

麵粉添加葡萄糖氧化酶對土司麵包品質之影響

許家愷¹ 江淑華² 陳志瑋¹ 王秀育¹ 張基郁¹

¹大葉大學生物產業科技學系
51591 彰化縣大村鄉學府路 168 號

²馬偕醫護管理專科學校食品科學科
11260 臺北市北投區聖景路 92 號

摘 要

本研究以美國硬紅春麥為原料，依不同提粉率（71、69 及 64%）取得三種麵粉樣品（A、B 及 C）。首先測定此三種麵粉樣品之麵糰 Farinograph 和 Extensograph 特性值，另以三種添加劑：抗壞血酸（ascorbic acid）、azodicarbonamide（ADA）及葡萄糖氧化酶（glucose oxidase），分別以四種劑量（25、50、100 及 200 mg/kg）添加於高提粉率之麵粉樣品（A），測定其製得之土司體積，再依體積大小選取合適之添加劑及添加量，添加於中、低提粉率之麵粉樣品（B 和 C），以瞭解添加劑對不同提粉率之麵粉樣品之麵糰 Farinograph、Extensograph 特性值及土司品質的影響。結果顯示添加 100 mg 葡萄糖氧化酶/kg 之麵粉，其製得之土司體積最大，而且隨葡萄糖氧化酶添加量的增大，其麵糰 Farinograph 特性中擴展時間、離線時間、穩定度與軟化指數有增加的趨勢；麵糰 Extensograph 特性之抗張力亦呈增加的趨勢，但延展性則呈減小的趨勢；土司體積亦明顯增加。

關鍵詞：麵糰 farinograph 特性，麵糰 extensograph 特性，麵粉添加劑，土司體積，土司，麵粉

Effect of Adding Glucose Oxidase to Flour on the Quality of Toast

CHIA-KAI HSU¹, SHU-HUA CHIANG², CHIH-WEI CHEN¹, SHIU-YU WANG¹ and CHI-YUE CHANG¹

¹ Department of BioIndustry Technology, Da-Yeh University
No. 168, University Rd., Dacun, Changhua, Taiwan 51591, R.O.C.

² Department of Food Science, Mackay Medicine, Nursing and Management College
No. 92, Shengjing Rd., Beitou, Taipei, Taiwan 11260, R.O.C.

ABSTRACT

Hard American red spring wheat was used as the raw material. Milled flours were divided, according to their respective extraction rates, into groups A (71%), B (69%) and C (64%). First, the Farinographic and Extensographic properties of the three flour samples were determined. Next, three additives, including ascorbic acid, azodicarbonamide (ADA) and glucose oxidase, were selected and added in four dosages (25, 50, 100 and 200 mg/kg) to the flour sample with the high extraction rate (Flour A). The loaf volume of the toast made from Flour A was tested and used as a reference for



selecting the optimum additive and dosage. Finally, the flours with medium and low extraction rates (groups B and C, respectively) were combined with the optimum additive and in the optimum dosage to explore the effect of the additive on the rheological dough properties of the flours with different extraction rates and to evaluate the quality of the toasts made from each. The results showed that the loaf volume of the toast made from the flour with the 100 mg glucose oxidase/kg flour was the largest. The peak time, departure time, stability and valorimeter value of the Farinographic properties of the dough increased as the glucose oxidase was added. As this oxidase was added, the resistance of the Extensographic dough properties also increased, but the extensibility decreased. Moreover, the loaf volume of the toasted bread apparently increased.

Key Words: extensographic dough properties, farinographic dough properties, flour additives, loaf volume, toast, wheat flour

一、前言

美國生產的小麥 (*Triticum aestivum* L.) 可分為四類：硬紅春麥 (hard red spring wheat)、硬紅冬麥 (hard red winter wheat)、軟紅冬麥 (soft red winter wheat)、冬與春白麥 (winter and spring white wheat)。在區分上紅麥多屬硬麥，為高蛋白小麥；白麥多屬軟麥，為低蛋白質小麥；一般而言，春麥之蛋白質含量高於冬麥，麥粒的軟硬會直接影響到磨粉的特性 [21, 22]。於小麥顆粒中，愈靠近麩皮部位之蛋白質含量愈高，但顏色愈黃。相反地，愈靠近中心部位之蛋白質含量愈低，顏色則較白 [3, 13]。Dexter 等人 [17] 指出當灰分含量愈高時，麵粉的顏色則愈黃。麵粉的品質、等級與提粉率有關，統粉 (straight flour) 其提粉率為 95-100%、粉心粉 (patent flour) 可分為普通粉心粉及特別粉心粉，提粉率分別為 80-90% 及 40-80%、次級粉 (clear flour) 係指提出普通粉心粉後所剩下之麵粉，其灰分含量較高，顏色亦較深，所提之粉心粉愈多，所剩的次級粉愈少 [8]。

