

100.09.08 補充修正替換頁

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：93/04113

※ 申請日期：93. 2. 19

※ IPC 分類：A23L1/217

壹、發明名稱：(中文/英文)

用以減少熱加工食品中丙烯醯胺組成物的方法(二) / METHOD FOR REDUCING
ACRYLAMIDE FORMATION IN THERMALLY PROCESSED FOODS

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

弗瑞多雷北美股份有限公司 / FRITO-LAY NORTH AMERICA, INC.

代表人：(中文/英文) 湯馬斯 舒爾 / THOMAS P. SCHUR

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德州，培諾，雷格西道 7701 號 / 7701 Legacy Drive, Plano, Texas, US

國籍：(中文/英文) 美國/US

參、發明人：(共 10 人)

姓名：(中文/英文)

1. 大衛 勞倫斯 貝瑞 / DAVID LAWRENCE BARRY
2. 柯林 傑弗瑞 伯漢 / COLIN JEFFREY BURNHAM
3. 帕文 梅諾 迪塞 / PRAVIN MAGANLAL DESAI
4. 伯納區 柯瑞恩 喬瑟夫 / PONNATTU KURIAN JOSEPH
5. 亨利 金-漢 梁 / HENRY KIN-HANG LEUNG
6. 強 理查 梅森 / JOHN RICHARD MASSON
7. 穆罕 雷歐 / V.N. MOHAN RAO
8. 羅伯 威廉 桑德爾 / ROBERT WILLIAM SAUNDERS

9. 詹姆斯 威廉 史陶德 JAMES WILLIAM STALDER

10. 麥可 格籃 杜伯 / MICHAEL GRANT TOPOR

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國德州丹頓郡高地村奎爾巷 2745 號 / 2745 Quail Ridge Court, Highland Village, Denton County, Texas, United States
2. 英國丹尼頓堡農園區 29 號 / 29 Hall Farm Close, Castle Donnington DE74 2NG, United Kingdom
3. 美國德州丹頓郡卡羅頓區柳樹路 3203 號 / 3203 Willow Ridge Trail, Carrollton, Denton County, Texas, United States
4. 美國德州達拉斯郡歐文區羅斯塔街 701 號 / 701 Rosita Street, Irving, Dallas County, Texas, United States
5. 美國德州柯林郡培諾區伊林頓路 3704 號 / 3704 Ellington Drive, Plano, Collin County, Texas, United States
6. 英國列斯特郡希爾哈頓區凱瑟琳路 20 號 / 20 St. Catherines Way, Houghton on the Hill, Leicester, LE7 9HE, United Kingdom
7. 美國德州柯林郡培諾區懷港路 3609 號 / 3609 Whitehaven Drive, Plano, Collin County, Texas, United States
8. 英國諾丁安郡彼德山宅 10 號 / 10 Petersham Mews, Nottingham, NG7 1HF, United Kingdom
9. 美國德州達拉斯郡達拉斯區克里克道 4146 號 / 4146 Creekdale Drive, Dallas, Dallas County, Texas, United States
10. 美國德州達拉斯郡凱羅頓區長青路 2312 號 / 2312 Evergreen, Carrollton, Dallas County, Texas, United States

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 / US
2. 英國 / UK
3. 美國 / US
4. 美國 / US
5. 美國 / US

- 6.英國 / UK
- 7.美國 / US
- 8.英國 / UK
- 9.美國 / US
- 10.美國 / US

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ； 2003.02.21 ； 10/371,448

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係指一種降低熱加工食品中形成丙烯醯胺的方法。本發明可供生產出丙烯醯胺數量顯著降低的食品。該方法係依靠種種單元作業之各項參數的改變，據以處理成品中所發現的丙烯醯胺數量，同時亦可維持產品品質。

【先前技術】

丙烯醯胺這種化學品早就以聚合物的形式用於水處理、增進油回收、製紙、絮凝劑、增厚劑、礦石加工、和免燙織物等工業應用。白色結晶固體狀的丙烯醯胺沉澱物無味，可在水中高度溶解（於 30 °C 時為 2155 g/L）。丙烯醯胺的英文異名包括 2-propenamide, ethylene carboxamide, acrylic acid amide, vinyl amide, 和 propenoic acid amide。丙烯醯胺於 25 mmHg 時，分子量為 71.08，熔點 84.5 °C，沸點則為 125 °C。

近來，各式各樣的食品業已測試確認具有丙烯醯胺單體。尤其，發現丙烯醯胺者主要是曾高溫加熱或加工的碳水化合物食品。測試確認具有丙烯醯胺之食品的範例包括咖啡、穀類、餅乾、馬鈴薯片、蘇打餅乾、法式馬鈴薯條、麵包、和灑麵包屑的炸肉等。大體上，富含蛋白質之食品經加熱後所發現的丙烯醯胺含量較低，反之富含碳水化合物之食品所發現的丙烯醯胺含量較高。比較起來，未加熱和煮熟的食品中卻未偵測出丙烯醯胺數量。經報告曾於種種類似加工食品中所發現的丙烯醯胺數量包括馬鈴薯片中的 330-2,300 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)，法式油炸馬鈴薯條中的 300-1100 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)，玉米片中的 120-180 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)，以及在種種早餐穀類中的偵測不出直到 1400 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)的數量。

目前據信是因存有氨基酸和還原糖而形成丙烯醯胺。舉例來

說，游離天冬醯胺這種在生蔬菜中常發現的氨基酸與還原糖之間的反應，據信即為油炸食品中所發現之丙烯醯胺的主要來源。天冬醯胺在生馬鈴薯所發現的游離氨基酸總數量中約占 40%，在高蛋白質裸麥中所發現的游離氨基酸總數量中約占 18%，和在小麥中所發現的游離氨基酸總數量中約占 14%。

天冬醯胺以外的其它氨基酸也可能形成丙烯醯胺，但尚未獲確切的證實。舉例來說，有人曾報導從作為先質之麩醯胺、二-氨基-[4]-甲硫基丁酸、半胱氨酸、和天冬酸的試驗中形成丙烯醯胺。然而，因為一般的氨基酸中可能有天冬醯胺雜質，所以這些試驗結果難以確認。儘管如此，天冬醯胺已被認為是最可能形成丙烯醯胺的氨基酸先質。

由於食品中的丙烯醯胺是新近發現的現象，所以它的正確形成機制還未確認。然而，現已相信最可能形成丙烯醯胺的途徑與 Maillard 反應有關。在食品化學上，Maillard 反應早已被認為是食品加工最重要的反應之一，能影響到食品的風味、顏色、和營養價值。Maillard 反應需要熱、水分、還原糖、與氨基酸。

Maillard 反應牽連到與許多中間體的一系列複雜的反應，但大體上可描述為牽連三道步驟。Maillard 反應的第一道步驟即為使一游離氨基(獲自游離氨基酸和/或蛋白質)與一還原糖(例如葡萄糖)結合，據以形成 Amadori 或 Heyns 重排產品。第二道步驟是經由種種涉及脫氧糖醛酮(deoxyosones)，分裂，或 Strecker 降解的替代途徑而使 Amadori 或 Heyns 產品降解。一連串複雜的反應，包括脫水、消去、環化作用、分裂、及碎裂，導致各式各樣的調味中間體及調味化合物。Maillard 反應之第三道步驟的特徵在於形成各種褐色含氮聚合物與共聚物。以 Maillard 反應當作形成丙烯醯胺的可能途徑，第一圖所示者即

為從天冬醯胺與葡萄糖開始而形成丙烯醯胺之可能路徑的簡化圖。

丙烯醯胺尚未被確定對人體有害，但其並不宜存於食品中，尤其是大量存於食品中。如前所述，在業經加熱或熱加工過的食物中發現有較高的丙烯醯胺濃度。只要減低或消除形成丙烯醯胺的先質化合物，於食品加工期間抑制丙烯醯胺的形成，將食品中一旦形成的丙烯醯胺破壞掉或使其起反應，或在消費前從產品中去除丙烯醯胺，便可達到在該等食品中降低丙烯醯胺的效果。可理解的是，各食品對達成前述任一選項均提供出獨特的挑戰。舉例來說，經切片和當作內聚件烹製的食品，如不對細胞結構進行物理破壞，便不易與種種能在烹製時讓食品別具特性的添加劑混合。其它特定食品的加工要求也可能使降低丙烯醯胺的策略變得不相容或極為困難。

例如，第二圖所示者即為從生馬鈴薯料製造馬鈴薯片的習用方法。以重量為準，含水約 80% 以上水分的生馬鈴薯係先進行剝皮步驟 21。剝完皮後，便將馬鈴薯送到下一切片步驟 22。在切片步驟 22，各馬鈴薯切片的厚度視成品的意欲厚度而定。習用技藝的一個範例係將馬鈴薯切片到約 0.04 到 0.08 吋的厚度。然後，把這些切片送到一清洗步驟 23，用水洗掉各切片表面的澱粉。接著，將洗過的馬鈴薯切片送到一烹製步驟 24。這烹製步驟 24 通常是在約 171 °C 到 182 °C (340-360 °F) 的溫度下，於一連續油炸裝置中將切片油炸約二到三分鐘。以重量為準，該烹製步驟大致會將馬鈴薯片的含水量減低到 2% 以下。舉例來說，典型的油炸馬鈴薯片在離開油炸裝置時，其水分約為按重量為準的 1-2%。其後，將炸好的馬鈴薯片送到一調味步驟 25，以一旋轉筒施加調味料。最後，讓調味的馬鈴薯片進行包裝步驟 26。

該包裝步驟 26 一般是將調味的馬鈴薯片進給到一台以上的稱重器，由其將馬鈴薯片導送到一台以上的直式成型、填裝與密封機器，以便進行軟袋包裝。一當包裝好時，便將產品配銷以供消費者購買。

前述眾多馬鈴薯切片的加工步驟若經輕微的調整，很可能就會導致成品特性的重大改變。舉例來說，如在清洗步驟 23 時延長馬鈴薯切片於水中的駐留時間，即可能導致切片的瀝濾化合物使成品存有馬鈴薯的風味、顏色和組織。於烹製步驟 24 增加駐留時間或加熱溫度，則可能導致馬鈴薯片的 Maillard 褐色化程度，和使含水量變低。如想在油炸前先把各種原料加入馬鈴薯切片內，可能必須建立起能在不使馬鈴薯片之細胞結構分裂或不把有益化合物從馬鈴薯切片中瀝濾出的情況下，將添加到馬鈴薯切片內部之各種原料予以吸收的機制。

另一個對降低成品中之丙烯醯胺數量具有獨特挑戰性的加熱食品範例即為零食，零食亦可製成一加工零食。所稱「加工零食 (fabricated snack)」係指採用原始和未改變澱粉性原材料以外的東西作為其原料的零食品。例如，加工零食包括使用脫水馬鈴薯產品作為原材料的加工馬鈴薯片，以及使用粉糰作為原材料的玉米片。此處要注意的是，脫水馬鈴薯產品可以是馬鈴薯粉，馬鈴薯薄片，馬鈴薯粒，或存有脫水馬鈴薯的其它任一形式。本案中如用到這些用語中的任一個時，自應包括所有這些變化。

現請回頭參閱第二圖，加工馬鈴薯片不需剝皮步驟 21，切片步驟 22，或清洗步驟 23。反之，加工馬鈴薯片是從諸如馬鈴薯薄片之類的脫水馬鈴薯產品開始。將脫水馬鈴薯產品與水及其它少量的原料混合，據以形成糰料。接著，將糰料延展及切片，再進行烹製步驟。烹製步驟可以是油炸或烘焙。然後，讓馬鈴薯片

進行調味步驟及包裝步驟。馬鈴薯糰料的混合大致上會使其本身易於添加其它原料。反之，如要將該等原料添加到生食品內，則需找出一種可讓該等原料滲入產品細胞結構內的機制。然而，在混合步驟中添加任何原料時，都需考慮到該等原料或許會糰料的延展特物或最終的成品特性造成不良影響。

因此，需要開發出一種以上能對加熱或熱加工食品之成品中的丙烯醯胺數量予以降低的方法。更理想是，該製程除了能大幅減低或消除成品中的丙烯醯胺外，還不會對成品的品質及特性造成不良影響。另外，該方法也應易於實施，且宜對整體製程幾乎，甚或完全不增加成本。

