

添加黑豆粉及麵筋粉對黑豆土司品質之影響

蕭秋妹^{*} 楊季清^{**} 王子慶^{***}

摘要

本研究以 10% (B10)、30% (B30)與 50% (B50)黑豆粉(black bean flour, BBF)取代麵粉製得土司，探討其對品質之影響，結果顯示，隨著 BBF 取代率的增加，麵糰在發酵期間產生保氣不足而造成麵包無法達到與正常土司應有的體積，並以 B50 的體積影響最為顯著，B50 之亮度亦顯著較差，而同時硬度、附著度、膠黏性及咀嚼性影響亦均以 B50 最顯著，B10 的影響最小。其後，在前述各不同取代率中，再各添加麵筋粉(Wheat gluten flour, WGF)，而 BBF 與 WGF 比例各為 5:1、5:2 及 5:3)，再次比較 WGF 對黑豆麵包品質的影響。結果發現當 B10 添加 WGF 5:2 時體積即與對照組(白土司)相當，而 B30 則需添加 WGF 至 5:3 時，才能與對照組相當，B50 則雖添加 WGF 5:3，體積還是無法與對照組相當。物性分析結果顯示，以添加 WGF 5:2 之 B10 的影響最小。品評結果則是以 B10 在顏色、風味、口感及組織上的得分最高，而 B10 及 B30 添加 WGF 5:1、5:2 與 5:3 之土司與對照組的整體接受性無顯著差異，此外，添加 WGF 後亦可延緩貯存期間的老化。

關鍵詞：黑豆粉、麵筋粉、黑豆土司、感官品評

投稿日期：2019/02/21；接受日期：2019/04/24

^{*} 國立佳冬高級農業職業學校食品加工科教師

^{**} 國立屏東科技大學食品科學系教授

^{***} 美和科技大學餐旅管理系兼任助理教授(通訊作者)

Effects of Black Bean Flour and Wheat Gluten Flour Addition on the Quality of Black Bean Bread

Chiu-mei Hsiao^{*} Chi-ching Yang^{**} Tzu-ching Wang^{***}

Abstract

This study was aimed to investigate the effects of black bean flour (BBF) addition on the quality of black bean bread. The flour of breads were made with substitution of 10% (B10)、30% (B30) and 50% (B50) of BBF, respectively. The results revealed that gas retention of dough was decreased as the substitute ratio increased. In the aspect of volume, the bread made from B50 showed significant decrease. The results from color meter indicated that lightness of B50 had the most obvious change. Meanwhile, the hardness, adhesiveness, gumminess and chewiness of B50 were influenced the most, and of those on B10 were the least. Thereafter, wheat gluten flour (WGF, ratio of BBF and WGF 5:1, 5:2, and 5:3, respectively) was added to each of the above different substitution rates, the effect of WGF on the quality of black bean bread was compared again. Results indicated that the addition of 5:2 of WGF to B10 showed the volume was considerable well comparable to white bread (control), while that of B30 required the addition of 5:3 of WGF to make a considerable aspect to the control. An addition of WGF 5:3 to B50 still could not make the volume considerable to the control. The analyzed results of physical properties showed that the effect of addition of WGF 5:2 to B10 was the least. Sensory evaluation revealed the bread added with the WGF 5:2 and 5:3 to B10 had the height scores on color, flavor, taste and texture. With the respect of overall acceptance showed bread with B10 and B30 added with WGF 5:1、5:2 and 5:3 were almost closed to those of the control. Besides, addition of WGF could delay the staling of black bean bread during storage.

Keywords: Black bean flour (BBF), Wheat gluten flour (WGF), Black bean bread, Sensory evaluation

Submitted: 2019/02/21 ; Accepted: 2019/04/24

^{*} Teacher, Department of Food Processing, National Chiatung Agricultural Vocational Senior High School

^{**} Professor, Department of Food Science and Technology, National Pingtung University of Science and Technology

^{***} Adjunct Assistant Professor, Department of Hospitality Management, Meiho University (Corresponding author)

壹、前言

烘焙食品在臺灣曾廣受年輕消費者族群的喜愛，像漢堡、葡式蛋塔、甜甜圈(道納司)等等，然而，現代人對飲食的要求是「吃得營養與健康」，因此，如何使烘焙食品增加多纖維的含量而又不失原有的口味，朝向更健康的趨向，來滿足各不同年齡層的消費族群的需求，成為新的課題與挑戰。

豆類具有良好營養食品成分(Santiago-Ramos *et al.*, 2018)，其中，黑豆富含蛋白質、胺基酸、不飽和脂肪酸及維生素，故具有保健身體、防老抗衰、延年益壽的效果(楊，1998)，黑豆同時亦富含抗氧化物質(謝，2018)，包括異黃酮(isoflavone)、皂素(saponin)及花青素(anthocyanin)等(Mojica *et al.*, 2017a)，其中，異黃酮類之 genistein 更具有抗癌效果(戴，1997；Fotsis *et al.*, 1995；Messina *et al.*, 1994；Wei *et al.*, 1995)；黑豆水解蛋白分離物(hydrolyzed protein isolate)則是一種廉價的生物活性化合物來源，可用於控制血糖(Mojica *et al.*, 2017a)。前述之花青素，更可作為食品中的著色劑，具有保健功效(Mojica *et al.*, 2017b)，因此，黑豆屬於一種優良的保健食品(秦，1990；連，1994)，並且受到重視，所研發出的相關產品亦趨多樣化(李，2019；林，2019；劉，2017)，惟因種種限制條件(如顏色)，使得黑豆的利用與接受性較低(連，1995)。

麵包則是人類歷史上的基本主食，也是世界上吃得最廣泛的食物之一(Gibson, 2018)。近幾年來，國內的研究則有將山蕉或芭蕉(王，2016)、香蕉(王，2017)、黃豆(鄭，2017)、甘藷葉(陳，2018)應用於土司的製作上。在麵包製作過程中，使用不同的成分來確保連續蛋白質網絡的發展是重要的(Sivam *et al.*, 2010)，而黑豆可溶性膳食纖維(soluble dietary fiber)則會形成聚合物網絡(polymer network)(Xia *et al.*, 2018)，這些均可能對麵包的質量至關重要，本研究團隊更曾開發出預糊化的糯米粉(pregelatinized waxy rice flour, PWRF)來改善麵包特性(Yang *et al.*, 2017)。

本研究嘗試以黑豆粉(black bean flour, BBF)來取代部分麵粉製作土司，並加入麵筋粉(Wheat gluten flour, WGF)，探討其對土司品質之影響，進而期望能增進黑豆之使用性，使國人在日常生活中能攝取黑豆之高營養成份達到保健效果，並能以此結果運用在不同的穀物上，製造更令消費者喜愛的烘焙產品。

貳、材料與方法

一、材料與儀器設備

主要材料包括高筋麵粉(統一麵粉廠的麵包專用麵粉，臺南市)、BBF(為台南 3 號青仁黑豆，購自學甲果菜運銷合作社，臺南市)、麵筋粉(振源食品化工原料股份有限公司，臺北市)、高級精鹽(台鹽公司，臺北市)、特級砂糖(台糖公司，臺北市)、速溶即發酵母粉(燕子牌，法國)、酥油(運展公司，購自裕軒食品材料行，屏東市)。主要設備包括一貫式攪拌機(銘昌食品機械，彰化縣)、基本發酵箱、最後發酵箱及單口烤爐(均正大食品機械，高雄市)、水活性測定儀(Decagon Devices-CX-2, USA)、色差儀(JUKI Model JP7100F, Japan)、萬能試驗機(Model 4464, Instron Corp., Canton, Mass., USA)。

二、黑豆土司之配方、製備及分析

(一) 配方

本研究以 10、30 與 50% 的 BBF 取代高筋麵粉，WGF 使用量為取代麵粉量之 0.2 倍，再以倍數增加的方式添加麵筋量(即 BBF : WGF = 5:1、5:2 與 5:3)製得土司，並與對照組(白土司)作比較，進行烘焙試驗，分別測定其麵糰發酵性、體積、色澤、水含量、水活性、物性分析、感官品評及貯存試驗。探討 BBF 及 WGF 與土司品質的差異性，以了解 BBF 及麵筋蛋白對土司品質的影響。未添加 BBF 組高筋粉用量以 100 計，而水之添加量為高筋粉用量之 63%，未添加 WGF、添加 10、20 與 30% BBF 組之添加 WGF 及水的用量配方詳如表 1 所示，糖、鹽、速溶酵母及奶油於各組中之用量百分比比例均相同，各為高筋粉用量之 5、1.5、1.5 與 4%，此外，每添加 1% WGF 則水量提高 1.5%。

(二) 製備

黑豆土司的製作方法採用將所有材料直接搓揉製作的所謂直接法製作，流程如下：先正確秤量各種材料→將原料鹽、砂糖、水分別入攪拌缸拌合均勻→粉類混合過篩後，與酵母加入攪拌缸→麵糰攪拌至光滑狀態時，即可添加油脂，繼續攪拌麵糰至完成階段(用手撐開麵糰呈薄膜狀即可)→進行基本發酵，溫度 28°C、濕度 75%→分割麵糰每個重 250 g→滾圓，並進行中間發酵 15 min→整型，桿捲一次，入模→最後發酵 55 min，溫度 38°C，濕度 85%→入爐烤焙，以上下火各 160 與 200°C 烤 30 min→出爐，冷卻即為成品。

(三) 一般成分分析

1. 水分測定

依 American Association of Cereal Chemists (AACC) Method 44-15A (AACC, 1983)，採用烘箱測定法，以鋁製之秤量瓶(直徑大約 55 mm，高度 15 mm)，秤取樣品 2~3 g，溫度 130±1°C，時間 1h(達恆溫)後，置於乾燥器(desiccator)中冷卻，再以微量電子天平秤重。

2. 灰分測定

依 AACC Method 08-01 (AACC, 1983)標準方法測定之。取樣品 3 g 放入坩堝中加入醋酸鎂酒精溶液 3 mL 放置 5 min 後，於 590°C 的灰化爐燃燒碳化後，達恆溫後，取出置於乾燥器內冷卻，以微量天平秤重，計算灰分量。

3. 粗蛋白測定

依 AACC Method 46-12 (AACC, 1983)，採用 Kjeldahl 粗蛋白之測定法，精確稱取 1 g 樣品倒入分解瓶，加入催化劑及 25 mL 濃硫酸，利用蛋白質分析儀進行分解 45 min 至 1 h。冷卻後進行蒸餾，收集瓶中加入 20 mL 0.1253 N 之 H₂SO₄ 及 30 mL 蒸餾水置於冷凝導管下。而冷卻的分解瓶中加入 4 粒沸石和 300 mL 蒸餾水及 50 mL 之 50% NaOH，隨即蒸餾，當收集瓶內有 150 mL 蒸餾液時，為蒸餾完成。再以 0.1253 N NaOH 標準溶液滴定，所用 NaOH 之 mL 數即為樣品中

蛋白質含量百分比，測得蛋白質含量(氮係數： $N \times 5.7$)。

4. 粗脂肪測定

依經濟部中央標準局(1988)之中華民國國家標準(China National Standards, CNS)總號 5036，類號 N6116 之分析方法，即取樣品精秤 3 g→裝入萃取套管→於 100℃ 萃取(Soxtex System HT6, Tecator, Sweden)→萃取杯烘乾 1 h (103℃)→乾燥冷卻→秤重。依下列公式計算：

$$\text{游離脂肪酸}\% = (W3 - W2) / W1 \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

W3 = 乾燥後萃取杯及脂肪重量(g)

W2 = 萃取杯之重量(g)

W1 = 樣品之重量(g)

(四) 麵糰保有體積的測定

將原料粉，添加鹽、糖、酵母、水和麵糰改良劑及 WGF 等材料於攪拌機中攪拌製麵筋擴展後，取 50 g 麵糰置入有刻度的量筒，於發酵箱中進行發酵，發酵箱內控制溫度在 $38 \pm 1^\circ\text{C}$ ，相對濕度 80~85%。於不同時間取出麵糰讀取麵糰所保有的體積，以此視為麵糰之保有體積。

(五) 黑豆土司品質的測定

1. 黑豆土司的體積

以芝麻籽子置換法(sesame seeds replacement method)測量土司產品的體積，即將烤好的土司放冷後置於定量的容器中，在倒入芝麻籽至容器中以填滿容器，取出芝麻籽以量筒量出芝麻籽之體積，容器容量減去芝麻籽體積即為土司的體積(顏，1995)。

