

水膠體和預糊化澱粉對米穀粉麵糰發酵體積的影響

楊文秀¹、左艷芳³、陳怡君³、王瑤芬²、趙育漳^{3*}

¹ 亞洲餐旅學校 餐管科

² 台南應用科技大學 餐飲系

³ 中華醫事科技大學 食品營養系

*通訊作者

摘 要

麵糰在發酵過程中的體積膨發程度，是影響麵包質地的的重要因素之一。利用米穀粉開發無麩質麵包時，因缺乏麵筋蛋白形成網狀結構的膨發及包氣能力，質地組織較差。為了改善無麩質麵包的質地，本研究是以添加水膠體、小麥麵粉、預糊化米穀粉及預糊化修飾澱粉於米穀粉中，觀測米穀粉麵糰在發酵中體積變化曲線，預估烘焙後體積膨發效果，以作為配方篩選的簡便方法。實驗結果顯示，米穀粉麵糰在發酵 50 分鐘達到最大體積膨發率 $253 \pm 22\%$ 。小麥麵粉麵糰在發酵 70 分鐘達到最大體積膨發率 $454 \pm 7\%$ 。添加 2% 甲基纖維素在 70 分鐘達到最大體積膨發率 $309 \pm 38\%$ ，但隨著添加量的增加，體積膨發率降低。添加 1% 羧甲基纖維素在 40 分鐘達到最大體積膨發率 $224 \pm 37\%$ ，但隨著添加量的增加，體積膨發率沒有顯著下降。添加 10% 預糊化米穀粉在 20 分鐘達到最大體積膨發率 $150 \pm 12\%$ ，添加 5% 預糊化修飾玉米澱粉在 50 分鐘達到最大體積膨發率 $225 \pm 10\%$ ，但隨著添加量的增加，體積膨發率降低。經烘焙成品後，其體積膨發率與預測吻合，無麩質米穀粉麵包之比體積只有小麥麵包的 42%，添加多膠體、小麥麵粉及預糊化修飾澱粉皆能降低烘焙流失。添加 1% 羧甲基纖維素改善無麩質米穀粉麵包內部氣泡密度有最好效果，由 $27.62 \pm 2.72 \text{ cell/cm}^2$ 增加至 $50.21 \pm 0.02 \text{ cell/cm}^2$ 。

關鍵字：無麩質米穀粉麵包、水膠體、預糊化澱粉、體積膨發率

Effects of Hydrocolloid and Pre-gelatinized Starch on Volume of Rice Dough during Fermentation

Cin-Yen Lee, Yen-Fang Chou, Yi-Chun Chen, Yao-Fen Wang, Yu-Chang Chao

ABSTRACT

Leavening volume of dough in the fermentation process, is one of important factors in determining the texture of the bread. Due to lack of gluten to holding gas in the dough, the rice flour-based gluten-free bread could not develop suitable texture properties. Therefore, this study was investigated the change of leavening volume of rice flour dough during fermentation by adding hydrocolloids, wheat flour and pre-gelatinized starch as formulating the rice bread. Results showed that the maximum volume expansion ratio of rice flour dough was 253 ± 22 % after 50 min. in fermentation stage, comparing wheat dough was 454 ± 7 % after 70 min. And the maximum volume expansion ratio of adding 2 % methylcellulose was 309 ± 38 % after 70 min., but decreasing with the increasing addition. Adding 1 % carboxymethylcellulose was 224 ± 37 % after 40 min., but didn't significantly change with increasing addition. Adding 10 % pre-gelatinized rice flour was 150 ± 12 % after 20 min. and adding 5 % pre-gelatinized modified corn starch was 225 ± 10 % after 50 min., however, the maximum volume expansion ratio decreased with increasing of addition level of pre-gelatinized starch. Analysis of baking the finished product, the volumetric expansion ratio of baked bread is consistent with the forecast. The specific volume of gluten-free rice flour bread is only 42% of the wheat bread, and the addition of hydrocolloids, wheat flour and pre-gelatinized modified starch can reduce the baking loss. Adding 1% carboxymethylcellulose to improve the internal bubble density of gluten-free rice flour bread has the best effect from 27.62 ± 2.72 cells / cm² to 50.21 ± 0.02 cell / cm².