【發明內容】

本發明係一種降低熱加工食品中之丙烯醯胺數量的方法。依據一實施例，該方法包括連續進給剝皮和切片的生馬鈴薯，以及在約 60 °C (140 °F) 的溫度條件下使連續進給的生馬鈴薯切片與一含水溶液接觸約五分鐘，據以降低生馬鈴薯切片中的丙烯醯胺數量。依據另一實施例，該方法包括連續進給剝皮和切片的生馬鈴薯，在約 171 °C 到 182 °C (340-360 °F) 的溫度條件下對生馬鈴薯切片進行半油炸，直到含水量變成按重量為準的約 3-10% 為止，接著約低於 120 °C (250 °F) 的溫度下對半油炸的馬鈴薯切片進行烘乾，直到含水量進一步減低到按重量為準的約 1-2% 為止。依據再一實施例，該方法包括在約 60 °C (140 °F) 的溫度條件下使連續進給的生馬鈴薯切片與一含水溶液接觸，其後在約 171 °C 到 182 °C (340-360 °F) 的溫度條件下對接觸過的生馬鈴薯切片進行半油炸，直到含水量變成按重量為準的約 3-10% 為止，接著約低於 120 °C (250 °F) 的溫度下對半油炸的馬鈴薯切片進行烘乾，直到含水量進一步減低到按重量為準的約 1-2% 為

止。其它的實施例包含使連續進給之剝皮和切片生馬鈴薯片的種種接觸與烹製方法的不同組合，以及種種其它單元作業的操作。藉著這些單元作業的操作，就可避免產生最適於形成丙烯醯胺的條件，以致降低熱加工食品中形成丙烯醯胺。

舉例來說，典型馬鈴薯片製程中的清洗步驟便可經操作而包括一個使馬鈴薯切片與一含水溶液接觸的接觸步驟。接觸時間及溫度可予增加及操作，也可將一種以上的原料添加到含水溶液。烹製步驟也可分成較高溫度的第一加熱步驟和較低溫度的第二加熱步驟予以操作。較高溫度的第一加熱步驟可包括常壓油炸，真空油炸，微波輔助油炸，或烘烤，和本技藝中已知的其它方式。第二加熱步驟則可包括真空油炸，低溫烘乾，真空烘乾，或維持住該第二加熱步驟所需烹製溫度的任一烹製方法。至於其它能操作接觸及烹製單元作業而降低丙烯醯胺之形成的方法，均可採行。

【實施方式】

在熱加工食品中形成丙烯醯胺，需有一碳來源及一氮來源。假設碳是由碳水化合物來源提供，和氮是由蛋白質來源或氨基酸來源提供。許多源自植物的食品原料，例如稻米、小麥、玉米、大麥、黃豆、馬鈴薯和燕麥等，均含有天冬醯胺，而且它們基本上是具有少量氨基酸成分的碳水化合物。通常，該等食品原料均有一個小氨基酸庫，其中除了天冬醯胺外，尚含有其它氨基酸。

所稱「熱加工(thermally processed)」係指食品或食品原料的各成分，諸如食品原料混合物，在至少 80 °C 的溫度條件下予以加熱。食品或食品原料的熱加工宜在約 100 °C 和 205 °C 之間的溫度條件下進行。形成最終食品前，可在高溫條件下另對食品原料分別加工。熱加工食品原料的一個範例即為馬鈴薯片，它是

由生馬鈴薯在接受高達 170 °C 溫度的加工後而形成。其它熱加工食品原料的範例包括加工燕麥、預煮乾燥米飯、熟黃豆產品、玉米糰、烘焙咖啡豆、烘焙可可豆。或者，生食品材料可用於調製在生產過程中包括加熱步驟的最終食品。由加熱步驟製成最終食品的一個原料加工範例即為在約 100 °C 到 205 °C 的溫度條件下進行油炸步驟而把生馬鈴薯切片炸成馬鈴薯片，或以類似溫度所炸成的法式馬鈴薯條。

然而，依據本發明，已發現若在存有還原糖時對氨基酸天冬醯胺加熱，即會形成相當數量的丙烯醯胺。但在存有像葡萄糖這樣的還原糖時，如對諸如賴氨酸與丙氨酸之類的其它氨基酸加熱，則不會產生丙烯醯胺。不過，令人驚奇的是，若把其它氨基酸添加到天冬醯胺 - 糖的混合物時，卻可增加或減少所形成之天冬醯胺的數量。

既已證實在存有還原糖時對天冬醯胺加熱就會迅速形成丙烯醯胺，那麼如使天冬醯胺鈍化，就可降低熱加工食品中的丙烯醯胺。所稱「鈍化」係指利用轉換或鍵合到另一能阻止天冬醯胺形成丙烯醯胺的化學物，據以從食品中去除天冬醯胺，或在天冬醯胺的形成途徑中使其變得不活化。

有關各種單元作業或加工步驟對最終食品中所形成之丙烯醯胺的影響，其調查結果很有趣。這些結果證實若能將習用食品製造過程中的一項以上單元作業加以修改，所獲得之熟食品的丙烯醯胺濃度便減少。所稱「丙烯醯胺濃度減少」係指若與未修改之習用過程中形成的濃度相比，丙烯醯胺的濃度較低。本案所稱「丙烯醯胺濃度減少」，「降低的丙烯醯胺濃度」，和「降低的丙烯醯胺數量」等用語，均可互換使用。就本案而言，所稱「單元作業」係指整個食品生產方法中的一個可界定的區段。舉例來說，參閱

第二圖，馬鈴薯片的各加工步驟(剝皮步驟 21，切片步驟 22，清洗步驟 23，烹製步驟 24，調味步驟 25，和包裝步驟 26)，均視為馬鈴薯片食品整個生產過程的獨立單元作業。

單元作業的第一個操作範例即為將生馬鈴薯原料切片而產生之馬鈴薯片的清洗步驟 23 (第二圖所示者)。習用的清洗方法係在室溫條件下用水洗滌馬鈴薯片。視所用的設備而定，各馬鈴薯片在這種習用技藝之水洗的平均駐留時間通常均低於 60 秒。

第三圖所示者即為如何操作馬鈴薯片清洗單元作業，致使成品馬鈴薯片中的丙烯醯胺能被調整。依據本發明，清洗步驟 23 的操作可包括一道接觸步驟，讓連續進給的馬鈴薯切片接觸一種在駐留時間和溫度上均與習用清洗步驟所用者不同的含水溶液。第三圖係一圖表，其中左邊(從觀看者的角度)的縱或 y-軸所示者即為以每十億的份數(「ppb」)為準，於成品馬鈴薯片中所發現的丙烯醯胺(「AA」)數量。第三圖中的右方縱或 y-軸所示者則為以重量為準，於成品馬鈴薯片中的水分百分比。在這圖表中，丙烯醯胺數量是以縱向桿條表示，而含水量百分比則以線條表示。第三圖中的橫或 x-軸所載列者則為對馬鈴薯片製程之清洗單元作業所作的種種加工參數變更。在第三圖中反映的所有生產過程，烹飪時間及溫度均相同。尤其，各樣本都是在大約 178 °C (353 °F)的溫度條件下油炸約 120-140 秒的時間。因此，成品的含水量易有差異。

比較第三圖所示的各項結果，前述使用切成 0.05 吋厚度和在大約 178 °C (353 °F)的溫度條件下油炸約 120-140 秒之馬鈴薯片原料的習用清洗步驟，其所產生的完工品約具有 300-500 ppb 的丙烯醯胺數量(也可能較高，視葡萄糖含量及其它馬鈴薯原料變數而定)，和以重量為準，約 1.4%的最終含水量。這習用技藝

的結果與第三圖之圖表中的第一數據點 31 相當類似，該數據點代表基準數據點，所涉及者是個讓馬鈴薯切片在水中之駐留時間為二到三分鐘的清洗步驟。相較於依習用清洗步驟完工的產品，如果維持住馬鈴薯片整體加工的所有其它參數，那麼清洗單元作業的這個輕微改變不會對完工品的丙烯醯胺數量(約 330 ppb)或含水量(約 1.35%)造成顯著變化。

第三圖中所示的下一數據點 32 反映出清洗步驟的變化，該變化包括使馬鈴薯切片與當作含水溶液的水接觸，將含水溶液與馬鈴薯切片的接觸時間增長到 10 分鐘，和把含水溶液溫度從周圍溫度或室溫增加到約 38 °C (100 °F)。這調整使成品中的丙烯醯胺減低到約 210 ppb，另以重量為準，也使含水量減至 1% 以下。有趣的是，第三數據點 33 反映出在平均接觸時間為五分鐘時，如把含水溶液(還是水)的溫度增加到約 54 °C (130 °F)，成品中的丙烯醯胺數量並未顯著降低。反之，第四數據點 34 則證明清洗單元作業如包含一道與水構成的含水溶液在約 82 °C (180 °F) 之溫度條件下有一分鐘接觸時間的接觸步驟，成品中的丙烯醯胺數量即顯著降低(100 ppb 以下)。然而，該成品馬鈴薯片的含水量卻將近 1.8%。第五數據點 35 反映出若使用 1% 的 L-浮氨酸作為含水溶液，則在周圍溫度條件下接觸五分鐘，可將成品中的丙烯醯胺數量減低到 250 ppb 以下。

在第四圖所示的圖表中，係將第三圖所示的實驗結果(各對直桿條的第一個)標準化，據以說明各試樣如按照同一標準化的含水量油炸時所可預期的丙烯醯胺數量(各對直桿條的第二個)。假定在含水量低時，丙烯醯胺數量的百分比變化係與含水量的百分比變化成反比，那麼讓實際丙烯醯胺數量乘以達到基準/標準樣本最終含水量所需之含水量的百分比變化，就可將第三圖所示之

試驗數據的結果予以標準化。按照相同含水量而使試驗數據標準化，就可更正確的比較出各接觸方法在降低丙烯醯胺之形成方面的相對效能。

回頭參閱第四圖，縱或 y-軸再次以成品中所發現之丙烯醯胺的 ppb 來標示。橫或 x-軸的標示則為顯示各數據點的參數。在第四圖中，各數據點顯示出一對直桿條，其中每對左邊的桿條係從第三圖匯入，右邊的桿條則反映出成品如按照 1.32% 的一致或標準化的含水量予以油炸時，各相同接觸製程參數的預期結果。

第一數據點 41 仍是個在周圍溫度條件下進行二到三分鐘水洗的基準樣本。第二數據點 42 包含依本發明從事的接觸步驟，其中馬鈴薯切片係在約 38 °C (100 °F) 的溫度條件下與水構成的含水溶液接觸十分鐘。左邊桿條依然反映出在這接觸後如以約 178 °C (353 °F) 的溫度油炸約 120-130 秒，則成品中的丙烯醯胺剛巧比 200 ppb 多一點，而含水量則低於 1%。然而，左邊桿條卻證明若按照 1.32% 的標準化含水量來油炸這樣接觸過的馬鈴薯片時，預計的丙烯醯胺數量則會降到約 150 ppb。

就第三數據點 43 而言，也產生類似的意欲結果，但第四數據點 44 卻顯示出成品含水量的減低會使丙烯醯胺數量略為增加。有趣的是，最後的數據點 45 顯示出如採用含有 1% 之 L-半胱氨酸的含水溶液，且接觸時間為十五分鐘時，丙烯醯胺即顯著減少。另外，以重量為準，馬鈴薯片的最終含水量如為 1.32% 時，預期丙烯醯胺的數量會特別低。另外也注意到的一件趣事是，馬鈴薯切片與 1% 的 L-半胱氨酸接觸十五分鐘後預計的丙烯醯胺數量，跟馬鈴薯切片與水構成之含水溶液在約 38 °C (100 °F) 溫度條件下接觸十分鐘後所預計者幾乎相同。

依據本發明的其它實施例，馬鈴薯切片與含水溶液的接觸另

包括從生馬鈴薯切片去除一種以上的丙烯醯胺先質，例如天冬醯胺或還原糖，其方法是以一種馬鈴薯萃取物或瀝濾流將該等丙烯醯胺先質從生馬鈴薯切片瀝濾掉。凡馬鈴薯切片中濃度梯度在該切片與馬鈴薯萃取物或瀝濾流之間的成分，均由馬鈴薯萃取物或瀝濾流予以瀝濾掉。採用缺乏所要去除之丙烯醯胺先質的馬鈴薯萃取物溶液，便可選擇性達成這種瀝濾。另外，採用諸如純水之類的瀝濾流，亦可非選擇性的達成瀝濾。選擇性瀝濾的一個範例是製造缺乏天冬醯胺的馬鈴薯萃取物，再使生馬鈴薯切片與這缺乏天冬醯胺的馬鈴薯萃物接觸，據以從生馬鈴薯切片瀝濾掉天冬醯胺。依據一實施例，係以瀝濾效果優於平行流動的逆流形式讓缺乏一種以上丙烯醯胺先質的馬鈴薯萃取物接觸生馬鈴薯切片。在另一實施例中，則是於馬鈴薯萃取物接觸馬鈴薯切片之際，對該萃取物從事超音波振動，進一步增強瀝濾效果。如想要時，可對馬鈴薯萃取物或瀝濾流加以處理而將瀝濾出的丙烯醯胺先質去除，以便能回收馬鈴薯萃取物或瀝濾流，再繼續用於瀝濾更多的馬鈴薯切片。

