

## 市售奈米珍珠粉之奈米性檢驗研究

張詠聖 廖家鼎 林旭陽 周秀冠 陳惠芳

食品藥物管理署研究檢驗組

### 摘要

本研究針對市售珍珠粉進行奈米性檢測方法之開發及市售產品調查。結果發現市售10件奈米珍珠粉和5件未標示奈米之珍珠粉，其粒徑、表面電荷及表面積無明顯的差異，兩者粒徑分別為 $186.3 \pm 17.7$  nm及 $198.5 \pm 7.4$  nm；表面電荷分別為 $-47.0 \pm 11.6$  mV和 $-48.2 \pm 2.8$  mV；表面積則分別為 $6.77 \pm 2.8$  m<sup>2</sup>/g和 $6.88 \pm 3.1$  m<sup>2</sup>/g。經由SEM的觀察，10件市售奈米珍珠粉及5件市售未標示奈米之珍珠粉皆有聚集的現象發生並呈現塊狀、片狀及不規則狀，而其元素組成皆以鈣為最主要元素。另，發現10件奈米珍珠粉平均粒徑皆大於產品標示上之宣稱粒徑大小。本研究已成功針對奈米珍珠粉建立粒徑大小等奈米性量測方法，並以此法進行市售產品分析，供作未來訂定相關法規之重要參考資料。

**關鍵詞：**奈米珍珠粉、奈米性、粒徑

### 前言

目前商業市場上有越來越多運用奈米技術製造之商品，不論是日常生活用品，健康照護、醫用造影亦或是食品添加物，都可見其應用之廣泛，各國也都積極投入研究及研擬管理辦法<sup>(1)</sup>。材料於奈米尺度下會表現出特殊之光學、磁性、熱傳、擴散以及機械等性質，且具有非常高的比表面積，使得材料本身的反應性變得更好，利用調整奈米粒徑大小便能有效操控這些特性，基於奈米材料的多變性與可操縱性，使奈米材料得以衍生出各式各樣新奇的應用。目前，奈米技術在食品工業之應用著重在於奈米粒子可以提高溶解率、改善生物可利用性、保護營養素在加工或儲存過程中的穩定性。其有助於風味釋放也可以發展新風味的傳遞系統來改進食品的品質和機能性<sup>(2,3)</sup>。例如利用維生素、CoQ10(輔酶)、植物多元酚、胡蘿蔔素、必須胺基酸、薑黃素、兒茶素等具生

物活性物質，以追求更好的機能性、質地與口感，市面上已有奈米化產品出現。在學術研究方面，基因、飲食與健康的關聯性、奈米化食品的安全與機能性評估、奈米材料的製備與分析是急於確認的項目與必須發展的技術<sup>(4)</sup>。

International Organization for Standardization (ISO)於2012年5月提出「ISO/DTR 13014：奈米技術-人造奈米物質在進行毒性評估時，所需要的物化特性分析」之標準導引<sup>(5)</sup>。為了理解新穎物質對人類及環境的潛在健康風險，毒理學評估是一個重要步驟。奈米物質的發現提供了一個新興和未知的參數，在毒理學上必須儘快定義。ISO / DTR 13014可提供在毒物分析或製造奈米物件時，物理化學特性的重要性。在進行毒性分析評估時，所需要的物化參數包括：

(一)粒徑大小及粒徑尺寸分布 (Particle size & particle size distribution)：經分析有相同物理性質、化學性質的三維物質的三維尺

寸及三維物質顆粒大小的函數累積分布。

(二)聚集/團聚狀態 (Aggregation/agglomeration)：弱鍵結的粒子的聚合或團聚產生的外表和個體元素總合的表面。團聚意即一粒子有著強力的鍵結或是為混合的粒子。

(三)形狀 (Shape)：三維粒子的幾何外部形狀。

(四)表面積/比表面積 (Surface area/specific surface area)：三維粒子的外表面面積，若為多孔物質則需再計算孔內表面積。

(五)組成成份 (Composition)：奈米物質的屬性成分和每一個具體組成的內容物。

(六)表面化學 (Surface chemistry)：物質表面的化學特性。

(七)表面所帶電荷 (Surface charge)：物質表面的電荷。

(八)溶解度/分散性 (Solubility/dispersibility)：奈米物質在特定的條件下，且於特定溶劑中之最高可溶質量及物質和離散粒子狀態存在之程度。

