

# 進氣速率對真魚肉經通氣漂洗後色澤及凝膠能力之影響

陳輝煌<sup>1</sup> 陳莉臻<sup>2</sup> 林世斌<sup>3</sup>

1. 國立宜蘭技術學院食品科學系教授
2. 國立宜蘭技術學院食品科學系講師
3. 國立宜蘭技術學院食品科學系助理教授

## 摘要

本研究的目的是探討通氣漂洗方法在不同進氣速率下對真碎魚肉的除油效果，以及魚肉、魚漿、魚糕態產品色澤及凝膠能力的影響。結果發現通氣漂洗的除油能力、白色度及膠強度都在漂洗5分鐘時即能達到反曲點。在不同的進氣速率下，碎魚肉紅色度降低、亮度及白色度增高的效果為30 L/min > 20 L/min > 10 L/min，顯示愈強的氣泡攪拌能力可更快速而有效的改善碎魚肉色澤，魚漿及魚糕態產品的色澤也有類似的改善趨勢。未漂洗的碎魚肉製成魚糕態產品後無法測得膠強度，隨著漂洗時間的增長，膠強度呈先上升後下降的趨勢，以10-20 L/min漂洗10分鐘或30 L/min漂洗5分鐘的膠強度最高。整體而言，真碎魚肉以10-30 L/min氣體流速漂洗5-10分鐘，應是較為理想的通氣漂洗條件。

**關鍵詞：**通氣漂洗、進氣速率、魚、色澤、凝膠

# The Effect of Air Flow Rate on the Color and Gel Forming Ability in Horse Mackerel with Air-flotation Washing

Hui-Huang Chen<sup>1</sup> Li-Chen Chen<sup>2</sup> and Shih-Bin Lin<sup>3</sup>

1. Professor of Department of Food Science, National I-Lan Institute of Technology

2. Instructor of Department of Food Science, National I-Lan Institute of Technology

3. Assistant Professor of Department of Food Science, National I-Lan Institute of Technology

## Abstract

This study was to investigate the effect of air flow rate in air-flotation washing (AFW) on the lipid removal efficiency, color and gelation ability improvement of horse mackerel mince, surimi and kamaboko. Results showed that the break points were observed at 5 min on the lipid removal, whiteness and gel strength curves. Under various air flow rate, the decrease in redness as well as the increase in lightness and whiteness of mince were in the order of 30 L/min > 20 L/min > 10 L/min. It exhibited that the stronger bubble stirring, the faster and the more effective improving in color of mince.

A similar color improving tendency was observed in surimi and kamaboko. Gel strength of the kamaboko prepared from unwashed mince was too weak to measure. As washing time increased, the gel strength increased and then decreased. The highest gel strength was observed at 10 min and 5 min for the AFW with air flow rate 10-20 L/min and 30 L/min, respectively. In the summary, air flow rate at 10-30 L/min and washing for 5-10 min is the desirable AFW conditions.

**Key Words :** Air-flotation washing, Air flow rate, Horse mackerel, Color, Gelation

## 一、前言

根據水產工廠用水管理之調查研究報告[1]顯示，魚漿工廠每生產一公噸原料約需用水40公噸，在食品工廠中屬於高用水量的產業，其中大部分是用來清洗魚體及漂洗魚肉，尤其是紅色肉魚因脂肪、水溶性蛋白、TMAO、尿素等影響凝膠物質的含量高，因此碎魚肉必須充分漂洗才能生產品質較好的魚漿，大約每生產一公噸原料需使用15公噸的漂洗水量。

在傳統的魚漿製程中，碎魚肉漂洗使用的設備多為批式的漂洗槽，除了無法作連續式生產外，費時、費水也是主要的缺點，通常需要碎魚肉10倍以上的用水量[2,3]，因此本實驗室自行設計通氣漂洗 (air-flotation washing, AFW) 方法[4]，期能達到節水且省時的目標。AFW原理乃是利用大量的氣泡在管柱中攪動產生魚肉-水-氣泡間之固-液-氣三相反應，而利用通氣攪拌以達到加速漂洗效果之構想，源於以廢水處理中的除浮系統及氣舉式發酵槽 (air-lift fermentor) 的二個典型例子。其中氣舉式發酵槽的原理乃利用通入氣泡以提供高效率的氧氣傳遞能力 (oxygen transfer capacity, OTC) [5-7]；氣曝除浮系統的原理則包含三種可能：一為吸附 (adhesion)，氣泡吸附在小的懸浮顆粒上；一為包覆 (wrapping)，氣泡被大顆粒捕捉而被包覆其中；一為凝聚 (aggregation)，小顆粒藉由氣泡的疏水性交互作用而凝聚。整體除浮作用應包含了上述三個步驟的共同參與，並由氣泡的浮力使懸浮顆粒上升達氣-液界面 [8-10]。