麵粉與適量的水拌和所形成的麵糰 (dough)，具有橡膠般的伸縮性質，藉此特殊的黏彈性質，可製成各種麵食產品，如麵包、麵條及餅乾等。麵糰的流變性質為控制麵食加工的主要因子，麵糰中各成分的交互作用與結構的改變顯著地影響其流變性質 [23]。在麵糰攪拌過程中蛋白質的雙硫鍵被拉斷，而與較遠之蛋白質分子形成新的雙硫鍵，如此不斷的交互作用下形成麵糰特殊的流變性質 [23]。

業者為了改善烘焙食品的品質，常會使用麵粉添加劑，其中氧化劑可提供麵筋強度，並使攪拌條件的範圍增廣，麵包體積增加 [4, 9]。麵粉經加水攪拌成麵糰後，由於麵粉內之觸酶 (catalase) 之作用可將抗壞血酸 (ascorbic acid) 變成脫氫抗壞血酸 (dehydro ascorbic acid)，因而有氧化之功

能，進而強化麵糰的作用 [8]。麵粉加水攪拌成麵糰時，揉麵期間進入麵糰的氧會促使相鄰的蛋白質分子，因硫氫基 (-SH) 氧化成雙硫鍵 (-S-S-) 而相連結，增加麵筋的結合強度。Azodicarbonamide (ADA) 具有氧化麵筋的作用，其本身被還原為 biurea，可改善麵糰之物理操作性質及改善麵包組織 [8]。此外，葡萄糖氧化酶 (glucose oxidase) 具有氧化功能，會將葡萄糖轉化成葡萄糖酸，同時伴隨著過氧化氫 (H_2O_2) 的生成，其產生之過氧化氫能強化麵糰，相關作用機制其一為過氧化氫直接將麵筋中之硫氫鍵氧化為雙硫鍵；另一為過氧化氫會與麩胱甘肽 (glutathione) 進行氧化還原反應，使其無法將麵筋蛋白中的雙硫鍵原成硫氫鍵 [9]。

麵包的體積是決定其賣相的重要因子，製造良好體積又不影響品質的麵包，一直是烘焙業者努力的課題。另外，全球氣候變化導致小麥產量減少，麵粉價格飛漲，麵粉業者與烘焙業者成本增加，因此如何在不影響麵製品品質的前提下，充分利用小麥製成的麵粉，亦是目前麵粉業者與烘焙業者重視的課題。本研究以不同提粉率之麵粉為原料，並選取三種添加劑，以不同劑量添加於麵粉中，分析其麵糰 Farinograph 和 Extensograph 物性及製得之土司品質與體積，以作為麵粉配粉及烘焙業加工之參考。

二、材料與方法

(一) 材料

1. 原料

本研究所使用之主要三種原粉 A、B、C 為美國硬紅春麥，以商業用之大型磨粉機 (瑞士 Buhler 公司製造，產能為 24 小時 350 公噸小麥耗用量之生產設備) 碾磨而得。磨



粉機主要分為 5 支粉道，灰分由高至低依序為 F3、F5、F2、F1、F4，樣品 C：提粉率 64% 為 F4 + F1 + F2 為較高品質之麵包粉，樣品 B：提粉率 69% 為 F4 + F1 + F2 + F5，樣品 A：提粉率 71% 為樣品 B + 部分 F3，一般外圍粉添加愈多，麵粉灰分愈高，麵包品質愈粗糙。本研究使用之 A、B、C 三種麵粉，係考量此三種不同提粉率之麵粉，其次級粉含量低，可減少受到次級粉之影響，以利明確判斷不同劑量麵粉添加劑對土司麵包品質之影響。

2. 添加劑

- (1) 抗壞血酸：純度 99-100%，Pharmaceutical Co., Ltd.，日本。
- (2) Azodicarbonamide (ADA)：純度 49.65%，Eiwa Chemical Ind. Co., Ltd.，日本。
- (3) 葡萄糖氧化酶：活性 1500 SRU/g \pm 5%，片山化學工業株式會社，日本。

