

# 甘藷薄片油炸加工技術研究

史宏財

## 摘要

本研究探討桃園一號、桃園二號、台農 57 號及台農 66 號四種甘藷品種切片最適宜之油炸條件，以生產高品質之甘藷薄片，並瞭解不同品種甘藷之加工特性。結果顯示殺菁或未殺菁兩種處理之油炸後薄片水分含量、薄片硬度皆隨油炸溫度或油炸時間之增加而降低，而甘藷薄片中之粗脂肪含量則隨油炸溫度或油炸時間之增加而增加。經殺菁處理所得甘藷薄片中之粗脂肪含量在 39.64~49.36% 間，較未殺菁處理甘藷薄片之 27.63~35.57% 粗脂肪含量高出許多。經殺菁處理之甘藷薄片油炸條件可以為下列條件之一：(1) 140 °C，150、180 秒；(2) 145 °C，120、150、180 秒；(3) 150 °C，120、150 秒；而未殺菁處理之油炸條件則為(1) 140 °C，180 秒；(2) 145 °C，120、150、180 秒；(3) 150 °C，120 秒。

以沸水先殺菁 10 分鐘，再經 150 °C 烘乾 3、6、9 分鐘處理，繼以 140、145、150、155 °C 進行不同時間之油炸處理，結果顯示殺菁後烘乾 9 分鐘較佳，因其油炸後薄片中之粗脂肪含量最低，其油炸條件可以(1) 145 °C，90、120、150 秒，及(2) 150 °C，75、90、120 秒進行。

關鍵詞：甘藷、油炸、品質分析。

## 前言

甘藷富含醣類、蛋白質、維生素、礦物質和膳食纖維等，為一種老少咸宜的休閒食品，可以製成甘藷餡半成品，或是用來製造複合麵包、羊羹、小西餅、雪片及餡等二次加工產品<sup>(2)</sup>。其為能量、纖維及維生素來源，加工產品有甘藷酒、蒸熟乾絲、花林糖(油炸裹糖粉)、煎餅、甘藷餡、甘藷餡等，新產品如甘藷薄片、甘藷顆粒、冷凍甘藷糊、甘藷炸片、膨發甘藷點心等<sup>(4)</sup>。甘藷是維生素 C 及原維生素 A 之良好來源，其蛋白質之質與量均佳<sup>(24)</sup>。甘藷的根也是一種兼具醫療效果的傳統食物，1973 年引入日本成為健康食品的素材，其療效包括貧血、高血壓、糖尿病及內出血，在中國大陸及日本也被用來治療黑糞症、黃膽、淋病及便秘<sup>(13)</sup>。甘藷原料不耐久藏，其加工產品品質不易控制<sup>(3)</sup>。但甘藷油炸產品在冷凍貯藏中可保持相當良好的品質<sup>(24)</sup>。

甘藷蒸熟過程中發生的褐變，乃是甘藷外層組織中的多元酚氧化酵素將酚類化合物氧化，可以添加 EDTA 試劑、二氧化硫、維生素 C 等還原劑、酚類物質等抑制<sup>(3)</sup>。

油炸分批次式及連續式，油炸機所使用之熱源可分油槽直火式、中間熱源式及油循環加熱式<sup>(5)</sup>。油炸是一種脫水過程<sup>(8)</sup>，油炸時，依產品性質可以分為五個階段：(1) Break-in oil，此時產品色白、中心未糊化，不脆但吸油少；(2) Freshoil，產品微褐、中心稍熟、皮脆、吸油略增；(3) Optimum oil，產品黃褐、皮脆、味香、全熟、吸油適量；(4) Degrading oil 色暗、吸油過多、皮硬；(5) Run away oil，產品劣化更嚴<sup>(8,10)</sup>。該五個階段依加熱時間長短依序為 Break-in、Fresh、Optimum、Degrading 與

Run away<sup>(10)</sup>。物理性的變化則可以分為曝氣(aeration)、吸收(absorption)與溶解(solubilization)三類，其中吸收作用對油炸產品之油膩感影響最大<sup>(1,8)</sup>。

油炸使用之粗脂肪扮演熱量傳導的角色<sup>(1,10)</sup>，連續性油炸時，炸油品質下降，會造成油耗味產生、油質發泡與顏色加深等劣變作用<sup>(1)</sup>，粗脂肪易受熱裂解和氧化分解<sup>(6,7)</sup>，此時炸油之折光率、酸價、過氧化價、總碳基數、聯苯氨值和色澤度均有增加趨勢，碘價則下降<sup>(6)</sup>，非揮發性物質開始堆積<sup>(15)</sup>，介面活性劑也因炸油和被炸物作用而產生<sup>(9)</sup>，並造成馬鈴薯脆片之吸油量增加及貯存期效差<sup>(7)</sup>。而間歇性油炸之玉米油品質變敗之程度大於連續性油炸<sup>(6)</sup>。油炸後產生之聚合物、脂肪酸、甘油酯與褐變產物之非揮發性分解產物(NVDPs)，會促進油脂的進一步降解，影響油炸食品的長期風味安定性<sup>(10)</sup>。