ISO / DTR 13014針對各參數提供了一組相關的理化性質，以及相對應的描述，如相關性，測量值和測量方法，這些物化特性應該在毒理評估之前確定，以便建立奈米材質的性質和試驗結果之間的相關性<sup>(5)</sup>。解釋標準中所描述的這些關係將建立新奈米材質更有效的健康和安風險特性的描述，這個導引對研究奈米材質的毒性效用可能會有所幫助。

本研究針對國內新興奈米食品市場進行調查，最常見的奈米相關食品為含有奈米化食品添加劑的產品，如奈米鈣、奈米鐵等，現今已有多家牛奶與奶粉廠商於產品中添加此類添加劑以增進產品的營養價值。經深入了解各項奈米產品的成分後發現，鈣鹽類及焦磷酸鐵物質為目前最被廣泛應用的奈米食品素材。此外，食品塊材研磨中屬奈米珍珠粉最為普遍，有些廠商更以國內知名檢驗實驗室所作的檢測報告為廣告，標榜其研磨的細度已達到奈米等級，但民眾對其宣稱的細度範圍卻無從鑑別。因

此，本研究以市場上常見之奈米珍珠粉為研究對象，進行粒徑大小等奈米性檢測，盼能建立一些基礎資料，供行政單位將來訂定法規時提供參考。

## 材料與方法

### 一、材料

由網路購物通路購買市售10件標示奈米化珍珠粉及5件未標示奈米化珍珠粉(廠商未宣稱研磨到奈米等級細度)，分別給予編號NP1-NP10及P1-P5。

### 二、試藥與試劑

去離子水、0.5%六偏磷酸鈉溶液及無水乙醇。

### 三、儀器設備

1. 動態光散射儀 (Zetasizer Naon ZS, Malvern, England)
2. 穿透式電子顯微鏡 (JEM-2100, JEOL, Japan)
3. 雙槍聚焦粒子束及掃描式電子顯微鏡系統 (FEI NOVA-600, FEI, USA)
4. 比表面積與孔洞分佈測量儀 (Tristar 3000, Micrometry, USA)
5. 樣品真空除氣裝置 (VacPrep 601, Micrometry, USA)
6. 新型濕式及乾式微晶片電子顯微鏡樣品槽 (K-Kit Transmission Electron Microscope, MA-tek, Taiwan)
7. 微量分注器 (Pipetman, Gilson, USA)
8. 倒立式光學顯微鏡 (Inverted Microscope, Laica DMIL, Germany)
9. 離心機 (Centrifuge, Eppendorf 5702, USA)
10. 超音波震盪器 (Ultrasonicator, VCX-600, Sonics&Materials Inc., Connecticut, USA)
11. 旋渦混合器 (Vortex-Genie 2 mixer, Scientific Industries, Inc., New York, USA)

### 四、市售珍珠粉動態光散射儀粒徑量測

## 與表面電荷量測

以0.2  $\mu\text{m}$  濾膜過濾0.5%六偏磷酸鈉(Sodium hexametaphosphate, SHMP)溶液，精秤各廠牌珍珠粉樣品0.3 g，加入0.5%六偏磷酸鈉水溶液30 mL，混合均勻後靜置30分鐘，取出中間層懸浮液10 mL (應避開上層泡沫)，以1500 rpm轉速離心20分鐘，取1mL加入樣品槽經超音波震盪300秒，確實擦拭樣品槽透光面後置入動態光散射儀進行量測，過程應避免氣泡產生。動態光散射儀平衡時間150秒，平衡溫度25  $^{\circ}\text{C}$ ，量測角度173 $^{\circ}$ ，六偏磷酸鈉溶液之pH值為7，量測過程與結果必須符合儀器內部的品質評估系統(quality report system)，單一樣品重複量測6次，取其平均值為量測結果。