(二) 方法

本研究以美國硬紅春麥單一麥種碾磨，依高、中、低提粉率取得 A (71%)、B (69%) 及 C (64%) 三種麵粉為材料，同時選取三種添加劑：抗壞血酸、ADA 與葡萄糖氧化酶，分別以四種劑量 25、50、100、200 mg/kg 添加於高提粉率之 A 麵粉，測定其所製得之土司體積，再依據分析結果選取合適之添加劑及添加量，添加於另二種較低提粉率之 B 與 C 樣品，測定其麵糰 Farinograph、Extensograph 物性及土司體積與感官品評，以了解添加劑對不同提粉率麵粉之麵糰物性及土司品質的影響。

1. 一般成分分析

麵粉樣品之一般成分（水分、粗蛋白、灰分）含量，皆依 AOAC [12] 之方法進行三重複測定；麵粉之濕筋含量，依 AACC Method 38-11 [10] 之方法進行三重複測定。

2. 麵糰物性測定

麵糰攪拌特性 (farinograph)：依 AACC Method 54-21 [11] 之方法，以 Brabender Farinograph (Type-810100, National Mfy. Co., Lincoln) 進行分析，並以固定麵粉量測定法進行測試。本儀器包括主機 (KS WB211)、恆溫水槽 (KS PCB411)、容納 300 g 麵粉量之攪拌缸、滴定管及計時鐘等部分。由 Farinograph 圖譜求得吸水量 (water absorption, WA)、及線時間 (arrival time, AT)、擴展時間 (peak time, PT)、離線時間 (departure time, DT)、軟化指數 (valorimeter value, VV)、彈性指數 (mixing tolerance index, MTI) 及穩

定度 (stability, ST) 等麵糰攪拌特性值。彈性指數測試單位為國際粉質單位 Brabender unit (B.U.)。

麵糰伸展特性 (extensograph)：依 AACC Method 54-10 [11] 之方法，以 Brabender Extensograph (Type-860000, National Mfy. Co., Lincoln) 進行分析。進行 Extensograph 特性值測定時，經整形機處理之麵糰，先置入發酵箱 (30 \pm 2°C) 並開始計時，45 分鐘時取出麵糰以拉鉤拉至斷裂為止，將測定後之麵糰重新滾圓、整形後，放入發酵箱至 90 分鐘及 135 分鐘時，再次取出麵糰以拉鉤拉至斷裂為止，因此，相同的麵糰在 45、90 及 135 分鐘共測定三次。由曲線即可求得抗張力 (resistance, R)、延展性 (extensibility, E) 及面積 (area, A) 之麵糰 Extensograph 特性值。抗張力測試單位為國際粉質單位 Brabender unit (B.U.)。

3. 麵包製作及其品質測定

- (1) 麵包製作：本試驗麵包之配方：高筋麵粉 100%、水 63%、速發酵母 1%、細砂糖 5%、鹽 2% 和乳化油 4%。製作方法係依美國小麥協會制定之 KSU 法：麵粉加糖、鹽、酵母、水後於攪拌缸 (SPAR MIXER LR107739, 25 L) 中慢速攪拌至麵糰捲起 (dough mixing)，再加入乳化油拌勻，以中速攪拌至麵筋擴展完成後分割、滾圓，再進行中間發酵 (30°C) 40 分鐘。整形後置於模型，經最後發酵 (40°C) 至體積為模型容器 7 分滿。進爐，以上火 180°C、下火 210°C，烘烤 22 分鐘。
- (2) 土司麵包品質測定：比體積：土司麵包冷卻 1 小時後以置換法測量其體積。本實驗參考一般測定膨發產品體積之方法 [2, 6, 7]，測定方法為將芝麻倒進容積為 3 公升之平口杯，以直尺輕輕刮平，然後倒出芝麻，再將要測定的烤熟土司麵包放入杯中，再倒進經體積定量之芝麻，同樣以直尺輕輕刮平，將多出來的芝麻，量測其體積，該體積即為該土司麵包之體積。土司體積測定試驗，重複三次。在本研究中，為比較不同麵粉製得之土司體積，另將 A 麵粉製得之土司體積訂為 1，把其它麵粉製得之土司體積除以 A 麵粉製得之土司體積，以求得比體積。感官品評：採 9 分制，依據程度之不同分為 1-9 等級，由 20 位品評員針對土司之外觀色澤、內部孔洞大小、硬度、黏牙性、風味及整體接受度等加以評分。外觀色澤由差至佳、內部孔洞大小由小至大、軟硬度由軟至硬、黏牙性由低至高、風味由淡至濃及整體接受度由低至高分別評定為 1 至 9 分。