2. 比容積

黑豆土司的比容積是以下列公式計算而得：

$$\text{比容積}(\text{cm}^3/\text{g}) = [\text{麵包體積}(\text{cm}^3)] / [\text{麵包重量}(\text{g})] \dots\dots\dots (2)$$

3. 水分含量變化之測定

將黑豆土司樣品於 25℃ 溫度經不同天數貯存後，測定水分含量變化情形，即取樣品 1~2 g，以 105℃ 烘箱乾燥至恆重以測定水分含量，三重複，以平均值表示。

4. 水活性變化之測定

同上述貯存條件，測定水活性變化情形，即將土司內部組織切片後，置於樣品盒，利用水活性測定儀在 25℃ 下測定，三重複，以平均值表示。

5. 色澤變化之測定

同上述貯存條件，以色差儀測定內部組織之 hunter L, a, b 值。L 代表明度(lightness)，+a 代表紅度(redness)；-a 代表綠度(greenness)，+b 代表黃度(yellowness)；-b 代表藍度(blueness)。色

彩校正以標準白板(X=80.46, Y=81.80, Z=91.61)進行校正後，進行分析樣品。

6. 質地剖面分析(texture profile analysis, TPA)

將土司樣品切片(高度為 2 cm)，利用萬能試驗機進行質地剖面分析，即以 10 mm 直徑圓柱形探頭，位移速率為 160 mm/min，壓縮形變 75%的條件下，對土司樣品進行兩次壓縮，計算樣品的硬度(hardness)、內聚性(cohesiveness)及附著度(adhesiveness)(Bourne, 1978; Fiszman *et al.*, 1998)，三重複，以平均值表示。並計算咀嚼性(chewiness)與膠黏性(gumminess)(Peleg, 1976)。此外，並據此參考 Maleki 等人(1981)之方法，計算黑豆土司老化速率(staling rate)，計算公式如下：

$$\text{老化速率(\%)} = (\text{貯存土司之硬度} / \text{新鮮土司之硬度}) \times 100\% \cdots \cdots (3)$$

7. 感官品評

參考彭與王(1992)之嗜好性試驗(hedonic test)，共三次進行品評試驗，品評員為接受過基本感官品評訓練者(共 30 人)，採九分制，分別對麵包之色澤、組織、風味、咀嚼感及整體接受性，依喜好程度評分，1 分表示非常不喜歡、2 分表示很不喜歡、3 分表示不喜歡、4 分表示有點不喜歡、5 分表示不喜歡也不討厭、6 分表示有點喜歡、7 分表示喜歡、8 分表示很喜歡及 9 分表示非常喜歡。

(六) 統計分析方法

試驗所得之結果數據，使用統計分析系統(statistical analysis system, SAS)之電腦套裝軟體，進行單因子變異數分析(analysis of variance, ANOVA)，並使用 Duncan's 多變域測驗(Duncan's New Multiple Range Test, DMRT)進行差異性比較。

參、結果與討論

一、BBF 取代部分高筋麵粉及 WGF 添加量對麵糰保有體積之影響

穀物雜糧的添加量若愈多，會使得麵粉中的麵筋量降低，導致土司體積受到影響，添加 WGF 可改善麵包體積(賴，1999)。當以不同 BBF 取代率之複合粉進行複合麵糰之保氣能力之測定，只有 BBF 取代 50%高筋麵粉之麵糰在最初醱酵 60~90 min 期間體積平緩增加之外，其餘不同取代率之複合麵糰則迅速增加，而後漸趨平緩(圖 1A)，可能是隨著醱酵時間的增加，麵筋的網狀結構變得疏鬆，導致麵糰無足夠的延展性與彈性來包覆住酵母所產生的二氧化碳，因此，麵糰無法膨脹進而影響麵糰醱酵的體積。而隨著 BBF 取代率之增加，麵糰的保有體積會下降，這是由於麵糰中麵筋量減少造成無法有效包覆住酵母醱酵所產生之氣體。BBF 取代率相同的配方之體積隨著 WGF 添加量的增加而增高(圖 1A、1B 與 1C)。顯示蛋白質含量愈高及體積愈大，其中，10% BBF 取代率添加 5:3 WGF 與 50% BBF 取代率添加 5:3 WGF 的配方之體積量高於對照組，而 30% BBF 取代率添加 5:3 WGF 則與對照組相當。

二、BBF 及 WGF 對土司的品質分析

(一) 體積、重量與比容積測定

小麥麵粉中的麵筋具有獨特之保氣能力，而 WGF 對於麵糰保氣能力則具有相當的重要性(He and Hoseney, 1991a；1991b)，添加 WGF 可增加麵糰的保氣能力，且隨著添加量的提高，保氣能力會得到更大的改善(Czuchajowska and Pomeranz, 1993)。土司切片樣品如圖 2 所示。BBF 不同取代率與不同取代率添加不同比例 WGF 所製得的土司之體積、重量與比容積及評比結果如表 2 所示，其中，以 10% BBF 取代率所製得的土司之體積與對照組無顯著($P > 0.05$)差異，而以 30% BBF 取代率與 50% BBF 取代率的 B30 與 B50 所製得的土司體積，則與對照組有顯著($P < 0.05$)差異(表 2 上段)，顯示當 BBF 取代率低於 10%對體積的影響不大，但取代率超過 30%時則有不利的影響，體積下降顯著。以 BBF 取代 10%麵粉製得的麵糰烘烤後所得之體積，其中，未添加 WGF 所製得的土司之體積比對照組者減少 8%且有顯著($P < 0.05$)差異之外，其餘皆無顯著($P > 0.05$)差異，而添加 5:1 WGF 者之體積減少 3%，添加 5:2 WGF 之配方則與對照組體積相當，添加 5:3 WGF 者則高出對照組 3.9%，其比容積在 4.17~4.99 之間，並參考美式不帶蓋作烘焙試驗之白麵包體積評分法(Sutton, 2002)，即麵包體積比介於 5.6~6.0 之得分為 10 分，介於 5.1~5.5 或 6.1~6.5 之得分為 9.5 分，介於 4.6~5.0 或 6.6~7.1 之得分為 9 分，介於 4.0~4.5 之得分為 8.5 分，介於 3.6~3.9 之得分為 8 分，結果發現添加 5:2 或 5:3 WGF 之得分均為 9 分(表 2 B10 段)。在 BBF 取代 30%麵粉組中，未添加 WGF 者之體積減少 26.6%，添加 5:1 WGF 之配方減少 19.5%，添加 5:2 WGF 之配方減少 13.49%，添加 5:3 WGF 之配方則減少了 12%，除添加 5:3 WGF 之配方外，其餘皆與對照組有顯著($P < 0.05$)差異，而在比容積方面，除未添加 WGF 者為 3.50 (cm³/g)，得分在 8 分以下，其餘配方得分皆在 8 分以上(表 2 B30 段)。BBF 取代 50%麵粉組中，製得的土司之體積均顯著($P < 0.05$)低於對照組的 40.1、57.1、79.6 及 84%，且比容積介於 1.85~3.84，僅添加 5:2 與 5:3 WGF 之配方體積得分為 8 分(表 2 B50 段)。由表 2 推測體積減少之原因可能是 BBF 取代部分的麵粉，而使麵粉中的麵筋蛋白含量減少，進而造成體積降低。

麵粉蛋白質含量對麵包體積之影響是正相關的，由麵粉所製得的土司之體積與蛋白質含量及麵筋強度亦呈正相關(Rubenthaler *et al.*, 1992)。本研究亦發現，土司的體積會隨著 BBF 取代率的增加而減少，更可藉由線性迴歸，推測出以 BBF 不同取代率製作土司時的體積(圖 3A)，而隨著 WGF 的添加 BBF 不同取代率之配方中，其體積呈現逐漸增加的趨勢(圖 3B、3C 與 3D)，因此，證實前人研究(Preston *et al.*, 1992；Johnson *et al.*, 1999)之認為麵粉蛋白質含量為影響麵包烘焙品質的主要因子及其與體積兼有顯著相關性。

(二) 含水量與水活性之變化

新製黑豆土司含水量介於 36.96~42.35%，而添加 5:1、5:2 與 5:3 的 WGF 含水量水活性約為 0.927~0.941 (表 3)，含水量會隨貯存天數的增加有逐漸輕微減少的趨勢，而水活性下降約 0.002~0.004。由於貯存期間水分含量的改變是藉由水分揮發作用及重新分布所造成(Czuchajowska and Pomeranz, 1989)，因此，推測可能是土司密封貯存，使水分並未損失，但土

司內部的水分重新分布(吳, 1995), 並使水活性變化極微。此外, 由於自由水與結合水之比例改變會影響水分重新分布, 亦會造成麵包老化變硬(Sidhu *et al.*, 1997)。

(三) 色澤之變化

10% BBF 取代麵粉所製得的土司亮度值為 54.98, 比對照組降低了約 14.6%, 而 30 與 50% BBF 取代率所製得者之亮度值為 40.48 及 32.39, 分別比對照組降低了 32.2%及 47.4% (圖 4A), 可見隨著 BBF 取代率的增加, L 值會下降, 推測可能是 BBF 本身的表皮顏色為黑色內部為青色, 所以添加量愈多, 製品顏色也愈暗所致。三種 BBF 不同的取代率及 WGF 的添加量中, WGF 添加量愈高者, 亮度會愈高(圖 4B)。三種不同 BBF 的取代率及 WGF 的添加量配方之亮度皆與對照組有顯著($P < 0.05$)差異, 惟黑豆土司於貯存三天期間之亮度值並無明顯改變(表 4)。

三、土司質地分析的探討

(一) 老化

新鮮麵包是以麵包的柔軟程度來區分, 該柔軟度亦是判斷麵包老化程度的一個指標, 惟隨著貯存時間增加會逐漸老化而變硬。Ghiasi 等人(1984)曾提出以硬度的變化來測量麵包或澱粉凝膠老化時, 發現麵包老化速率最快是在出爐的第一天或第一至第三天, 而第三天以後老化速率較慢。本研究為了瞭解 BBF 取代部分高筋麵粉及 WGF 的添加對土司貯存期間硬度的變化, 以製得的土司之硬度為 100%, 依比例求得硬度的變化, 結果(圖 5)顯示, 有 BBF 取代部分高筋麵粉而未添加 WGF 所製得的土司如 B10、B30 與 B50 配方與上述所述者相符, 可能跟 BBF 取代麵粉導致體積不足所致。陳(1983)指出以甘藷粉取代部分麵粉製作麵包時, 隨著甘藷粉添加量之增加對麵糰醱酵期間會發生酵母產氣量不足與麵筋保氣性不良的問題, 使得麵包體積不足且較易老化。試驗中之其他配方則相反, 前三天老化較慢, 可能跟 WGF 的添加有關, 學者(Willhoft, 1971a; 1971b)指出麵筋能延緩土司老化的原因有二, 即麵筋量的增加相當於稀釋了澱粉的量以及麵筋量的增加使得麵包體積增大。

(二) TPA

除了麵筋的含量會影響麵糰的保氣能力外, 麵筋品質的好壞亦是一個很重要的因素(MacRitchie, 1984; MacRitchie, 2007; He and Hosney, 1991b)。黑豆土司在硬度方面, 10、30 與 50% BBF 不同取代率製得者與對照組之硬度比較, 可看出以 10 與 30% BBF 取代率所製得的土司之硬度值分別為 0.189 及 0.344 kg, 與對照組無顯著差異(圖 6A), 而 50% BBF 取代率之土司硬度值高達 1.196 kg, 明顯比 30% BBF 取代率之土司增加了三倍之硬度, 並與對照組有顯著($P < 0.05$)差異, 證實 BBF 含量愈高則硬度值愈高, 推測原因可能是隨著 BBF 取代量的增加, 麵筋蛋白含量減少, 使麵筋形成網狀結構的程度減小, 包覆氣體能力下降, 使得體積變小、密度變大, 而導致硬度增加, 此與陳(1983)及徐(2003)之分別以甘藷粉及山藥粉取代麵粉的研究結果相同。以 10% BBF 取代率(B10)及添加 5:1、5:2 與 5:3 WGF 之配方中可看出其硬度值與對照

組無顯著差異(圖 6B)，而 30% BBF 取代率(B30)及添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 之配方中雖然硬度值隨 WGF 的添加而下降，但與對照組仍有顯著差異，50% BBF 取代率及添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 之配方中只有 50% BBF 取代率(B50)與對照組有顯著差異，其餘則否，其中，更以 50% BBF 取代率及添加 5:2 WGF 之配方中之硬度比(B50)減少了 70.6%效果最為顯著，結果顯示添加 WGF 可降低黑豆土司的硬度，原因為 WGF 使土司體積增大，密度變小而使硬度降低。三種 BBF 不同取代率貯存三天期間之硬度，會隨著貯存時間的增加，進而使土司逐漸老化(表 5)。