Key words: gluten-free rice flour bread, hydrocolloids, pre-gelatinized modified starch, volumetric expansion ratio

壹、前言

乳糜瀉(celiac disease)主要是小腸自體免疫疾病，無法食用含麵筋蛋白之食物，如小麥麵包(Rightdiagnosis, 2013)。但麵筋(gluten)在麵包中扮演重要功能，如提供麵包結構及足夠的結構強度，且所形成的網狀結構更是包覆製作過程產生二氧化碳的主要功能，因此麵包中若不含麵筋時，因缺乏合適的氣體包覆結構，影響產品品質性質，如體積小及彈性差等問題，除外，尚有香氣差及老化(staling)速度快等對品質不利影響(Alvarez-Jubete et al., 2010)。

在非麩質麵包的開發上，主要利用不含麩質穀物，如藜麥粉、苔麩粉、燕麥粉、蕎麥粉、高粱粉、玉米粉、米穀粉及莧菜麵粉等材料，取代小麥麵粉製作麵包(Zannini et al., 2012)。但直至目前為止，開發無麩質麵包技術仍然存在相當多的困難與問題，其中，以體積膨發率為最顯著的變化，主要是缺乏包覆氣體與支撐麵包麵包結構的物質(Gallagher, 2009)。目前利用各種配方來開發不含麩質之烘焙產品中，利用澱粉材料如玉米、樹薯、米、大豆等，配合水膠體、乳化劑、糖、酥油、酵素及纖維等組成的配方，是目前常見的研究主題(Hamada et al., 2013; Miñarro et al., 2012; Phimolsiripol et al., 2012; Sciarini, 2012; Ziobro et al., 2013)。在製作非麩質麵包過程中，麵糰的流變性麵包的性質有決定性的影響(Gujral et al., 2003)。

國內為提升稻米的食用量，相關單位極力發展國內米穀粉的應用，而其中利用米穀粉部分取代麵粉製作麵包，但在取代率仍然無法達到百分之百。因此本研究主要利用米穀粉為主要材料，添加甲基纖維素、羧甲基纖維素、小麥麵粉及預糊化修飾澱粉，觀察米穀粉麵糰在發酵過程中體積變化情形與保留氣體能力，作為無麩質米穀粉麵包配方的快速篩選法，並測定烘焙後成品之物理性質，以供開發無麩質米穀粉麵包之參考。

貳、材料與方法

一、材料

實驗中所使用麵粉為麵包專用高筋麵粉(購自統一公司食品股份有限公司)、蓬萊米穀粉(購自屏東農產公司)、快發即溶酵母、砂糖、鹽、酥油等，皆購於一般烘焙食品原料行。羧甲基纖維素(CMC)、甲基纖維素(MC)與預糊化玉米修飾澱粉(Pregelloy CH-20)等購自振芳股份有限公司。蓬萊米穀粉之水分含量為12.6%，直澱粉量為16.8%，蛋白量為5.99%，碳水化合物量為80.8%，黏度值為470 BU，糊化最高黏度值為510 BU，糊化起始溫度78.7℃，最大糊化溫度91.2℃，breakdown值194 BU，setback值110 BU。

二、製作配方

本實驗所使用的基本配方如下表：

表一、本實驗所使用之對照組與實驗組之基礎配方							
	麵粉	米穀粉	糖	鹽	酵母	水	酥油
小麥麵粉對照組	100%	0%	8%	2%	2%	60%	8%
米穀粉實驗組	0%	100%	8%	2%	2%	80%	8%

水膠體、小麥麵粉及預糊澱粉的添加，皆以米穀粉 100%為基準，進行不同量的添加。

三、麵糰發酵中體積變化曲線測定

米穀粉(或麵粉)、砂糖、鹽等材料先置於攪拌缸中，以攪拌機（SM-201，新麥公司，台灣）第一段速度進行乾料混勻，倒入溶解之酵母溶液，再加入已預混合的水膠體溶液，攪拌4分鐘後，改為第二段速度繼續攪拌10分鐘至麵糰光滑後加入油脂，再進行4分鐘攪拌。攪拌完成後，取250公克麵糰放入500 ml量筒中，置於溫度35 °C，濕度85 %之發酵箱內（SM-8M，新麥公司，台灣）下，進行發酵，每隔十分鐘紀錄其高度變化。每處理重複三次。以最初體積為分母，已經過一段時間發酵後之體積為分子，以其百分比，繪製其體積變化曲線。

四、烘焙條件

麵糰的製作流程如前述，發酵於溫度35 °C，濕度85 %之發酵箱內（SM-8M，新麥公司，台灣）下，進行發酵40分鐘。發酵完成之麵糰，於熱風爐烘烤 35分鐘（SM-705EE，新麥公司，台灣）。

五、比體積及烘焙流失測定

比體積是以取經烘焙完後一小時麵包，秤其重量，並以油菜子種子取代法，測其體積，比體積是以 mL/g 麵包表示。烘焙流失是烘焙後重量減少量與烘焙前重量百分比表示。每樣品重複四次測定。