4. 統計分析

本研究以統計分析系統 (statistical analysis system, SAS) [26] 中的 Duncan 氏變異數分析 (Duncan's one-way anova)，進行各樣品一般成分含量、麵糰物性特性值及感官品評分析所得各項數值之差異性分析。

三、結果與討論

(一) 不同提粉率之麵粉基本組成

表 1 為不同提粉率麵粉之基本組成，其水分、粗蛋白、灰分及濕筋的含量，分別為 13.99-14.03、11.91-12.77、0.47-0.53 及 36.27-38.07%。樣品 A 為提粉率 71% 之麵粉，其粗蛋白與灰分含量最高，而樣品 C 為提粉率 64% 之麵粉，其粗蛋白與灰分含量最低，此原因為小麥之蛋白質含量以外圍較高，且小麥之灰分主要分佈在外圍的麩皮 [3, 13]，因此，粗蛋白含量愈高，則灰分含量也隨之愈高。麵粉之水分，由於麥種、潤麥條件相同，但提粉率不同，因此，僅有微小差異。在濕筋含量方面，其結果與粗蛋白含量變化相同。

(二) 不同提粉率麵粉之麵糰 Farinograph 和 Extensograph 物性分析

表 2 為不同提粉率麵粉之麵糰 Farinograph 特性值，由表中顯示出此三種樣品之麵糰 Farinograph 特性值間具有明顯差異。樣品 A 之 WA 值最高，是由於粗蛋白含量高較易吸水，再者，外圍粉其纖維 (cellulose) 較高，亦較易吸水，Tipples 等人 [28] 與 Dexter 等人 [18] 指出蛋白質含量是影響麵糰吸水率的主要因素之一。樣品 A 之 MTI 值最大，表示其較不耐機械攪拌，麵糰加工穩定性較差，此結果與朱金鳳等人 [1] 所得的結果相符。由表 2 亦可發現，提粉率愈高之麵粉樣品，其 PT 與 DT 值皆愈小，ST 與 VV 值有愈低

表 1. 不同提粉率麵粉之基本組成

Sample*	Moisture (%)	Crude Protein (% wet basis)	Ash (%)	Wet Gluten (%)
A	14.03 ^{***}	12.77 ^a	0.53 ^a	38.07 ^a
B	14.03 ^a	12.68 ^b	0.51 ^b	37.47 ^b
C	13.99 ^a	11.91 ^c	0.47 ^c	36.27 ^c

註：1. *A=hard red spring (HRS) wheat flour with 71% extraction rate, B=HRS wheat flour with 69% extraction rate, C=HRS wheat flour with 64% extraction rate.

2. **Means with identical letter in the same column are not significantly different ($p>0.05$).

表 2. 添加葡萄糖氧化酶 (100 mg/kg) 之 A、B 及 C 麵粉之麵糰 Farinograph 特性值

Sample*	Farinographic properties**						
	WA (%)	PT (min)	MTI (B.U.)	AT (min)	DT (min)	ST (min)	VV
A	64.9 ^{a***}	8.1 ^c	28 ^a	3.2 ^a	16.4 ^f	13.2 ^f	72 ^e
A+GO	64.7 ^a	13.5 ^a	12 ^d	3.1 ^a	25.8 ^a	22.7 ^a	88 ^a
B	64.7 ^{ab}	9.3 ^d	23 ^{ab}	2.5 ^c	18.0 ^c	15.5 ^e	77 ^d
B+GO	64.6 ^b	12.8 ^b	18 ^c	2.7 ^b	23.4 ^b	20.7 ^b	88 ^a
C	64.4 ^c	10.0 ^c	21 ^{bc}	1.7 ^d	21.2 ^d	19.5 ^d	79 ^c
C+GO	64.8 ^{ab}	12.6 ^b	25 ^{ab}	2.4 ^c	22.2 ^c	19.8 ^c	85 ^b

註：1. *Sample A, B and C are the same as shown in Table 1.

2. **WA=water absorption, PT=peak time, MTI=mixing tolerance index, AT=arrival time, DT=departure time, ST=stability, VV=valorimeter value.

3. ***Means with identical letter in the same column are not significantly different ($p>0.05$).

