr 處理，以銀膠固定於 SEM

樣品載台上，樣品之橫斷面以金屬離子覆膜儀 (LADD No.30800 Sputter Coater, Vermont, USA)，真空狀態下覆上金膜 (gold coating)，樣品之製備即完成。將備妥之樣品置於掃描式電子顯微鏡 (Hitachi S-2500 Scanning Electron Microscopy, Tokyo, Japan.) (X 20 kV) 下，以適當倍率觀察樣品細微結構。小麥澱粉則未經凍結乾燥而直接覆上金膜後觀察細微結構。

2. 麵糰及土司

參考 Kim 等 (2003) 方法，將麵糰及土司樣品置於 -50 °C 下冷凍 24 hr，樣品完全凍結後，切成 0.8×0.8×0.3 cm，放入冷凍乾燥機進行冷凍乾燥約 48 hr，其後步驟同上述之小麥澱粉水溶液及其澱粉液化酵素水解物實驗方法步驟。

(五) 質地剖面分析(Texture profile analysis, TPA)

依 Wang & Sun(2002) 的方法，使用質地分析儀(TA-XT2 Texture Analyzer, Stabe Micro Systems Co., Ltd. England) 測定，採用 No.P/0.5S (1/2" Diameter Cylinder) 之探頭 (Probe)，將土司樣品內部組織中心部份切割成 3×3×3 公分，置於 2" 長 3/4" aluminum channel 之架橋上，作上下往返方向的壓縮，探頭壓縮速率為 1 cm/min，壓縮距離為樣品高度之 40% (即 12 mm)，在室溫下進行二次壓縮，測定土司之硬度值(hardness)。土司老化(Staling) 之測定則於 25°C 貯存過程中，測定土司之硬度值 (方法同上)，以硬度值作為土司老化速度之判斷依據。



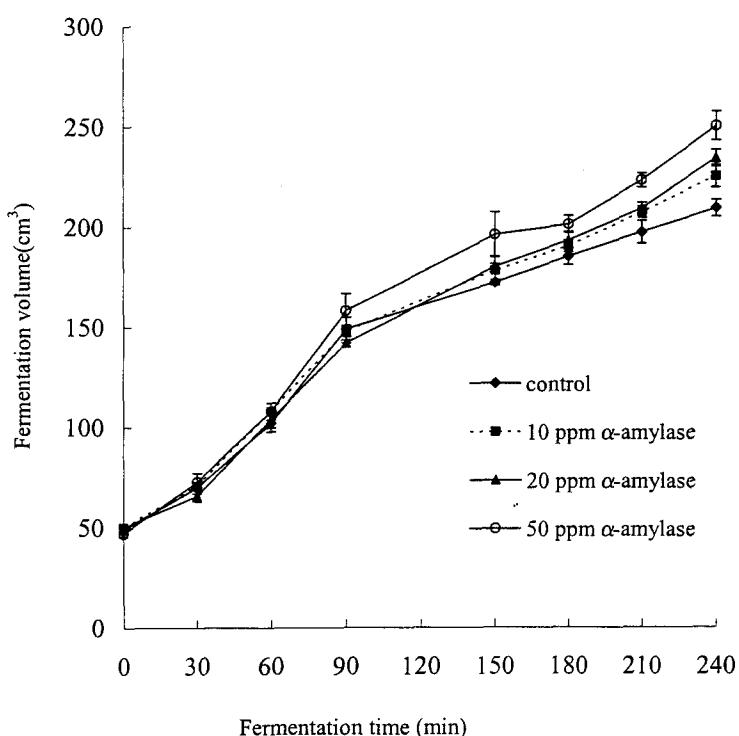
(六) 統計分析

實驗所得數據採用統計分析系統 (statistic analysis system, SAS) 之電腦套裝軟體，進行變異數分析 (analysis of variance, ANOVA) 及 Duncan's 變域測驗來進行比較。

參、結果與討論

麵粉中含有麥穀蛋白(glutenin)及醇溶蛋白(gliadin)，加水攪拌揉捻後，麥穀蛋白吸水膨脹，同時吸收醇溶蛋白及較小分子的球狀蛋白及白蛋白，漸漸形成網狀構造的麵筋，產生具有黏彈性的麵糰。圖一為添加 α -amylase