在檢討單元作業的各種操作效果時，例如第三和四圖所示的那些效果，必須記住的一點就是所有這些調整都會對產品的品質及特性帶來一些副作用。因此，任一單元作業的調整都需謹慎選擇，以求獲得展現意欲最終特性的產品。這些特性包括有關成品顏色、風味、口感、密度、氣味、和貯存年限等方面。

第五圖的焦點擺在單元作業的另一方面，其中顯示出在烹飪階段對馬鈴薯片中之含水量的減低效果。回頭參閱第二圖，烹製步驟 24 是個通常以高溫在連續油炸裝置中炸熟切片馬鈴薯的單元作業。再回頭參閱第五圖，其中圖表的橫或 x-軸係表示成品馬鈴薯片的含水量。縱或 y-軸再次以成品中所發現之丙烯醯胺

(「AA」)的 ppb 來標示。接著繪出若干數據點，據以顯示出成品馬鈴薯片的水分百分比對丙烯醯胺數量。所用的油炸溫度有不同的二種，菱形符號表示在約 170 °C (353 °F)溫度條件下油炸的馬鈴薯片，而方形符號則表示在約 149 °C (300 °F)溫度條件下油炸之馬鈴薯片的數據點。線條 51, 52 係以曲線配合各數據點而建立一趨勢。該等曲線配合的線條 51, 52 係遵循下列的一般方程式： $y = cx^b$ ，其中「y」表示丙烯醯胺數量，「c」是個常數，「x」是含水量，而「b」則是「x」的指數。第一線條 51 係指 149 °C (300 °F)油炸溫度的數據點。第二線條 52 係指對於 178 °C (353 °F)油炸溫度所繪製的數據點。從第五圖可看出，以重量為準，如馬鈴薯片的含水量在約 3%以上時，不論油炸溫度，丙烯醯胺數量均很低。

第五圖所示者係油炸馬鈴薯切片中丙烯醯胺數量與含水量之間的關係，而第六圖所示者則為二者在以乾混合料製成烤馬鈴薯片產品中的相同關係。第六圖之圖表的縱軸顯示出丙烯醯胺濃度，橫軸則顯示出以重量為準的含水量。與油炸馬鈴薯切片相比，雖然在烤馬鈴薯片產品中的丙烯醯胺濃度易於偏高，但第五及六圖二者均顯示出在含水量降到約 3%以下之前，烹製之馬鈴薯產品中的丙烯醯胺濃度仍相當低。

從第五及六圖中顯然可知，以典型油炸裝置所炸成的馬鈴薯片，一當含水降到按重量為準的 3%以下時，似乎存留的水分不足以使產品溫度保在丙烯醯胺形成溫度以下，因而丙烯醯胺數量顯著增加。舉例來說，第五圖顯示出當馬鈴薯片的含水量在烹飪單元作業期間變成按重量為準的 3%以上時，不論是否曝露於高溫的烹製環境，成品中所發現的丙烯醯胺數量均相當低。第五及六圖證明含水量是單元作業的另一項有效參數，可經調整而降低成

品中形成丙烯醯胺。

遺憾的是，成品馬鈴薯片中含水量宜在約 2% 以下，更佳者是在約 1.3 到 1.4% 之間。如高過 2%，甚或高過 1.4%，都可能導致包裝產品發生腐敗或微生物破壞的問題，以及器官感覺方面的影響，例如味道和組織等。然而，成品顏色、味道及黏稠度的變化可用種種方式予以調整。此外，也能調整預包裝步驟的種種因素，例如加長油炸裝置的護罩，覆蓋通往包裝機的輸送器，對工廠環境除濕，以及調整包裝的種種因素，例如包裝材料、薄膜、袋及封合物等，即可用較高的含水量來抵銷該食品加工的各种影響。是以，依據降低熱食加工食品中形成丙烯醯胺之方法所揭露的一實施例，另有一道單元作業可在食品從最後烹製步驟浮起時，以按重量為準的約 1.4%，1.6%，1.8%，和 2%，或介於 1.4% 和 2% 之間的任一百分比的含水量進行加工。

然而，須注意的要點是，縱然有較高的含水量，已知有其它馬鈴薯產品仍會形成相當大數量的丙烯醯胺。此點指出丙烯醯胺的形成係取決於烹製產品的溫度(尤其是表面溫度)，而非整體含水量。事實上，研究已指出，除非讓必要的反應劑曝露於約 250 °F/120 °C 的溫度，否則不會形成大量的丙烯醯胺。因此，含有各種丙烯醯胺先質化合物的馬鈴薯產品，除非在烹製時讓那個可跟烹製媒體溫度大不相同的產品溫度上升到約 120 °C (250 °F) 以上，否則似乎不會形成大量的丙烯醯胺。然而，該產品的含水量卻是產品溫度是否已上升到丙烯醯胺形成溫度以上的良好指標。

略諳本技藝者曾推論表示縱然在相當高溫的環境中，產品內的水分有助於使產品內部溫度保持在丙烯醯胺形成溫度以下。但在大部份的水分被去除時，高溫環境卻可促使產品溫度上升到丙

烯醯胺形成溫度以上。不過，須記住的要點是，並非烹製產品的所有部份均享有相同的內部溫度。以法式馬鈴薯條為例，若與馬鈴薯切片相比，它們相當厚，因而在產品的內和外部之間具有較大的水分梯度。結果，烹製的法式馬鈴薯條縱使內部含水量高，但可能仍具有相當高的表面溫度。反之，馬鈴薯切片較薄，因而在烹製期間的整體含水量較易一致。是以，至少對諸如馬鈴薯切片或馬鈴薯加工品之類的薄產品而言，含水量仍是其內部溫度的良好尺規。這也適用於玉米、大麥、小麥、裸麥、燕麥、粟、和其它澱粉基穀類所製成的非馬鈴薯產品。另外，可將連續烹製設備設計成具有能隨著烹製產品含水量的減低而從高溫逐漸降至低溫的不同溫度階段。此舉使水分能被迅速去除，不讓產品溫度上升超過丙烯醯胺的形成溫度。

因此，本發明的一個元件即為將烹製單元作業(第二圖中所示的第四單元作業 24)分成至少二個單獨的加熱步驟。第一加熱步驟是在高溫時發生，據以按重量為準，把含水量降低到接近但高於 3%的某一點。接著，以溫度在約 120 °C (250 °F) 以下的較低溫烹製步驟，按重量為準，把產品加工到約 1-2% 的意欲含水量，但較佳者約為 1.4%。然而，本文所述的製程修改並不限於習用的馬鈴薯切片烹製製程，例第二圖中所揭示者。該等修改也適用於源自馬鈴薯、玉米、小麥、裸麥、稻米、燕麥、粟、和其它澱粉基穀類之加工品的製程。舉例來說，該等修改可用於降低在加工馬鈴薯和玉米產品、麥片粥、餅乾、和麵包等之中所形成的丙烯醯胺。所稱「改性烹製步驟」和「改性烹製單元作業」不僅包括第二圖的習用馬鈴薯切片烹製方法，也包括宜降低形成丙烯醯胺之其它食品的習用製備方法。此外，所稱「以馬鈴薯為基質之食品片(potato-based pieces)」則包括生馬鈴薯切片和源自馬鈴薯澱

粉或糰料的馬鈴薯加工品。

採用種種加熱步驟，便可達成各加熱步驟。例如，第一加熱步驟可包括常壓油炸，真空油炸，微波輔助油炸，或烘烤。然而，如考量生產效益，例如駐留時間，能源成本，設備資本成本和可用樓板面積等，第一加熱步驟亦可包括其它任一烹製及降低其含水量的方法。當第一加熱步驟涉及對產品的油炸時，該步驟常稱為「半油炸(par-frying)」，因為這種油炸只將產品不完全的烹製到使其含水量降至按重量為準，接近但高於 3%的某一點。第二加熱步驟可包括真空油炸，低溫烘乾，真空烘乾，或能保持第二加熱步驟所需烹製溫度的任一烹製方法。然而，也可採用其它方法來降低含水量，同時避免產生最適於形成丙烯醯胺的低水分/高溫條件，只要產品溫度保持在約 120 °C (250 °F)的丙烯醯胺形成溫度以下即可。

如將第二圖所示馬鈴薯片製造過程的清洗步驟 23 和/或烹製步驟 24 加以修改，便可顯著降低成品中的丙烯醯胺數量，而且不會對產品品質及特性造成不良影響。在所舉的一實施例中，採用新削馬鈴薯的馬鈴薯片製程係將傳統的剝皮、切片與清洗步驟與一種在約 165 到 182 °C (330-360 °F)溫度條件下半油炸 1 到 3 分鐘的修改烹製單元作業結合，接著在約 120 °C (250 °F)以下的溫度烘乾，直到馬鈴薯片的含水量減低至按重量為準的大約 1.4%為止。在以這實施例進行的各項試驗中，丙烯醯胺數量可達到低於 130 ppb 的程度。這實施例達到高度降低丙烯醯胺以及必要製程修改所造成之產品品質變化令人可接受的兼顧效果。然而，尚有其它可行的實施例。第七 a，七 b，和八圖所示者即為與含水溶液接觸之清洗修改方法，以及能使最終丙烯醯胺數量從習用方法所致者予以降低之烹製修改方法的各種結合範例。舉例

來說，可把 300 ppb 以上的最終丙烯醯胺數量降低到低於 100 ppb。雖然第七 a，七 b，和八圖所示者係對生馬鈴薯切片的加工實施例，但該等實施例中所用的修改清洗方法亦可應用於其它各種想要降低丙烯醯胺的生食品，例如甘薯和大蕉。同樣地，該等實施例中所用的烹製修改方法亦可應用於其它油炸食品，例如油炸玉米餅、油炸大蕉、和油炸甘薯。

第七 a 圖所示者係以包括接觸之修改清洗步驟的幾種不同實施例與一修改烹製步驟的特定實施例結合所製成之馬鈴薯切片的最終丙烯醯胺數量。第七 a 圖的修改烹製步驟包括在第一加熱步驟中以大約 178 °C (353 °F) 的溫度把馬鈴薯切片半油炸約一到三分鐘，再以大約 120 °C (250 °F) 的溫度烘乾馬鈴薯切片，直到以重量為準，在第二加熱步驟中把含水量降低到約 1.3% 為止。半油炸後再烘乾的優點是可避免產生最適於形成丙烯醯胺的低水分/高溫條件，同時仍能產製出在器官感覺上與傳統油炸產品類似的成品。然而，大量的烘乾卻可能給產品造成口乾的感覺，也可能使產品發生難以遮掩的烤焦情形。

第七 a 圖中的縱或 y-軸所示者係以 ppb 表示的丙烯醯胺濃度，而橫或 x-軸所示者則為包括馬鈴薯切片與一含水溶液接觸之修改清洗步驟的各實施例的參數。各數據點顯示出一對直桿條：左桿條表示在接觸與半油炸之後的丙烯醯胺濃度，而右桿條則表示在烘乾之後的丙烯醯胺濃度。從左往右看，如同第三及四圖，第七 a 圖中的第一數據點 71 即為在周圍溫度條件下水洗二到三分鐘，然後以重量為準，將其在大氣中油炸到水分約為 1.3% 的基準樣本。第二數據點 72 除了將樣本油炸到水分約為 1.0% 外，其餘均跟第一數據點相同。第一及第二樣本 71，72 分別產生約 320 ppb 和 630 ppb 的丙烯醯胺。第三數據點 73 也包括在

周圍環境中水洗二到三分鐘，但其後是將該樣本半油炸到水分略高於 3%，再烘乾到水分約為 1.3% 的程度。左和右桿條顯示出標本離開半油炸步驟時的丙烯醯胺濃度相當低，僅約 65 ppb，而在烘乾步驟時更達到低於 15 ppb 的程度。第四數據點 74 包括將水構成的含水溶液在約 60 °C (140 °F) 溫度時與馬鈴薯切片接觸五分鐘，再由修改烹製單元作業進行半油炸及烘乾步驟。這五分鐘在 60 °C (140 °F) 溫度時的接觸，加上半油炸及烘乾步驟，便產生一種更低，在 40 ppb 以下的最終丙烯醯胺數量。

與氯化鈣溶液接觸的標本 75, 76, 77, 其所產生的丙烯醯胺數量全都高過在約 60 °C (140 °F) 溫度下與純水接觸五分鐘之樣本 74 所產生的數量。然而，所有該等樣本的最終丙烯醯胺數量仍低於 80 ppb，亦即遠低於基準樣本的 320 ppb。

