

西瓜汁濃縮加工之研究

史宏財

摘 要

為製成高品質的西瓜濃縮汁，本研究進行三批西瓜汁的減壓濃縮試驗，得到全可溶性固形物分別為 37.5、45.4、60.0 °Brix、體積濃縮倍率分別為 4.26、5.04、7.40 的濃縮西瓜汁，其中濃縮倍率為 5.04 之濃縮西瓜汁外觀良好，無汁液過於濃稠、流動性低及局部焦化等之缺點，是一個良好的濃縮操作條件。濃縮西瓜汁的濁度與濃縮時間呈線性反比關係，顯示濃縮的熱處理可以改善西瓜汁的混濁分層現象。

關鍵詞：西瓜、濃縮、加工、品質。

前 言

西瓜為葫蘆科一年生蔓性草本植物，原產非洲赤道附近，性喜高溫氣候^(2,3)，全省的西瓜栽培面積為 18,419 公頃，收穫面積為 17,357 公頃，全省總產量達到 354,856 公噸⁽⁴⁾。近年西瓜栽培傾向於尋找新生地及大規模企業化經營，並配合農業資材及機械使用，可以達到省工及降低生產成本之目的，而由於西瓜栽培面積及產量的急劇增加，造成西瓜價格低落，生產不敷成本與果賤傷農情形嚴重⁽³⁾。省產紅肉西瓜於不同加熱溫度(76、86、96 °C)加熱 30 秒製成西瓜汁，結果顯示貯藏過程中過氧化酶(peroxidase)、果膠酯酶(pectin esterase, PE)及半乳糖醛酸酶(polygalacturonase, PG)之活性仍有殘存；加熱對於西瓜汁之 pH 值不會造成變化，但會導致西瓜汁混濁度下降，但不會有明顯褐變產生，也不會產生呋喃醛(furfural)及羥甲呋喃醛(hydroxymethylfurfural)；未加熱處理西瓜汁在貯藏期間混濁度不斷損失，經加熱者在-10°C及-20°C貯藏下則能維持穩定；西瓜汁中的可溶性蛋白質為低分子量物質，其隨加熱溫度的增加有逐漸轉變成不溶性的現象，即蛋白質是西瓜汁產生凝集沈澱的重要成分；高溫加熱有促進西瓜汁可溶性成分明顯形成聚集產生不溶性沈澱物之效果，故藉由調酸配合低溫加工方式，可以減少凝集沈澱現象的產生，而得到混濁形式穩定的西瓜果汁⁽¹⁾。高溫加熱有促進西瓜汁可溶性成分明顯形成聚集，產生不溶性沈澱物⁽⁸⁾。經高溫短時間製程所得 65 °Brix 濃縮西瓜汁的還原果汁色澤與新鮮果汁類似，可在-21°C下貯藏 18 個月而不褪色，其主要色素為番茄紅素(lycopene)⁽⁹⁾。就西瓜汁的濃縮效率、色澤及產量而言，熱加速短時間蒸發法(thermally accelerated short time evaporation, TASTE)方法為最佳的濃縮方法，其濃縮物在-21°C下兩年也很穩定⁽⁵⁾。梨及蘋果汁在 30 萬 MWCO 超過濾膜處理下可以減緩褐變之發生⁽¹⁰⁾。西瓜汁具有特殊的清爽風味與色澤，並具利尿之性質，利用 CA-992、HR-95、EC-50 三種 DDS 逆滲透膜，在 5 Mpa 操作壓力下，西瓜汁可由 6.5 °Brix 濃縮至 24.0 °Brix，平均透流率在 15-17 L/m²/h⁽⁷⁾。Grandall 以 1979-1981 年產之晚崙西亞柳橙汁進行試驗，指出一般柑橘類果汁多濃縮至 62 °Brix 貯藏運送，且高糖度濃縮果汁之經濟性是毋庸置疑的⁽⁶⁾。本研究主要目的為探討濃縮過程對西瓜汁品質之影響，建立西瓜汁濃縮加工之技術，增加西瓜濃縮汁之應用與經濟價值，以穩定盛產期間之西瓜價格，避免有果賤傷農情形發生。

材料與方法

一、試驗材料

西瓜品種為「富寶二號」，購自中壢市新明市場。

二、試驗方法

(一)西瓜汁濃縮加工流程

紅肉西瓜(共進行三批次濃縮，重量分別為 634.6、726.6、965.0 kg)→去皮→取果肉→以大型果汁機(大新食品機械公司製造)破碎打汁→以離心機(大新食品機械公司製造)進行固液分離，計算榨汁率(%)→西瓜汁→減壓蒸發濃縮(關西鎮農會提供減壓蒸發濃縮設備，濃縮效率：320 kg/hr)→西瓜濃縮果汁。