六、影像分析

麵包放冷後，經切片機切成2公分厚度，以掃描機 (Develop ineo 363)掃描，解析度設為360 dpi 彩色影像，照片經ImageJ 64影像分析軟體(ImageJ 64, Ver. 1.47, National Institutes of Health, USA)，轉換為8-bit 灰階影像再進行測定麵包內部之氣泡孔洞分析，最小面積設定為 0 cm²至

無限大。閾值設定方法設為Otsu方法。氣泡密度是以每平方公分之氣泡數表示，每處理取四片進行平均。

七、統計分析

本實驗數據的統計方法以Minitab Express (version 1.4.0)進行，採one-way ANOVA測定各處理間是否有顯著差異，顯著水準設定為($p < 0.05$)，平均值使用 Tukey 多重比較($p < 0.05$)。

參、結果與討論

一、酵母與蔗糖添加量對麵糰發酵體積的影響

為比較麵粉與米穀粉麵糰在發酵階段體積的變化，於發酵中每 10 分鐘記錄其體積膨脹率，其結果如圖 1。比較在體積變化曲線上，達到體積最大膨脹率(Max. volume expansion ratio; V_{max})，結果顯示純小麥麵粉麵糰約 70 分鐘， V_{max} 為 $454 \pm 7\%$ ，隨後隨時間增加，有下降趨勢。比較相同酵母與蔗糖添加量(添加量分別為 2%及 8%)時，米穀粉麵糰的約 50 分鐘， V_{max} 為 $253 \pm 22\%$ ，但其膨脹率約只有麵粉麵糰的 50%。增加酵母至 3%時，達到 V_{max} 時約為 30 分鐘，可縮短 20 分鐘， V_{max} 為 $216 \pm 5\%$ ，較添加 2%有較低的體積膨脹率。比較同時增加酵母量(3%)與蔗糖量(10%)時，發現 V_{max} 為 $234 \pm 3\%$ ，約為 30 分鐘，雖然增加酵母與蔗糖量，但 V_{max} 並未發現有改善效果。由以上結果顯示，推論米穀粉麵糰的體積膨脹率較低的原因，主要是在缺乏麵筋蛋白時，麵糰不能形成網狀結構無法保有酵母發酵所產生的二氧化碳氣體，而非酵母在米穀粉的麵糰中產氣不足所致。且隨著發酵時間的增加，在達到最高膨脹體積後，都會有體積有下降趨勢，也就是隨著時間氣體持續溢散出。

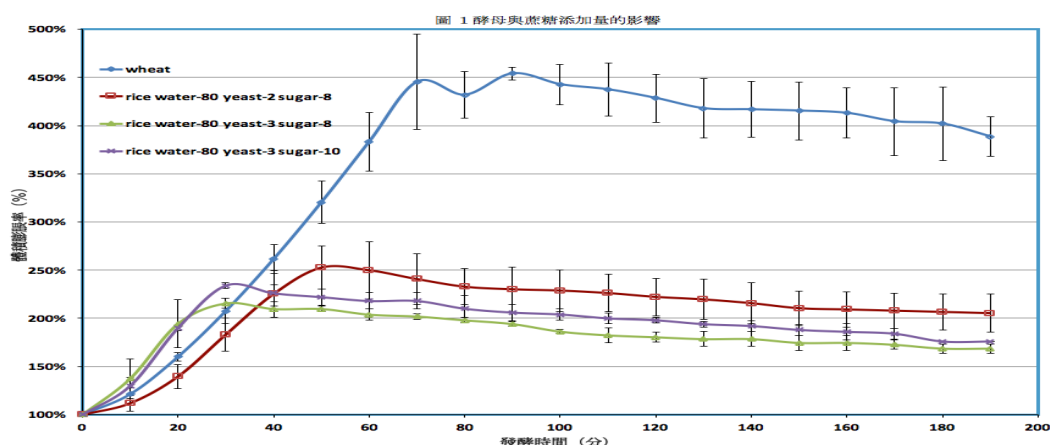


圖 1、酵母與蔗糖添加量對米穀粉麵糰發酵體積變化曲線的影響

Fig. 1 Effects of yeast and sugar on the curves of volume of fermented rice flour dough during fermentation.