## 五、穿透式電子顯微鏡(TEM)量測

將鍍碳銅網置於樣品載台上，使奈米顆粒溶液(量測粒徑之濃度再稀釋1,000倍)充分混合分散於無水乙醇中後滴於鍍碳銅網上，以濾紙吸除多餘乙醇，於室溫下風乾後送入穿透式電子顯微鏡之真空樣品槽進行電子束成像。加速電壓為80 kV，以照相系統擷取影像。藉此確認奈米懸浮液之粒徑大小，並觀察顯微結構。

## 六、掃描式電子顯微鏡(SEM)量測

將各廠牌珍珠粉樣品粉末分散均勻，將粉末灑在碳膠上，以噴氣吹球噴除未黏合的粉末，置入真空鍍膜機完成鍍膜後即可上機觀察。

## 七、比表面積與孔洞分佈測量儀量測

在樣品管套上恆溫套(isothermal jacket)、杜爾瓶蓋、連接螺帽、金屬圈、O型環，依序鎖上連接配件，並重複以上步驟，將三個樣品管皆連接到TriStar 3000 表面積孔洞分析儀上。用液態氮倒到杜爾瓶中至八分滿，利用量液尺測量液面，再補充液態氮至液面高度剛好超過液面指示標記，接著進行分析。

## 八、新型溼式及乾式微晶片電子顯微鏡樣品槽聚集程度量測

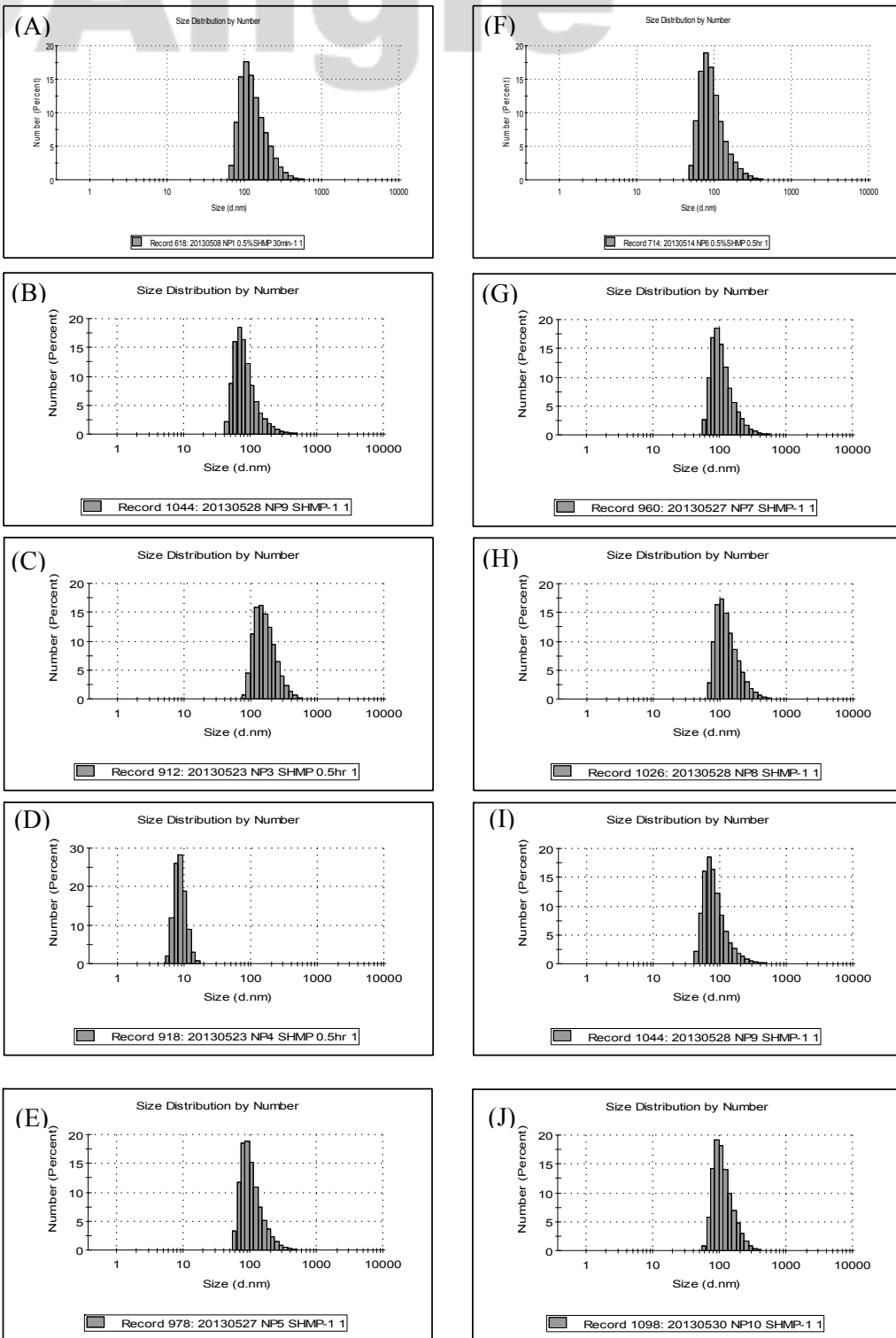
使用專利微晶片樣品槽技術製備複雜溶液環境樣品之電子顯微鏡試片，用於觀測成分顆粒在其溶液環境下之聚集/凝集狀態。使用2.0  $\mu\text{m}$  微晶片樣品槽取樣樣品溶液進行樣品製備用於觀察粒徑小於2000 奈米的成分顆粒型態。試片在真空環境下乾燥以利進行電子顯微鏡觀測，樣品滴乾在銅網上用於利用元素光譜分析成分顆粒組成。使用Image J影像軟體進行成分顆粒與其聚集/凝集狀態分析(顆粒粒徑 = [長 + 寬] / 2)。每一微晶片試片統計4 ~10張隨機選取的影像(4.0  $\mu\text{m}$  x 5.4  $\mu\text{m}$ )中全部觀測到的顆粒，每一樣品分析200顆以上之微粒。