黃豆油加入抗氧化劑可以增加安定性<sup>(22)</sup>，一般使用之抗氧化劑 BHA、BHT、TBHQ 添加量各為 200 ppm<sup>(7, 12, 22)</sup>，維生素 E 及 Herbalox 為 400 ppm<sup>(12, 22)</sup>。活性碳與矽混合物也能有效的降低炸油中所堆積的游離脂肪酸、過氧化物、褐變色素及酮、醛等有害物質，但對極性物之吸附效果較差<sup>(7)</sup>。降低次亞麻油酸也可增進油炸油之安定性<sup>(25)</sup>。故如何選擇油炸油之種類，油炸之設備及過濾、油炸之品質分析及油炸監控方法極為重要<sup>(1, 10, 12)</sup>。

重組洋芋片在 170 °C 油炸 5 分鐘期間，油炸前的孔隙率和油炸期間之吸油性有直線比例關係<sup>(21, 23)</sup>，且多孔率和吸油性均隨油炸時間而增加<sup>(23)</sup>。油炸完成後，食物冷卻的過程是影響產品油膩感的最重要關鍵<sup>(1)</sup>。

甲基纖維素對降低吸油率之效果顯著優於粉狀纖維素<sup>(18, 19)</sup>，因為甲基纖維素具有熱成膠及成膜性所致<sup>(19)</sup>，膠質也可降低產品吸油度，此乃產品交聯緊密度、多孔性等之表現<sup>(18)</sup>。日本應用食用膠於炸雞塊之麵糊裹衣中，已證明吸油量減少達 26%<sup>(11)</sup>。

目前甘藷新的推廣方向為油炸甘藷<sup>(24)</sup>，惟必需考慮油脂含量的降低，如 Frito-Lay 公司介紹美國之玉米脆片產品朝向較薄、更小、粗脂肪含量較低之方向<sup>(16)</sup>。又小麥、玉米、米等原料做成的起士口味仿馬鈴薯片也以低脂為目標<sup>(17)</sup>。本研究目的即探討油炸溫度及油炸時間之相互關係、甘藷切片厚度及甘藷品種等因子對產品之影響，以充份改善甘藷薄片油炸因吸油過度產生的高度油膩感，並製成色澤、風味優良的甘藷薄片。

## 材料與方法

一、試驗材料：桃園一號、桃園二號、台農 57 號及台農 66 號甘藷品種。

二、試驗方法

(一)甘藷薄片之油炸：甘藷→削皮→切片→殺菁或不殺菁→油炸→瀝油→包裝。

(二)品質分析

1.水分含量

甘藷樣品在 105 °C 下烘乾處理至恆重後，以精密分析天平秤其乾重計算其失水重，再除以其總重乘以 100 % 得之。

2.粗脂肪

精秤搗碎後之甘藷薄片，置於圓筒濾紙內以脫脂棉塞好，連同洗淨之 250 ml 磨砂口平底燒瓶，以 105 °C 烘乾 2 小時後，於玻璃乾燥器中放冷，將置於圓筒濾紙內之甘藷薄片試樣及添加約 120 ml 乙醚的磨砂口平底燒瓶，裝於脂肪抽出器中，以 45 °C 水浴加熱抽出 24 小時，

抽畢後取出圓筒濾紙，燒瓶中之乙醚以 45 °C 水浴蒸餾回收，燒瓶再以 105 °C 烘乾 2 小時後，完全趕除其中水分至恆量，再以下列計算式計算粗脂肪(%)=[(含抽出脂肪之燒瓶重 - 燒瓶重)/甘藷薄片樣品重] × 100%。

### 3. 粗蛋白

依照新竹食品工業研究所出版食品分析方法手冊粗蛋白分析法分析。

### 4 脆度之測定

採用 FUDOH KOGYO CO. LTD. 物性測定儀(Rheometer, NRM-2010-J-CW)進行測定，測定條件如下：感應器(sensor)：1 公斤；套頭(adaptor)：No.4 直徑 5 mm；殘餘(clearance)：20%；載物臺速度：6 cm/min。記錄器電壓：1 伏特；記錄紙移動速度 6 cm/min。

## 結果與討論

### 一、不同甘藷品種之成份分析

分析桃園一號、桃園二號、台農 57 號及台農 66 號四種品種之水分、粗脂肪、粗蛋白及脆度，結果顯示四種品種之水分含量在 74.20~79.83% 間，其中以台農 57 號的 79.83% 最高，桃園一號含量 74.20% 為最低。粗脂肪之含量在 1.71~2.30% 間，桃園二號含量最低，桃園二號和台農 57 號品種相仿，最高者為台農 66 號，其含量約為 2.30%。粗蛋白含量在 0.245~0.360% 間，以台農 66 號含量最低。品種間脆度以桃園一號、桃園二號較高，其次為台農 57 號，最低者為台農 66 號。

表 1. 不同甘藷品種之水分、粗脂肪、粗蛋白及脆度分析

Table 1. Water contents, crude fat, crude protein and brittleness of different varieties of sweet potato.