最後的數據點 78 係與含有 1% 之 L-半胱氨酸的含水溶液接觸 15 分鐘。有趣的是，在第七 a 圖所示的幾種接觸方法當中，這種接觸方法所產生的丙烯醯胺濃度最低。然而，這接觸方法所需的接觸時間，在第七 a 圖所示的種種方法中也是最長的。雖然以 1% 的 L-半胱氨酸作為接觸所用含水溶液能使成品中的丙烯醯胺數量變成最低，但其它因素也需考慮，例如長接觸時間對產品品質的影響，以及增加接觸時間的費用等。

第七 b 圖所示者係第七 a 圖中丙烯醯胺濃度標較窄的最後六個數據點 73, 74, 75, 76, 77, 78。

在第八圖中，業已將第七 b 圖的各項結果標準化，以供說明按重量為準，試樣若經油炸到含水量略高於 3%，再以約 120 °C (250 °F) 的溫度烘乾到含水量約為標準化的 1.3% 時，所可預期的丙烯醯胺數量。丙烯醯胺是以參閱第四圖的前述相同方式予以標準化。如以第八圖所示的結果 834, 88 來比較第四圖之類似實驗

41, 43, 45 的結果，即可看出若把烹製單元作業分成第一高溫加熱步驟和第二低溫加熱步驟時，丙烯醯胺的數量即顯著降低。按重量為準，鑒於第四圖顯示出以傳統方式油炸到含水量為標準化的 1.3% 時，所產生的丙烯醯胺濃度應在略高於 100 ppb 到 400 多 ppb 之間，第八圖則顯示出如經半油炸和烘乾到相同標準化的含水量時，所產生的丙烯醯胺數量卻顯著減低到 100 ppb 以下。以第四圖的 54 °C (130 °F)/5 分鐘接觸數據點 43 和第八圖的 60 °C (140 °F)/5 分鐘接觸數據點 84 來跟第四圖的基準數據點 41 做比較時，就可十分明顯的看出包含接觸步驟之修改清洗單元作業與修改烹製單元作業二者結合的累積效益。如同前述參閱第四圖所做的說明，若把接觸時間從 2-3 分鐘增加到 5 分鐘，另把接觸溫度從周圍溫度增加到約 54 °C (130 °F) 的溫度，就會使成品中的丙烯醯胺數量從 330 ppb 左右減低到約 230 ppb。第八圖的第二數據點 84 顯示出若在類似的 5 分鐘/60 °C (140 °F) 接觸步驟後從事包括半油炸及烘乾的修改烹製單元作業，還可進一步將丙烯醯胺數量減低到 40 ppb 以下。

第九圖顯示出如採用約為 120 °C (250 °F) 以上的烘乾溫度，所獲得的最終丙烯醯胺濃度即顯著增加。在第九圖中，試樣係以如同第七 b 圖所示的方式予以接觸後再經半油炸，但其後是以 176 °C (350 °F) 而非 120 °C (250 °F) 的溫度烘乾該等樣本。接著，將該等試樣的最終丙烯醯胺濃度予以標準化，從而顯示出在達到按重量為準之 0.76% 時(此為基準點/如第一數據點所示之標準二到三分水洗時達到的最終含水量)的預期丙烯醯胺數量。舉例來說，以第七 b 圖的第二數據點 74 跟第九圖的第二數據點 94 做比較，烘乾溫度從約 120 °C (250 °F) 增加到 176 °C (350 °F)，丙烯醯胺濃度就會從略低於 40 ppb 的程度增加到 270 ppb 左右。

這種烘乾溫度的增加同樣會使其它試樣的丙烯醯胺濃度從 100 ppb 以下猛然增加到 500 ppb 以上。另一試樣(未顯示)則是先清洗掉表面澱粉，再按重量為準而以大約 176 °C (350 °F)的溫度半油炸到含水量約在 3-5%之間的程度，接著在市售的 Wenger 烤箱中以大約 132 °C (270 °F)的溫度烘乾到最終含水量約為 1.3% 的程度，因而導致的丙烯醯胺數量約為 270 ppb。於是，第九圖所示的各項結果 93, 94, 95, 96, 97, 98, 以及從大約 132 °C (270 °F)溫度所烘乾之試樣獲得的結果，均說明了按重量為準，在含水量降到約 3%以下時，讓產品烹製和/或乾燥溫度保持低於或等於 120 °C (250 °F)的優點。這原則不僅適用於生馬鈴薯切片，也適用於其它生食品，例如甘薯、大蕉、以及源自馬鈴薯、玉米、大麥、小麥、裸麥、稻米、燕麥、粟、和其它澱粉基穀類的加工產品。

第十圖所示者係馬鈴薯切片經清洗、半油炸、以及再烘乾之另一實施例的結果與作業條件。對照樣本 101 是以如同第七 a 圖所示基準樣本 71, 72 接受的方式加工。在周圍溫度條件下接受約 20-30 秒的水洗後，讓馬鈴薯切片與氯化鈉的稀釋(3-5%)溶液短暫接觸幾秒鐘，再把切片厚度為 1.45 mm 之剝皮 Hermes 切削馬鈴薯的對照樣本 101 置入初始溫度約為 179 °C (354 °F)的油中進行約三分鐘的半油炸，使水分變成按重量為準的 1.4%。結果，對照樣本 101 的丙烯醯胺濃度為 640 ppb，跟第七 a 圖所示第二基準樣本產生的 630 ppb 相似。如同對照樣本 101，讓試樣 102 接受類似的清洗及接觸。接著，使用大型商用油炸裝置而讓試樣 102 在初始溫度約為 174 °C (345 °F)的油中進行約三分鐘的半油炸，直到含水量降到按重量為準的 2.5%為止。其後，以烤箱在約 110 °C (230 °F)的溫度下進行約六分鐘的末道烘乾

(finish-dried)，直到含水量降到按重量為準的 1.4% 為止。以這方式烹製而產生的產品，其丙烯醯胺數量降到 160 ppb，約為對照樣本 101 之丙烯醯胺濃度的 25%。

在另一組與第十圖所示者類似的試驗(未顯示)中，是讓馬鈴薯切片接受標準的清洗程序，再半油炸到水分變成按重量為準的 3-5% 左右，然後烘乾到水分變成約 2% 以下。對照樣本係經清洗並在約 179 °C (354 °F) 的溫度下油炸到最終含水量變成按重量為準的 1.3% 左右，從而導致的丙烯醯胺數量為 380 ppb。然而，以約 179 °C (354 °F) 的溫度將試樣半油炸到含水量變成約在 3% 到 5% 之間時，所導致的丙烯醯胺數量則約為 64 ppb。接著，讓這半油炸的產品在市售 Wenger 烤箱中以種種溫度烘乾。結果顯示，在 Wenger 烤箱中以約 115 °C (240 °F) 的溫度將該等半油炸切片烘乾到最終含水量變成按重量為準的 1.3% 左右時，所導致的丙烯醯胺數量為 125 ppb。有趣的是，若將半油炸的切片在約 100 °C (212 °F) 的溫度和常壓或略低於常壓(13.6 到 14.6 psia) 的條件下烘乾時，縱然延長烘乾時間(即使長達 10-15 分鐘)，也不會增加丙烯醯胺的數量。這實施例證明馬鈴薯切片可在約 179 °C (354 °F) 的溫度下半油炸到含水量為 3-5% 之間的程度，接著在常壓或略低於常壓的條件下以約 100 °C (212 °F) 的溫度烘乾，屆時丙烯醯胺數量不會增加到超越半油炸作業時所形成者。為進一步降低烹製產品中所形成之丙烯醯胺的濃度，按重量為準，可在含水量高達 10% 時從半油炸步驟中取出馬鈴薯切片，但如太早取出卻會影響產品的最終組織。不過，應注意的是，此方法並不限於生馬鈴薯切片，亦可應用於其它油炸食品，例如油炸玉米餅、油炸大蕉、和油炸甘薯等。半油炸後再以約 100 °C (212 °F) 之溫度烘乾的優點是只要修改烹製單元作業，便能把丙烯醯胺的

形成從 300 ppb 以上顯著降低到約低於 70 ppb 的程度，而標準的剝皮、切片和清洗步驟均不需修改。

在這種有關先半油炸再烘乾的實施例中，也能進行真空烘乾，以便增進水分去除率。如採用真空烘乾，那麼使產品乾燥到含水量變成意欲程度所需的時間較少。雖然曾顯示出若以 100 °C (212 °F) 或與其接近的溫度進行烘乾時，並不會使丙烯醯胺數量顯著增加，但以那溫度進行烘乾的話，所花的時間較長。是以，真空烘乾有助於減低產品變乾所花的時間。若採用較高的烘乾溫度時，它也有助於減低產品曝露於丙烯醯胺形成溫度之中的時間。

雖然第七 a，七 b，八和十圖所示者係以一修改烹製單元作業之特定實施例與包括接觸步驟之修改清洗單元作業的若干不同實施例經組合而獲得的各項試驗結果，但亦可採用其它的實施例與組合。舉例來說，在圖示的種種不同接觸步驟之後可改用不同的修改烹製單元作業。或者，無需修改其它任一單元作業，只要一種可供降低丙烯醯胺之形成的改良方法便可善用修改的烹製單元作業。在本發明的另一組實施例中，修改烹製單元作業的二個加熱步驟中的第二個是包括真空末道油炸，而非常壓油炸。利用真空末道油炸，從第一加熱步驟浮起的半油炸或烹製產品便可繼續被油炸，但因溫度太低，以致不會形成大量的丙烯醯胺。依據一實施例，真空壓力應以在約 120 °C (250 °F) 以下的溫度進行油炸為原則。該真空末道油炸亦可應用於其它油炸食品，例如源自馬鈴薯、玉米糰、大麥、小麥、稻米、燕麥、粟、和其它澱粉基穀類的那些。

第十一圖所示者係有關先半油炸再真空末道油炸之修改烹製單元作業的若干範例的結果與作業條件。在對照樣本 110 及試樣

111, 112, 113, 114 中，係將 Hermes 品種的切削馬鈴薯予以剝皮、切片到約 1.35 mm 的厚度，再於周圍溫度條件下接受標準的 20 到 30 秒鐘的水洗。清洗後，將對照樣本 110 置入初始溫度約為 177 °C (351 °F) 的油中，在常壓下進行約 2.5 分鐘的油炸，使含水量變成按重量為準的 0.83%，結果所產生的丙烯醯胺濃度為 370 ppb。在試驗 1-4 中，所有試樣 111, 112, 113, 114 均在常壓下以約 177 °C (351 °F) 的溫度進行半油炸，再於約 120 °C (248 °F) 的溫度和 100 毫巴的壓力條件下進行真空末道油炸，但各試樣的半油炸及真空末道油炸時間卻不同。在試驗 1 的 111 中，試樣經清洗，於常壓下半油炸約 100 秒鐘而使水分變成按重量為準的 3%，和真空末道油炸約 44 秒鐘而使水分變成按重量為準的約 0.7% 後，所查出的丙烯醯胺為 220 ppb。試驗 2-4 的 112, 113, 114 的各項結果顯示出，於停止半油炸時，如在含水量減至按重量為準的 3% 之前即先開始真空末道油炸，那麼成品中的丙烯醯胺數量即顯著降低。試驗 2-4 的 112, 113, 114 所產生的最終丙烯醯胺濃度全都低於 50 ppb。在試驗 4 的 114 中，先半油炸到水分變成按重量為準的 10%，再真空油炸到水分變成按重量為準的約 1%，便達到丙烯醯胺數量只有 13 ppb 的程度。從該等數據可看出，在馬鈴薯切片接受低溫真空油炸前，先將其半油炸到具有較高的含水量，將會使最終丙烯醯胺濃度顯著降低。這方法亦可用於降低其它油炸產品的最終丙烯醯胺濃度，例如油炸玉米餅、油炸大蕉、和油炸甘薯等。半油炸到水分變成按重量為準的約 3-10% 以後再予真空末道油炸的優點是可在不影響產品組織的情況下以低溫達成烹製的各項最終階段，且其降低丙烯醯胺之形成的效能也可免除掉必須使產品與含水溶液接觸的修改清洗步驟。然而，真空末道油炸也可讓烹製的各項最終階段在溫度

高於未予真空油炸所可使用者的條件下完成，同時仍能使成品中的丙烯醯胺濃度減低。要注意的是，真空末道油炸產品的顏色比對照樣本淡，而將含水量較高的烹製產品從半油炸作業轉移到真空末道油炸單元時，也可能會給產品一種無刺激性的風味。另應記住的是，真空末道油炸的資本成本可能大於烘乾設備。