附著度方面，以 10、30 與 50% BBF 取代率製得的土司之附著度可看出其為負值(圖 7A)，表示附著度極微，以 10% BBF 取代麵粉所製得的土司之附著度與對照組無顯著($P < 0.05$)差異，但 30 與 50% BBF 取代率所製得的土司則與對照組有顯著差異，推測原因可能是多量之 BBF 會導致麵粉麵筋量減少而使組織較為紮實。以 10% BBF 取代率添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 之配方所製得的土司之附著度與對照組無顯著差異(圖 7B)，而 30% BBF 取代率(B30)添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 之配方與對照組相較，除 B30 及添加 5:1 WGF 之配方外，其餘皆與對照組無顯著差異($P < 0.05$)；50% BBF 取代率(B50)添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 之配方中只有 B50 及添加 5:1 WGF 之配方與對照組有顯著差異，其餘則否。50% BBF 取代率添加 5:2 WGF 者，可與對照組相當，推測可能是 WGF 的添加相對水量也增加，而使得附著度提升。黑豆土司附著度並會隨貯存時間的增加而降低(表 6)，此結果與李(2003)所述者相同。

以 10% BBF 取代添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 中只有添加 5:3 WGF 的配方所製得的土司與對照組無顯著差異之外，其餘皆與對照組有顯著($P < 0.05$)差異，而 30% BBF 取代率添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 配方中皆與對照組有顯著差異($P < 0.05$)，50% BBF 取代率添加 5:2、5:3 不同比例 WGF 之配方所製得的土司之膠黏性與對照組無顯著差異，其餘則否。

在內聚性方面，以 10、30 與 50% BBF 取代率所製得的土司與對照組相較，發現 10 與 30% BBF 取代率之內聚性會增加與對照組有顯著差異，但取代率高達 50%時，內聚性反而降低(圖 8A)，此結果與徐(2003)相同顯示 BBF 的添加對內聚性是有負面影響的。以 10、30 與 50% BBF 取代率添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 中，顯示添加 WGF 會使內聚性會增加(圖 8B)，由此可知 BBF 與 WGF 跟內聚性有關。黑豆土司於貯存期間內聚性會隨著貯存時間而減少(表 7)，此結果亦與李(2003)所述者相同。

在膠黏性方面，以 10、30 與 50% BBF 取代率中所製得的土司與對照組比較發現只有 50% BBF 取代率的 B50 與對照組有顯著性差異($P < 0.05$)，其膠黏性會隨著 BBF 取代率的增加而增加(圖 9A)，顯示 BBF 取代部分麵粉會影響土司的膠黏性。以不同 BBF 取代率中添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比率 WGF 後，其膠黏性會降低(圖 9B)。土司在貯存期間之膠黏性會增加，但無明顯改變(表 8)，推測可能跟麵包老化有關，因為膠黏性是內聚性乘以硬度所獲得的。

在咀嚼性方面，以 BBF 取代 10、30 與 50%麵粉之 B10、B30、B50 配方所製得的土司與對照組相較，發現咀嚼性會隨著 BBF 取代率的提高而提升(圖 10A)，且皆與對照組有顯著($P < 0.05$)差異，尤其是以 BBF 取代 50%麵粉的配方之值最高可達 5.936 kg。推測可能是因為 BBF 取代愈多麵粉所製得的土司之體積減少、密度變大，而使組織硬度增加所致。以 10、30 與 50% BBF

取代率中添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例 WGF 所製得的土司與對照組比較發現 10 與 30% BBF 取代率之內聚性會增加，且與對照組有顯著差異(圖 10B)，但取代率高達 50%時，內聚性反而降低，不同 BBF 取代率及添加 5:1、5:2 與 5:3 不同比例的 WGF 所製得的土司，發現添加 WGF 可降低咀嚼性，但不同配方之間並無顯著差異。黑豆土司於貯存期間咀嚼性會增加(表 9)，推測是因為隨著硬度的增加而增加所致。

四、土司之一般成分分析

經由上述的試驗結果，從 12 種配方挑選出 8 種配方，扣除體積得分未達 8 分者為 B30、B50 與 B50 添加 5:2 WGF 的配方，及由於硬度最柔軟外觀形狀欠佳的 B10 添加 5:3 WGF 的配方共四個配方所製得的土司。以此 8 種配方進行一般成分分析，結果由得知，黑豆土司的粗脂肪與粗蛋白比對照組的含量高，而碳水化合物的含量則低於對照組，顯示由添加 BBF 製得的土司營養成分高於對照組(表 10)。

五、黑豆土司之感官品評

洪(2018)認為以 33.3%黑豆漿比例之吐司為最適配方(此時之黑豆漿是取 150 g 的黑豆以 1000 g 水磨製而成)。前述 8 種配方之黑豆土司經品評(表 11)得知，在顏色、風味、組織及咀嚼上都與對照組有顯著($P < 0.05$)差異，尤其是 BBF 取代率高達 50%並添加 5:2、5:3 WGF 的配方，隨著 BBF 取代量的增加差異愈大，品評員覺得 BBF 取代率愈高，則豆味愈重、顏色愈深，故顏色、風味上之判斷給予較低的分數。在組織方面，由於 BBF 取代部分麵粉，使硬度增加，組織較粗造，咀嚼感增加，得分因而較低，但在整體接受性方面，以 10% BBF 取代率及添加 5:1、5:2 之配方與 30% BBF 取代率及添加 5:1、5:2 與 5:3 WGF 之配方所製得的土司與對照組並無顯著($P < 0.05$)差異，而 50% BBF 取代率及添加 5:2、5:3 WGF 之配方所製得的土司可能由於體積小，顏色深加上豆味重，故接受性低。

肆、結論與建議

本研究得到以下結論如下：

- 一、當以 BBF 取代部分麵粉，隨著取代量的增加麵糰之包覆氣體的能力降低，但添加 WGF 後可改善保氣能力。
- 二、隨著 BBF 取代量的增加，使得體積降低，相對地添加 WGF 可使麵包的體積增加。
- 三、當以 BBF 取代部分麵粉含量，會使得土司之附著度下降而硬度、內聚性、膠黏性及咀嚼度提高，但添加 WGF 後，硬度、咀嚼度及膠黏性下降，附著度、內聚性增加，品質變得較好，顯示麵筋可改善麵包質地。
- 四、以 50% BBF 取代率製得的土司，在貯存期間老化較快，添加 WGF 後可延緩麵包老化。
- 五、若 BBF 取代率愈高，蛋白質、脂肪含量愈高，碳水化合物含量則降低，顯示 BBF 取代率愈高，可提高攝取到黑豆的營養成分。

六、以 10% BBF 取代率添加 WGF 5:2 之土司得分最高，整體接受性而言，以 10 與 30% BBF 取代率添加 WGF 5:1、5:2 與 5:3 的麵包所製得的土司與對照組比較無顯著差異，接受性較高。

綜合來說，以 BBF 取代 10 與 30%的高筋麵粉所製得的麵包之接受性與對照組相當，而所製得的麵包在營養上優於對照組，值得推廣，並可提供消費者新的一種選擇。

參考文獻

- [1] 王文哈(2017)。香蕉粉顆粒大小對無麵筋香蕉麵包品質和消化性之影響，國立臺灣大學食品科技研究所碩士論文，臺北市。
- [2] 王俊勝(2016)。香蕉吐司麵包之品質評估，弘光科技大學食品科技所碩士論文，臺中市。
- [3] 李之恩(2003)。銀耳饅頭、香菇柄饅頭及金針菇饅頭之品質評估，國立中興大學食品科學系研究所碩士論文，臺中市。
- [4] 李妮欣(2019)。發酵乳桿菌發酵黑豆萃取水之探討，國立虎尾科技大學生物科技系碩士班碩士論文，雲林縣。
- [5] 吳幸芬(1995)。麵包老化的原因與影響，烘焙工業，**64**，38-40。
- [6] 林禎祥(2019)。黑豆產品多元開發，產業發展新里程，桃園區農情月刊，**235**，3-3。
- [7] 洪子喬(2018)。豆漿吐司產品之開發-以黑豆與毛豆為例，國立高雄餐旅大學飲食文化暨餐飲創新研究所碩士論文，高雄市。
- [8] 秦大京(1990)。中國傳統的保健珍品黑豆，鄉間小路，**16**，15-17。
- [9] 連大進(1994)。臺灣黑豆，鄉間小路，**20**，54-56。
- [10] 連大進(1995)。台灣黑豆的利用與生產展望，農業世界，**147**，39-42。
- [11] 徐慶琳(2003)。山藥粉之特性及產品開發之研究，國立嘉義大學食品科學研究所碩士論文，嘉義市。
- [12] 陳克廉(1983)。以麵粉和甘藷粉製造複合麵包及其品質之改良，國立臺灣大學食品科技研究所碩士論文，臺北市。
- [13] 陳儒緯(2018)。甘藷葉土司之品質特性，弘光科技大學食品科技所，臺中市。
- [14] 彭秋妹、王家仁(1992)。食品官能檢查手冊，食品工業發展研究所，pp. 11-12，新竹市。
- [15] 楊牡丹(1998)。天然防老抗衰珍品黑豆，新營養，**19**，83-84。
- [16] 經濟部中央標準局(1988)。中華民國國家標準，總號 5036，類號 N6116，臺北市。
- [17] 鄭盈玫(2017)。黃豆吐司之品質評估，國立中興大學食品暨應用生物科技學系所碩士論文，臺中市。
- [18] 劉康佑(2017)。黑豆茶包與黑豆營養補充品的機能性評估和產品開發，國立嘉義大學食品科學系研究所碩士論文，嘉義市。
- [19] 賴喜美(1999)。營養也要可口——高纖麵包的製作，烘焙工業，**77**，68-71。
- [20] 戴文禎(1997)。黑豆萃取物之抗氧化效用，中國文化大學生活應用科學研究所碩士論文，臺北市。

- [21] 謝明軒(2018)，烘烤對臺灣產青仁黑豆(臺南 3 號)脂肪酸和抗氧化成分之影響及其主要抗氧化成分之鑑定，中國醫藥大學營養學系碩士班，臺中市。
- [22] 顏文義(1995)，不同的凍結速率對冷凍麵糰在凍藏期間品質安定性的影響，*東海學報*，**36**，77-88。
- [23] American Association of Cereal Chemists (AACC) (1983). Method 44-15A, 08-01, 46-12. *Approved Method of the AACC*. 8th ed. American Association Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [24] Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(7): 62-66, 72.
- [25] Czuchajowska, Z., Pomeramz, Y. (1989). Differential scanning calorimetry, water activity and moisture contents in crumb center and near-crust zones of bread during storage. *Cereal Chemistry*, 66(4), 305-309.
- [26] Czuchajowska, Z., Pomeramz, Y. (1993). Gas formation and gas retention. I. Role of vital gluten during baking of bread from low-protein or fiber-enriched flour. *Cereal Foods World*, 38, 504-507.
- [27] Fiszman, S. M., Pons, M., Damásio, M. H. (1998). New parameters for instrumental texture profile analysis: instantaneous and retarded recoverable springiness. *Journal of Texture Studies*, 29(5), 499-508.
- [28] Fotsis, T., Pepper, M., Adlercreutz, H., Hase, T., Montesano, R., Schweigerer, L. (1995). Genistein, a dietary ingested isoflavonoid, inhibits cell proliferation and in vitro angiogenesis. *Journal of Nutritional*, 125(3 Suppl.), 790S-797S.
- [29] Ghiasi, K., Hoseney, R. C., Zeleznak, K., Rogers, D. E. (1984). Effect of waxy barley starch and reheating on firmness of bread crumb. *Cereal Chemistry*, 61(4), 281-285.
- [30] Gibson, M. (2018). *Chapter 10-Bread*. Academic press. New York, pp. 121-131.
- [31] He, H., Hoseney, R. C. (1991a). Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chemistry*, 68(4), 334-336.
- [32] He, H., Hoseney, R. C. (1991b). Gas retention in bread dough during baking. *Cereal Chemistry*, 68(5), 521-525.
- [33] Johnson, J. M., Griffey, C. A., Harris, C. H. (1999). Comparative effects of IBL/IRS translocation in relation to protein composition and milling and baking quality of soft red winter wheat. *Cereal Chemistry*, 76(4), 467-472.
- [34] MacRitchie, F. (1984). Baking quality of wheat flours. *Advances in Food Research*, 29, 201-277.
- [35] MacRitchie, F. (2007). Differences in baking quality between wheat flours. *International Journal of Food Science & Technology*, 13(3), 187-194.
- [36] Maleki, M., Vetter, J. L., Hoover, W. J. (1981). The effect of emulsifiers, sugar, shortening and soya flour on the staling of barbari flat bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32(12), 1209-1212.
- [37] Messina, M. J., Persky, V., Setchell, K. D. R., Barnes, S. (1994). Soybean and cancer risk: A