| Variety    | Water contents (%) | Crude fat (%) | Crude protein (%) | Brittleness (g) |
|------------|--------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| Taoyuan 1  | 74.20              | 1.71          | 0.324             | 452             |
| Taoyuan 2  | 76.38              | 1.40          | 0.307             | 448             |
| Tainung 57 | 79.83              | 1.72          | 0.360             | 350             |
| Tainung 66 | 78.04              | 2.30          | 0.245             | 288             |

### 二、殺菁及不殺菁桃園一號甘藷切片油炸條件之探討

#### 1. 殺菁及不殺菁之影響

桃園一號甘藷品種在切成 2 mm 薄片後，經殺菁或未殺菁兩種處理之水分、脂肪及脆度變化，結果顯示(表 2)殺菁或未殺菁兩種處理之油炸後薄片水分含量、薄片脆度皆隨油炸溫度或油炸時間之增加而降低。然而甘藷薄片粗脂肪之含量則隨油炸溫度或油炸時間之增加而增加，此點與油炸馬鈴薯時，油炸時間與溫度為油吸收之參數<sup>(14)</sup>，而吸油量與水分移除量間為一種線性關係相符<sup>(14,19)</sup>。甘藷薄片粗脂肪含量之增加也和炸油之品質、油炸溫度及次數、產品形狀、產品溫度、多孔性、重組食品凝膠強度、油炸時最初表面張力、前處理及塗層(如裹麵)等因子有關<sup>(18,19,20,22)</sup>。

表 2 顯示沸水殺菁 10 分鐘或未殺菁處理之甘藷油炸薄片在油炸時間不足或溫度太低時，

都會導致所得甘藷薄片產品之水分含量太高(兩種處理之水分含量在 3.72~14.77%間)，此時經由物性測定儀測定所得之薄片脆度雖然很大，但其實質上只是一種韌性之表現，其組織柔軟含水且拉扯不斷，相當於油炸的 break-in oil 及 freshoil 階段<sup>(8,10)</sup>。

甘藷薄片之水分含量在 3.72%以下似乎皆表現出良好之脆度(為 optimum oil 階段<sup>(8,10)</sup>)，但是最佳之油炸條件必需考慮產品的色澤及口感，因為油炸油的溫度太高或是油炸時間太長，會導致甘藷薄片之脆度降低，並且造成甘藷薄片發生褐變(degrading oil 及 run away oil 階段<sup>(8,10)</sup>)，使甘藷薄片產品色澤變成黃褐而略具苦味，惟表 2 中已剔除此部份試驗結果。

殺菁或未殺菁兩種處理甘藷切片在油炸前有著明顯的水分含量差異，會影響相同油炸條件下所得甘藷薄片中之粗脂肪含量，由於加熱殺菁處理會使甘藷切片中之糖類發生轉化<sup>(3)</sup>，並且吸收較多之水分，故在油炸過程中，隨著油炸時間的增加或溫度升高，甘藷薄片中之水分會繼續向外逸失，而水分的蒸發則會在組織中形成微細的通道<sup>(3,10)</sup>，在劇烈的油炸及水分猛烈的向外逸失過程中，向外之水蒸氣會阻擋環繞在甘藷薄片外的粗脂肪向內入侵，但是在油炸末期，當水分蒸發不太劇烈時，相對的油炸油入侵機會大增，造成甘藷薄片中之粗脂肪含量的增加，表 2 顯示經殺菁處理所得甘藷薄片中之粗脂肪在 39.64~49.36%間，較未殺菁處理甘藷薄片之 27.63~35.57%粗脂肪含量高出許多。故若針對降低甘藷薄片產品中之粗脂肪含量而言，甘藷切片先經殺菁處理再進行油炸之方法似乎並不符合目前消費者對健康之期望，然而甘藷切片先經殺菁處理再進行油炸，由於其含有較高之水分，所需油炸的時間也較長，相對的也減少因過度油炸造成褐變發生之機會，即在相同的油炸溫度加工條件下，殺菁處理可以有著較長的加工緩衝時間，此點是其優點。綜合官能品評分析之結果，殺菁處理之油炸條件可以為下列條件之一：  
(1)140 °C，150、180 秒；(2)145 °C，120、150、180 秒；(3)150 °C，120、150 秒；未殺菁處理之油炸條件則可以為下列條件 (1)140 °C，180 秒；(2)145 °C，120、150、180 秒；(3)150 °C，120 秒。

## 2. 殺菁後烘乾處理對甘藷薄片油炸之影響

將桃園一號甘藷品種切片後以沸水殺菁 10 分鐘，再經 150 °C 烘乾 3、6、9 分鐘處理，以 140、145、150、155 °C 進行不同時間之油炸處理，測定其薄片產品之水分、粗脂肪與脆度，結果顯示(表 3)殺菁後烘乾處理時間之愈長，則最終油炸後所得甘藷薄片中之水分含量愈低，此與其烘乾後甘藷切片中之水分含量成正比。

表 2. 殺菁及不殺菁處理對桃園一號品種甘藷薄片油炸品質之影響

Table 2. Effects of deep-fat frying treatments and blanching treatments on the quality of sweet potato chips.