(二)品質分析

1.全可溶性固形物

以手提式糖度屈折計測出，室溫 25°C 為標準校正，全可溶性固形物之讀值以 °Brix 表示。

2.體積濃縮倍率

體積濃縮倍率=濃縮後的全可溶性固形物含量/濃縮前的全可溶性固形物含量。

3.色澤

各處理之西瓜汁色澤以色差計(Color and Color Difference Meter, ND-1001 DP 型)測定，西瓜汁的顏色變化以 L、a、b 值讀出。L 值表亮度，100 時為全白，0 為全黑；a 值為+表示紅色，-表示綠色；b 值為+表示黃色，-表示藍色。

4.濁度

採用 Turbidimeter 2100A (Hach Co., USA)測定，標準品為 Hach, USA 生產，濁度單位為 NTU。

結果與討論

為獲得較佳的西瓜濃縮汁品質，本研究進行三批西瓜汁的濃縮加工試驗，測定不同批次「富寶二號」西瓜品種之總重、果肉重、皮重、汁液重及榨汁率(表 1)，另測定及計算濃縮試驗中之濃縮溫度範圍、濃縮時間、西瓜汁之全可溶性固形物及其體積濃縮倍率如表 2，結果顯示富寶二號西瓜之品質依批次不同有其差異，三個批次西瓜汁之全可溶性固形物分別為 8.8、9.0 及 8.1 °Brix，榨汁率依次為 64.22、66.18 及 62.07%，其中以第二批西瓜之品質為最佳；由於三個批次西瓜汁的全可溶性固形物含量原本就不相同，加上濃縮時難以精準的控制相同的濃縮溫度，在經過濃縮加工後，三個批次西瓜濃縮汁之全可溶性固形物分別為 37.5、45.4 及 60.0 °Brix，經換算為體積濃縮倍率(VCR)以比較各批次西瓜汁的濃縮程度，其體積濃縮倍率分別為 4.26、5.04 及 7.40，顯示若以定量之西瓜汁進行濃縮加工，其體積濃縮倍率有隨其濃縮溫度及濃縮時間呈上升的趨勢。

表 1. 不同批次西瓜汁之榨汁率

Table 1. Juice contents for different batch of watermelon.

| 濃縮批次 Batch of concentration | 總重 Total weight (kg) | 果肉重 Weight of flesh (kg) | 皮重 Weight of skin (kg) | 汁液重 Weight of juice (kg) | 榨汁率 Juice contents (%) |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1st | 634.6 | 435.9 | 198.7 | 407.6 | 64.22 |
| 2nd | 726.6 | 522.4 | 204.2 | 480.9 | 66.18 |
| 3rd | 965.0 | 670.0 | 295.0 | 599.0 | 62.07 |

表 2. 不同批次西瓜汁濃縮之全可溶性固形物及體積濃縮倍率

Table 2. Total soluble solid contents and volume concentration ratio for different batch of concentrated watermelon juice.

| 濃縮批次 Batch of concentration | 濃縮溫度範圍 Temp. range of concentration (°C) | 濃縮時間 Time of concentration (min) | 全可溶性固形物 Total soluble solid contents (°Brix) | | 體積濃縮倍率 Volume concentration ratio |
|-----------------------------------|---|---|--|-------|---|
| | | | 西瓜原汁 | 西瓜濃縮汁 | |
| 1st | 48.0-51.0 | 33 | 8.8 | 37.5 | 4.26 |
| 2nd | 40.6-47.5 | 100 | 9.0 | 45.4 | 5.04 |
| 3rd | 54.5-72.0 | 85 | 8.1 | 60.0 | 7.40 |

圖 1 及表 2 顯示三批次的西瓜汁經過濃縮加工，西瓜汁的全可溶性固形物數值分別由 8.8、9.0、8.1 °Brix 增加至最終之 37.5、45.4、60.0 °Brix。由各批次的西瓜汁進行濃縮加工時之外觀，顯示當濃縮加工進行至全可溶性固形物為 55-60 °Brix 時(如第三批次)，其黏度呈現急遽增加，品質與風味有急速劣變情形；當西瓜濃縮汁的全可溶性固形物讀值在 45.4 °Brix 時(如第二批次)，其外觀品質良好，無汁液過於濃稠、流動性驟降之缺點，也沒有因黏度過高造成濃縮西瓜汁局部焦化及黏滯於濃縮設備輸送管間之情形發生；第一批次濃縮西瓜汁之全可溶性固形物含量僅達 37.5 °Brix，主要原因是進行濃縮加工之西瓜果汁總量太少，在濃縮設備中濃縮時之可循環量不足，導致全可溶性固形物無法提高及黏度稍嫌過低。