同樣地，真空末道油炸可用於修改烹製單元作業之二個加熱步驟中的第一個。例如，修改烹製單元作業的一實施例即為真空半油炸到含水量變成接近但高於按重量為準的 3-4% 的臨界值，接著以不大於 120 °C (250 °F) 的溫度烘乾，直到完成。採用真空半油炸時，即能以較低溫度來油炸產品，以致產生的丙烯醯胺較低。另外，烘乾溫度如在大約 120 °C (250 °F) 以下時，則確保烘乾階段幾乎或完全不會形成額外的丙烯醯胺。在二個加熱步驟中的第一個採用真空半油炸，尤其是在約 120 °C (250 °F) 以下的溫度，和在真空條件下甚或在約 140 °C (284 °F) 以下的溫度如此做時，其優點即為在這第一步驟幾乎或完全不會形成丙烯醯胺，反之半油炸一般都會產生至少某種程度的丙烯醯胺。然而，於第一加熱步驟採用真空油炸也可能產生出具有不同加工特性的產品。

對於涉及諸如麥片粥、餅乾、和麵包之類加工零食或產品的烘焙產品系列而言，本發明的另一實施例包括一種在第一烘焙步驟之溫度較高和第二烘焙步驟之溫度較低的修改烹製單元作業。在這實施例的烹製單元作業中，產品是先以較高的溫度(約在 120 °C (250 °F) 以上)烘焙，直到其含水量減低到按重量為準的約 4% 到 10% 為止。接著以不高於 120 °C (250 °F) 的溫度烘乾(末道烘乾或烘焙)，直到達到意欲的含水量，通常是按重量為準的 1% 到 3% 為止。舉例來說，較高溫的第一加熱步驟可採用對流式

烤箱，據以將產品的含水量減低到按重量為準的 10% 左右。烤箱可分成四個加熱區，其中第一區的溫度最高，再順著其餘三個區逐漸遞減。較低溫的第二加熱區可採用一種下吸風的單區對流式烤箱，據以完成烹製過程。然而，就這實施例的二個加熱步驟來說，也可採用其它種類的烤箱。如同半油炸再予烘乾的實施例，本實施例之較低溫度的第二加熱步驟亦可在約 100 °C (212 °F) 的溫度和稍低於常壓的條件下進行，以便在較高溫度的第二加熱步驟之後幾乎或完全不會形成額外的丙烯醯胺。

在採用具有較高溫度之第一烘焙步驟和較低溫度之第二烘焙步驟的一實施例所作成的試驗中，係將加工馬鈴薯食品件先以約 120 °C (250 °F) 以上的溫度烘焙，直到含水量減低到按重量為準的約 10% 為止。接著在約 110 °C (230 °F) 的溫度下進行約 10 分鐘的末道烘乾，直到含水量減低到按重量為準的約 1.7-2.2% 為止。結果所報告出的最終丙烯醯胺數量約為 100-200 ppb。然而，在半烘焙食品件的若干樣本用 120 °C (250 °F) 的溫度予以末道烘乾至水分變成按重量為準的約 1.6% 時，所報告出來的丙烯醯胺數量在 470 到 750 ppb 之間。另外，若將半烘焙馬鈴薯切片的樣本用 132 °C (270 °F) 的溫度予以末道油炸至水分變成按重量為準的約 1.6-2.2% 時，即產生出在 470 到 1900 ppb 之間的顯著較高的丙烯醯胺數量。這些結果再次強調出烹製產品在最終烹製階段須將其烹製或乾燥溫度保持在約 120 °C (250 °F) 以下的重要性。此原則不但適用於加工馬鈴薯食品件，也適用於其它源自馬鈴薯、玉米、大麥、小麥、裸麥、稻米、燕麥、粟、和其它澱粉基穀類的加工品。再者，這原則亦適用於諸如甘薯和大蕉之類生食品的烹製。

在本發明的另一實施例中，修改烹製單元作業並未分成較高

溫度的第一加熱步驟和較低溫度的第二加熱步驟，反是在整個烹製過程採用真空油炸。第十二圖所示者即為該實施例之若干範例的結果及作業條件。在試驗 1-4 的 121, 122, 123, 124 中，係在周圍溫度條件下將剝皮、切片、1.45 mm 厚之 Hermes 品種切削馬鈴薯的種種對照組予以清洗約 30 秒鐘，再經由一標準的連續式油炸裝置加工。油炸裝置入口的油溫變化約在 165 到 180 °C (329-356 °F) 的範圍，在將對照樣本油炸約 3-4 分鐘後，所導致的丙烯醯胺數量為 300 ppb 以上。反之，試驗 5-7 的 125, 126, 127 的試樣在範圍約為 100 到 140 °C (212-284 °F) 的溫度和範圍約為 50 到 100 毫巴的壓力條件下經低溫真空油炸約 4 到 10 分鐘後，其所產生的丙烯醯胺濃度全都低於 60 ppb。從該等數據可看出，以較低溫度進行真空油炸可顯著降低丙烯醯胺的形成數量。另外，如在整個烹製過程均以約 120 °C (250 °F) 以下的溫度對產品進行真空油炸時，則幾乎或完全不會形成丙烯醯胺。舉例來說，試驗 6 和 7 的 126, 127 顯示出若在約 120 °C (250 °F) 的溫度和不大於 100 毫巴的壓力條件下進行真空油炸時，所形成的丙烯醯胺數量實質偵測不出(低於 5 ppb)。在約 120 °C (250 °F) 以下溫度油炸的優點即為幾乎或完全不會形成丙烯醯胺，反之高溫半油炸則會形成至少一些丙烯醯胺。然而，如採用真空油炸或真空末道油炸時，則可使用高於 120 °C (250 °F) 的溫度，而且仍能達到降低成品中之丙烯醯胺濃度的效果。舉例來說，在試驗 5 的 125 中，以 140 °C (284 °F) 的溫度進行真空油炸所產製的產品，其丙烯醯胺含量約為 53 ppb。考慮到這結果，似乎單靠真空末道油炸或真空油炸便能在 143 °C (290 °F) 以下的溫度產製出丙烯醯胺低於 100 ppb 的產品。但應記住的是，如在整個烹製過程中採用真空油炸，可能大幅改變產品組織、外形、和風味。

對於如前所述的有關加工零食、麥片粥、和以澱粉或糰料為基礎之產品的烘焙產品系列而言，亦可將修改烹製單元作業改為在整個烹製過程採用低溫烘焙。低溫烘焙可在約 120 °C (250 °F) 以下的溫度進行，以便幾乎或完全不會形成丙烯醯胺。然而，低溫烘焙可能使產品的顏色變得較淡，而高溫烘焙則可能使產品顏色變得較暗。是以，低溫烘焙的應用有一部份要取決於成品的意欲顏色特性而定。

本發明旨在結合前述有關種種單元作業操作的各項教示，以便使成品中的丙烯醯胺數量和成品特性達到意欲效果。所用的結合視原料品及意欲的成品而定，且嫻熟本技藝者可按此處的教示予以調整。所形成之丙烯醯胺的 pH (酸鹼值) 的影響，則是可予考慮並與此處教示結合的另一因素。

應瞭解的是，成品特性的變更，例如顏色、味道、和黏稠性的變更，可用種種方式予以調整。舉例來說，馬鈴薯片的顏色特性可用控制原料品之用糖量的方式予以調整。有些風味特性則可利用對成品添加種種調味劑的方式予以變更。至於產品的物理組織，則可利用，例如，添加脫離劑(leaving agent)或種種乳化劑的方式予以調整。

雖然本發明係配合一項以上實施例予以顯示及說明，但嫻熟本技藝者均瞭解在不違本發明精神與範圍的情況下另有其它種種可供降低熱加工食品中形成丙烯醯胺的方法。舉例來說，雖然本文所揭示者係與馬鈴薯產品有關的加工過程，但其亦可用於玉米、大麥、小麥、裸麥、燕麥、粟、和其它澱粉基穀類所製成之食品的加工。除了馬鈴薯片外，本發明也可用於製作玉米片及其它各種零食脆片，和用於麥片粥、餅乾、及麵包。在各該食品中，本發明用於操作一項以上單元作業的方法可跟其它用於降低丙

烯醯胺的策略結合，據以在不對個別食品之味道、顏色、氣味、或其它特性造成不良影響的情況下，使產生的丙烯醯胺數量達到令人可接受的程度。

【圖式簡單說明】

第一圖係一形成丙烯醯胺之可能化學路徑的示意圖；

第二圖係習用馬鈴薯片加工步驟的示意圖；

第三圖係一圖表，其中 y-軸係以每十億分之幾份(「ppb」)為單位顯示出以沿著 x-軸所述種種方式接觸後經油炸之馬鈴薯試樣的丙烯醯胺濃度，以及按重量為準的最終含水量；

第四圖之圖表所示者係第三圖的原始結果，和第三圖中含水量經標準化到按重量為準的 1.32% 後之結果的比較；

第五圖之圖表所示者係丙烯醯胺濃度與油炸產品最終水分之間的關係，其中以 ppb 為單位的丙烯醯胺在 y-軸，按重量百分比為準的含水量則在 x-軸上；

第六圖之圖表所示者係丙烯醯胺濃度與烘焙產品最終水分之間的關係，其中以 ppb 為單位的丙烯醯胺在 y-軸，按重量百分比為準的含水量則在 x-軸上；

第七 a 圖之圖表所示者係在經過種種接觸方法之後，先予半油炸再於約 120 °C (250 °F) 溫度下烘乾之馬鈴薯試樣的丙烯醯胺濃度，其中丙烯醯胺濃度是在 y-軸上以 ppb 為單位顯示，而種種接觸方法則是在 x 軸予以說明；

第七 b 圖之圖表所示者係第七 a 圖中於一較窄丙烯醯胺濃度標度上的最後六個數據點；

第八圖之圖表所示者係第七 a 圖中之半油炸數據經標準化到含水量變成按重量為準的 3.13%，和烘乾數據經標準化到含水量變成按重量為準的 1.25% 以後的數據；

第九圖之圖表係在 y-軸上以 ppb 為單位顯示出：1) 以 x-軸上所示種種方式接觸，再於約 178 °C (353 °F)溫度下半油炸之馬鈴薯試樣的丙烯醯胺數量，和 2) 在約 176 °C (350 °F)溫度下進行烘乾，並經標準化到含水量變成按重量為準的 0.76%之後的那些馬鈴薯試樣的丙烯醯胺數量；

第十圖之圖表所示者係一實驗的各項操作條件及結果，其中馬鈴薯切片對照樣本係經常壓油炸到水分變成按重量為準的 1.4%，試樣則經常壓油炸到水分變成按重量為準的 2.5%，再烘乾到水分變成按重量為準的 1.4%；

第十一圖之圖表所示者係幾個實驗的各項操作條件及結果，其中馬鈴薯切片對照樣本係經常壓油炸到水分變成按重量為準的 0.8%，四個試樣則經常壓半油炸到水分變成按重量為準的約 3-10%，再低溫真空油炸到水分變成按重量為準的約低於 1%；和

第十二圖之圖表所示者係七個實驗的各項操作條件及結果，其中四個試樣係在初始溫度範圍約為 165 到 180 °C (329-356 °F)的油中予以常壓油炸約 3-4 分鐘，另三個試樣則是在溫度範圍約為 100 到 140 °C (212-284 °F)和壓力範圍在 50-100 毫巴的條件下進行約 4-10 分鐘的低溫真空油炸。

【符號說明】

21-剝皮步驟

22-切片步驟

23-清洗步驟

24-烹製步驟

25-調味步驟

26-包裝步驟

31-第一數據點

- 32- 第二數據點
- 33- 第三數據點
- 34- 第四數據點
- 35- 第五數據點
- 41- 第一數據點
- 42- 第二數據點
- 43- 第三數據點
- 44- 第四數據點
- 45- 第五數據點
- 71- 第一數據點
- 72- 第二數據點
- 73- 第三數據點
- 74- 第四數據點
- 75- 第五數據點
- 76- 第六數據點
- 77- 第七數據點
- 78- 第八數據點
- 83- 第一數據點
- 84- 第二數據點
- 85- 第三數據點
- 86- 第四數據點
- 87- 第五數據點
- 88- 第六數據點
- 93- 第一數據點
- 94- 第二數據點
- 95- 第三數據點

96-第四數據點

97-第五數據點

98-第六數據點

101-樣本

102-樣本

110-對照樣本

111-試樣

112-試樣

113-試樣

114-試樣

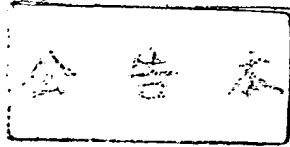
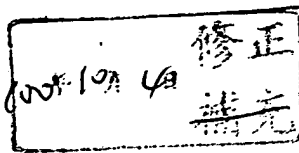
121~127-試樣

伍、中文發明摘要：

一種降低熱加工食品中形成丙烯醯胺之方法所用的製程及裝置。本發明可供生產出丙烯醯胺數量顯著降低的食品。該方法係依靠食品生產所用之種種單元作業的操作，尤其是清洗及烹製作業的操作。舉例來說，清洗單元作業可經修改而提供一道在時間及溫度上均增加的接觸步驟，和對接觸所用的含水溶液添加諸如氯化鈣和 L-半胱氨酸之類的成分。另外，可將烹製單元作業修改而分成至少一個較高溫度的第一加熱步驟和一個較低溫度的第二加熱步驟，以避免發生最適於形成丙烯醯胺的高溫/低水分條件。

陸、英文發明摘要：

A process and apparatus for a method for reducing the amount of acrylamide in thermally processed foods. This invention permits the production of foods having significantly reduced levels of acrylamide. The method relies on the manipulation of various unit operations used in the production of food products, particularly the washing and cooking unit operations. For example, the washing unit operation can be modified to provide a contacting step at an increased time and temperature, and adding components such as calcium chloride and L-cysteine to an aqueous solution used for the contacting. The cooking unit operation can be modified by dividing it into at least a higher-temperature first heating step and a lower-temperature second heating step in order to avoid the high-temperature/low-moisture conditions most favorable for acrylamide formation.