| Deep-fat frying |                | Blanching                |                     |                    |                                    | Non-blanching            |                     |                    |                                    |
|-----------------|----------------|--------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|
| Temp.<br>(°C)   | Time<br>(sec.) | Water<br>contents<br>(%) | Crude<br>fat<br>(%) | Brittleness<br>(g) | Organoleptic<br>test <sup>1)</sup> | Water<br>contents<br>(%) | Crude<br>fat<br>(%) | Brittleness<br>(g) | Organoleptic<br>test <sup>1)</sup> |
| 130             | 150            | 12.18                    | 39.64               | 2,373              | +                                  | -                        | -                   | -                  | - <sup>2)</sup>                    |
|                 | 180            | 4.66                     | 43.67               | 1,757              | +                                  | 4.57                     | 28.13               | 1,829              | +                                  |
| 140             | 120            | 7.00                     | 40.33               | 2,127              | +                                  | 14.77                    | 31.02               | 1,892              | +                                  |
|                 | 150            | 3.30                     | 43.58               | 1,739              | +++                                | 3.58                     | 31.47               | 1,806              | ++                                 |
|                 | 180            | 2.10                     | 46.31               | 1,406              | +++                                | 2.26                     | 35.57               | 1,811              | ++                                 |
| 145             | 90             | -                        | -                   | -                  | -                                  | 10.72                    | 28.5                | 1,883              | +                                  |
|                 | 120            | 3.21                     | 43.39               | 2,173              | +++                                | 1.73                     | 36.18               | 1,677              | ++                                 |
|                 | 150            | 2.18                     | 46.95               | 1,466              | +++                                | 2.72                     | 29.60               | 1,891              | ++                                 |
|                 | 180            | 2.07                     | 49.36               | 1,403              | +++                                | 1.01                     | 28.53               | 1,879              | +++                                |
| 150             | 90             | 4.12                     | 44.91               | 2,393              | +                                  | 9.32                     | 30.94               | 1,875              | +                                  |
|                 | 120            | 3.19                     | 43.67               | 1,875              | +++                                | 1.65                     | 29.56               | 1,515              | ++                                 |
|                 | 150            | 2.00                     | 48.12               | 1,462              | +++                                | 0.98                     | 30.65               | 1,534              | ++                                 |
| 155             | 90             | 3.72                     | 45.11               | 2,023              | +                                  | 3.72                     | 27.63               | 1,405              | +                                  |
|                 | 120            | 1.98                     | 46.90               | 1,567              | ++                                 | 1.07                     | 28.23               | 1,581              | ++                                 |
|                 | 150            | 1.52                     | 46.47               | 1,335              | ++                                 | -                        | -                   | -                  | -                                  |
| 160             | 60             | 11.74                    | 40.29               | 2,220              | +                                  | 9.05                     | 29.51               | 1,966              | +                                  |
|                 | 90             | 2.01                     | 41.77               | 1,902              | ++                                 | 2.83                     | 29.15               | 1,591              | ++                                 |
|                 | 120            | -                        | -                   | -                  | -                                  | 0.87                     | 29.35               | 1,775              | ++                                 |
| 170             | 60             | 2.85                     | 43.60               | 1,822              | ++                                 | 4.31                     | 28.01               | 2,073              | +                                  |
|                 | 90             | 1.28                     | 45.38               | 1,341              | ++                                 | 0.62                     | 30.87               | 1,791              | ++                                 |

1) Organoleptic test :

+=extremely unacceptable in brittle, ++=medium, +++=extremely acceptable in brittle.

2) Data lost.

表 3. 不同烘乾時間對桃園一號品種甘藷薄片油炸後水分含量之影響

Table 3. Effects of different drying time of Taoyuan 1 sweet potato slices on the water contents of sweet potato chips after deep-fat frying treatment.

| Deep-fat frying |              | Water contents (%) <sup>1)</sup> |      |      |                 |
|-----------------|--------------|----------------------------------|------|------|-----------------|
| Temp. (°C)      | Time (secs.) | 0                                | 3    | 6    | 9 <sup>2)</sup> |
| 140             | 180          | 2.74                             | 2.76 | 2.28 | 2.02            |
|                 | 150          | 3.02                             | 2.77 | 2.22 | 1.91            |
|                 | 120          | 5.72                             | 4.19 | 3.25 | 2.42            |
|                 | 90           | 7.07                             | 6.80 | 4.36 | 2.27            |
| 145             | 150          | 2.29                             | 2.30 | 1.72 | 1.62            |
|                 | 120          | 2.24                             | 2.55 | 1.58 | 1.84            |
|                 | 90           | 7.12                             | 5.23 | 3.84 | 2.37            |
| 150             | 120          | 1.77                             | 1.73 | 1.88 | 1.86            |
|                 | 90           | 3.93                             | 3.30 | 2.22 | 2.14            |
|                 | 75           | 8.30                             | 7.10 | 4.33 | 3.46            |
| 155             | 90           | 3.27                             | 2.94 | 2.16 | 2.08            |
|                 | 75           | 5.73                             | 4.30 | 2.99 | 2.78            |

1) Water contents of Taoyuan 1 sweet potato chips at different time of oven drying.