由初步實驗已證實兼具攪拌與除浮的效果，可有效縮短漂洗時間及節省漂洗用水 [11]。本實驗乃進一步嘗試以真魚肉為原料，觀察不同進氣速度下的AFW對真魚肉除油效果、色澤及凝膠性質的影響，以建立真魚肉合理的通氣漂洗條件資料庫。

## 二、材料與方法

### (一) 原料

由佳福冷凍公司所提供凍藏約2個月的真魚肉 (Trachurus japonicus, 俗稱黑尾巴擺)，魚體長度約15cm。室溫空氣解凍後取背部及腹部普通肉 (ordinary muscle)，以碎肉機攪碎1分鐘，成為顆粒約小於8mm<sup>3</sup>之碎魚肉。

### (二) 漂洗

通氣漂洗設備參考陳等 [12]，漂洗條件如下：

#### 1. 漂洗水量

參考Chen等 [13] 的方法，碎魚肉及冰水以1：5比例，置於直徑3英吋之壓克力管柱中漂洗，漂洗溫度保持在10℃以下。

#### 2. 漂洗方法

將壓縮空氣以10、20及30 L/min之進氣速率，經濾網通入冰水中，產生球徑約1-5mm的氣泡，再加入碎魚肉，利用氣泡攪拌漂洗一次。

#### 3. 漂洗時間

單次漂洗時間分別為5、10、20及30分鐘，漂洗後以約50ml蒸餾水洗去碎魚肉表面泡沫及夾雜物，即完成漂洗工作。

### (三) 魚漿樣品

#### 1. 魚漿 (surimi)

漂洗後的碎魚肉經濾布擠壓脫水，以紅外線水分測定器 (YST-YL-1, Kao Shing Enterprise Co., Ltd., Chang-wha, R.O.C) 測水分含量，再秤取500 g碎魚肉於細切乳化機 (Stephan UM-5, Stephan Machinery Corp., Hameln, Germany) 搗潰三次，第一次空搗1min，第二次加入魚肉重2.5%的食鹽，經抽真空狀態 (500mm-Hg) 再搗潰2min後成為魚漿。搗潰過程中，在容器夾層以循環冰水保持在10℃以下。

#### 2. 魚糕態產品 (kamaboko)

魚漿灌入周長10cm、長度15cm的PVDC (polyvinylidene chloride) 腸衣中，於85℃水浴加熱30分鐘，即為魚香腸，加熱後以冰水迅速冷卻並置於4℃冷藏隔夜，再進行物性測定。

#### (四) 理化性質測定

##### 1. 色澤

色差儀(Juki JP7200F, JUKI Corporation, Tokyo, Japan)以標準白板(x=82.48, y=84.23, z=99.61)校正,碎魚肉、魚漿平鋪於石英樣品槽,或魚香腸切成3 mm薄片,測定Hunter's L、a、b值,並計算其白色度(Whiteness=100-[(100-L)<sup>2</sup>+a<sup>2</sup>+b<sup>2</sup>]<sup>1/2</sup>),每組樣品六重覆。

##### 2. 膠強度

魚香腸切成長約30mm小段,利用流變儀(SUN RHEOMETER, model CR-150, Sun Scientific Co., LTD., Tokyo, Japan)測定其穿破力(breaking force, g)、變形量(deformation, cm)及膠強度(gel strength, g×cm),使用球徑5mm的球形探頭,樣品座上升速度為60mm/min。其中以穿破力分析產品硬度,變形量分析產品黏彈性,膠強度則代表產品整體的彈性,每組樣品六重覆。