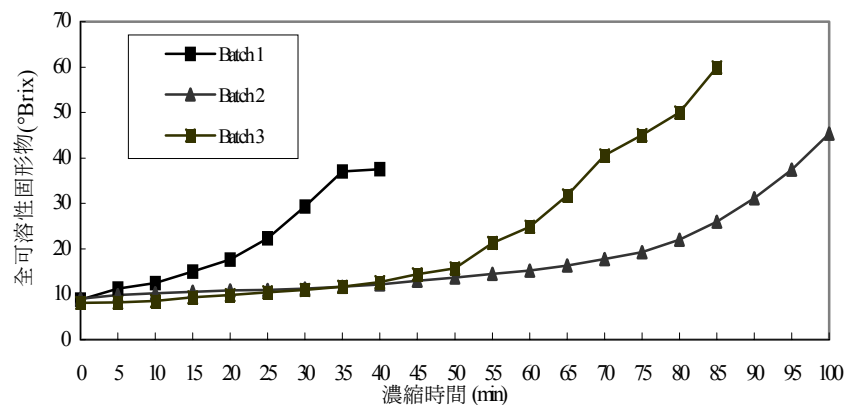


圖 1. 西瓜汁濃縮時間對其全可溶性固形物之影響

Fig. 1. Effect of time of different concentration on the total soluble solid contents of watermelon juice.

圖 2 顯示第三批次濃縮西瓜汁代表外觀亮度的 L 值在整個濃縮過程中均維持在一定範圍間，當濃縮時間達 55 分鐘時(相對之全可溶性固形物含量為 21.3 °Brix)，其 L 值開始有下降的趨勢；當濃縮時間達 70~75 分鐘時(相對之全可溶性固形物含量為 40.6-45.2 °Brix)，其 L 值則開始明顯降低，並隨濃縮時間的增加及全可溶性固形物含量的急速上升而快速下降(其 L 值僅達 9.3)，焦糖化反應可能是造成其嚴重褐變現象發生的主要原因；第二批次濃縮西瓜汁之全可溶性固形物含量最高僅達 45.4 °Brix，此時代表濃縮西瓜汁外觀亮度的 L 值約為 16.69，濃縮果汁外觀色澤仍然良好，顯示尚無嚴重的褐變現象發生。

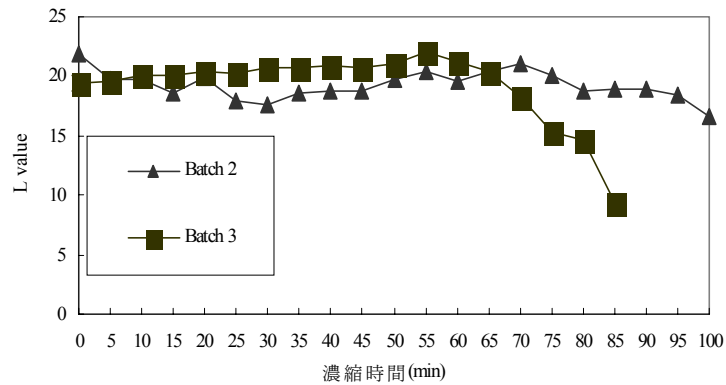


圖 2. 西瓜汁濃縮時間對其 L 值之影響
 Fig. 2. Effect of time of different concentration on the “L” value of watermelon juice.

圖 3、圖 4 顯示第二及第三批次代表濃縮西瓜汁外觀紅色度的 a 值與黃色度的 b 值，會隨濃縮程度的增加而緩緩上升，此顯示濃縮西瓜汁的紅色度與黃色度均隨著濃縮時間的增加而增加。當第三批次濃縮西瓜汁的濃縮時間達 70-75 分鐘時，其 a 值(由 16.37 降至 4.4)與 b 值(由 7.68 降至 3.89)均呈現明顯的下降，配合圖 2 之 L 值明顯下降，顯示濃縮加工進行時，其全可溶性固形物濃度達到一定程度時，西瓜濃縮果汁的品質劣變情形嚴重；第二批次濃縮西瓜汁因未有明顯褐變現象的發生，其 a 值與 b 值仍然呈現上升的趨勢。