對麵糰體積發酵之影響，本實驗取攪拌完成後之麵糰 50 g 於 500 mL 量筒中，每隔 30 min 測定發酵體積，測定時間為 4 hr。由圖中可明顯看出，未添加 α -amylase 之麵糰，發酵速率最慢，發酵速率最快者為添加 50 ppm α -amylase 之麵糰。此由於添加 α -amylase 造成澱粉部分被水解，因而麵糰較為柔軟且延展性較佳 (Maeda et al., 2003)，另一方面，添加 α -amylase 也造成糊精(dextrin)與麥芽糖含量增加，使得酵母菌發酵糖源增加 (Kim et al., 2006)，因此使得麵糰體積發酵較為快速。

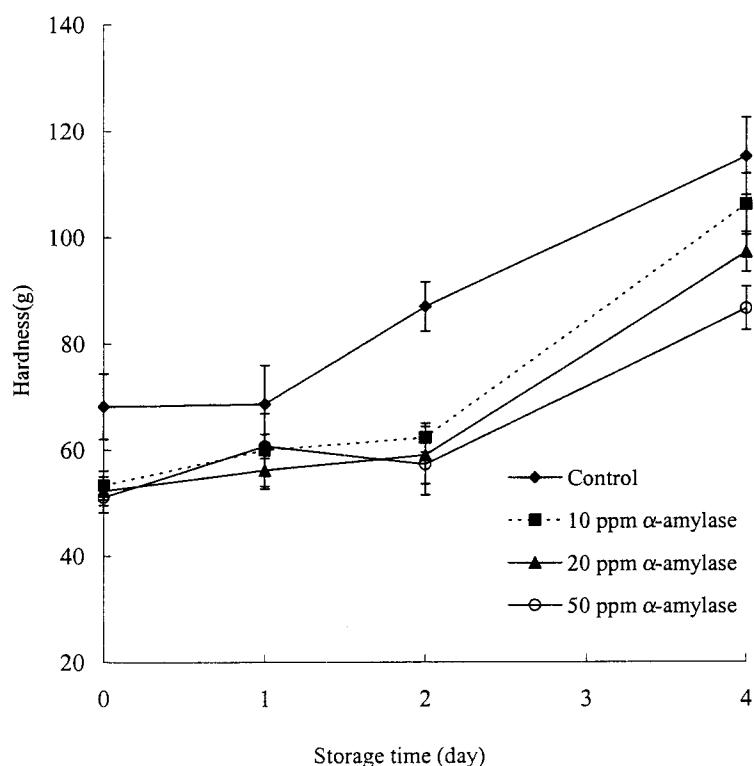


圖一 α -amylase 添加量對麵糰發酵體積之影響



圖二為添加不同濃度 α -amylase 對土司儲存過程中，硬度值(hardness)變化之影響。未添加 α -amylase 之土司，硬度值為 68.2 g，在添加 α -amylase 10 ppm 後，土司麵包即有明顯降低硬度的情形，硬度值降低為 53.4 g，亦即添加 α -amylase 後可使土司麵包變的更柔軟。於貯存 4 天後，未添加 α -amylase 者，其土司硬度值增加至 115.1 g，添加 10 ppm α -amylase 者，土司硬度值為 106.1 g，硬度最低者為添加 50 ppm α -amylase 之土司，其硬度值為 86.5 g。在本實驗中，發現 α -amylase 添加量若大於 100 ppm，則

澱粉受酵素分解情形嚴重，土司明顯產生側腰情形，甚至無法成型。麵包老化作用是除了微生物腐敗外，另一個導致麵包在販賣時品質不良的原因，麵包老化現象常伴隨內部組織變硬、水分含量改變、外皮軟化、香味損失及改變，而最常當作老化指標的，就是硬度的變化，由圖可說明， α -amylase 添加能降低土司硬度值，因此可有效延緩麵包的老化。此乃由於添加 α -amylase 能降低麵包支鏈澱粉老化作用 (amylopectin retrogradation) 與麵包硬化速率(Caballero et al. 2007; Champenois et al. 1999)。