拾、申請專利範圍：

1. 一種降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，該方法包括下列步驟：
 - a) 提供一種在烹製前水分之重量百分比至少為 4% 之食品，其中該食品係具有至少一丙烯醯胺先質之澱粉基食品或其加工品；
 - b) 烹製該食品以形成一具有較低丙烯醯胺濃度且水分之重量百分比低於 3% 之熱加工食品，其中所述烹製包括將該食品在環境壓力條件下利用半油炸以一高於約 120° C 之溫度進行初步加熱，直至該食品中水分的重量百分比至少為 3% 而形成一半烹製食品；所述烹製更包括將該半烹製食品加熱至一低於約 120° C 之食品溫度，直至該食品中水分的重量百分比低於 3% 而形成該熱加工食品。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該半油炸包括若干階段，且各階段之食品溫度係遞減者。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中所述將該半烹製食品加熱至一低於約 120° C 之食品溫度包括在一真空條件下進行油炸。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中所述將該半烹製食品加熱至一低於約 120° C 之食品溫度包括烘乾。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該烘乾包括若干階段，且各階段之食品溫度係遞減者。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯

- 胺濃度之方法，其中該步驟 b) 中更包括在真空條件下以低於約 120° C 的溫度進行油炸。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該步驟 b) 中更包括在真空條件下以低於約 120° C 的溫度進行烘焙。
 8. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該步驟 a) 中更包括使該食品與一水溶液接觸。
 9. 如申請專利範圍第 8 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該接觸係在周圍溫度條件下使用水來進行者。
 10. 如申請專利範圍第 8 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該接觸係在溫度高於周圍溫度條件下使用水來進行者。
 11. 如申請專利範圍第 8 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該接觸係使用氯化鈣水溶液來進行者。
 12. 如申請專利範圍第 8 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該接觸係使用 L-半胱氨酸水溶液來進行者。
 13. 如申請專利範圍第 8 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該接觸包括從食品中瀝濾出至少一種丙烯醯胺先質。
 14. 如申請專利範圍第 13 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，更包括以一種缺乏至少一種被瀝濾之丙烯醯胺先質的萃取物而從食品中瀝濾出該丙烯醯胺先

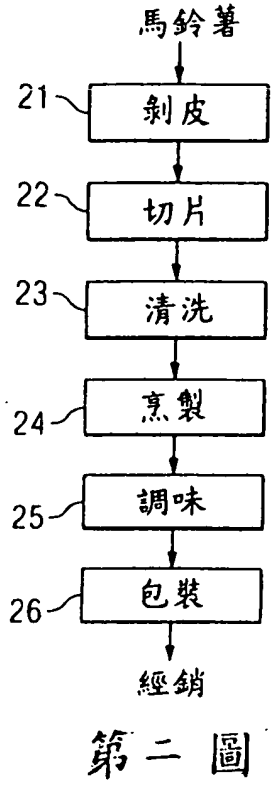
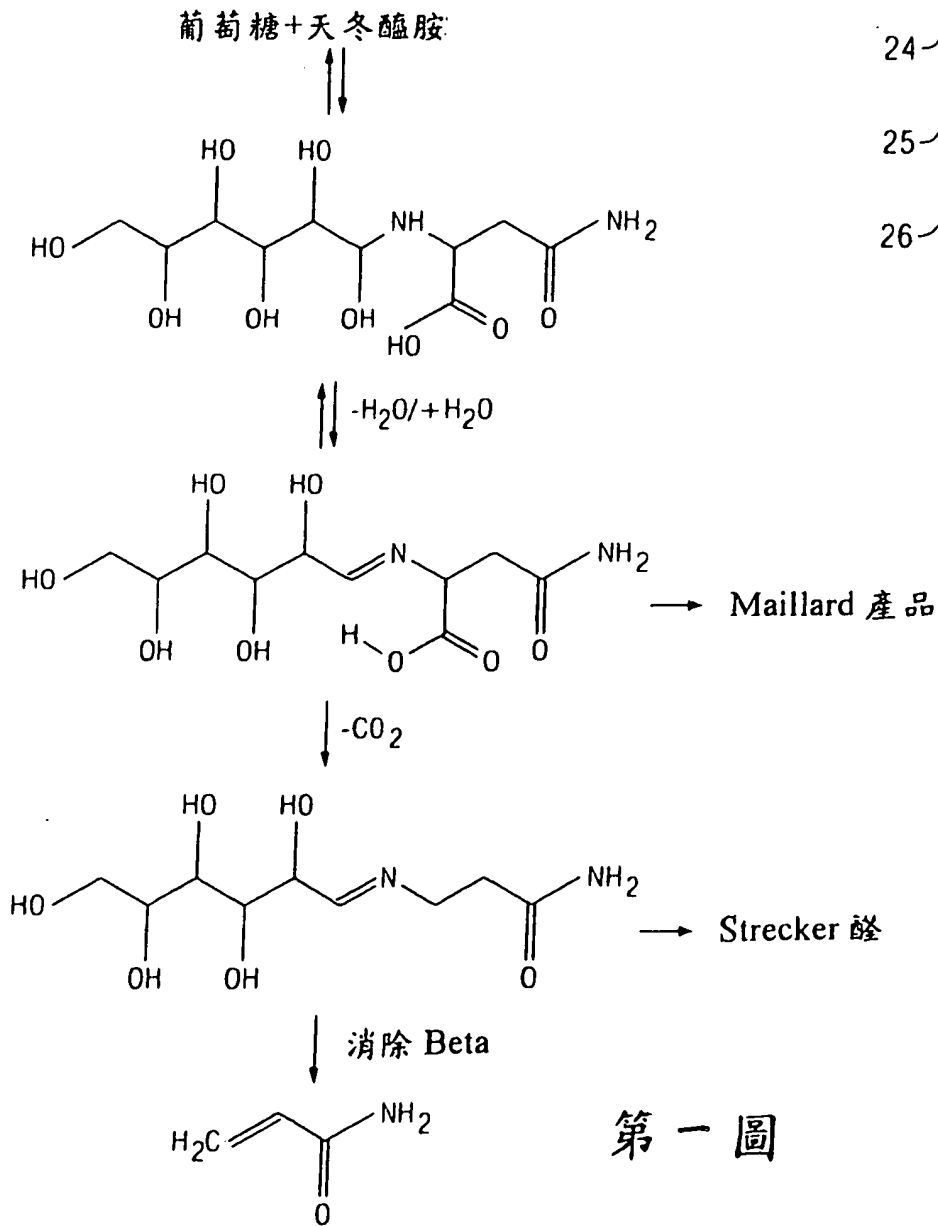
質。

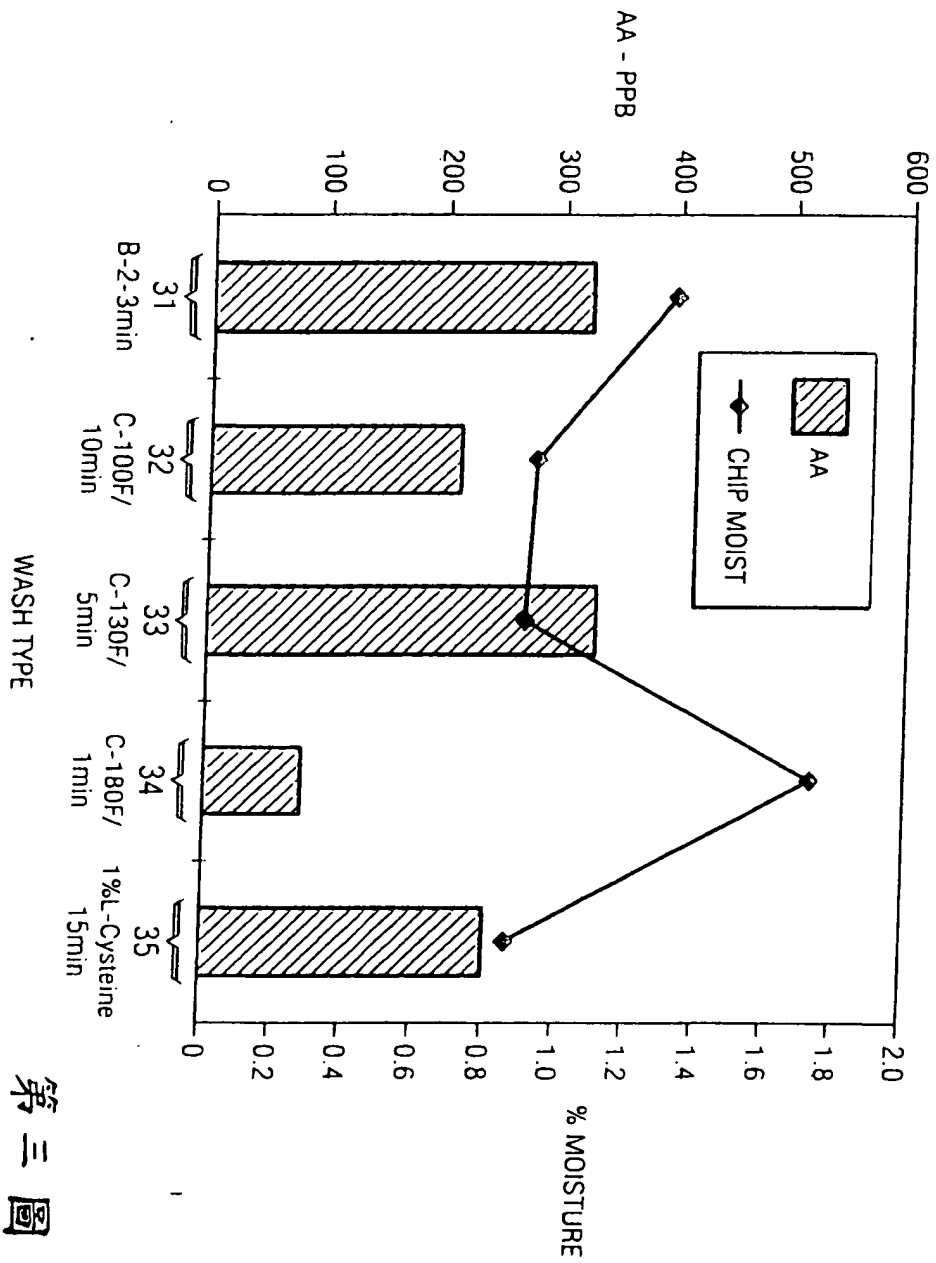
15. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該步驟 b)更包括對該熱加工食品進行末道加工而使其水分之重量百分比變成約 1.4%。
16. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該步驟 b)更包括對該熱加工食品進行末道加工而使其水分之重量百分比變成介於約 1.4%至 1.6%。
17. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該步驟 b)更包括對食品進行末道加工而使其水分之重量百分比變成介於約 1.6%至 1.8%。
18. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該步驟 b)更包括對食品進行末道加工而使其水分之重量百分比變成介於約 1.8%至 2%。
19. 如申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該食品包括一馬鈴薯製品。
20. 申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該食品包括多個馬鈴薯切片。
21. 申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該食品包括玉米製品。
22. 申請專利範圍第 1 項所述降低熱加工食品中形成丙烯醯胺濃度之方法，其中該食品包括玉米糰。