2) Drying time in minutes at 150 °C.

關於烘乾後進行油炸之薄片產品之最終粗脂肪與脆度分析，結果顯示(表 4)殺菁後烘乾處理之時間愈長，則最終油炸後所得甘藷薄片中之粗脂肪含量愈低，此應與其烘乾後甘藷切片中之水分含量成正比。殺菁後烘乾 9 分鐘處理之甘藷薄片粗脂肪含量較未烘乾者可以減少約 0.79~2.99%，降低粗脂肪之油炸處理條件以(1)145 °C，90、120、150 秒，及(2)150 °C，75、90、120 秒之油炸效果較佳，而 155 °C、90 秒雖可以降低粗脂肪達 4.11%，但因其油炸時間較短，在加工上不易控制甘藷薄片產品之油炸終點是其較大缺點。故在整體考量下，甘藷切片在殺菁後之烘乾處理可在 150 °C 下烘乾 9 分鐘，再以 150 °C、120 秒進行油炸，則可以得到粗脂肪含量最低且品質優良之甘藷薯片。至於脆度之分析則如表 5 所示，相同的油炸溫度下，其脆度隨著油炸時間的增加而降低，甘藷切片在殺菁後之烘乾時間愈長則油炸後甘藷薄片之脆度愈低。

表 4. 烘乾時間對桃園一號品種油炸後甘藷薄片粗脂肪含量之影響

Table 3. Effects of different drying time of Taoyuan 1 sweet potato slices on the crude fat contents of sweet potato chips after deep-fat frying treatment.

| Deep-fat frying |              | Frying time and crude fat content (%) <sup>1)</sup> |       |       |                 |
|-----------------|--------------|---|-------|-------|-----------------|
| Temp. (°C)      | Time (secs.) | 0   | 3     | 6     | 9 <sup>2)</sup> |
| 140             | 180          | 24.90   | 24.45 | 23.83 | 23.78           |
|                 | 150          | 24.83   | 24.39 | 23.59 | 23.69           |
|                 | 120          | 24.39   | 23.82 | 23.38 | 23.52           |
|                 | 90           | 24.22   | 23.53 | 23.62 | 23.43           |
| 145             | 150          | 24.87   | 24.87 | 24.13 | 23.10           |
|                 | 120          | 24.91   | 24.69 | 23.06 | 23.08           |
|                 | 90           | 24.57   | 24.42 | 22.86 | 23.49           |
| 150             | 120          | 25.33   | 24.57 | 25.39 | 22.34           |
|                 | 90           | 23.79   | 24.36 | 23.51 | 22.57           |
|                 | 75           | 24.92   | 24.14 | 23.58 | 22.50           |
| 155             | 90           | 26.18   | 24.91 | 22.44 | 22.07           |
|                 | 75           | 25.29   | 26.02 | 24.24 | 26.84           |

1) Water contents of Taoyuan 1 sweet potato chips at different time of oven drying.

2) Drying time in minutes at 150 °C.

表 5. 烘乾時間對桃園一號品種甘藷薄片脆度之影響

Table 5 Effects of different drying time of Taoyuan 1 sweet potato slices on the brittleness of sweet potato chips after deep-fat frying treatment.

| Deep-fat frying |              | Frying time and brittleness (%) <sup>1)</sup> |       |       |                 |
|-----------------|--------------|---|-------|-------|-----------------|
| Temp. (°C)      | Time (secs.) | 0   | 3     | 6     | 9 <sup>2)</sup> |
| 140             | 180          | 1,417   | 1,455 | 1,563 | 1,126           |
|                 | 150          | 1,384   | 1,610 | 1,384 | 1,369           |
|                 | 120          | 2,113   | 1,663 | 1,501 | 1,442           |
|                 | 90           | 2,369   | 2,398 | 2,301 | 1,450           |
| 145             | 150          | 1,491   | 1,440 | 1,420 | 1,609           |
|                 | 120          | 1,815   | 1,690 | 1,619 | 1,633           |
|                 | 90           | 2,382   | 2,359 | 1,741 | 1,677           |
| 150             | 120          | 1,599   | 1,562 | 1,708 | 1,695           |
|                 | 90           | 1,750   | 1,951 | 1,839 | 1,520           |
|                 | 75           | 2,119   | 2,038 | 1,956 | 1,449           |
| 155             | 90           | 1,665   | 1,657 | 1,685 | 1,874           |
|                 | 75           | 2,257   | 1,770 | 1,649 | 1,549           |

1) Water contents of Taoyuan 1 sweet potato chips at different time of oven drying.

2) Drying time in minutes at 150 °C.