的趨勢，此結果與陳俊江和張基郁 [5] 所得之結果相同。

對照表 1 與表 2 可看出，麵糰 Farinograph 特性值中之 WA、MTI 和 AT 有隨麵粉之粗蛋白和灰分含量之升高而增加的趨勢，而 PT、DT、ST 與 VV 則隨粗蛋白和灰分含量之升高而減少的趨勢；在濕筋方面也有隨之增加的趨勢。推測這些結果乃起因於小麥之蛋白質含量以外圍較高，且小麥之灰分主要分佈在外圍的麩皮 [3, 13]，粗蛋白含量愈高，灰分含量也隨之愈高，而且麥粒不同部位之蛋白質性質亦不同，因而影響麵粉之麵糰 Farinograph 特性。Singh 等人 [27]、Preston 等人 [24] 的研究亦曾發現麵粉蛋白質含量與吸水量呈高度正相關。

表 3 為不同提粉率麵粉之麵糰 Extensograph 特性值。由表 3 得知，經過不同時間之醒發 (aging)，其 R 值也會不同，R 值隨醒發時間之增長而增大，而 E 值隨醒發時間增長而降低，A 值則有隨醒發時間增長而呈先升後降之趨勢。陳俊江和張基郁 [5]、Chiang 等人 [16] 的研究亦有相同之結果。另外，在比較不同提粉率麵粉樣品間之差異時，可發現當醒發時間達 90 和 135 分鐘時，麵糰之 E 值隨提粉率降低而變小，但 R 值升高；A 值在三種醒發時間之試驗下，皆隨提粉率之降低而變大。

(三) 不同添加劑對高提粉率麵粉製成之土司體積之影響

圖 1 為不同添加劑抗壞血酸、ADA 與葡萄糖氧化酶分別以不同劑量 25、50、100、200 mg/kg 添加於高提粉率之 A 麵粉後製得之土司比體積。由圖 1 可看出有添加劑之 A 麵粉，其製得之土司比體積，除添加 25 mg/kg 之抗壞血酸



表 3. 不同提粉率麵粉之麵糰 Extensograph 特性值

Sample*	Extensographic properties**								
	A45 (cm ²)	A90 (cm ²)	A135 (cm ²)	E45 (cm)	E90 (cm)	E135 (cm)	R ₅ 45 (B.U.)	R ₅ 90 (B.U.)	R ₅ 135 (B.U.)
A	142.2 ^{****}	152.0 ^c	149.0 ^c	198 ^b	180 ^a	178 ^a	266 ^b	362 ^c	367 ^c
B	161.6 ^b	167.0 ^b	171.4 ^b	225 ^a	178 ^a	174 ^a	238 ^b	387 ^b	460 ^b
C	173.1 ^a	179.5 ^a	176.7 ^a	192 ^c	138 ^b	130 ^b	363 ^a	731 ^a	780 ^a

註：1. *Sample A, B, and C are the same as shown in Table 1.

2. **A=area after 45, 90, and 135 min aging. E=extensibility after 45, 90, and 135 min aging. R₅=resistance to extension at 5 cm after 45, 90, and 135 min aging.

3. ****Means with identical letter in the same column are not significantly different ($p>0.05$).