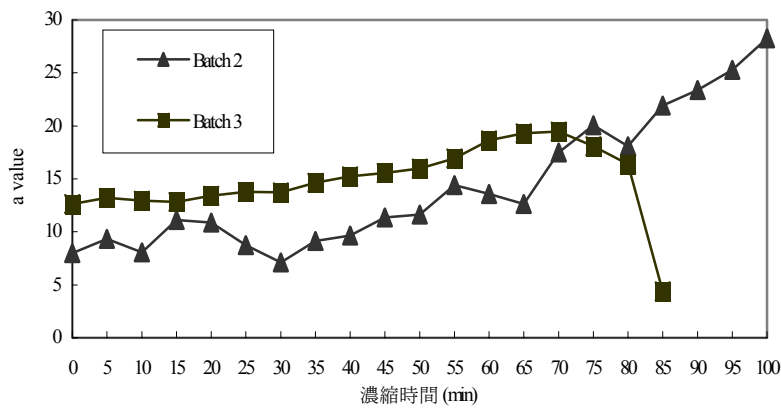


圖 3. 西瓜汁濃縮時間對其 a 值之影響
 Fig. 3. Effect of time of different concentration on the “a” value of watermelon juice.

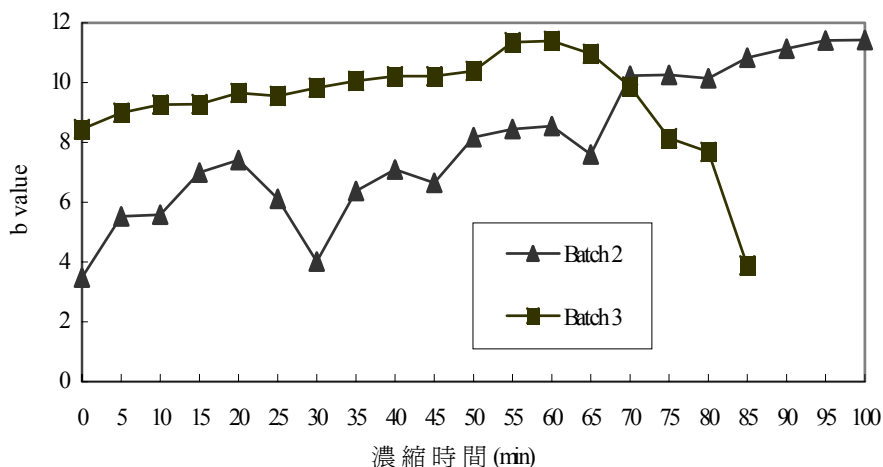


圖 4. 西瓜汁濃縮時間對其 b 值之影響

Fig. 4. Effect of time of different concentration on the "b" value of watermelon juice.

圖 5 顯示濃縮西瓜汁的濁度與濃縮時間呈線性反比關係，即在濃縮過程中，其濁度隨濃縮時間的增加而降低，此顯示濃縮加工之熱處理可以改善西瓜汁的混濁分層現象，其雖有利於濃縮西瓜汁在貯藏時保持均質之外觀，但因西瓜色素主要乃存在於懸浮於西瓜果汁中的果肉細胞，過度的聚集沉澱物形成，不利於濃縮西瓜汁的色澤表現。

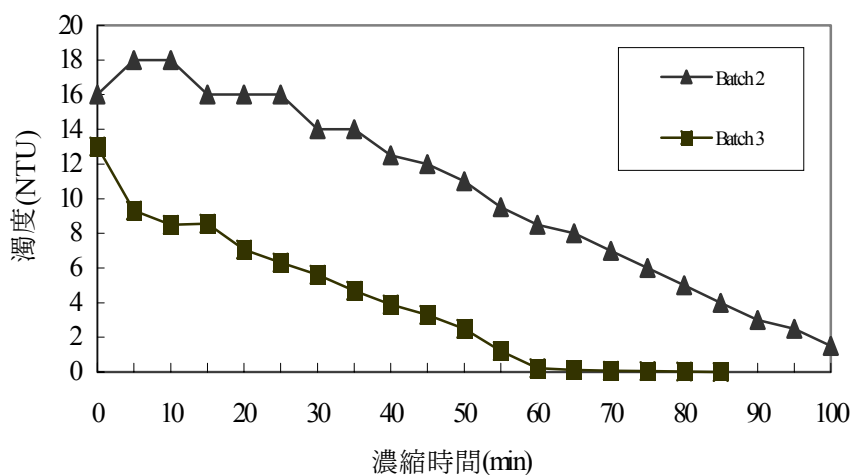


圖 5. 西瓜汁濃縮時間對其濁度之影響

Fig. 5. Effect of time of different concentration on the turbidity of watermelon juice.