##### 3. 油脂含量分析

參考Chen等[13]的方法,均質後的魚肉以CHCl<sub>3</sub>:CH<sub>2</sub>OH=3:1溶劑,於暗室中激烈振盪萃取30分鐘,再以7000 rpm離心15分鐘,取出溶劑層,加入無水硫酸鈉,並過濾之,倒入濃縮瓶(加入數顆沸石)中進行減壓濃縮(溫度設定50℃),至溶劑完全揮發後取出稱重,每組樣品三重覆。

#### (五) 統計分析

測定項目所得數據利用SAS統計套裝軟體[14]分析,並在Sigmaplot圖中以error bar代表標準偏差。

### 三、結果與討論

#### (一) 通氣漂洗法之除油效果

未漂洗的真精白肉油脂含量為2.24%,以10 L/min的空氣流速通氣漂洗5分鐘後,碎魚肉油脂含量只剩0.34%,除油效率達85%,再增長漂洗時間,除油效果只些微提昇,至漂洗30分鐘時,油脂含量及除油效率分別為0.25%及90%(圖1)。當提高進氣速率以期增加攪拌效果時發現,以20 L/min及30 L/min的空氣流速通氣漂洗者也與10 L/min有類似的除油效果,漂洗5分鐘的碎魚肉中殘留的油脂含量分別為0.24%及0.20%,除油效果分別為89%及91%,縱使再增長漂洗時間,除油效果都只些微提昇。無論如何,以通氣漂洗的方法確實具有極高的除油效果,可發現圖1中的曲線在漂洗5分鐘時即達到反曲點(break point),與真精白肉以傳統批式冰水攪拌漂洗15分鐘後,只有34%除油率[13]的效果相比,顯然通氣漂洗有優異的除油效果,對於含油量較高的紅色肉魚而言,是相當理想的漂洗方法。

#### (二) 通氣漂洗法對碎魚肉、魚漿及魚糕態產品色澤之影響

真精白肉以10 L/min的進氣速率漂洗後,L值明顯增高,代表漂洗後魚肉的亮度增高,且隨著漂洗時間增長而逐漸增高,L值增高的效果為進氣速率30 L/min > 20 L/min > 10 L/min(圖2)。碎魚肉의+a值(紅色度)及+b值(黃色度)則都隨著漂洗時間增長而明顯降低,對紅色度及黃色度的脫色效果,以空氣流速30 L/min > 20 L/min > 10 L/min,通氣漂洗後的整體白色度變化則與L值變化類似,顯然漂洗後魚肉의白色度,因紅色度(+a)及黃色度(+b)偏低,主要還是受亮度影響,而且進氣速率愈高白色度增高的幅度愈大,顯示愈強的氣體攪拌能力可更快速而有效的改善碎魚肉色澤。

從圖2曲線中可觀察到紅色度降低、亮度及白色度增高的break point都發生在漂洗5分鐘時,故可知進氣速率10-30 L/min的通氣漂洗,只需5分鐘左右即可有效改善真精白肉色澤。

真精白肉通氣漂洗後製成的魚漿,L值及白色度隨漂洗時間增長而增高,a及b值則隨著漂洗時間增長而降低(圖3),色澤變化與碎魚肉類似,部分魚漿在碎魚肉漂洗較久後(20 L/min流速下漂洗30分鐘及30 L/min流速下漂洗20、30分鐘),a值已由正轉為負(即進入綠色系),唯數值仍很低。魚漿的亮度及白色度都較相同漂洗條件下的碎魚肉低,造成AFW對增進魚漿的白色度的能力低於碎魚肉的原因可能包括:(1)碎魚肉漂洗後,表面色素流失較內部多,表面的亮度及白色度較高,而魚漿因已搗潰混合,平均亮度及白色度較低(2)碎魚肉加鹽搗潰後,蛋白質重組造成保水能力增強,自由水含量較碎魚肉低,降低亮度及白色度等原因[13]。

魚糕態產品的L值、a值及白色度隨漂洗時間增長而增高，b值則隨著漂洗時間增長而降低，其中L值、b值及白色度的變化與碎魚肉及魚漿類似(圖4)，唯a值都已轉變為負值(即進入綠色系)，此乃因動物肌肉呈現紅色主要由肌紅蛋白貢獻，加熱後形成變性氧化肌紅蛋白(denatured metmyoglobin)之故[15]。且白色度都較相同漂洗條件下的碎魚肉及魚漿高，則是魚肉蛋白質熱變性後呈色的改變[13]。