## 結果與討論

### 一、粒徑大小及粒徑尺寸分布

市售奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉添加0.5%六偏磷酸鈉靜置0.5小時後，以1500 rpm低速離心20分鐘後進行動態光散射儀量測。10件市售奈米珍珠粉平均粒徑分別為179.0  $\pm$  1.78 nm、173.7  $\pm$  2.56 nm、216.6  $\pm$  2.79 nm、190.8  $\pm$  2.05 nm、170.2  $\pm$  1.60 nm、163.8  $\pm$  1.13 nm、200.5  $\pm$  1.55 nm、202.6  $\pm$  1.73 nm、197.7  $\pm$  1.72 nm及168.2  $\pm$  0.86 nm；1-100 nm粒子百分比分別為43.63、46.88、16.36、99.9、77.76、80.27、61.90、39.74、63.83及66.18% (圖一及表一)，聚合物分散係數(Polydispersity Index, PDI)在0.210  $\pm$  0.04左右，PDI係指微粒分子在溶液中的分散情形，數值愈小代表微粒分子在溶液中分散得愈均勻。5件市售未標示奈米化珍珠粉平均粒徑分別為203.0  $\pm$  1.28 nm、196.2  $\pm$  2.22 nm、188.6  $\pm$  1.98 nm、196.8  $\pm$  2.10 nm及208.2  $\pm$  2.36 nm；1-100 nm粒子百分比分別為55.5、48.58、94.94、68.17及89.59% (圖二及表二)，PDI則在1.98左右。