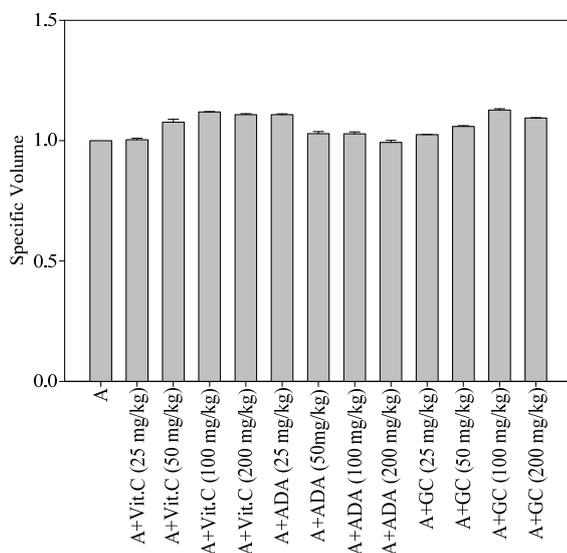


圖 1. 添加不同劑量抗壞血酸、ADA 與葡萄糖氧化酶之 A 麵粉其土司之體積變化

和 200 mg ADA/kg 外，皆較無添加劑之原粉製得之土司比體積明顯增加，其中以添加 100 mg/kg 葡萄糖氧化酶之土司比體積最大，其土司比體積比無添加劑者增加 0.13，其次為添加 100 mg/kg 抗壞血酸者，其土司比體積比無添加劑者增加 0.12。Berland 和 Launay [14] 發現添加抗壞血酸有強化麵筋網狀結構的效果；Gujral 和 Rosell [20] 的研究指出米穀粉添加葡萄糖氧化酶可改善烘焙製品的組織與體積，推測與葡萄糖氧化酶具有降低米穀粉蛋白質之硫基 (-SH) 與胺基 (-NH₂) 的含量有關，又葡萄糖氧化酶具有催化葡萄糖氧化形成葡萄糖酸和過氧化氫的作用，過氧化氫為強氧化劑，可使麵粉蛋白質分子中之硫基氧化產生較多雙硫鍵，因而改善麵包製品的體積。

(四) 添加葡萄糖氧化酶之不同提粉率麵粉其麵糰 Farinograph 與 Extensograph 特性

利用上述分析結果進一步選取添加劑葡萄糖氧化酶及添加量 100 mg/kg 添加於另二種提粉率較低之 B 與 C 樣品，並測定其麵糰 Farinograph、Extensograph 特性值及土司體積。表 2 顯示，添加 100 mg/kg 之葡萄糖氧化酶對 A、B 及 C 麵糰之擴展時間、離線時間、穩定度及軟化指數有增大的趨勢，而對 A 和 B 麵糰之彈性指數則有降低之趨勢，而且對提粉率高者之影響程度愈大。表 4 顯示，A、B 及 C 麵糰 Extensograph 特性中之抗張力亦隨葡萄糖氧化酶的添加而增加的趨勢，而延展性則隨葡萄糖氧化酶的添加而有降低的趨勢，面積則除樣品 A 外亦有減少的趨勢。綜合以上結果，顯示葡萄糖氧化酶的添加對不同提粉率麵粉之麵糰彈性與耐攪拌性有加強的作用，而且對高提粉率之 A 麵粉有較大影響之現象。Gujral 和 Rosell [20] 曾進行以米穀粉製作麵包之研究，結果亦發現添加葡萄糖氧化酶可增加麵糰的黏性與彈性。

表 4. 添加葡萄糖氧化酶 (100 mg/kg) 之 A、B 及 C 麵粉之麵糰 Extensograph 特性值

Sample*	Extensographic properties**		
	A135 (cm ²)	E135 (cm)	R ₅ 135 (B.U.)
A	149.0 ^{****}	178 ^a	367 ^f
A + GO	180.4 ^b	129 ^c	858 ^b
B	171.4 ^b	174 ^a	460 ^e
B + GO	155.2 ^c	119 ^d	791 ^c
C	176.7 ^a	130 ^b	780 ^d
C + GO	152.5 ^d	95 ^e	1000 ^{↑ a}

註：1. *Sample A, B and C are the same as shown in Table 1.

2. **Extensographic properties are the same as shown in Table 3.

3. ****Means with identical letter in the same column are not significantly different at $p>0.05$.



(五) 葡萄糖氧化酶對不同提粉率麵粉製成之土司體積與感官品評之影響

圖 2 與表 5 分別為添加葡萄糖氧化酶 (100 mg/kg) 之 A、B 和 C 麵粉製成之土司比體積及感官品評結果。由圖 2 可看出以添加葡萄糖氧化酶之不同提粉率麵粉製成之土司比體積皆較未添加者有明顯增加的趨勢。低提粉率之 C 麵粉製得之土司比體積增加最大, 但其添加葡萄糖氧化酶後製得之土司比體積最小; 中提粉率之 B 麵粉所製得之土司比體積雖最大, 但添加葡萄糖氧化酶後製得之土司比體積僅居次; 高提粉率之 A 麵粉所製得之土司比體積居次, 但添加葡萄糖氧化酶後製得之土司比體積變為最大。由感官品評試驗結果得知, 添加葡萄糖氧化酶 (100 mg/kg) 之不同提粉率麵粉後製成土司, 在外觀色澤上除了中提粉率之 B 麵粉所製得之土司不受葡萄糖氧化酶有無添加之影響外, 高提粉率之 A 麵粉與低提粉率之 C 麵粉所製得之土司則較未添加葡萄糖氧化酶者有提升之趨勢; 在風味及整接受度方面, 添加葡萄糖氧化酶之 A、B 和 C 麵粉所製得之土司皆與未添加者相當或提升之現象; 而添加葡萄糖氧化酶之土司麵包其內部孔洞大小、硬度及黏牙性則較未添加者顯著下降或有降低之趨勢。由這些結果可知葡萄糖氧化酶可明顯改善土司之品質, 推測原因仍為葡萄糖氧化酶具有催化葡萄糖氧化形成葡萄糖酸和過氧化氫的作用, 過氧化氫為強氧化劑, 可使麵粉蛋白質分子中之硫基氧化產生較多雙硫鍵, 因而影響麵糰物性及改善麵包品質。Dunnewind 等人 [19]、Bonet 等人 [15] 的研究發現葡萄糖氧化酶對麵糰或麵包品質具有改善作用, 葡萄糖氧化酶具有修飾麵筋蛋白 gliadins 和 glutenins 的雙硫鍵與非雙硫鍵鍵結的形成; Bonet 等人 [15] 的研究更指出在 glutenins 中又以 HMW-glutenin 易受到葡萄糖氧化酶的氧化作用。Gujral 和 Rosell [20]、Rosell 等人 [25] 之研究亦指出添加葡萄糖氧化酶不僅使麵粉蛋白質分子中之硫