二、添加預糊化澱粉對麵糰發酵體積的影響

為了解增加麵糰黏度對米穀粉麵糰發酵體積的改善效果，選擇添加部分預糊化米穀粉與預糊化修飾澱粉 (商品名 CH-20)。結果如圖 2 所示，添加 5% 與 10% CH-20 時其 $V_{\max}$ 分別為 $218 \pm 15\%$ 及 $225 \pm 10\%$ ，其所需時間分別約為 50 分鐘及 20 分鐘，兩者並沒有顯著差異。比較未添加的米穀粉麵糰，預糊化修飾澱粉的添加反而降低 $V_{\max}$ 。添加 5% 與 10% 的預糊化米穀粉時達到 $V_{\max}$ 所需時間皆約為 20 分鐘， $V_{\max}$ 分別為 $137 \pm 13\%$ 及 $150 \pm 12\%$ 。以添加預糊化澱粉來增加米穀粉麵糰黏度，並沒有增加發酵體積效果，且其效果也會隨著黏度變化，有很大差異，而達到最大體積所需時間也會不一樣。但在達到最高膨脹體積後，隨著時間的增加，體積沒有下降趨勢，也就是增加米穀粉麵糰黏度，可以減緩發酵過程中氣體的溢散出結構體。

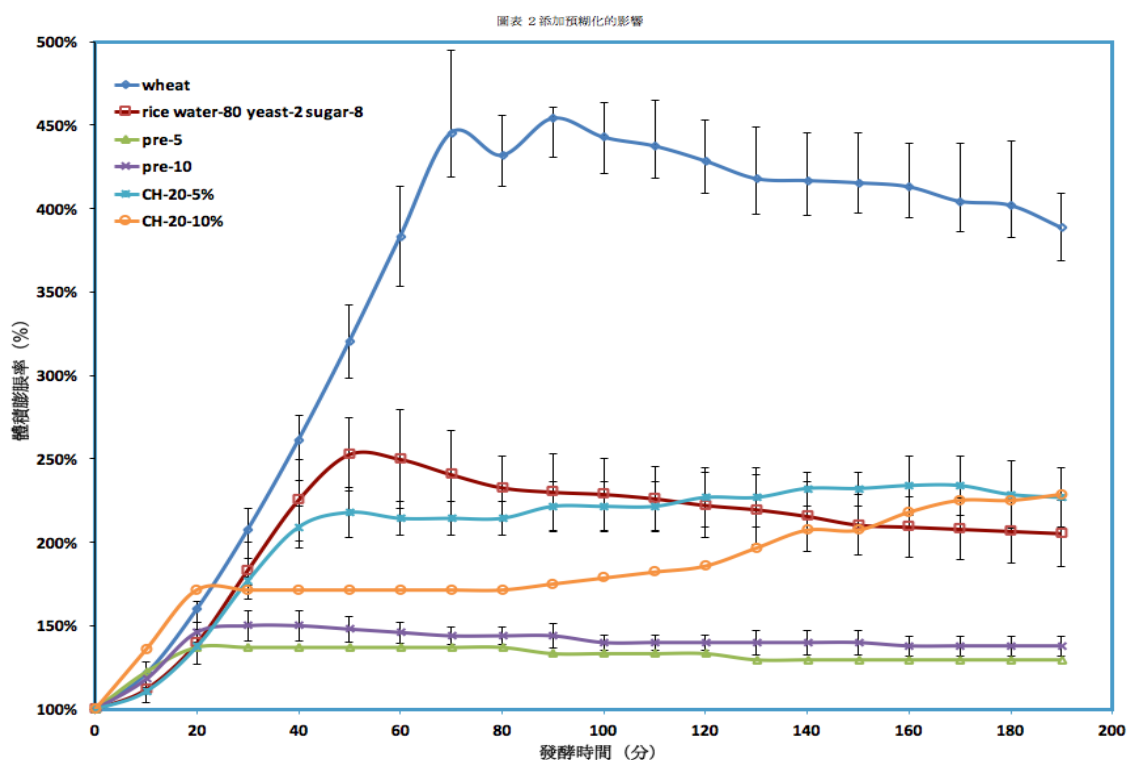


圖 2、添加預糊化米穀粉及預糊化修飾澱粉對米穀粉麵糰發酵體積變化曲線的影響

Fig. 2 Effects of pre-gelatinized rice flour and modified starch on the curves of volume of fermented rice flour dough during fermentation.