## 三、不同甘藷品種油炸條件之比較

將桃園一號、桃園二號、台農 57 號及台農 66 號四種甘藷品種經切片後，分別在(1)140 °C，120、150、180 秒，(2)145 °C，90、120、150、180 秒，(3)150 °C，90、120、150 秒，(4)155 °C，60、90、120、150 秒下進行油炸試驗，分析不同處理對甘藷薄片之水分、粗脂肪與脆度之影響，結果顯示(表 6)同一溫度與時間油炸處理之甘藷薄片水分含量，大體上皆隨油炸溫度或油炸時間之增加而降低，其中以桃園一號品種最低(2.18~11.94%)，桃園二號稍高，台農 57 號品種之水分含量最高(2.82~19.26%)，此點與其油炸前之初始水分含量與組織之鬆軟性有關。

表 6. 不同油炸處理對不同品種甘藷薄片水分含量之影響

Table 6. Effects of different deep oil frying treatments on the water contents of different varieties of sweet potato chips after deep-fat frying treatment.

| Deep-fat frying |              | Water contents (%) |           |            |            |
|-----------------|--------------|--------------------|-----------|------------|------------|
| Temp. (°C)      | Time (secs.) | Taoyuan 1          | Taoyuan 2 | Tainung 57 | Tainung 66 |
| 140             | 180          | 2.61               | 2.82      | 3.17       | 3.19       |
|                 | 150          | 2.76               | 3.25      | 4.24       | 3.83       |
|                 | 120          | 3.98               | 7.59      | 7.16       | 9.12       |
| 145             | 180          | 2.36               | 2.20      | 2.70       | 2.91       |
|                 | 150          | 2.68               | 2.99      | 2.75       | 2.82       |
|                 | 120          | 3.00               | 4.98      | 5.36       | 4.06       |
|                 | 90           | 5.57               | 11.11     | 16.76      | 14.77      |
| 150             | 150          | 2.33               | 2.70      | 2.45       | 2.63       |
|                 | 120          | 2.18               | 2.32      | 3.33       | 3.45       |
|                 | 90           | 3.90               | 3.41      | 10.43      | 7.93       |
| 155             | 150          | 2.28               | 2.15      | 2.21       | 2.14       |
|                 | 120          | 2.27               | 2.43      | 2.82       | 2.58       |
|                 | 90           | 2.69               | 4.30      | 7.55       | 4.78       |
|                 | 60           | 11.94              | 17.11     | 19.26      | 15.93      |
| CK              | Fresh        | 74.37              | 76.08     | 76.85      | 78.47      |

不同處理甘藷薄片中之粗脂肪含量變化並不明顯，但有隨油炸溫度或油炸時間之增加而增加之趨勢(表 7)，其中以桃園一號品種薄片之粗脂肪含量最低(23.27~26.31%)，台農 66 號品種之粗脂肪含量最高(28.55~33.06%)，此點與品種間原有之粗脂肪含量似無關聯，但受初始水分含量及油炸完畢甘藷薄片產品之水分含量所影響<sup>(14,19)</sup>，又和原有組織之鬆軟性及油炸過程甘藷組織中形成微細的通道有關<sup>(1,10)</sup>。

表 8 顯示同一溫度與不同油炸時間處理之甘藷薄片脆度規律性不大，整體而言增加油炸時間會提高產品之脆度，其中以桃園一號品種薄片產品之脆度最高，台農 57 號品種則為最低，由於同一品種相同處理間之脆度差異頗大，尋找適當的測定方法非常重要，目前僅能以官能品評方式比較其間之優劣點。



表 7. 不同油炸處理對不同品種甘藷薄片粗脂肪含量之影響

Table 7. Effects of different deep oil frying treatments on the crude fat contents of different varieties of sweet potato chips after deep-fat frying treatment.

| Deep-fat frying |              | Crude fat contents (%) |           |            |            |
|-----------------|--------------|------------------------|-----------|------------|------------|
| Temp. (°C)      | Time (secs.) | Taoyuan 1              | Taoyuan 2 | Tainung 57 | Tainung 66 |
| 140             | 180          | 25.55                  | 29.31     | 29.96      | 31.12      |
|                 | 150          | 25.46                  | 29.63     | 30.26      | 29.79      |
|                 | 120          | 23.27                  | 27.27     | 28.65      | 28.36      |
| 145             | 180          | 26.00                  | 34.50     | 29.65      | 29.87      |
|                 | 150          | 23.78                  | 27.57     | 28.97      | 28.57      |
|                 | 120          | 25.13                  | 27.40     | 28.97      | 29.74      |
|                 | 90           | 25.25                  | 26.84     | 27.62      | 29.96      |
| 150             | 150          | 26.31                  | 28.04     | 30.68      | 32.78      |
|                 | 120          | 25.87                  | 30.55     | 30.56      | 31.67      |
|                 | 90           | 23.69                  | 27.08     | 27.22      | 28.55      |
| 155             | 150          | 24.93                  | 27.66     | 30.32      | 33.06      |
|                 | 120          | 25.94                  | 27.87     | 28.56      | 31.65      |

表 8. 不同油炸處理對不同品種甘藷薄片脆度之影響

Table 8. Effects of different deep oil frying treatments on the brittleness of different varieties of sweet potato chips after deep-fat frying treatment.