- review of the in vitro and in vivo data. *Nutrition and Cancer*, 21(2), 113-131.
- [38] Mojica, L., Berhow, M., González de Mejia, E. (2017a). Black bean anthocyanin-rich extracts as food colorants: Physicochemical stability and antidiabetes potential. *Food Chemistry*, 229, 628-639.
- [39] Mojica, L., González de Mejia, E., Granados-Silvestre, M. A., Menjivar, M. (2017b). Evaluation of the hypoglycemic potential of a black bean hydrolyzed protein isolate and its pure peptides using in silico, in vitro and in vivo approaches. *Journal of Functional Foods*, 31, 274-286.
- [40] Peleg, M. (1976). Texture profile analysis parameters obtained by an instron universal testing machine. *Journal of Food Science*, 41(3), 721-722.
- [41] Preston, K. R., Lukow, O. M., Morgan, B. (1992). Analysis of relationships between flour quality properties and protein fractions in a world wheat collection. *Cereal Chemistry*, 69(5), 560-567.
- [42] Rubenthaler, G. L., Pomeranz, Y., Huang, M. L. (1992). Steamed bread. IV. Negative steamer spring of strong flours. *Cereal Chemistry*, 69(3), 334-336.
- [43] Sidhu, J. S., AI-Sager, J., AI-Zenki, S. (1997). Comparison of methods for the assessment of the extent of staling in bread. *Food Chemistry*, 58(1-2), 161-167.
- [44] Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J. D., Véles-Medina, J. J., Salazar, R. (2018). Physicochemical properties of nixtamalized black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Food Chemistry*, 240, 456-462.
- [45] Sivam, A. S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S. Y., Perera, C. O. (2010). Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: A review. *Journal of Food Science*, 75(8), R163-R174.
- [46] Sutton, T. (2002). Production evaluation: Scoring pan bread. *Technical Bulletin*, 14(1), 1-8.
- [47] Wei, H., Bowen, R., Cai, Q., Barnes, S., Wang, Y. (1995). Antioxidant and antipromotional effect of the soybean isoflavone genistein. *Experimental Biology and Medicine*, 208(1), 124-30.
- [48] Willhoft, E. M. A. (1971a). Bread staling. I. Experimental study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22(4), 176-180.
- [49] Willhoft, E. M. A. (1971b). Bread staling. II. Theoretical study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22(4), 180-183.
- [50] Yang, S. A., Cheng, P. Y., Wang, L. T., Lin, S. C., Yang, C. C., Wang, T. C. (2017). Bread quality improvement by means of selected pregelatinized waxy rice flour (PWRP). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(9), 664-673.
- [51] Xia, Q., Gu, M., Liu, J., Niu, Y., (Lucy) Yu, L. (2018). Novel composite gels of gelatin and soluble dietary fiber from black bean coats with interpenetrating polymer networks. *Food Hydrocolloids*, 83, 72-78.

表 1 黑豆土司材料與配方

Group	Major ingredient	Control	5:1	5:2	5:3
B10	High-gluten flour	90	90	90	90
	WGF	0	2	4	6
	Water	63	66	69	72
B30	High-gluten flour	70	70	70	70
	WGF	0	6	12	18
	Water	63	72	81	90
B50	High-gluten flour	50	50	50	50
	WGF	0	10	20	30
	Water	63	78	93	108

B10: Added 10% of black bean flour (BBF).

B30: Added 30% of BBF.

B50: Added 50% of BBF.

WGF: WGF flour.

Control: No WGF added.

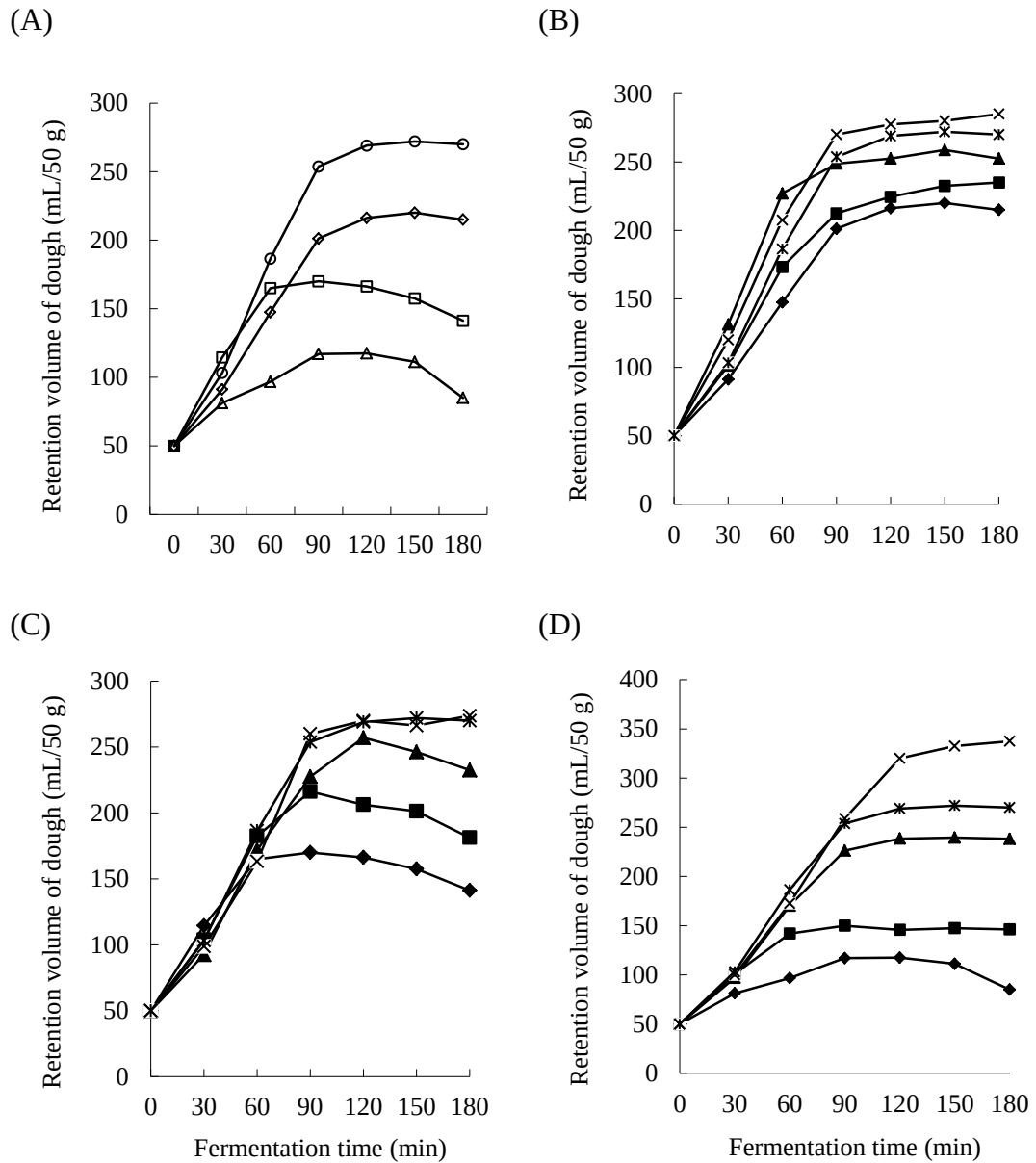


圖 1 不同比率的 BBF (A)和添加不同比例的 WGF 於 B10 (B), B30 (C)與 B50 (D)對黑豆麵團保留量的影響

在(A)中◇：B10，△：B30，□：B50，○：未添加 BBF；在(B)、(C)及(D)中，◆：未添加 WGF，
■：BBF：WGF=5:1，▲：BBF：WGF=5:2，×：BBF：WGF=5:3，*：對照組。