三、添加甲基纖維素對麵糰發酵體積的影響

選擇添加 1%、2% 及 5% 甲基纖維素於米穀粉麵糰中，結果如圖 3，其 $V_{\max}$ 依次為 $230 \pm 31\%$ 、 $309 \pm 38\%$ 及 $221 \pm 19\%$ ，而其所需時間依次約為 40、70 及 50 分鐘，其中以 2% 甲基纖維素增加 $V_{\max}$ 效果較無添加的增加 22%，為純小麥麵粉麵糰 $V_{\max}$ 的 68%。由圖中也發現添加 2% 的甲基纖維素在發酵 30 分鐘後，其體積膨脹率已經大於未添加的米穀粉麵糰的 $V_{\max}$ 。而且在達到最高膨脹體積後，隨著時間的增加體積沒有顯著下降趨勢。甲基纖維素是常見用

製作非麩質麵包配方中，但大多配合其他多膠體混合使(Hager and Arendt, 2013，而其應用大都都是以 hydroxypropylmethylcellulose 方式，在本實驗中單純甲基纖維素也同樣具有改善麵糰發酵體積的效果。

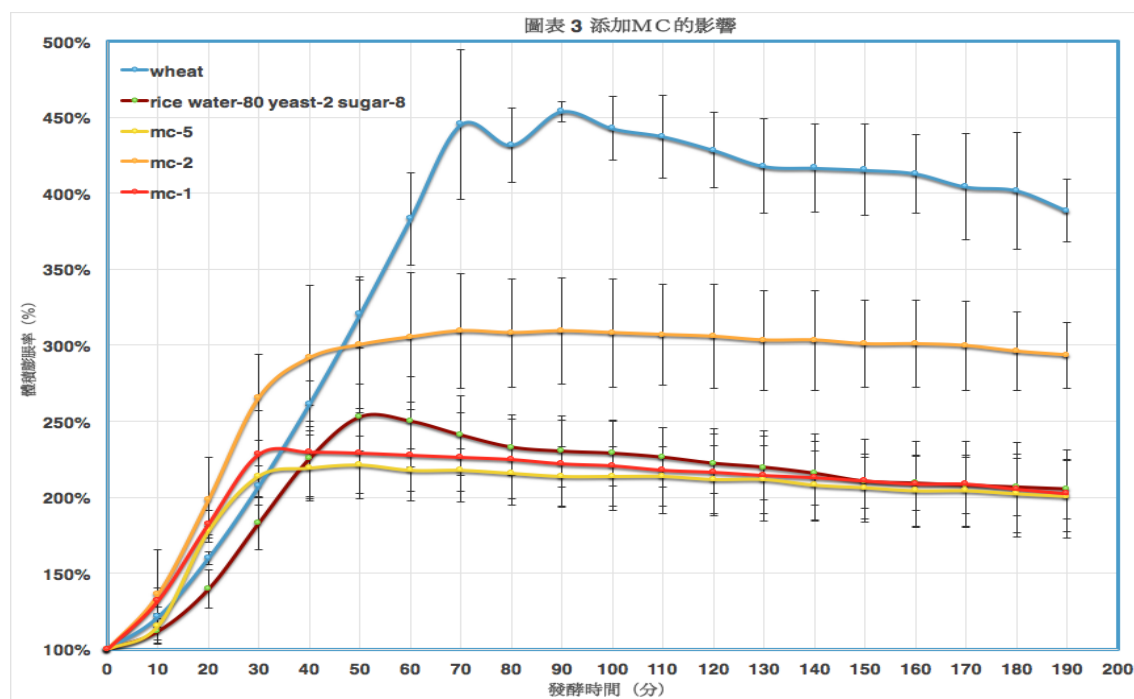


圖 3、添加甲基纖維素對米穀粉麵糰發酵體積變化曲線的影響

Fig. 3 Effect of methylcellulose on the curves of volume of fermented rice flour dough during fermentation.

四、添加羧甲基纖維素對麵糰發酵體積的影響

羧甲基纖維素也被用於製作米穀粉麵包的複合配方中(Sciarini et al., 2012)，為瞭解單獨使用的效果，添加 1%、2%及 5%羧甲基纖維素於米穀粉麵糰中，進行發酵觀測其體積變化。結果如圖 4，其 $V_{\max}$ 隨著添加量增加而減少，依次為 $224 \pm 37\%$ 、 $192 \pm 14\%$ 及 $163 \pm 13\%$ ，而其所需時間皆約為 40 分鐘，由其結果顯示，單純以羧甲基纖維素來增加麵糰黏度，並沒有改善其保氣性，推測其原因可能是黏度太高所造成，或因在發酵過程中因和酵母搶水導致產氣量不足。為證明是否因產氣量不足，於羧甲基纖維素添加量為 0.5%時，配合酵母菌量使用增加為 1%進行發酵，雖然有縮短發酵時間效果並未增加 $V_{\max}$ 效果。比較未添加的米穀粉麵糰的 $V_{\max}$ $253 \pm 22\%$ ，顯然添加羧甲基纖維素對米穀粉麵糰保留二氧化碳能力並沒有顯著改善效果。