公告本

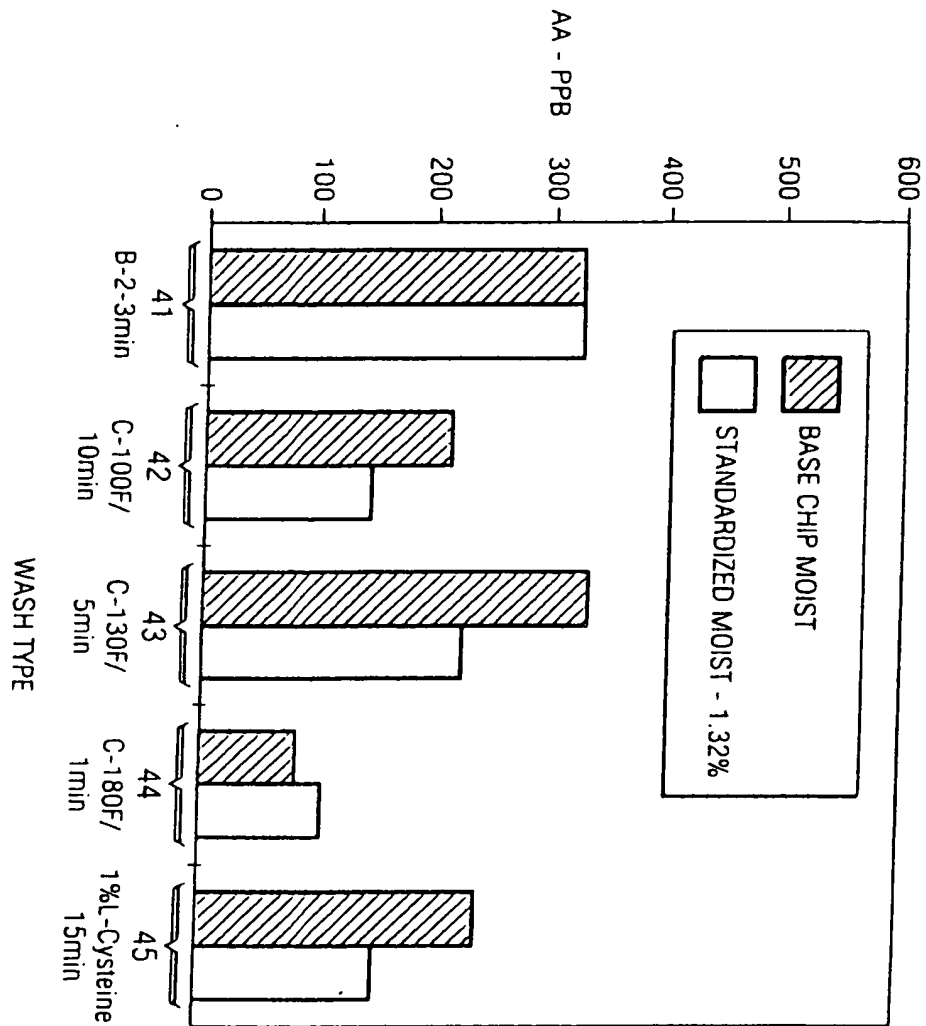
拾壹、圖式：

100.10.04 補充

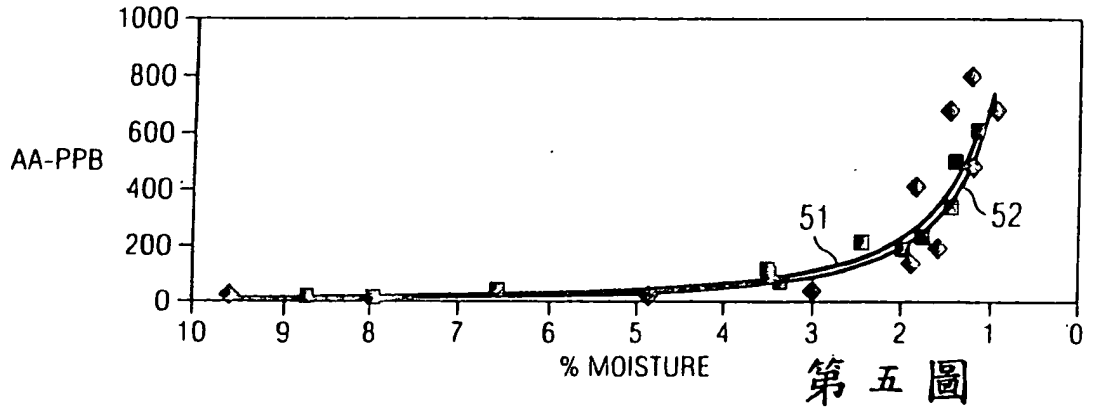




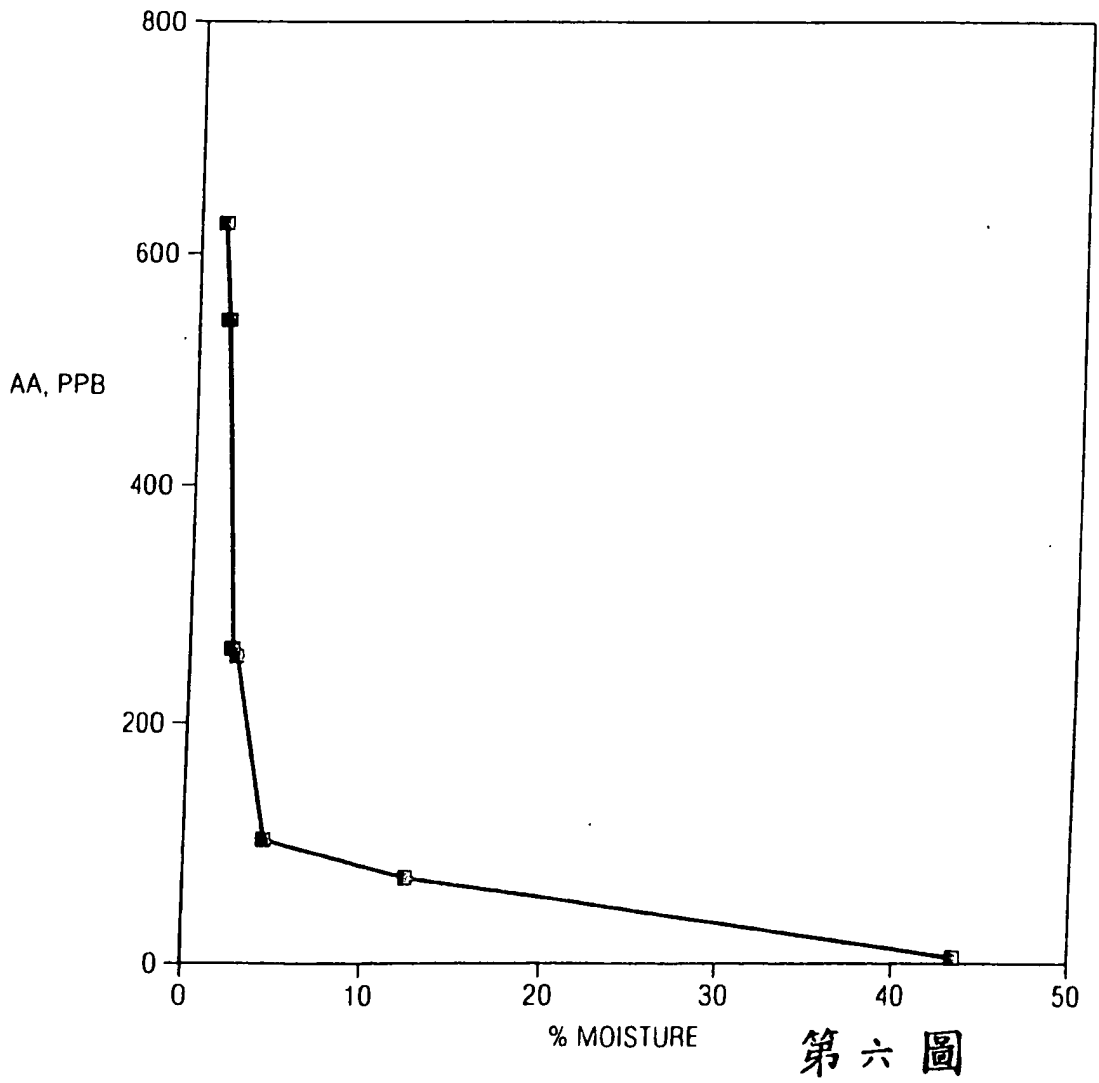
第三圖



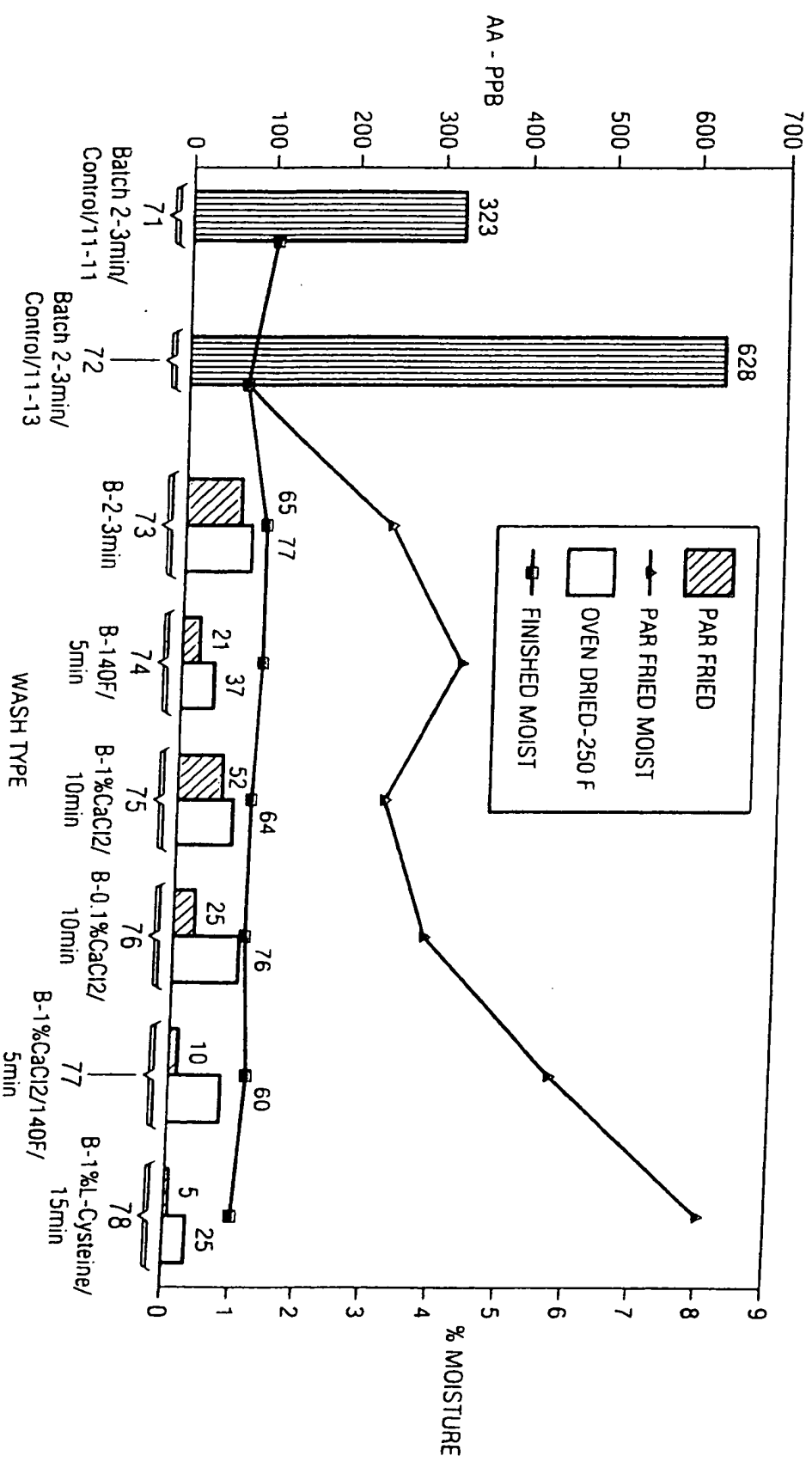
第四圖



第五圖

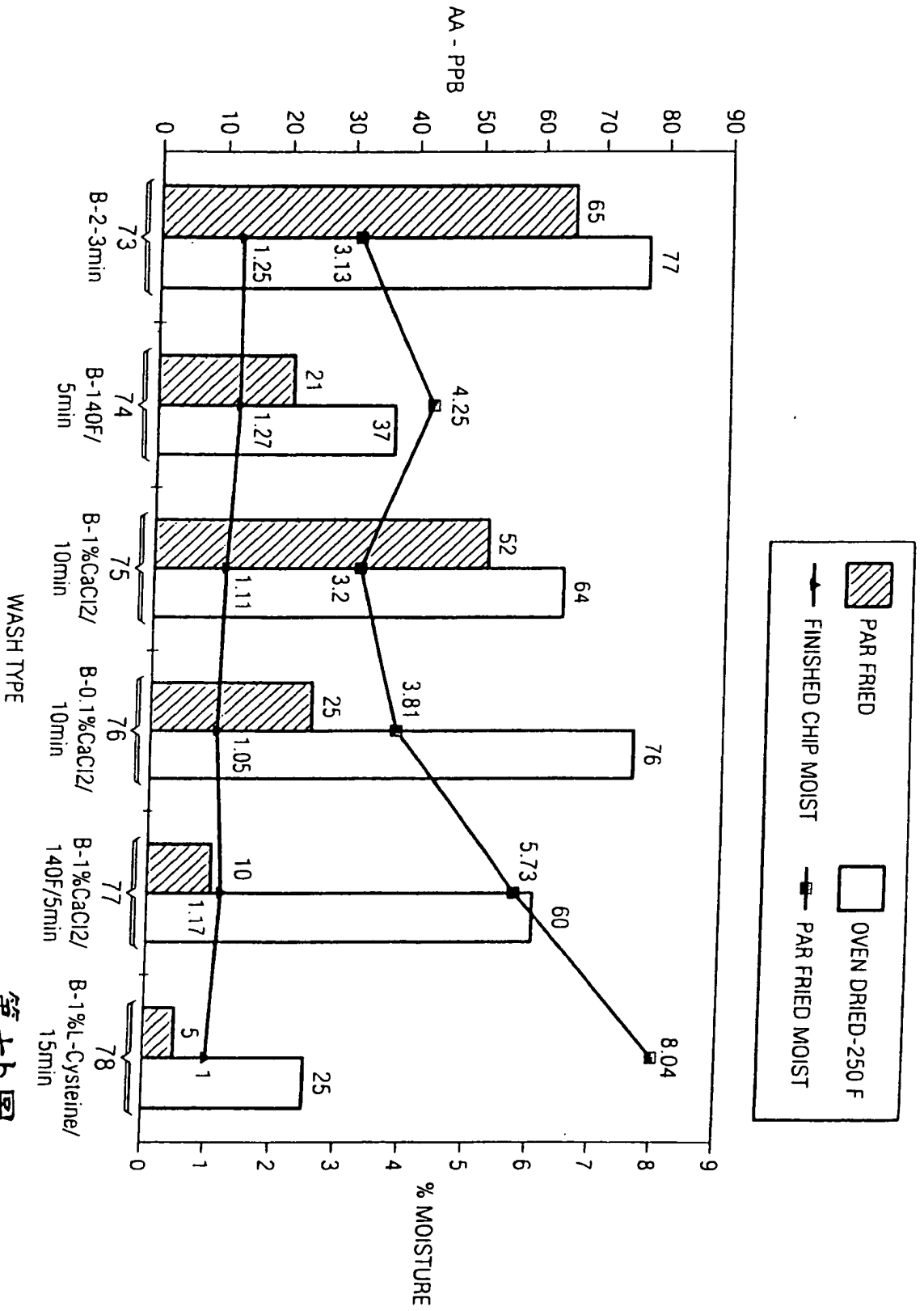


第六圖

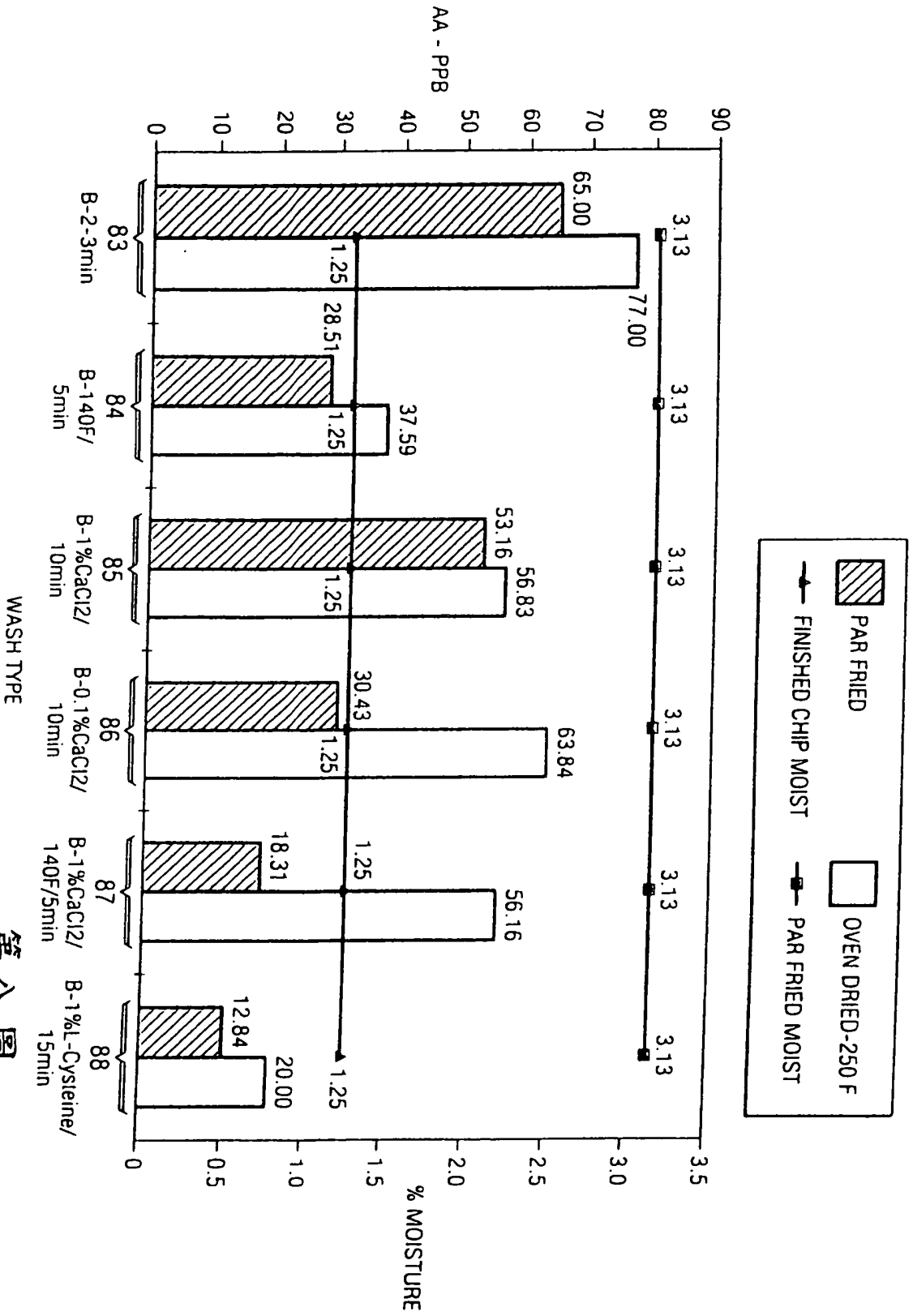


第七圖

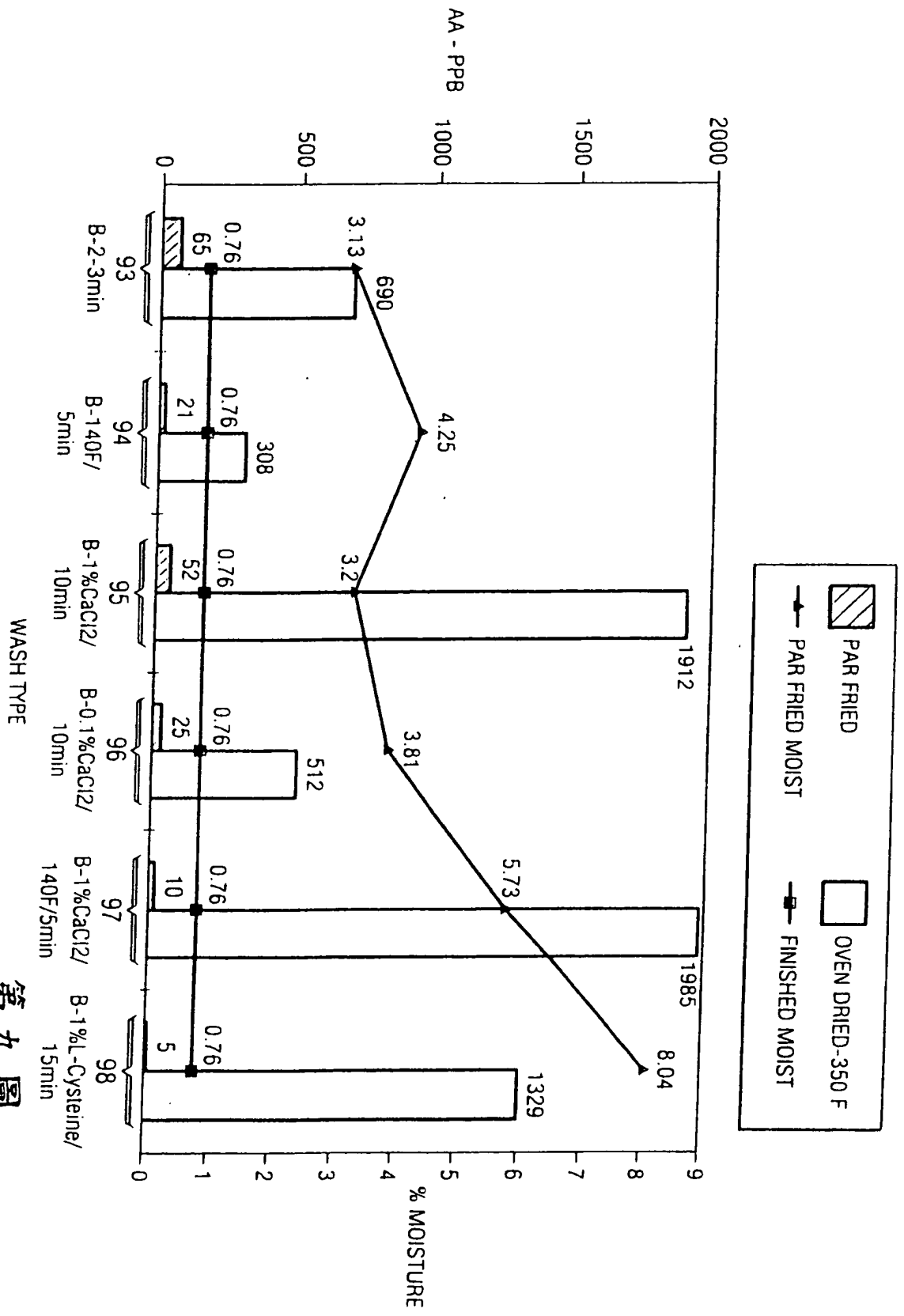




第七b圖



第八圖



第九圖

PARAMETER	CONTROL	TEST
FRYER INLET OIL TEMPERATURE, C	179	174
FRYER SLICE DWELL TIME, SEC	190	190
FRYER EXIT OIL TEMPERATURE, C	154	149
SLICE MOISTURE AT FRYER EXIT, WT %	1.4	2.5
FINISH DRYER AIR TEMPERATURE, C	NOT USED	110
PAR FRIED SLICE DWELL TIME IN FINISH DRYER, SEC	NOT USED	360
FINISHED DRIED CHIP MOISTURE AT DRYER EXIT, WT %	NOT APPLICABLE	1.4
FINISHED CHIP AA LEVEL, PPB	640	160

第十圖

TEST	INITIAL OIL TEMPERATURE, C	FRYING PRESSURE, MBAR	FRYING TIME, SEC	FINISHED CHIP MOISTURE, WT %	FINISHED CHIP AA, PPB
121- 1	180	ATMOSPHERIC	185	1.28	470
122- 2	175	ATMOSPHERIC	205	1.59	350