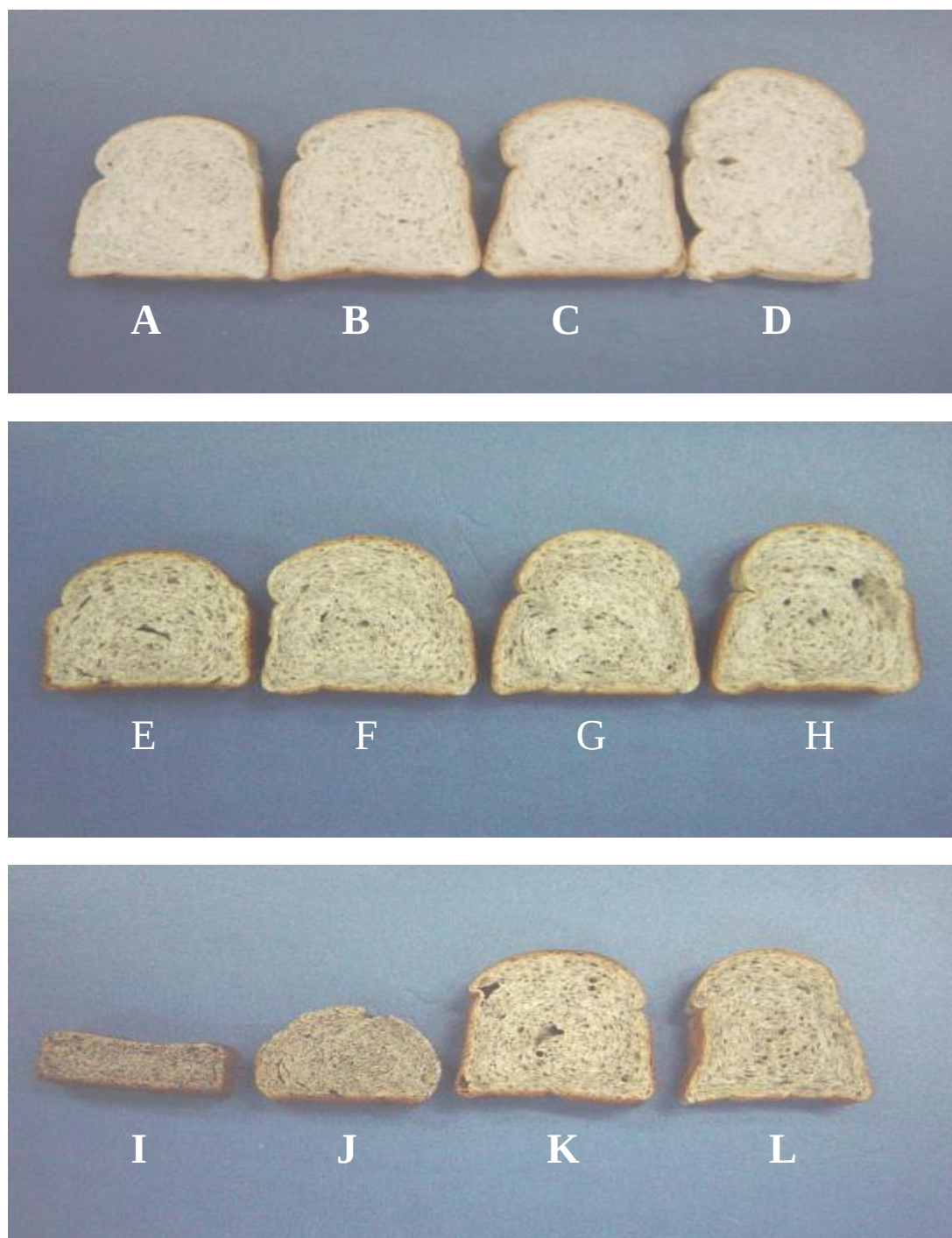


圖 2 以 10 (A)、30 (B)與 50% (C) BBF 取代率製得黑豆土司的樣品圖

A、E 及 I 為 $BBF:WGF = 5:0$ ；B、F 及 J 為 $BBF:WGF = 5:1$ ；C、G 及 K 為 $BBF:WGF = 5:2$ ；
D、H 及 L 為 $BBF:WGF = 5:3$ 。

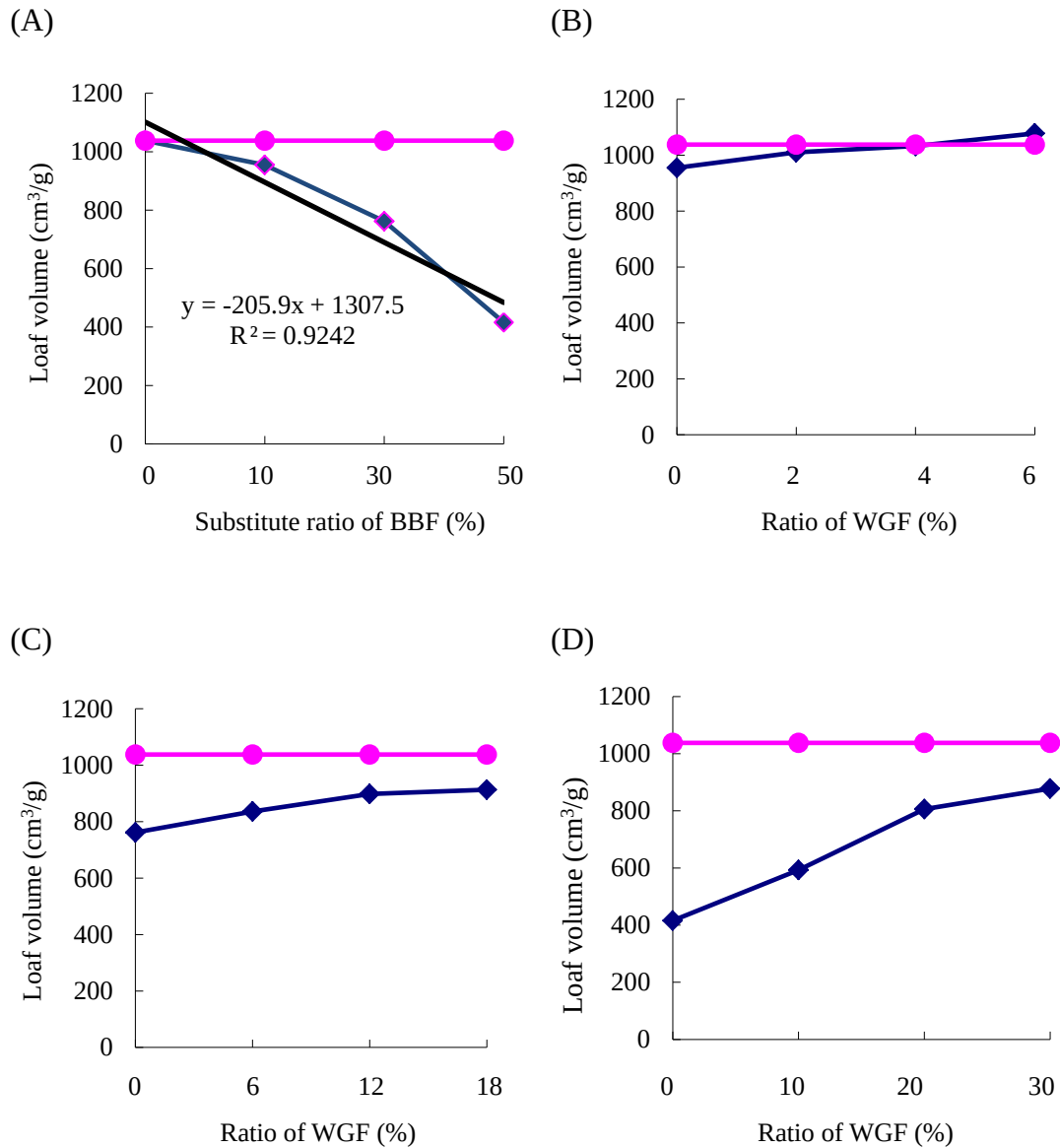


圖 3 不同 BBF 取代率及添加不同比例的 WGF 於 B10 (B)、B30 (C)與 B50 (D)不同 BBF 取代率所製得黑豆土司之體積

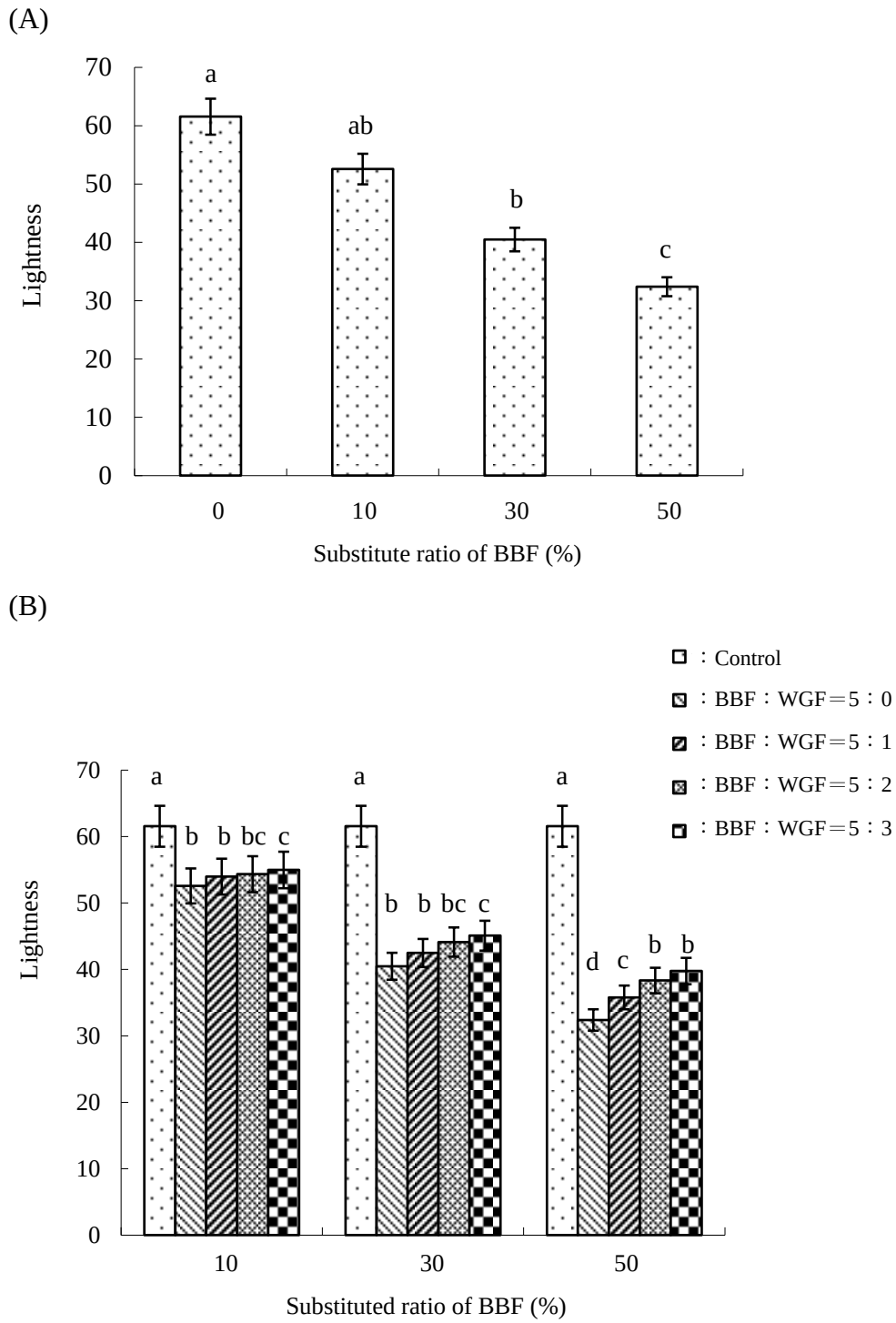
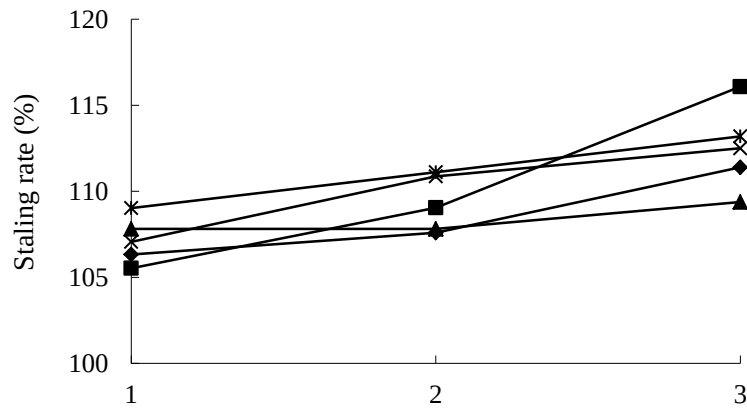
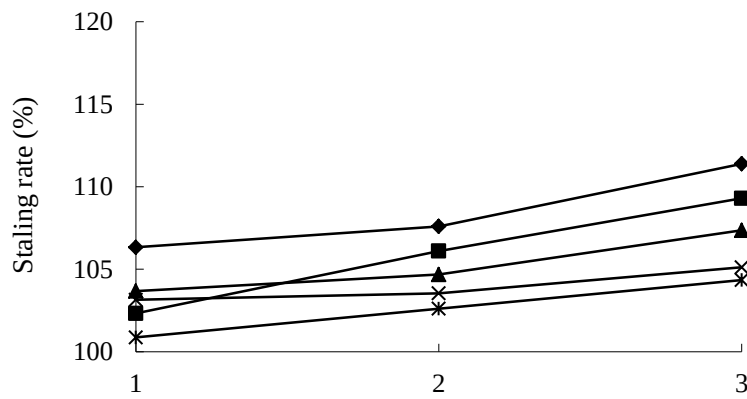


圖 4 不同 BBF 取代率(A)及添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50 (B)不同 BBF 取代率所製得黑豆土司之亮度。

(A)



(B)



(C)