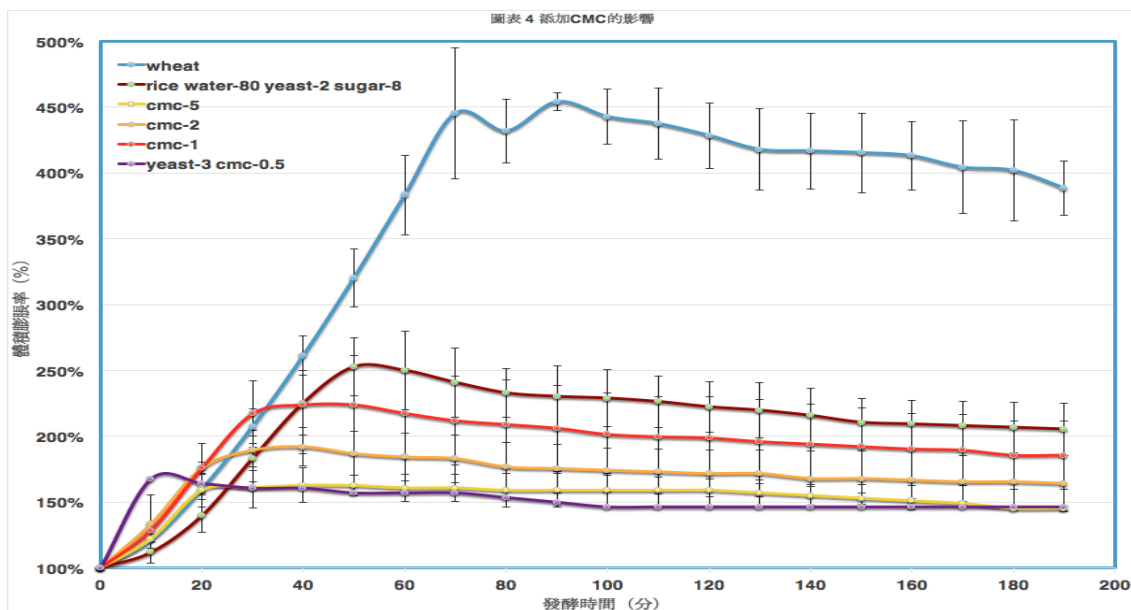


圖 4、添加羧甲基纖維素對米穀粉麵糰發酵體積變化曲線的影響

Fig. 4 Effects of carboxymethylcellulose on the curves of volume of fermented rice flour dough during fermentation

五、添加小麥麵粉對麵糰發酵體積的影響

為了解麵筋蛋白對米穀粉麵糰的改善效果，以高筋小麥麵粉添加 10%、20%及 30%進行麵糰發酵體積膨脹率變化測定。結果如圖 5，結果顯示，其 $V_{\max}$ 依次為 $262 \pm 20\%$ 、 $275 \pm 14\%$ 及 $250 \pm 36\%$ ，而其所需時間依次約為 60、70 及 40 分鐘，比較未添加的米穀粉麵糰的 $V_{\max}$ 為 $253 \pm 22\%$ ，所需時間約為 50 分鐘，顯示添加小麥麵粉至 30%時，其麵糰的 $V_{\max}$ 並未有顯著改善效果，推測其原因可能是麵筋蛋白在此添加量下，無法形成足夠的網狀結構，達到保氣效果。這也是目前在研發米穀粉麵包時，在不影響質地下，只能部份取代小麥麵粉的原因。