123- 3	170	ATMOSPHERIC	215	1.6	610
124- 4	165	ATMOSPHERIC	240	1.57	350
125- 5	140	100	240	1.6	53
126- 6	120	100	300	1.8	<5
127- 7	100	50	600	1.6	<5

第十二圖

PARAMETER	CONTROL	TEST 1	TEST 2	TEST 3	TEST 4
INITIAL PAR FRY OIL TEMPERATURE C	177	177	177	177	177
PAR FRYER PRESSURE, MBAR	ATMOSPHERIC	ATMOSPHERIC	ATMOSPHERIC	ATMOSPHERIC	ATMOSPHERIC
PAR FRY TIME, SEC	153	101	76	63	43
PAR FRY SLICE MOISTURE, WT %	0.83	3	5	7.5	10
FINISH FRY OIL TEMPERATURE, C	NO FINISH FRY	120	120	120	120
FINISH FRY PRESSURE, MBAR	NO FINISH FRY	100	100	100	100
FINISH FRY TIME, SEC	NO FINISH FRY	44	85	101	118
FINISHED CHIP MOISTURE, WT %	0.83 (SAME AS PAR FRY MOISTURE)	0.71	0.74	0.82	0.96
FINISHED CHIP AA, PPB	370	220	48	34	13
FINISHED CHIP OIL CONTENT %	49.8	47.5	44.4	44.8	42.5

第十一圖

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第三圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

31-第一數據點、32-第二數據點、33-第三數據點、34-第四數據點、
35-第五數據點

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：