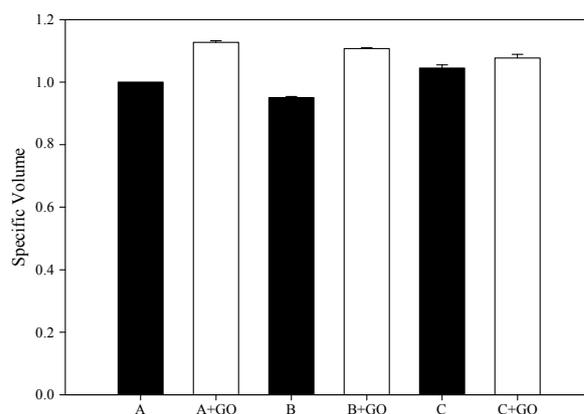


圖 2. 添加葡萄糖氧化酶 (100 mg/kg) 之 A、B 及 C 麵粉所製得土司之比體積

基氧化產生較多的雙硫鍵, 其水可溶性戊聚醣若受到葡萄糖氧化酶作用亦會產生凝膠化現象, 使麵糰物性產生改變。

四、結論

隨著全球小麥產量減少, 麵粉價格飛漲, 麵粉業者與烘焙業者因成本增加, 而開始重視如何在不影響麵製品品質的前提下, 充分利用小麥製成的麵粉, 以降低生產成本。本研究以不同提粉率之麵粉為原料, 選取三種添加劑: 抗壞血酸、ADA 及葡萄糖氧化酶, 以不同劑量添加於麵粉中, 結果得知添加 100 mg/kg 之葡萄糖氧化酶可明顯改善高提粉率麵粉之麵糰物性, 且其製得之土司體積與整體接受度亦增大, 顯示對麵粉之充分利用有所助益, 可作為麵粉廠配粉及烘焙業者加工之參考。

表 5. 添加葡萄糖氧化酶 (100 mg/kg) 之 A、B 及 C 麵粉製得之土司之感官品評結果

Sample*	Appearance (color and luster)	Size of air vacuole	Hardness	Stickiness to teeth	Flavor	Total acceptance
A	5.00 ^{b**}	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^b	5.00 ^c
A+GO	6.00 ^a	4.50 ^{ab}	4.40 ^b	2.50 ^c	7.00 ^a	7.80 ^{ab}
B	6.00 ^a	4.67 ^{ab}	4.00 ^{bc}	4.67 ^{ab}	5.50 ^{ab}	6.33 ^b
B+GO	6.00 ^a	3.00 ^c	3.33 ^c	3.00 ^b	6.33 ^{ab}	8.00 ^a
C	6.14 ^a	4.00 ^b	4.50 ^b	5.00 ^a	5.86 ^{ab}	6.29 ^{ab}
C+GO	6.50 ^a	3.50 ^{bc}	4.00 ^{bc}	3.50 ^b	6.00 ^{ab}	7.00 ^{ab}

註: 1. *Sample A, B, and C are the same as shown in Table 1.

2. **Means with identical letter in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).