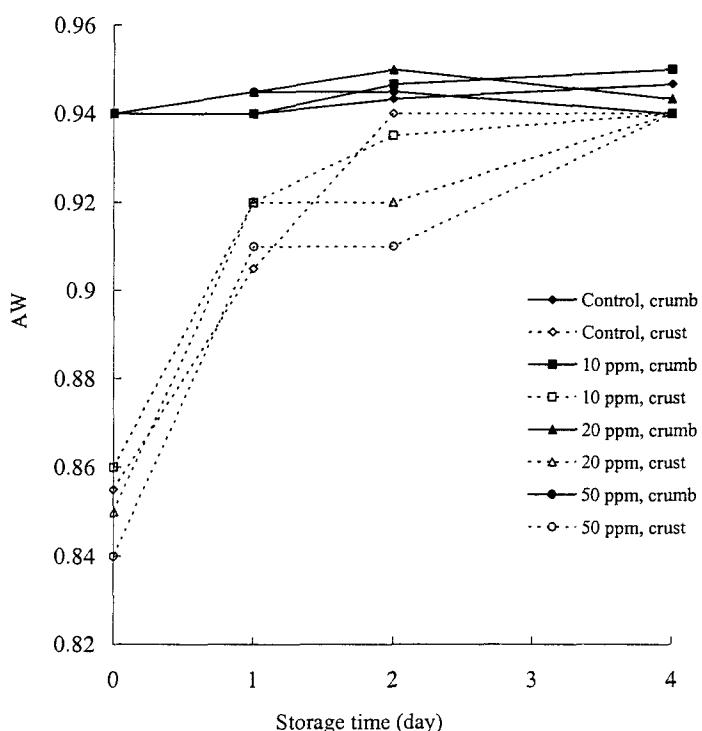


圖二 添加 α -amylase 對土司貯存過程中，硬度值變化之影響



圖三為添加不同 α -amylase 之土司於貯存過程中之表皮及內部組織水活性變化圖。烤焙出爐當天，不同 α -amylase 之土司 crumb 水活性皆為 0.94，貯存 4 天後，水活性變化不大。但在 crust 部分則有較大變化，control 水活性由原先之 0.86 增加至貯存 4 天後之 0.94，添加 50ppm α -amylase 之土司 crust 由原先之 0.84 增加至貯存 4 天後之 0.94。此乃由於在貯存過程中，內部水份往外移動至表面以致表皮水活性增加，此結果與 Czuchajowska &

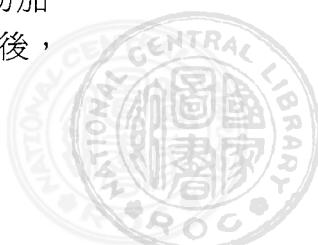
Pomeranz (1995) 所作之結果有相同之趨勢，該作者研究麵包貯存過程，各部分水活性及水分含量變化情形，發現麵包內部組織水活性變化不大，表皮水活性則隨貯存時間增加而增加，而內部水分含量於貯存過程中些微下降，表皮水分含量則逐漸增加，且增加幅度大於內部水分含量下降幅度。Wynne-Jones & Blanshard (1986) 指出麵包內部組織結合水含量並不隨貯存過程而有所改變。



圖三 添加 α -amylase 對土司貯存過程中，水活性變化之影響

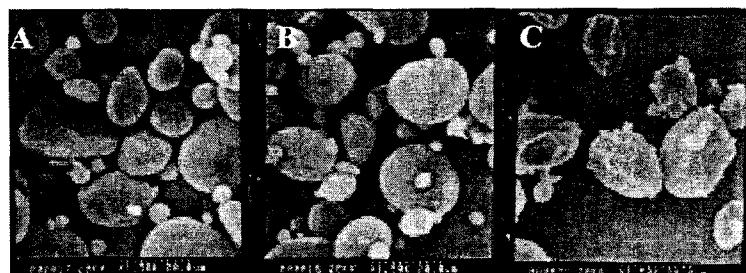
為了觀察小麥澱粉及經 α -amylase 處理後之變化，本實驗將小麥澱粉、小麥澱粉水溶液及其酵素水解液經凍結乾燥處理後，披覆金箔於高真空狀態下，以 1500 倍率觀察小麥澱粉微細構造。圖四為小麥澱粉（圖 A）、小麥澱

粉 50°C 加熱 3 hr (圖 B)、小麥澱粉添加 1% α -amylase 於 50°C 加熱 3hr (圖 C) 之掃描式電子顯微鏡照片圖 (1500 x)。圖 A 為小麥澱粉顆粒，可看出小麥澱粉顆粒完整；將 10 g 小麥澱粉加入 20 g 蒸餾水，經 50 °C 加熱 3hr 後，



可看出小麥澱粉顆粒仍呈現完整狀態(圖B)；若將10 g小麥澱粉加入20 g蒸餾水，再加入1% α -amylase，經50°C加熱3 hr後，則小麥澱粉顆粒表面出現絲狀突出物，且表面具孔洞化(圖C)，這是由於澱粉顆粒受 α -amylase