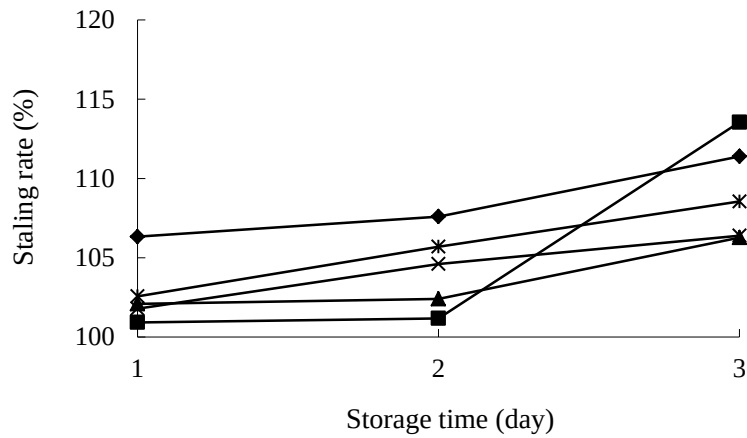


圖 5 10 (A)、30 (B)與 50% (C) BBF 取代率製得黑豆土司於貯存期間老化速率之變化

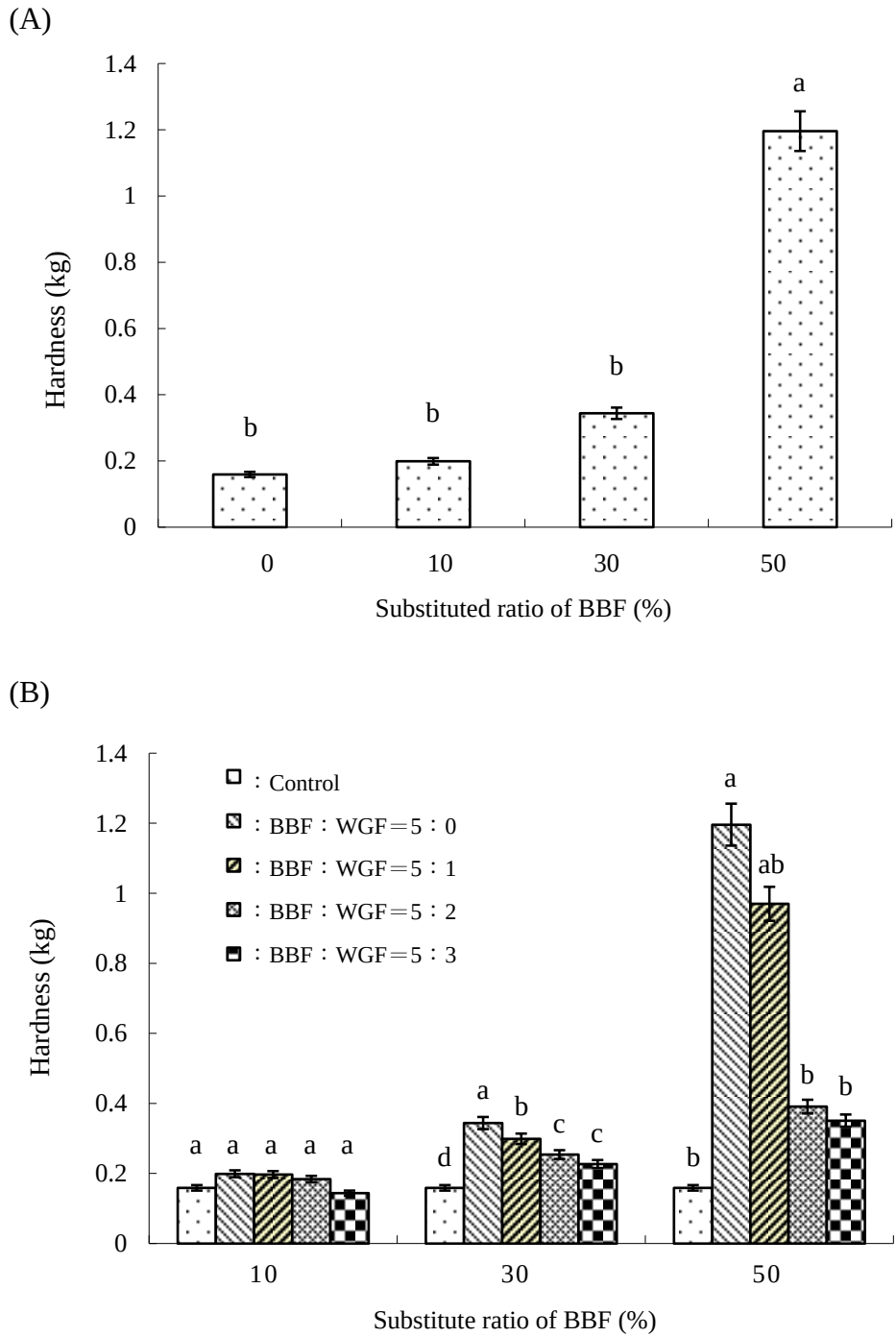
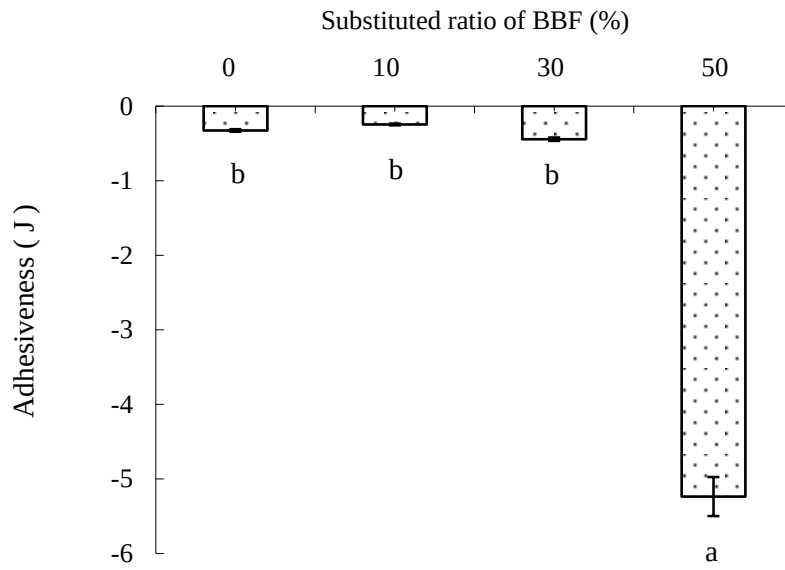


圖 6 不同比率的 BBF (A)和添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50(B)對黑豆土司硬度的影響

(A)



(B)

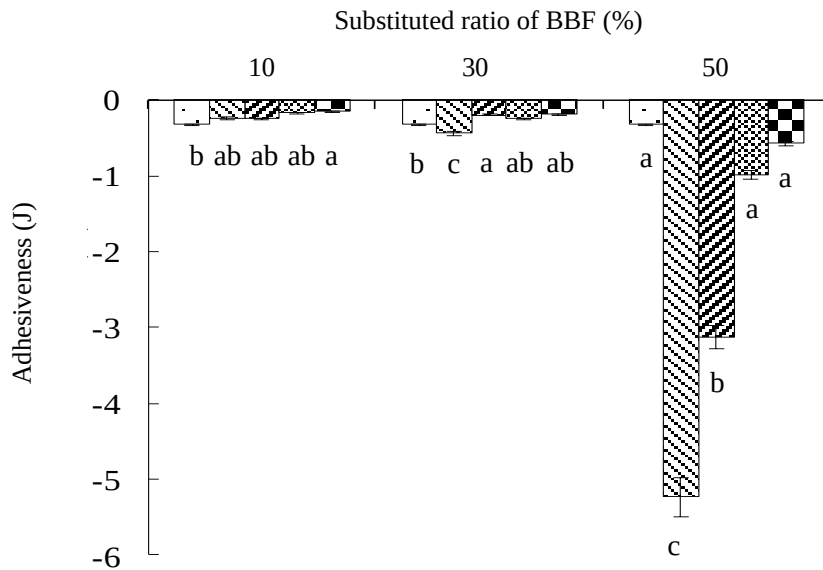
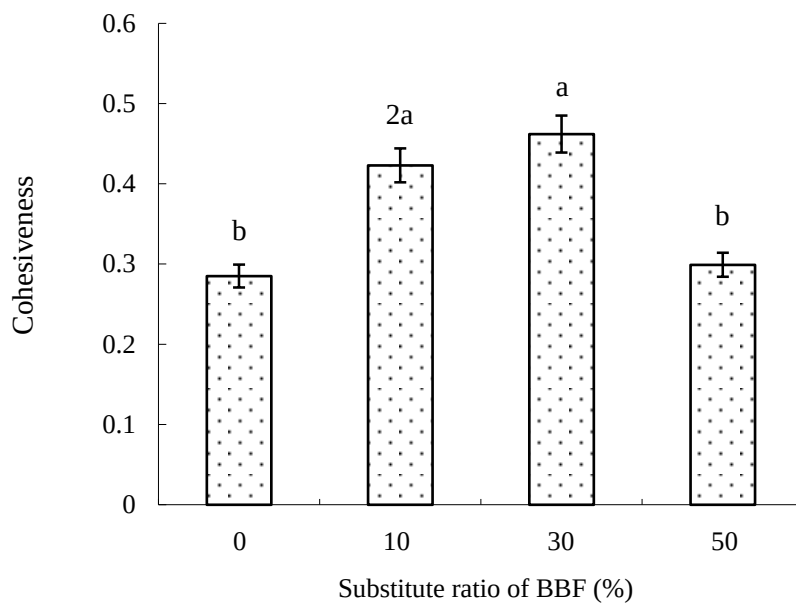


圖 7 不同比率的 BBF (A)和添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50 (B)對黑豆土司附著度的影響

(A)



(B)

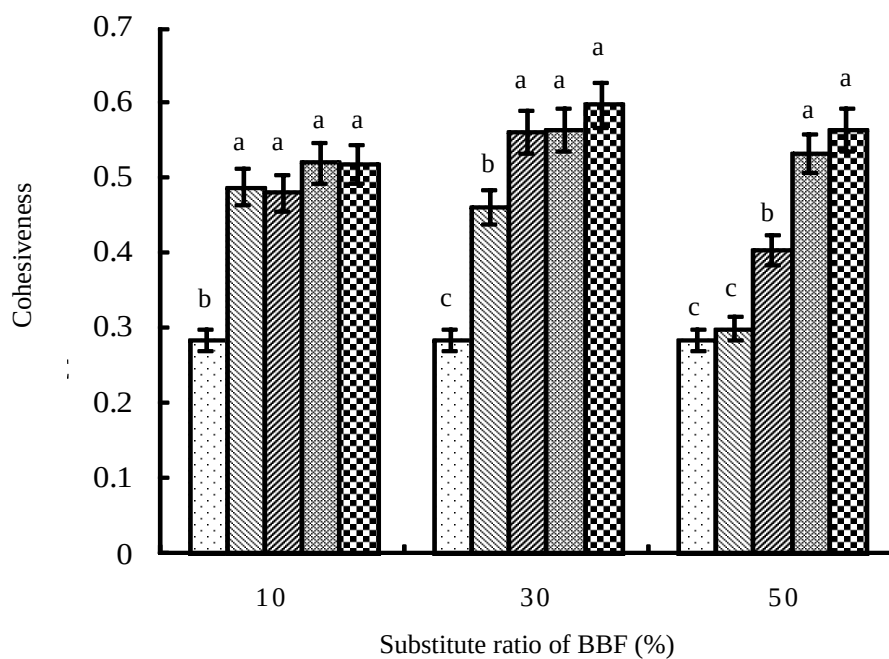
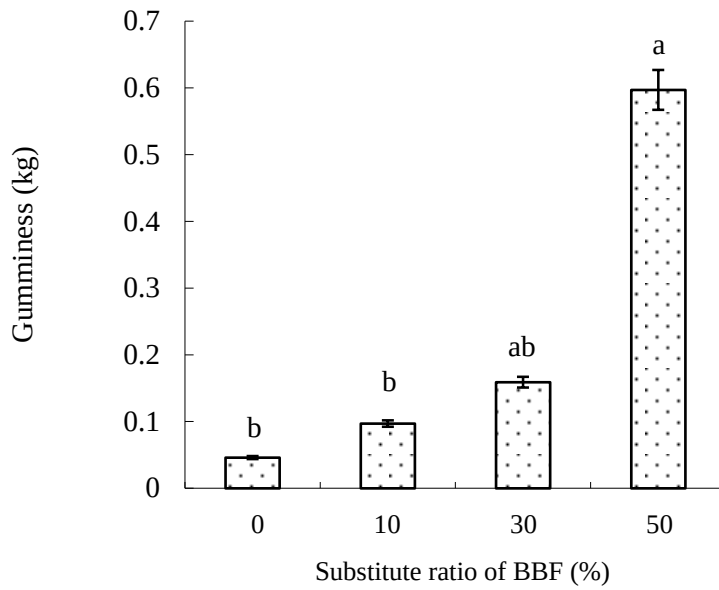


圖 8 不同比率的 BBF (A)和添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50 (B)對黑豆土司內聚性的影響

(A)



(B)

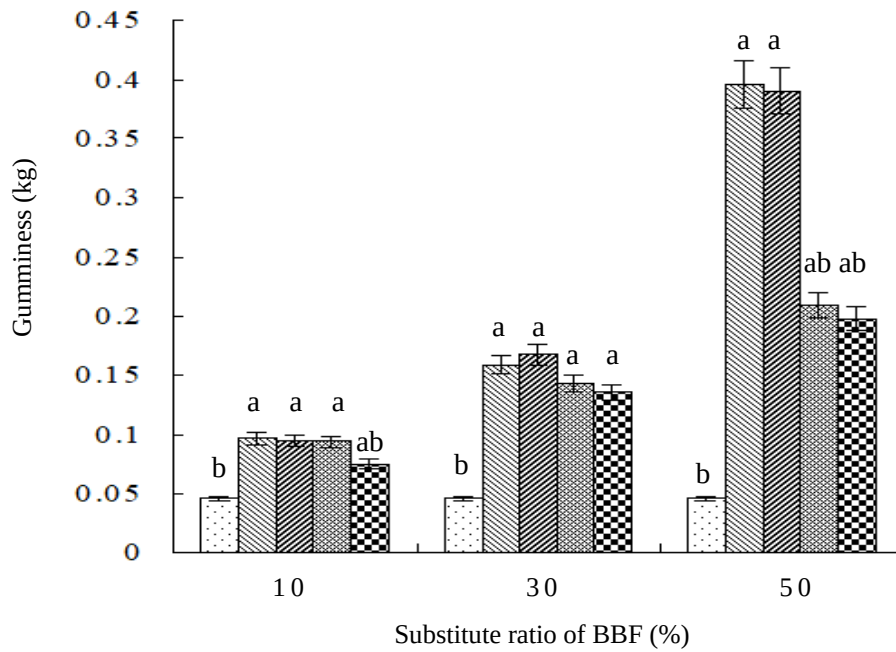
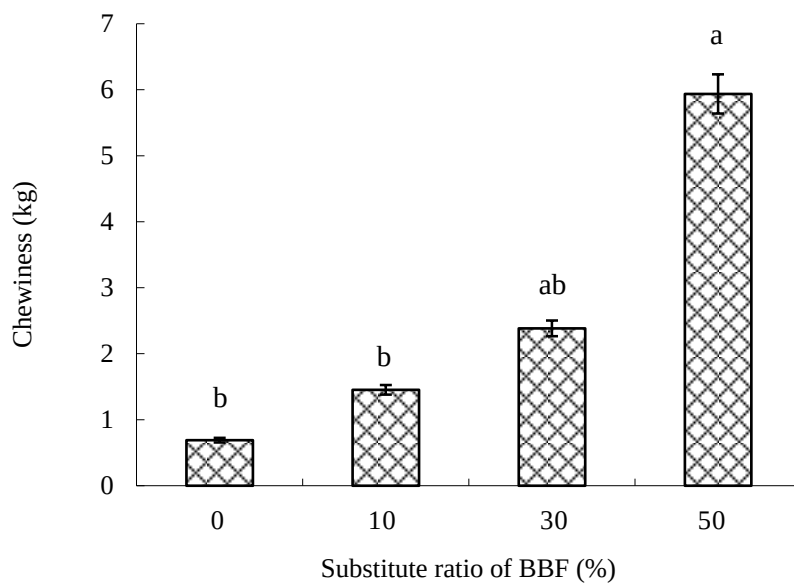