誌 謝

本研究承台中縣大肚鄉福懋油脂股份有限公司提供麵粉材料，特致謝忱。

參考文獻

1. 朱金鳳、張月櫻、徐華強 (民 81)，專用麵粉及麵粉二次加工品質的研究，穀研所研究報告第二十四輯，財團法人中華穀類食品工業技術研究所。
2. 李敬思 (民 93)，產品評量--吐司麵包的評量，烘焙工業，117，60-65。
3. 徐華強、黃登訓、謝健一、顧德材 (民 63)，實用麵包製作技術，頁 139-143。中華麵粉食品工業研究所編印，台北。
4. 張欽宏 (民 88)，麵糰改良劑之應用，科學與技術，32，32-40。
5. 陳俊江、張基郁 (民 83)，麵粉化學成分與其物性指標之相關性研究，大葉學報，3(1)，71-82。
6. 黃謙勝、張為憲 (民 77)，糙米擠壓條件及添加蛋白質對產品品質之影響，食品科學，15，315-322。
7. 鄔文盛、陳輝煌、鞏鳴盛、孫寶年 (民 78)，米之雙軸擠壓加工-I，水分與油脂添加對米擠壓產品特性之影響，食品科學，16，305-318。
8. 盧榮錦 (民 82)，麵粉的品質與分析方法，美國小麥協會發行，台北。
9. 賴喜美 (民 94)，酵素於麵包烘焙之應用，烘焙工業，120，66-78。
10. American Association of Cereal Chemists [AACC] (2000) Approval Methods of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
11. American Association of Cereal Chemists [AACC] (2002) Approval Methods of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
12. Association of Official Analytical Chemists [AOAC] (1995) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
13. Belitz, H. D. and W. Grosch (1987) Cereal and cereal products. In: *Food Chemistry*, 494-535. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
14. Berland, S. and B. Launay (1995) Rheological properties of wheat flour doughs in steady and dynamic shear: Effect of water content and some additives. *Cereal Chemistry*, 72, 48-52.
15. Bonet, A., C. M. Rosell, P. A. Caballero, M. Gómez, I. Pérez-Munuera and M. A. Lluch (2006) Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality: A study from macroscopic to molecular level. *Food Chemistry*, 99, 408-415.
16. Chiang, S. H., C. S. Chen and C. Y. Chang (2006) Effect of wheat flour protein compositions on the quality of deep-fried gluten balls. *Food Chemistry*, 97(4), 666-673.
17. Dexter, J. E., K. R. Preston, A. R. Tweed, R. H. Kilborn and K. H. Tipples (1985) Relationship of flour starch damage and flour protein to the quality of Brazilian-style hearth bread and remix pan bread produced from hard red spring wheat. *Cereal Foods World*, 30, 511-514.
18. Dexter, J. E., K. R. Preston, D. G. Martin and E. J. Gander (1994) The effects of protein content and starch damage on the physical dough properties and bread-making quality of Canadian durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 20(2), 139-151.
19. Dunnewind, B., T. van Vliet and R. Orsel (2002) Effect of oxidative enzymes on bulk rheological properties of wheat flour doughs. *Journal of Cereal Science*, 36(3), 357-366.
20. Gujral, H. S. and C. M. Rosell (2004) Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International*, 37(1), 75-81.
21. Hosney, R. C. (1986) *Principle of Cereal Science and Technology*, 1st Ed., pp.3, 327. American Association Cereal Chemistry, St. Paul, MN.
22. Hosney, R. C. (1994) *Principle of Cereal Science and Technology*, 1st Ed., p. 378. American Association Cereal Chemistry, St. Paul, MN.
23. Hosney, R. C. and J. M. Faubion (1989) The viscoelastic properties of wheat flour doughs. In: *Dough Rheology & Baked Product Texture*, 29-66. H. Faridi and J. M. Faubion Eds. Van Nostrand Reinhold, New York, NY.
24. Preston, K. R., O. M. Lukow and B. Morgan (1992) Analysis of relationships between flour quality properties and protein fractions in a world wheat collection. *Cereal Chemistry*, 69(5), 560-567.
25. Rosell, C. M., S. Wang, S. Aja, S. Bean and G. Lookhart (2003) Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase. *Cereal Chemistry*, 80(1), 52-55.



-
26. SAS Institute (1985) *SAS User's Guide: Statistics Version 5th Ed*, SAS Institute, Cary, NC.
27. Singh, N. K., G. R. Donovan and F. MacRitchie (1990) Use of sonication and size-exclusion high-performance liquid chromatography in the study of wheat flour proteins II. Relative quantity of glutenin as a measure of breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, 67(2), 161-170.
28. Tipples, K. H., J. O. Meredith and J. Holas (1978) Factors affecting Farinograph and baking absorption. II. Relative influence of flour components. *Cereal Chemistry*, 55, 652-660.

收件：98.01.09 修正：98.05.04 接受：98.07.06