濃縮西瓜汁在經過還原後之色澤與濁度分析結果如表 3，顯示冷凍三個月之第二濃縮批次之濃縮西瓜汁經復水還原為 100% 果汁後，其代表果汁外觀亮度之 L 值在未均質的情況下較濃縮狀態者為高，果汁之 a 值與 b 值則較濃縮果汁為低，此乃濃縮西瓜汁被加水稀釋之效果。經均質後還原西瓜果汁之 L 值與 a 值較未經均質者略高，惟其差異不大。經還原為 100% 西瓜果汁之濁度(均質或未均質)明顯比還原前之濃縮西瓜汁者為高，顯示濃縮西瓜汁中原已凝聚之沉澱可以恢復至濃縮加工前之懸浮狀態。

表 3. 均質對濃縮西瓜汁還原後色澤與濁度之影響

Table 3. Effect of homogenization on color and turbidity of concentrated watermelon juice.

| 濃縮批次 Batch | 糖度 (°Brix) | 處 理 Treatments | 色澤 (Color) | | | 濁 度 Turbidity (NTU) |
|---------------|---------------|---|------------|-------|------|---------------------------|
| | | | L | a | b | |
| 2nd | 45.4 | 濃縮汁 ^{z)} Concentrated juice ^{z)} | 15.70 | 23.37 | 9.31 | 0.18 |
| | | 還原汁 (未均質) Recovery juice (non homogenized) | 17.67 | 13.97 | 8.60 | 16.5 |
| | | 還原汁 (均質) Recovery juice (homogenized) | 17.80 | 14.82 | 7.40 | 17.5 |
| | | | | | | |

z) 經冷凍三個月之濃縮西瓜汁。

Concentrated watermelon juice frozen for three months.

參考文獻

1. 林金源。1998。西瓜汁加工及貯藏過程中品質變化及改進之研究。行政院農業委員會 85 年科技研究計畫報告 pp.41。
2. 郁宗雄。1980。西瓜。台灣農家要覽 pp.973-976。豐年社。台北市。
3. 黃泮宮。1995。西瓜。台灣農家要覽農作篇(二) pp. 389-394。豐年社。台北市。
4. 農業統計年報。2000。西瓜。行政院農業委員會統計室。台北市。pp. 80-81。
5. Fox, H. 1980. Juice news from the USA. Soft Drinks Trade Journal 34(7): 21.
6. Grandall, P. G., C. S. Chen, and K. C. Davis. 1987. Preparation and storage of 72 °Brix orange juice concentrate. J. Food Sci. 52(2): 381-385.
7. Gupta, D. K. Das, and K. S. Jayarama. 1996. Studies on the membrane concentration of watermelon juice. Journal of Scientific and Industrial Research (India) 55(12): 966-970.
8. Huor, S. S., E. M. Ahmed, and R. D. Carter. 1980. Concentration of water melon juice. J. Food Sci. 45(3): 718-719.
9. Huor, S. S., E. M. Ahmed, R. D. Carter, and R. L. Huggart. 1980. Color and flavor qualities of white grapefruit: watermelon juice mixtures. J. Food Sci. 45(5): 1419-1421.
10. Sapers, G. M. 1991. Control of enzymatic browning in raw fruit juice by filtration and centrifugation. J. Food Processing and Preservation 15: 443-456.

Studies on the Processing of Concentrated Watermelon Juice

Hornng-Tsair Shih

Summary

In order to produce high quality concentrated watermelon juice, three batches of concentrated watermelon juice were obtained from the vacuum concentration. The results indicated that the total soluble solid contents of three concentrates were 37.5, 45.4 and 60.0 °Brix, respectively. The volume concentration ratio (VCR) are 4.26, 5.04 and 7.40, respectively. The concentrated watermelon juice, which has the VCR equal to 5.04, showed the best concentrated operation among those three batches of concentrated watermelon juice, which has the finest outlook, low viscosity, easy to flow, no local scorching characteristics. The turbidity of the concentrated watermelon juice shows a linear inverse ratio relationship with the time of concentration, it indicates that the heating in the concentration procedure can improve the layer separation of watermelon juice.

Key words: watermelon, concentration, processing, quality.