圖 9 不同比率的 BBF (A)和添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50(B)對黑豆土司膠黏性的影響

(A)



(B)

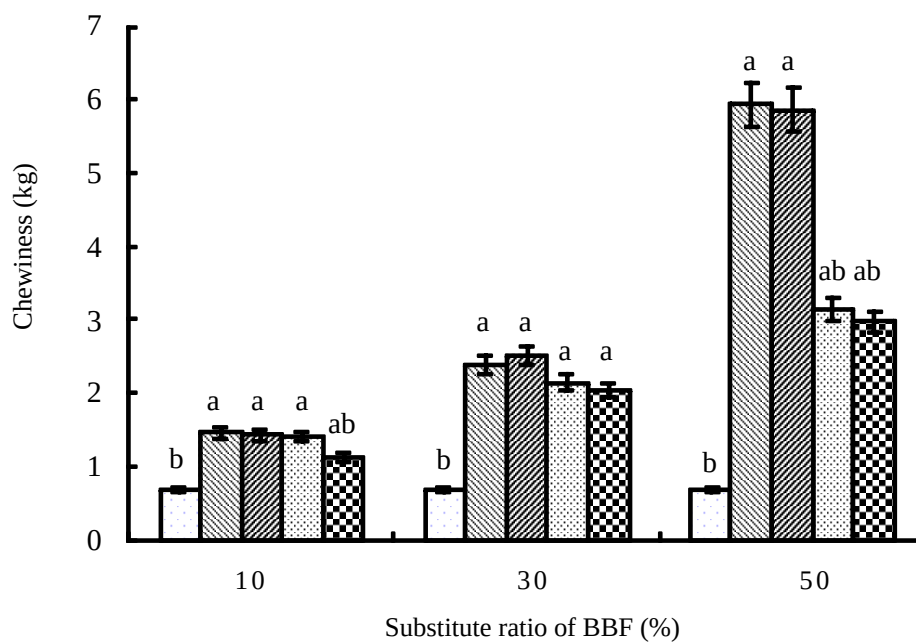


圖 10 不同比率的 BBF (A)和添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50(B)對黑豆土司咀嚼性的影響

表 2 不同 BBF 取代率及添加不同比例的 WGF 於 B10、B30 與 B50 不同 BBF 取代率所製得黑豆土司之重量、體積及評比結果

Substituted ratios of BBF (%)	Loaf weight		Loaf volume		Volume score	
	Weight (g)	Weight loss (%)	Volume (cm ³)	Relation loaf volume (%)	Specific volume (cm ³ /g)	Score
Control	218±6.00 ^a	12.8	1038±45.37 ^a	100	4.78±0.27 ^a	9
10% (B10)	229±1.70 ^a	8.4	955±40.31 ^a	92.00	4.17±0.21 ^{ab}	8.5
30% (B30)	226±1.11 ^a	9.6	762±53.58 ^b	73.51	3.50±0.23 ^b	<8
50% (B50)	225±1.01 ^a	10	416±56.41 ^d	40.07	1.85±0.32 ^c	<8
(B10)						
5:0	229±1.70 ^a	8.4	955±40.31 ^b	92.00	4.17±0.21 ^{ab}	8.5
5:1	224±1.11 ^a	10.4	1010±11.41 ^{ab}	97.30	4.51±0.03 ^b	8.5
5:2	223±3.39 ^{ab}	10.8	1033±25.45 ^a	99.52	4.64±0.19 ^b	9
5:3	220±8.49 ^b	13.6	1078±49.10 ^a	103.85	4.99±0.22 ^a	9
(B30)						
5:0	226±1.11 ^a	9.6	762±53.58 ^b	73.41	3.50±0.23 ^b	<8
5:1	223±2.01 ^{ab}	10.8	836±28.27 ^b	80.53	3.74±0.40 ^b	8
5:2	220±3.03 ^{ab}	12.0	898±44.57 ^b	86.51	3.99±0.44 ^b	8.5
5:3	223±6.00 ^{ab}	10.8	919±42.92 ^{ab}	87.96	4.10±0.42 ^b	8.5
(B50)						
5:0	225±1.01 ^a	10.0	416±56.41 ^d	40.07	1.85±0.32 ^b	<8
5:1	227±3.12 ^{ab}	9.2	593±10.44 ^c	57.12	2.61±0.07 ^b	<8
5:2	225±2.00 ^{ab}	10.0	826±44.44 ^b	79.57	3.67±0.22 ^b	8
5:3	226±4.10 ^{ab}	9.6	868±45.37 ^b	83.62	3.84±0.50 ^b	8

^{a-d} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 3 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間水分含量與水活性之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Water content				
Control	39.73±1.41 ^c	39.72±1.19 ^b	39.67±1.21 ^{bc}	39.74±1.54 ^{ab}
(B10)				
5:0	39.13±1.16 ^c	38.99±1.42 ^c	38.96±2.01 ^d	39.31±0.67 ^c
5:1	39.72±1.06 ^c	39.60±1.52 ^b	39.45±2.17 ^{cd}	39.57±2.27 ^b
5:2	40.19±1.16 ^b	39.90±1.18 ^b	39.85±1.39 ^b	40.01±2.64 ^{ab}
5:3	40.58±0.98 ^a	40.49±1.64 ^a	40.43±0.89 ^a	40.37±1.31 ^a
Control	39.73±1.19 ^c	39.72±1.64 ^c	39.67±1.06 ^c	39.74±1.16 ^{bc}
(B30)				
5:0	38.02±1.43 ^c	37.98±2.67 ^d	37.74±1.32 ^d	37.65±2.61 ^d
5:1	39.65±2.06 ^c	39.41±2.01 ^c	39.38±2.13 ^c	39.54±2.09 ^c
5:2	41.01±1.17 ^b	40.96±1.97 ^b	40.74±1.11 ^b	40.80±1.47 ^{ab}
5:3	42.24±1.12 ^a	42.20±0.99 ^a	42.09±2.17 ^a	41.90±2.01 ^a
Control	39.73±1.29 ^b	39.72±1.19 ^b	39.67±1.02 ^b	39.74±1.37 ^b
(B50)				
5:0	36.96±2.46 ^c	36.74±0.94 ^c	36.62±0.68 ^c	37.65±1.26 ^c
5:1	39.60±2.41 ^b	39.54±0.72 ^b	39.41±1.38 ^b	39.54±1.60 ^b
5:2	41.63±1.64 ^a	41.54±1.02 ^a	41.32±1.63 ^a	41.78±1.24 ^a
5:3	42.35±1.03 ^a	42.21±1.04 ^a	42.13±0.43 ^a	42.29±0.68 ^a
Water activity				
Control	0.940±0.002 ^a	0.939±0.001 ^a	0.939±0.001 ^{ab}	0.938±0.002 ^{ab}
(B10)				
5:0	0.931±0.001 ^b	0.931±0.002 ^b	0.931±0.003 ^c	0.931±0.006 ^c
5:1	0.938±2.060 ^a	0.938±0.002 ^a	0.937±0.001 ^b	0.937±0.002 ^b
5:2	0.938±0.002 ^a	0.938±0.002 ^a	0.937±0.001 ^b	0.937±0.002 ^b
5:3	0.941±0.003 ^a	0.941±0.004 ^a	0.940±0.001 ^a	0.939±0.001 ^a
Control	0.940±0.002 ^a	0.939±0.001 ^a	0.939±0.001 ^{ab}	0.938±0.002 ^{ab}
(B30)				
5:0	0.933±0.006 ^b	0.933±0.003 ^b	0.933±0.003 ^c	0.931±0.006 ^c
5:1	0.938±0.003 ^{ab}	0.938±0.002 ^{ab}	0.937±0.002 ^b	0.934±0.004 ^{bc}
5:2	0.938±0.002 ^{ab}	0.938±0.004 ^{ab}	0.939±0.002 ^{ab}	0.937±0.001 ^b
5:3	0.941±0.001 ^a	0.941±0.002 ^a	0.940±0.001 ^a	0.940±0.001 ^a
Control	0.940±0.002 ^a	0.939±0.001 ^a	0.939±0.001 ^a	0.938±0.002 ^a
(B50)				
5:0	0.927±0.001 ^c	0.927±0.001 ^c	0.927±0.001 ^c	0.927±0.001 ^b
5:1	0.930±0.001 ^{bc}	0.930±0.001 ^{bc}	0.930±0.001 ^{bc}	0.928±0.002 ^b
5:2	0.939±0.002 ^a	0.938±0.001 ^a	0.936±0.006 ^{ab}	0.936±0.001 ^a
5:3	0.935±0.009 ^{ab}	0.935±0.002 ^{ab}	0.933±0.001 ^b	0.931±0.007 ^b

^{a-d} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 4 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間亮度之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Control (B10)	61.56±1.45 ^a	61.67±1.10 ^a	61.80±1.16 ^a	62.21±1.59 ^a
5:0	52.57±1.19 ^c	52.86±0.82 ^c	52.14±1.14 ^c	54.02±0.34 ^c
5:1	54.98±2.68 ^b	55.16±2.21 ^b	55.54±0.26 ^b	55.37±0.17 ^b
5:2	54.34±2.06 ^b	54.50±0.25 ^b	55.27±1.83 ^b	55.30±0.29 ^b
5:3	53.98±1.67 ^{bc}	54.08±0.09 ^{bc}	54.55±0.80 ^{bc}	54.47±1.29 ^{bc}
Control (B30)	61.56±1.45 ^a	61.67±1.10 ^a	61.80±1.16 ^a	62.21±1.59 ^a
5:0	40.48±2.89 ^c	40.58±3.30 ^c	41.65±3.21 ^c	41.39±2.98 ^c
5:1	42.48±3.28 ^{bc}	42.84±0.41 ^{bc}	42.80±0.64 ^{bc}	42.66±1.28 ^{bc}
5:2	44.12±1.97 ^b	44.33±0.49 ^b	45.37±1.01 ^b	45.28±1.17 ^b
5:3	45.09±0.82 ^b	45.31±0.82 ^b	45.28±0.73 ^b	45.53±0.08 ^b
Control (B50)	61.56±1.45 ^a	61.67±1.10 ^a	61.80±1.16 ^a	62.21±1.59 ^a
5:0	32.39±2.20 ^d	32.30±3.56 ^d	32.38±4.31 ^d	32.24±3.17 ^b
5:1	35.79±1.27 ^c	35.91±0.88 ^c	36.14±1.03 ^c	36.53±4.32 ^c
5:2	38.34±1.49 ^b	39.29±0.09 ^b	39.90±0.26 ^b	39.76±0.53 ^{bc}
5:3	39.76±3.27 ^b	40.28±0.82 ^b	40.54±0.54 ^b	40.25±1.41 ^b