| Deep-fat frying |              | Brittleness (%) |           |            |            |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------|------------|------------|
| Temp. (°C)      | Time (secs.) | Taoyuan 1       | Taoyuan 2 | Tainung 57 | Tainung 66 |
| 140             | 180          | 1,652           | 1,491     | 1,599      | 1,532      |
|                 | 150          | 1,501           | 1,339     | 1,645      | 1,674      |
|                 | 120          | 2,104           | 2,132     | 2,226      | 1,783      |
| 145             | 180          | 1,389           | 1,300     | 1,283      | 1,721      |
|                 | 150          | 1,552           | 1,424     | 1,366      | 1,650      |
|                 | 120          | 1,448           | 1,612     | 1,533      | 1,306      |
|                 | 90           | 2,068           | 1,565     | 486        | 542        |
| 150             | 150          | 1,664           | 1,433     | 1,252      | 1,428      |
|                 | 120          | 1,803           | 1,272     | 1,520      | 1,582      |
|                 | 90           | 2,147           | 1,375     | 1,335      | 1,886      |
| 155             | 150          | 1,883           | 1,525     | 1,128      | 1,458      |
|                 | 120          | 1,395           | 1,599     | 1,393      | 1,505      |
|                 | 90           | 1,623           | 1,710     | 2,221      | 1,902      |
|                 | 60           | 1,330           | 576       | 422        | 589        |
| CK              | Fresh        | 452             | 448       | 350        | 288        |

## 四、桃園一號甘藷切片厚度對油炸之影響

將桃園一號甘藷品種之切片細分成 1.0~1.3 mm、1.4~1.7 mm、1.8~2.1 mm 三種厚度，再分別於 140 °C 下進行不同時間之油炸，測定其水分、脂肪及薄片脆度，結果顯示(表 9)甘藷薄片之厚度愈薄則所需之油炸時間愈短，而油炸時間愈長則甘藷薄片產品中之粗脂肪含量愈高，此與表 2、3、4、5 之結果類似，由於新鮮之桃園一號品種甘藷之質地硬度本就較高，1.0~1.3 mm、1.4~1.7 mm 之厚度雖可降低食用時之硬質感，但加工切片較為困難。

殺菁或未殺菁兩種處理會影響甘藷薄片油炸後之水分含量、脆度及粗脂肪含量，殺菁處理較未殺菁處理甘藷薄片之粗脂肪含量高出許多。殺菁處理之甘藷薄片油炸條件可以為下列條件之一：(1)140 °C，150、180 秒，(2)145 °C，120、150、180 秒，(3)150 °C，120、150 秒；未殺菁處理之油炸條件則為(1)140 °C，180 秒，(2)145 °C，120、150、180 秒，(3)150 °C，120 秒。以沸水先殺菁 10 分鐘，再經 150 °C 烘乾 9 分鐘處理之粗脂肪含量最低，其油炸條件可以(1)145 °C，90、120、150 秒，及(2)150 °C，75、90、120 秒進行。本研究探討桃園一號、桃園二號、台農 57 號及台農 66 號四種甘藷品種切片最適當之油炸條件，以提供業者瞭解省產不同品種甘藷於加工上之特性，生產出高品質之甘藷薄片以提高省產甘藷之應用性。

表 9. 不同甘藷薄片厚度於 140 °C 油炸過程中水分、粗脂肪含量及脆度之變化

Table 9. Effects of deep-fat frying 140 °C of sweet potato slices on the water contents, crude fat contents, and brittleness.

| Thickness (mm) | Time (sec.) | Water contents (%) | Crude fat (%) | Brittleness (g) |
|----------------|-------------|--------------------|---------------|-----------------|
| 1.8-2.1        | 190         | 3.80               | 26.81         | 1,650           |
|                | 180         | 3.30               | 28.31         | 1,376           |
|                | 150         | 3.07               | 28.80         | 1,518           |
|                | 120         | 8.83               | 27.56         | 1,850           |
|                | 90          | 19.69              | 22.38         | 680             |
| 1.4-1.7        | 150         | 2.70               | 39.36         | 1,522           |
|                | 120         | 3.28               | 32.01         | 1,504           |
|                | 90          | 6.71               | 29.28         | 2,137           |
| 1.0-1.3        | 90          | 2.26               | 33.49         | 1,647           |
|                | 75          | 3.69               | 31.11         | 1,667           |
|                | 60          | 14.89              | 27.68         | 766             |

## 參考文獻

- 1.林炬耀。1994。油炸製程的品質監控。食品工業 26(11): 32-42。
- 2.辛仲文、姜金龍、林維和、彭武男、陳正男、張學琨。1993。甘藷桃園一號之育成。桃園區農業改良場研究報告第十二號 pp. 51-67。
- 3.陳克廉、江文章。1985。甘藷加工適性之研究。食品科學 12(3,4): 163-172。