作用產生之結果。據Singh & Johnston(2002)所作之研究指出，澱粉受澱粉酵素水解後，會使澱粉表面產生孔洞化，不同酵素產生之孔洞大小皆不同。

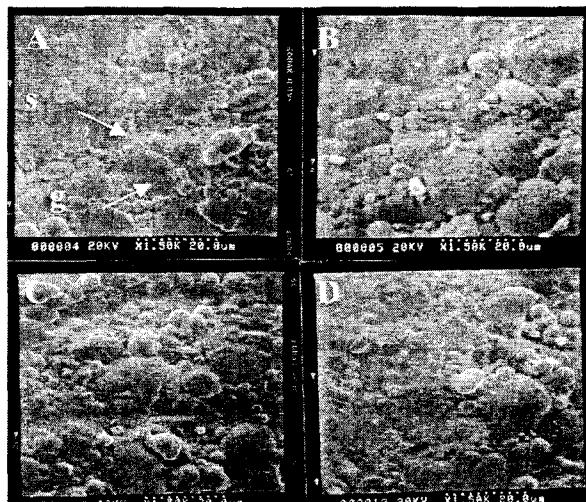


圖四 小麥澱粉添加 α -amylase後之掃描式電子顯微鏡照片圖($\times 1500$)
(A. 小麥澱粉；B. 小麥澱粉於50 °C加熱3 hr；C. 小麥澱粉添加1% α -amylase於50 °C加熱3 hr)

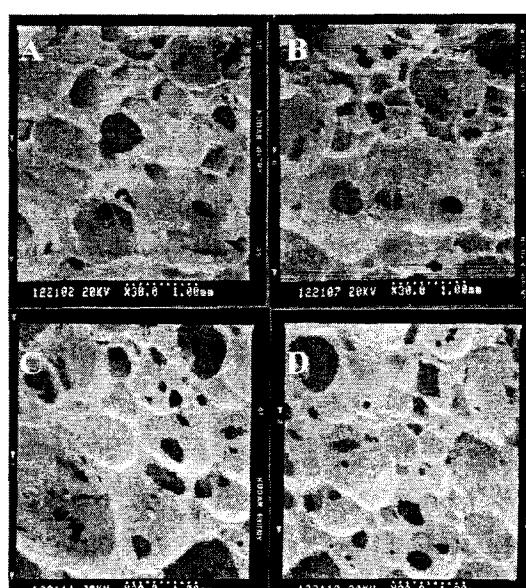
圖五為添加不同含量 α -amylase之麵糰掃描式電子顯微鏡照片圖。圖A為未添加 α -amylase之麵糰，小顆粒為澱粉顆粒，由圖中可看出，小澱粉顆粒呈環狀分布於gluten matrix上，且gluten matrix表面平整；圖B為添加10 ppm α -amylase之麵糰，可看出小澱粉顆粒較少，且gluten matrix表面較不平整，表面具許多小突出物，此現象

在添加20 ppm α -amylase之麵糰(圖C)亦有相同現象；圖D為添加50 ppm α -amylase之麵糰，可明顯看出澱粉小顆粒較少，gluten matrix表面小突出物更多更明顯。對照Kim et al.(2003)所作之電子顯微鏡圖，此小突出物為裂解或扭曲變形之澱粉顆粒，此乃由於澱粉顆粒受 α -amylase水解所致。





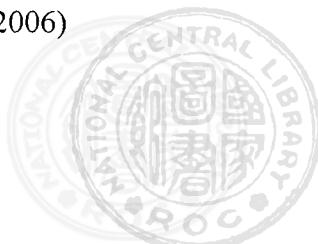
圖五 添加不同含量 α -amylase 之麵糰掃描式電子顯微鏡照片圖 ($\times 1500$)
(A. Control ; B. 10 ppm α -amylase ; C. 20 ppm α -amylase ; D. 50 ppm
 α -amylase) (s:starch ; g:gluten matrix)



圖六 添加不同含量 α -amylase 之土司掃描式電子顯微鏡照片圖($\times 25$) A.
Control ; B . 10 ppm α -amylase ; C. 20 ppm α -amylase ; D. 50 ppm
 α -amylase)

圖六為添加不同含量 α -amylase 之土司內部組織掃描式電子顯微鏡照片圖，放大倍率為 25 倍。圖 A 為未添加 α -amylase 之土司，圖 B、圖 C、圖 D 分為添加 10 ppm、20 ppm、50 ppm