### (三) 通氣漂洗法對碎魚肉凝膠能力之影響

未經漂洗的真鱈碎魚肉製成魚糕態產品後無法測得膠強度，以10 L/min氣體流速通氣漂洗的碎魚肉製成的魚糕態產品，穿破力隨著漂洗時間的增長，呈先上升後下降的趨勢，在漂洗10分鐘時為最高值(354 g)，以20及30 L/min氣體流速通氣漂洗5分鐘者，穿破力分別為369及360 g，之後則隨著漂洗時間增長而下降(圖5)。以10及20 L/min氣體流速通氣漂洗者，變形量隨著漂洗時間增長而增高，而以30 L/min氣體流速通氣漂洗者，變形量則隨著漂洗時間增長而降低。以10及20 L/min氣體流速通氣漂洗者，膠強度隨著漂洗時間的增長，呈先上升後下降的趨勢，在漂洗10分鐘時為最高值，分別為189及207 g × cm，而以30 L/min氣體流速通氣漂洗者，穿破力、變形量及膠強度則在漂洗5分鐘後隨著漂洗時間增長而降低。由於未經漂洗的真鱈碎魚肉製成的魚漿無法凝膠，若以傳統機械攪拌式漂洗的真鱈碎魚肉，須在漂洗90分鐘(單次漂洗30分，共漂洗三次)才能達到最大的凝膠能力，膠強度約為135 g × cm [13]，顯示通氣漂洗可快速改善真鱈魚漿的凝膠性質，但漂洗時間太長，卻也會影響凝膠能力。

## 四、結論

從三種不同氣體流速的通氣漂洗對真鱈魚肉凝膠能力的影響分析，使用 20 L/min 氣體流速通氣漂洗可得到較好的凝膠能力，而過長的漂洗時間(超過 10 分鐘)卻使產品膠強度降低。若配合通氣漂洗後的除油效果及色澤變化，對使用管徑 3 英寸管柱之設備而言，真鱈碎魚肉以 10-30 L/min 氣體流速漂洗 5-10 分鐘，應是較為理想的通氣漂洗條件。至於長時間及高進氣速率通氣漂洗反而影響魚肉凝膠的原因，有待進一步研究證實及探討。

## 五、參考文獻

1. 陳輝煌、馮臨惠、吳柏青 (1994)，「宜蘭地區水產工廠用水管理之調查研究」，行政院農委會研究報告 (83食品會報11(2))。
2. Lanier, T.C. and Lee, C.M. (1992), *Surimi Technology*, pp.181-207, Marcel Dekker, Inc. New York, U.S.A.
3. 志水寬 (1984)，*魚肉煉製品—研究及技術*，第62-73頁，恆星社厚生閣，東京，日本。
4. 陳輝煌、馮臨惠、吳柏青 (1997)，「食品工業用水管理技術之發展-(IV)水產罐頭及魚漿工廠之節水技術及推廣應用」，行政院農委會研究報告 (86食品會報08(III))。
5. 蘇遠志、黃世佑 (1994)，*微生物化學工程學*，第437-499頁，華香園出版社，台北。
6. Higbie, R. (1935), "The rate of absorption of a pure gas into a still liquid during short periods of exposure", *Trans. AIChE*, Vol.31, pp.365-389.
7. Danckwerts, P.V. (1951), "Significance of liquid-film coefficients in gas absorption", *Ind. Eng. Chem.*, Vol.43, pp.1460-1467.
8. Anonymous, (1984), *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, VI-addition, pp.18-57, Mc-Graw-Hill Book Company, New York, U.S.A.
9. 經濟部工業局工業污染防治技術服務團 (1993)，*工業污染防治技術手冊*，第十九冊，第11-72頁，財團法人中國技術服務社，台北。
10. 阮國棟 (1989)，「油脂之污染特性及處理技術」，*工業污染防治*，第30卷，第162-179頁。
11. Chen, H.H. (2002), "Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing", *J. Food Sci.* Vol.67

(in press).