4. 馬場透。1992。サツマイモの新規食品素材および加工品開発に関する技術開発。日本食品工業學會誌 39(11):1050-1055。
5. 太田靜行。1993。フライヤ-。日本食品工業學會誌 40(11): 824-832。
6. Abdel-Aal, M. H. and H. A. Karara, 1986. Changes in corn oil during deep fat frying of foods. *Lebensm-Wiss. U.-Technol.* 19: 323-327.
7. Asap, A. and M. A. Augustin. 1986. Effect of frying oil quality and TBHQ on the shelf-life of potato chips. *J. Sci. Food Agric.*, 37: 1045-1051.
8. Blumenthal, M. M. 1991. A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. *Food Technology* 45(2): 68-71.
9. Blumenthal, M. M. and R. F. Stier. 1991. Optimization of deep-fat frying operation. *Trend in Food Science & Technology*, Jun. 1991, pp. 144-148.
10. Brooks, D. D. 1991. Some perspectives on deep-fat frying. *Inform* 2(12):1091-1095.
11. Duxbury, D. D. 1989. Oil/water barrier properties enhanced in fried foods, batters. *Food Processing*, Feb. 1989, pp. 66-67.
12. Jacobson G. A. 1991. Quality control in deep-fat frying operations. *Food Technology* 45(2): 72-74.
13. Kawanishi, K., J. Yasufuku, A. Ishikawa, and Y. Hashimoto. 1990. Long-chain alkyl ferulates in three varieties of *Ipomoea batatas*(L.) Lam. *J. Agric. Food Chem.* 38: 105-108.
14. Kozempel, M. F., P. M. Tomasula, and J. C. Craig. 1991. Correlation of moisture and oil concentration in french fries. *Lebensm-Wiss. U.-Technol.* 24: 445-448.
15. McNeil, J., Y. Kakuda, and B. Kamel. 1986. Improving the quality of used frying oils by treatment with activated carbon and silica. *JAOCS.* 63: 1564-1567.
16. Mitchell, D. 1992. Corn and tortilla chips: thinner, Lighter, smaller. *Snack Food*, Dec. 1992, pp. 12-18.
17. Mitchell, D. 1993. Fabricated chips find new respect. *Snack Food*, Mar./Apr. 1993, pp. 22-25.
18. Pinthus, E. J., P. Weinberg, and I. S. Saguy. 1992. Gel-strength in restructured potato products affects oil uptake during deep-fat frying. *J. Food Sci.* 57(6): 1359-1360.
19. Pinthus, E. J., P. Weinberg, and I. S. Saguy. 1993. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. *J. Food Sci.* 58(1): 204-205,222.
20. Pinthus, E. J. and I. S. Saguy. 1994. Initial interfacial tension and oil uptake by deep-fat fried foods. *J. Food Sci.* 59(4): 804-823.
21. Pinthus, E. J., P. Weinberg, and I. S. Saguy. 1995. Oil uptake in deep fat frying as affected by porosity. *J. Food Sci.* 60(4): 767-769.
22. Reinhout, G. 1991. Ther effect of temperature on the induction time of a stabilized oil. *JAOCS.* 68 (12): 983-984.
23. Saguy, J. S. and E. J. Pinthus. 1995. Oil uptake during deep-fat frying: factors and mechanism. *Food Technology* 49(4): 142-145.
24. Schwartz, S. T., W. M. Walter, D. E. Carroll, and F. G. Giesbrecht. 1987. Chemical, physical and sensory properties of a sweet potato french-fry type product during frozen storage. *J. Food Sci.* 52(3): 617-633.
25. Warner, K., P. Orr, L. Parrott, and M. Glynn. 1994. Effects of frying oil composition on patato chip stability. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(10): 1117-1121.

# Study of Deep-fat Frying Techniques on the Different Varieties of Sweet Potato Chips

Horng-tsair Shih

## Summary

Four varieties of Taoyuan 1, Taoyuan 2, Tainung 57, and Tainung 66 sweet potato slices were used in deep-fat frying experiments, in order to acquire optimum deep-fat frying conditions and to improve the qualities of sweet potato chips, also to understand the processed properties of those four sweet potato varieties. The results showed that water contents and hardness of sweet potato chips of blanched and non-blanched treatments were decreased accompanied by the increasing of deep-fat frying temperature and time, and the higher temperature or the longer deep-fat frying time, the lower contents of crude fat of chips were obtained. The contents of crude fat of different blanched treatments were at the range from 39.64 % to 49.36 %, it were higher than the range of 27.63 to 35.57 % contents of non-blanched treatments. The deep-fat frying processing conditions of blanched sweet potato slices could be proceeded as follows: (1) 150 or 180 seconds at 140 °C, (2) 120, 150 or 180 seconds at 145 °C, (3) 120 or 150 seconds at 150 °C, and non-blanched sweet potato slices also could be one of those following deep-fat frying treatments: (1) 180 seconds at 140 °C, (2) 120, 150 or 180 seconds at 145 °C, (3) 120 seconds at 150 °C.

Sliced sweet potato treated with 10 minutes boiling water blanching, after 3, 6, or 9 minutes deep-fat drying at 150 °C, then deep-fat fried at 140, 145, 150, and 155 °C in different deep-fat frying time, the results indicated that 9 minutes deep-fat drying time treatment was the best one, due to the lowest contents of crude fat, it's deep-fat deep frying conditions could be proceeded as follows: (1) 90, 120 or 150 seconds at 145 °C, (2) 75, 90 or 120 seconds at 150 °C.

Key words: Sweet potato chips, Deep-fat frying, Quality analysis.