α -amylase 之土司內部組織，由圖中可明顯看出添加 20 ppm 及 50 ppm α -amylase 之土司組織較為細緻，孔洞壁膜較薄，此說明了添加 α -amylase 可使組織更加細緻。據 Kim et al.(2006)



報告中指出，添加 α -amylase 可使麵包內部之氣孔數目增加，氣孔變小且更細緻，此與 Vadlamani & Seib(1999)所做結果相同。

肆、結論

本實驗添加不同濃度 α -amylase 於麵糰中，在 0-50 ppm 添加範圍內，隨著 α -amylase 添加量之增加，土司硬度值也隨之下降，經 4 天貯存後，也較未添加 α -amylase 者有更佳之柔軟度，顯示添加 α -amylase 能有效降低老化現象。以掃描式電子顯微鏡觀察土司內部組織，可明顯看出添加 20 ppm 及 50 ppm α -amylase 之土司組織較為細緻，孔洞壁膜較薄，此也說明了添加 α -amylase 可使土司組織更加細緻且柔軟。

參考文獻

賴喜美，(2000)，酵素在穀類食品之應用，烘焙工業，90，28-30。

Akers, A. A., & Hoseney, R. C. (1994). Water-soluble dextrans from alpha.- amylase -treated bread and their relationship to bread firming. *Cereal Chemistry*, 71, 223-226.

Caballero, P. A., Gomez, M., & Rosell, C. M. (2007). Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering*, 81, 42-53.

Champenois, Y., della Valle, G., Planchot, V., Buleon, A., & Colonna, P.

(1999). Influence of alphaamylases on bread staling and on retrogradation of wheat starch models. *Science des Aliments*, 19, 471-486.

Czuchajowska, Z., & Pomeranz, Y. (1995). Differential scanning calorimetry, water activity, and moisture contents in crumb center and near-crust zones of bread during storage. *Cereal Chemistry*, 66, 305-309.

Hamer, R. J. (1992). Enzymes in baking industry. Institute National de la Recherche Agronomique, *9th International Cereal and Bread Cobgress*, Paris.

Harada, O., Lysenko, E. D., & Preston, K. R. (2000). Effects of commercial hydrolytic enzyme additives on Canadian short process bread properties and processing characteristics. *Cereal Chemistry*, 77, 70-76.

Hug-Iten, S., Escher, F., & Conde-Petit, B. (2003). Staling of bread: Role of amylase and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chemistry*, 80, 654-661.

Kim, H. J., Maeda, T., & Morita, N. (2006). Effect of fungal α -amylase on the dough properties and bread quality of wheat flour substituted with polished flours. *Food Research International*, 39, 117-126.

Kim, H. J., Mortia, N., Lee, S. H., & Moon, K. D. (2003). Scanning elec-



- tron microscopic observations of dough and bread supplemented with *Gastrodia elata* Blume powder. *Food Research International*, 36, 387-449.
- Maeda, T., & Morita, N. (2003). Flour quality and pentosan prepared by polishing wheat grain on breadmaking. *Food Research International*, 36, 603-610.
- Mile, C. (1997). New developments in breadmaking. *Food Manufacture*, 72, 21-22.
- Morita, N., Arishima, Y., Tanaka, N., & Shiotsubo, T. (1997). Utilization of hemicellulase as bread improver in a home baker. *Journal of Applied Glycoscience*, 44, 143-152.
- Sangnark, A., & Noomhorm, A. (2004). Effect of dietary fiber from sugar-cane bagasse and sucrose ester on dough and bread properties. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.*, 37, 697-704.
- Singh, V., & Johnston, D. B. (2002). Pasting properties and surface characteristics of starch obtained from an enzymatic corn wet-milling process. *Cereal Chemistry*, 79, 523-527.
- Vadlamani, K. R., & Seib, P. A. (1999). Effect of zinc and aluminum ions in breadmaking. *Cereal Chemistry*, 76, 355-360.
- Wang, F.C., & Sun, X. S. (2002). Frequency dependence of viscoelastic properties of bread crumb and relation to bread staling. *Cereal Chemistry*, 79, 108-114.
- Wynne-Jones, S., & Blanshard, J. M. V. (1986). Hydration studies of wheat starch amylopectin, amylose gels, and bread by proton magnetic resonance. *Carbohydrate Polymers*, 6, 289-306.

2007年11月23日收稿

2007年12月03日初審

2008年01月07日復審

2008年01月12日接收