12. 陳輝煌 (2001), 「不同的通氣漂洗條件下鱈魚碎魚肉肌紅蛋白變化及脫色效果」, 台灣農業化學與食品科學, 第三十九卷, 第四期, 第 329-336 頁。
13. Chen,H.H., Chiu,E.M. and Huang,J.R. (1997), “Color and gel-forming properties of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) related to washing condition”, J. Food Sci. Vol.62, No.5, pp.985-991.
14. SAS Institute, Inc. (1993), SAS® User's Guide, SAS Institute Inc. Cary, NC., U.S.A.
15. Fennema O.R. (1985), Food Chemistry, 2nd ed., pp.545-584, Marcel Dekker, Inc. New York, U.S.A.

91年08月09日投稿

91年09月03日接受

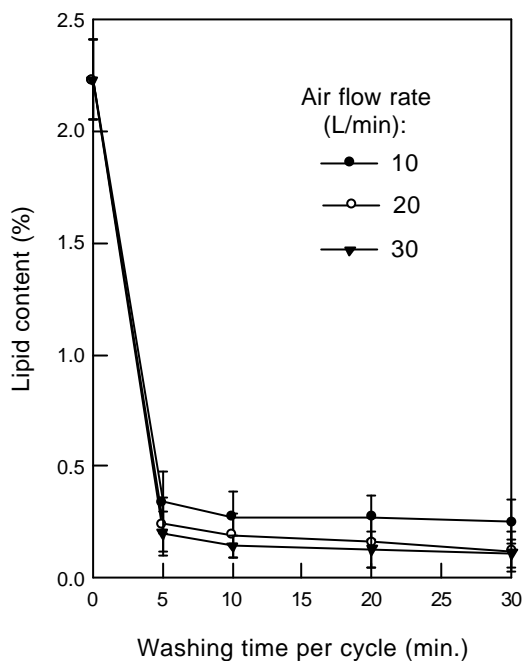


圖1 真鱈碎魚肉以通氣漂洗法漂洗後的油脂含量變化

Fig 1 The changes of lipid content in *Trachurus japonicus* minces with air-flotation washing