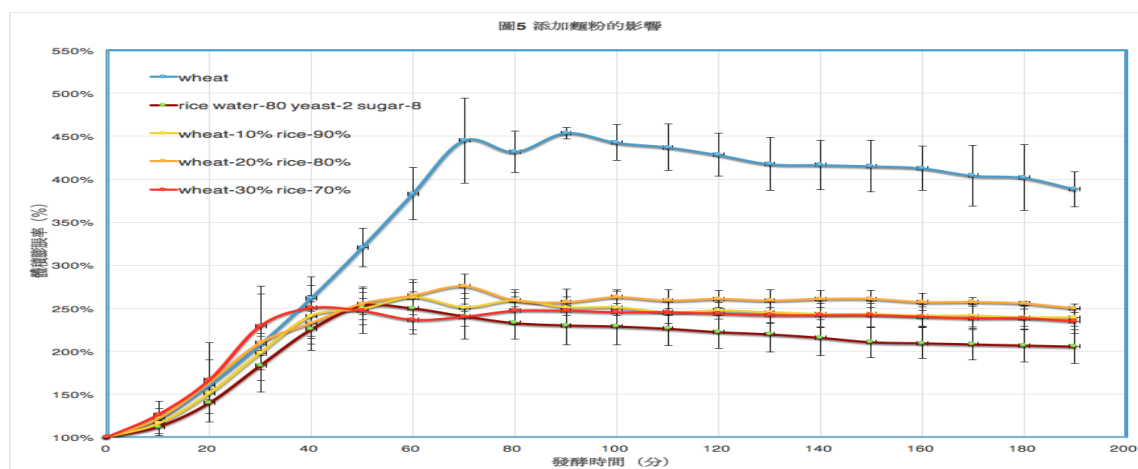


圖 5、添加小麥麵粉對米穀粉麵糰發酵體積變化曲線的影響

Fig.5. Effect of wheat flour on the curve of volume of fermented rice flour dough during fermentation.

六、不同水膠體與修飾澱粉對米穀粉麵包性質的影響

依據上述實驗結果，挑選能達到較高之 $V_{\max}$ 配方進行烘焙，並測試成品之物理性質。結果如表二所示。比較其比體積時，無麩質米穀粉麵包之比體積只有小麥麵包的 42%，配方中添加 20% 小麥麵粉、2% 甲基纖維素、1% 羧甲基纖維素及 5% 修飾預糊化澱粉皆無顯著差異 ($p>0.05$)。比較烘焙流失時，對照組小麥麵包烘焙流失最小為 $12.80\pm1.81\%$ ，而無麩質米麵包最大為 $19.25\pm0.41\%$ ，添加 20% 小麥麵粉、2% 甲基纖維素、1% 羧甲基纖維素及 5% 修飾預糊化澱粉皆顯著降低烘焙流失 ($p<0.05$)，亦即這些水膠體的添加都能夠增加烘焙過程中的保水性，但彼此間並沒有顯著差異。比較麵包內部的氣泡密度 (cell density) 時，發現對照組最大為 $65.29\pm1.91 \text{ cell/cm}^2$ ，無麩質米穀粉麵包約為對照組的 42%，為 $27.62\pm2.72 \text{ cell/cm}^2$ 。增加麵糰的黏度能顯著增加麵包內部氣泡密度，其中以添加 20% 小麥麵粉及 1% 羧甲基纖維素增加分別 $44.44\pm5.45 \text{ cell/cm}^2$ 及 $50.21\pm0.02 \text{ cell/cm}^2$ 最為顯著。雖然，在麵糰發酵過程體積膨發效果以添加 2% 甲基纖維素最好，但經烘焙後，其比體積並未顯著差異，顯示單純的增加麵糰黏度沒有固定支撐的蛋白質網狀結構，在烘焙過程中，仍無法維持其氣泡。由成品照片 (圖六) 可以清楚發現，無麩質米穀粉麵包氣泡大，數目少，而添加 1% 羧甲基纖維素者氣泡較小且均勻。相較於小麥麵粉麵包，無麩質米穀粉麵包因缺乏麵筋蛋白的支撐結構，容易塌陷，或二氧化碳氣體容易在烘焙過程中溢散，尤其在麵包的周邊可以發現較為緊密，外表有龜裂狀等現象，推測是因二氧化碳氣體溢散所造成。

由上述結果得知，麵糰的黏度影響其發酵階段的體積膨發率，未添加水膠體或修飾澱粉時，其黏度較低，容易形成較大的氣泡且容易於烘焙過程中，擴大並流失，嚴重時會形成塌陷結構。而添加水膠體或其他糊化澱粉時，增加麵糰的黏性，雖會降低其體積膨發效果，但於烘焙過程中降低氣泡的擴大流失，保有較高的氣泡氣泡密度結構，但因缺乏堅固的支撐結構，於烘焙後仍無法達到以小麥製成麵包的效果。

表二、不同水膠體、小麥麵粉及預糊化修飾澱粉對米穀粉麵包之比體積、烘焙流失及氣泡密度的比較

Table 2 Comparing the specific volume, baking loss and cell density of rice flour bread with adding hydrocolloids, wheat flour and modified starch

Treatment	Specific Volume (ml/g)	Bake Loss (%)	Cell Density (cells/cm ²)
wheat	4.79 ± 0.01^a	12.80 ± 1.81^c	65.29 ± 1.91^a
Rice	2.17 ± 0.27^b	19.25 ± 0.41^a	27.62 ± 2.72^d
Rice80-wheat20	1.82 ± 0.06^b	17.85 ± 1.24^b	44.44 ± 5.45^{bc}
Rice-MC-2%	2.06 ± 0.32^b	15.90 ± 1.15^b	34.24 ± 2.49^{cd}
Rice-CMC-1%	2.14 ± 0.24^b	15.25 ± 0.85^b	50.21 ± 0.02^b
Rice-CH20-5%	2.19 ± 0.09^b	17.20 ± 1.21^b	36.24 ± 2.88^{cd}

Mean with superscripts of different small letters in the same columns are significantly different ($p < 0.05$).