^{a-d} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 5 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間硬度之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Control (B10)	0.159±0.017 ^a	0.168±0.006 ^a	0.170±0.012 ^a	0.185±0.021 ^a
5:0	0.199±0.054 ^a	0.210±0.057 ^a	0.217±0.066 ^a	0.231±0.042 ^a
5:1	0.197±0.052 ^a	0.207±0.027 ^a	0.207±0.024 ^a	0.210±0.035 ^a
5:2	0.184±0.058 ^a	0.197±0.015 ^a	0.204±0.018 ^a	0.207±0.023 ^a
5:3	0.144±0.031 ^a	0.157±0.027 ^a	0.162±0.032 ^a	0.190±0.028 ^a
Control (B30)	0.159±0.025 ^d	0.168±0.014 ^d	0.170±0.012 ^d	0.185±0.021 ^d
5:0	0.344±0.091 ^a	0.352±0.011 ^a	0.365±0.021 ^a	0.376±0.064 ^a
5:1	0.299±0.048 ^b	0.304±0.010 ^b	0.307±0.014 ^b	0.317±0.026 ^a
5:2	0.254±0.056 ^c	0.262±0.028 ^c	0.263±0.014 ^c	0.267±0.040 ^c
5:3	0.229±0.038 ^c	0.231±0.042 ^c	0.236±0.057 ^c	0.240±0.057 ^c
Control (B50)	0.159±0.025 ^b	0.168±0.014 ^b	0.170±0.012 ^b	0.185±0.021 ^b
5:0	1.196±0.521 ^a	1.207±0.289 ^a	1.210±0.719 ^a	1.358±0.615 ^a
5:1	0.970±0.359 ^{ab}	0.977±0.560 ^a	0.983±0.353 ^a	1.017±0.375 ^a
5:2	0.391±0.088 ^b	0.398±0.117 ^b	0.409±0.042 ^b	0.416±0.098 ^b
5:3	0.351±0.094 ^b	0.360±0.085 ^b	0.371±0.056 ^b	0.381±0.096 ^b

^{a-d} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 6 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間附著度之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Control (B10)	-0.327±0.038 ^b	-0.345±0.007 ^b	-0.350±0.085 ^b	-0.355±0.078 ^a
5:0	-0.246±0.064 ^{ab}	-0.250±0.061 ^{ab}	-0.257±0.057 ^{ab}	-0.285±0.030 ^a
5:1	-0.250±0.042 ^{ab}	-0.255±0.035 ^{ab}	-0.261±0.042 ^{ab}	-0.272±0.035 ^a
5:2	-0.170±0.057 ^{ab}	-0.165±0.099 ^{ab}	-0.179±0.106 ^a	-0.185±0.014 ^a
5:3	-0.159±0.071 ^a	-0.165±0.091 ^a	-0.170±0.092 ^a	-0.182±0.019 ^a
Control (B30)	-0.327±0.054 ^b	-0.345±0.007 ^a	-0.350±0.085 ^{ab}	-0.355±0.078 ^{ab}
5:0	-0.444±0.021 ^c	-0.465±0.048 ^a	-0.455±0.021 ^b	-0.475±0.064 ^b
5:1	-0.202±0.036 ^a	-0.220±0.028 ^a	-0.215±0.064 ^a	-0.215±0.021 ^a
5:2	-0.189±0.058 ^a	-0.195±0.064 ^a	-0.190±0.049 ^a	-0.197±0.041 ^a
5:3	-0.158±0.017 ^a	-0.168±0.007 ^a	-0.175±0.93 ^a	-0.180±0.014 ^a
Control (B50)	-0.327±0.054 ^a	-0.345±0.007 ^a	-0.345±0.085 ^a	-0.315±0.078 ^a
5:0	-5.236±0.320 ^c	-5.125±0.658 ^b	-4.830±0.509 ^b	-6.225±0.319 ^b
5:1	-3.124±0.342 ^b	-3.140±0.465 ^b	-3.135±0.821 ^{ab}	-3.170±0.543 ^{ab}
5:2	-0.413±0.109 ^a	-0.435±0.098 ^a	-0.460±0.042 ^a	-0.458±0.035 ^a
5:3	-0.159±0.127 ^a	-0.165±0.174 ^a	-0.184±0.085 ^a	-0.188±0.107 ^a

^{a-c} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 7 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間內聚性之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Control (B10)	0.285±0.016 ^b	0.281±0.038 ^b	0.264±0.017 ^b	0.257±0.088 ^b
5:0	0.480±0.034 ^a	0.478±0.049 ^a	0.456±0.016 ^a	0.447±0.850 ^a
5:1	0.487±0.064 ^a	0.485±0.021 ^a	0.460±0.013 ^a	0.452±0.032 ^a
5:2	0.520±0.057 ^a	0.492±0.048 ^a	0.485±0.067 ^a	0.489±0.013 ^a
5:3	0.519±0.042 ^a	0.516±0.032 ^a	0.527±0.031 ^a	0.490±0.016 ^a
Control (B30)	0.285±0.016 ^c	0.281±0.038 ^c	0.264±0.017 ^b	0.257±0.088 ^b
5:0	0.462±0.042 ^b	0.476±0.069 ^b	0.471±0.047 ^a	0.467±0.074 ^a
5:1	0.561±0.057 ^a	0.551±0.090 ^a	0.557±0.072 ^a	0.531±0.066 ^a
5:2	0.564±0.042 ^{ab}	0.551±0.028 ^a	0.556±0.026 ^a	0.548±0.041 ^a
5:3	0.597±0.054 ^a	0.578±0.028 ^a	0.573±0.045 ^a	0.567±0.050 ^a
Control (B50)	0.285±0.016 ^b	0.291±0.038 ^c	0.264±0.017 ^c	0.257±0.088 ^c
5:0	0.331±0.051 ^b	0.329±0.028 ^c	0.321±0.015 ^c	0.307±0.020 ^{bc}
5:1	0.403±0.113 ^b	0.404±0.120 ^{bc}	0.406±0.128 ^{bc}	0.393±0.141 ^{ac}
5:2	0.533±0.071 ^a	0.542±0.056 ^{ab}	0.529±0.042 ^{ab}	0.537±0.071 ^{ab}
5:3	0.565±0.042 ^a	0.552±0.071 ^a	0.547±0.0883 ^{ab}	0.550±0.132 ^a

^{a-c} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 8 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間膠黏性之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Control (B10)	0.046±0.007 ^b	0.048±0.008 ^b	0.045±0.004 ^b	0.049±0.012 ^b
5:0	0.097±0.028 ^a	0.103±0.013 ^a	0.101±0.023 ^a	0.101±0.016 ^a
5:1	0.095±0.410 ^a	0.099±0.170 ^a	0.093±0.014 ^a	0.096±0.002 ^a
5:2	0.094±0.010 ^a	0.092±0.018 ^a	0.099±0.024 ^a	0.101±0.014 ^a
5:3	0.075±0.020 ^{ab}	0.082±0.019 ^{ab}	0.084±0.022 ^{ab}	0.093±0.017 ^a
Control (B30)	0.046±0.027 ^b	0.048±0.008 ^b	0.045±0.004 ^b	0.049±0.012 ^b
5:0	0.159±0.023 ^a	0.167±0.027 ^a	0.167±0.021 ^a	0.169±0.033 ^a
5:1	0.158±0.019 ^a	0.158±0.032 ^a	0.161±0.027 ^a	0.164 ^a ±0.035
5:2	0.143±0.021 ^a	0.144±0.018 ^a	0.146±0.017 ^a	0.156±0.026 ^a
5:3	0.136±0.007 ^a	0.136±0.023 ^a	0.144±0.005 ^a	0.147±0.029 ^a
Control (B50)	0.046±0.120 ^b	0.048±0.029 ^b	0.045±0.042 ^b	0.049±0.120 ^c
5:0	0.396±0.249 ^a	0.397±0.121 ^a	0.388±0.065 ^a	0.417±0.057 ^a
5:1	0.391±0.172 ^a	0.395±0.145 ^a	0.399±0.158 ^a	0.400±0.081 ^a
5:2	0.209±0.034 ^{ab}	0.215±0.073 ^{ab}	0.216±0.177 ^{ab}	0.224±0.042 ^{ab}
5:3	0.198±0.067 ^{ab}	0.199±0.064 ^{ab}	0.204±0.073 ^{ab}	0.213±0.870 ^{ab}

^{a-c} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 9 以 BBF 不同取代率製得黑豆土司於貯存期間咀嚼性之變化

Formula	Storage time (day)			
	0	1	2	3
Control (B10)	0.690±0.110 ^b	0.709±0.120 ^b	0.674±0.065 ^b	0.726±0.132 ^b
5:0	1.453±0.427 ^a	1.543±0.196 ^a	1.513±0.343 ^a	1.513±0.123 ^a
5:1	1.424±0.573 ^a	1.484±0.262 ^a	1.394±0.203 ^{ab}	1.439±0.031 ^a
5:2	1.409±0.620 ^a	1.379±0.268 ^a	1.484±0.364 ^a	1.514±0.213 ^a
5:3	1.124±0.157 ^b	1.220±0.283 ^{ab}	1.260±0.326 ^{ab}	1.393±0.254 ^a
Control (B30)	0.690±0.110 ^b	0.709±0.120 ^b	0.674±0.065 ^b	0.726±0.132 ^b
5:0	2.384±0.258 ^a	2.509±0.407 ^a	2.504±0.316 ^a	2.539±0.562 ^a
5:1	2.314±0.361 ^a	2.318±0.483 ^a	2.363±0.398 ^a	2.334±0.518 ^a
5:2	2.144±0.263 ^a	2.158±0.270 ^a	2.189±0.208 ^a	2.339±0.496 ^a
5:3	2.038±0.352 ^a	2.069±0.340 ^a	2.188±0.069 ^a	2.203±0.423 ^a
Control (B50)	0.690±0.110 ^b	0.709±0.120 ^a	0.674±0.065 ^b	0.726±0.132 ^c
5:0	5.936±1.125 ^a	5.951±1.168 ^a	5.816±0.980 ^a	6.250±1.185 ^a
5:1	5.860±1.574 ^a	5.920±1.176 ^a	5.981±1.371 ^a	5.996±1.210 ^a
5:2	3.133±1.162 ^{ab}	3.223±0.279 ^{ab}	3.238±0.343 ^{ab}	3.358±0.626 ^b
5:3	2.968±0.635 ^{ab}	2.983±0.232 ^{ab}	3.057±0.429 ^{ab}	3.193±0.646 ^b

^{a-c} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

表 10 黑豆土司之一般成分分析

Formula	Water content	Crude fat (%)	Crude protein (%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)
Control	39.63±0.31	2.85±0.03	9.89±0.04	45.11±0.26	2.52±0.01
(B10)					
5:1	39.13±0.40	3.76±0.01	11.17±0.12	43.90±0.15	2.04±0.03
5:2	39.72±0.24	3.74±0.01	11.86±0.04	42.76±0.13	1.92±0.01
5:3	40.19±0.46	3.53±0.02	12.45±0.06	41.71±0.41	2.12±0.02
(B30)					
5:1	39.65±0.12	5.18±0.03	15.39±0.13	37.20±0.32	2.58±0.04
5:2	41.01±0.37	4.81±0.04	16.84±0.30	34.66±0.13	2.68±0.01
5:3	42.24±0.19	4.49±0.03	18.10±0.06	32.49±0.07	2.68±0.02
(B50)					
5:2	41.63±0.20	5.82±0.01	18.42±0.10	28.83±0.19	3.30±0.04
5:3	42.35±0.07	5.27±0.05	19.90±0.35	26.22±0.12	3.26±0.03

表 11 黑豆土司的感官品評

Formula	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
Control	7.49±0.10 ^a	7.61±0.04 ^a	7.19±0.06 ^a	7.12±0.18 ^a	7.15±0.13 ^a
(B10)					
5:1	6.42±0.07 ^b	6.45±0.03 ^b	6.58±0.14 ^b	6.48±0.11 ^b	6.69±0.06 ^{ab}
5:2	6.75±0.11 ^{ab}	6.88±0.02 ^{ab}	6.68±0.18 ^{ab}	6.76±0.09 ^{ab}	6.73±0.12 ^{ab}
5:3	6.98±0.12 ^{ab}	6.95±0.06 ^{ab}	6.98±0.17 ^{ab}	6.85±0.08 ^{ab}	6.72±0.05 ^{ab}
(B30)					
5:1	5.45±0.14 ^c	5.55±0.05 ^b	6.14±0.09 ^c	5.68±0.12 ^b	5.79±0.07 ^b
5:2	5.98±0.07 ^b	5.95±0.13 ^b	6.25±0.03 ^{bc}	5.85±0.04 ^b	6.05±0.12 ^{ab}
5:3	6.11±0.01 ^b	6.37±0.12 ^b	6.31±0.16 ^{bc}	5.98±0.06 ^b	6.25±0.14 ^{ab}
(B50)					
5:2	4.42±0.11 ^d	4.57±0.11 ^c	4.95±0.15 ^d	4.36±0.12 ^{cd}	4.57±0.04 ^c
5:3	4.90±0.07 ^d	4.85±0.09 ^c	5.18±0.10 ^d	4.85±0.08 ^c	4.76±0.09 ^c

^{a-d} Value in column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

Color: 1-very dislike, 5-moderate, 9-like very much.

Flavor: 1-very strong, 5-moderate, 9-very weak.

Taste: 1-very hard, 5-moderate, 9-very soft.

Overall acceptance: 1-very dislike, 5-moderate, 9-very like.