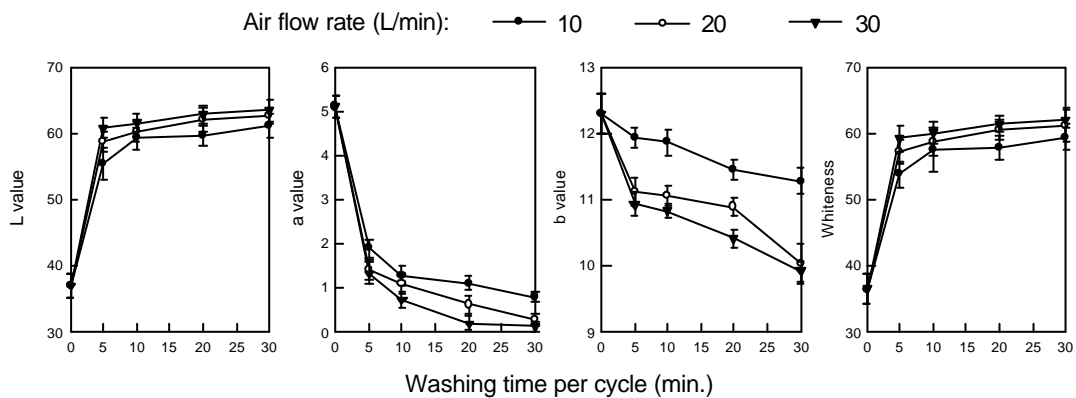


圖2 真鱈碎魚肉以通氣漂洗法漂洗後的色澤

Fig 2 The color of *Trachurus japonicus* minces with air-flotation washing

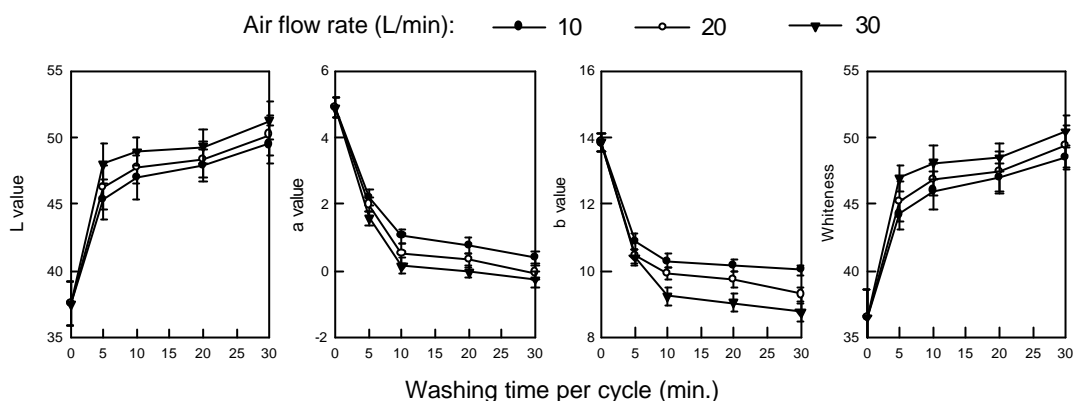


圖3 真鱈碎魚肉以通氣漂洗法漂洗後製成的魚漿色澤

Fig 3 The color of surimi prepared from *Trachurus japonicus* minces with air-flotation washing

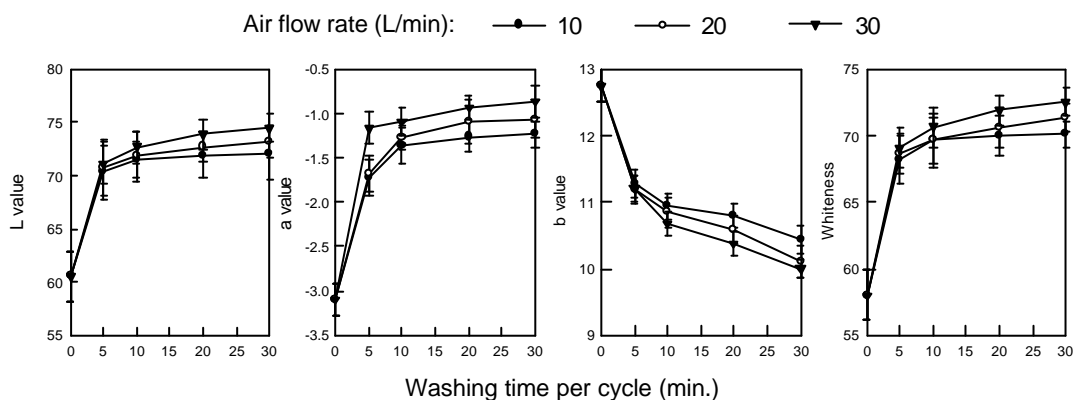


圖4 真鱈碎魚肉以通氣漂洗法漂洗後製成的魚糕態產品色澤

Fig 4 The color of kamaboko prepared from *Trachurus japonicus* minces with air-flotation washing



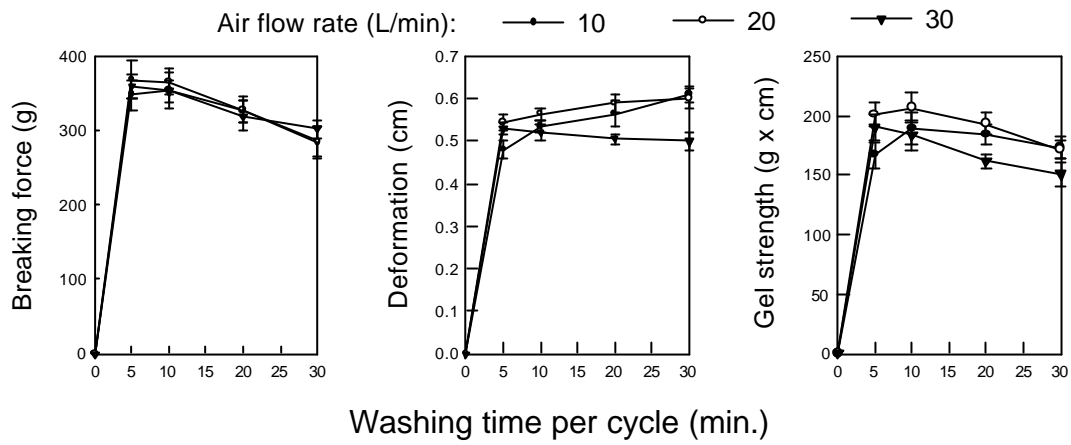


圖5 真鱈碎魚肉以通氣漂洗法漂洗後製成的魚糕態產品膠強度

Fig 5 The gel strength of kamaboko prepared from *Trachurus japonicus* minces with air-flotation washing