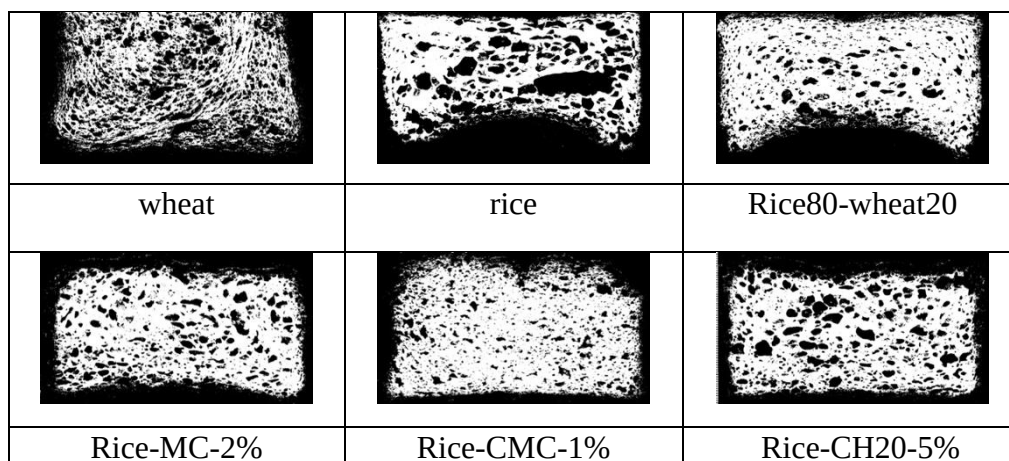


圖 6、添加不同水膠體、小麥麵粉與預糊化修飾澱粉之米穀粉麵包切面灰階圖

Fig.6 Grayscale images of rice flour bread with adding hydrocolloids, wheat flour and pregelatinized modified starch.

肆、結論

利用麵糰發酵階段中的保留氣體能力，能快速篩選無麩質麵包之基礎配方，本實驗結果顯示，不同多醣體的添加和不同的添加量，對米穀粉麵糰最大體積膨脹率的效果也不一樣。增加酵母和蔗糖使用量，雖然縮短達到最大體積膨脹率的時間，但並沒有改善米穀粉麵糰的最大體積膨脹率效果，意即在無麩質的麵糰中並不是產氣量的多寡為首要改善因子，而是保留氣體能力因子為體積膨脹率的重要要素。經上述方法所篩選的配方，進行無麩質米穀粉麵包烘焙成品之體積結果，接近利用發酵過程中體積變化曲線預測。單純添加多膠體來增加麵糰黏度，對無麩質米穀粉麵包結構的保氣性，雖然具有改善效果，但仍須藉著其他處理或配方如增加其蛋白質含量來加強，也是未來努力的方向。

參考文獻

- Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E. K., and Gallagher, E. (2010). Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *European Food Research & Technology*, 230(3), 437-445. doi:10.1007/s00217-009-1184-z
- Gallagher, E. (2009). *Gluten-Free Food Science and Technology*: Wiley.
- Gujral, H. S., Guardiola, I., Carbonell, J. V., and Rosell, C. M. (2003). Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(13), 3814-3818. doi:10.1021/jf034112w
- Hager, A.-S., and Arendt, E. K. (2013). Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain

- characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*, 32(1), 195-203. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.12.021>
- Hamada, S., Suzuki, K., Aoki, N., and Suzuki, Y. (2013). Improvements in the qualities of gluten-free bread after using a protease obtained from *Aspergillus oryzae*. *Journal of Cereal Science*, 57(1), 91-97. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2012.10.008>
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., and Capellas, M. (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 476-481. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.012>
- Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A., and Schoenlechner, R. (2012). Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 389-395. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2012.06.001>
- Rightdiagnosis. (2013). Statistics by country for celiac disease. Retrieved from http://www.rightdiagnosis.com/c/celiac_disease/stats-country.htm
- Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., León, A. E., and Pérez, G. T. (2012). Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111(4), 590-597. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.011>
- Zannini, E., Jones, J. M., Renzetti, S., and Arendt, E. K. (2012). Functional replacements for gluten. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3(1), 227-245. doi:doi:10.1146/annurev-food-022811-101203
- Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L., and Korus, J. (2013). Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids*, 32(2), 213-220. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.01.006>