綜合來說，大部份的珍珠粉粒徑與廠商宣稱之珍珠粉研磨細度仍有一段差距，目前市售奈米珍珠粉之平均粒徑尚無法達到100 nm

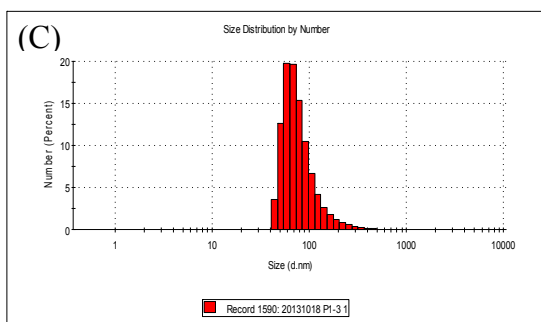
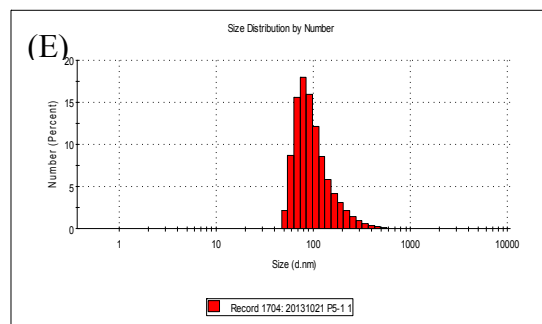
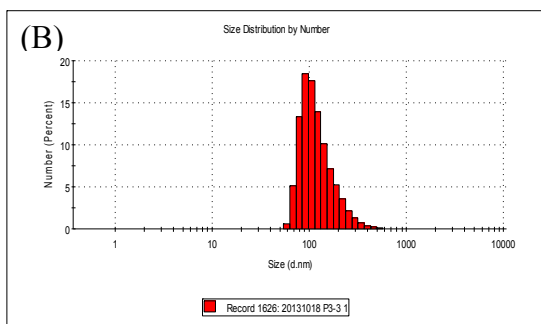
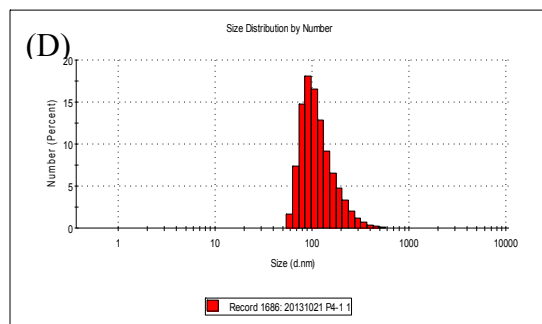
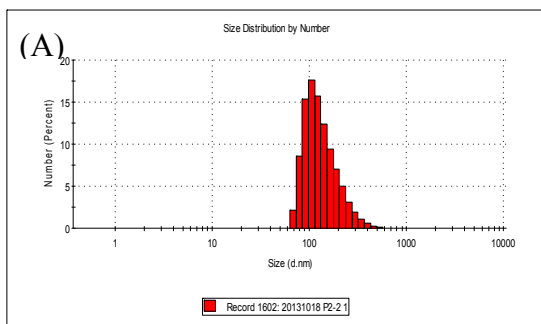


圖一、10件市售奈米珍珠粉粒徑分佈圖。(A) NP1, (B) NP2, (C) NP3, (D) NP4, (E) NP5, (F) NP6, (G) NP7, (H) NP8, (I) NP9及(J) NP10

市售奈米珍珠粉之奈米性檢驗研究

表一、10件市售奈米珍珠粉之奈米性檢測

	尺寸		產品標示	表面電位 (mV)	元素組成	表面積 (m <sup>2</sup> /g)	形狀
	平均粒徑 (nm)	1-100 nm 粒子(%)					
NP1	179.0	43.6	超微細	-52.9	Ca, C, O	6.61	小顆粒及塊狀
NP2	173.7	46.8	30.7 nm	-49.7	Ca, C, O	11.73	小顆粒及塊狀
NP3	216.6	16.3	50 nm	-47.7	Ca, C, O	6.86	小顆粒及片狀
NP4	190.8	99.9	奈米級	-16.2	C, O	0.87	不規則狀
NP5	170.2	77.7	18萬細目 (141.1 nm)	-46.3	Ca, C, O	7.61	小顆粒及塊狀
NP6	163.8	80.2	30.7 nm	-57.1	Ca, C, O	8.66	小顆粒及塊狀
NP7	200.5	61.9	70.37 nm	-46.1	Ca, C, O	6.34	小顆粒及片狀
NP8	202.6	39.7	59.3 nm	-47.4	Ca, C, O	5.67	小顆粒及片狀
NP9	197.7	63.8	30萬細目 (84.7 nm)	-49.0	Ca, C, O	6.58	小顆粒及塊狀
NP10	168.2	66.1	微奈米	-57.8	Ca, C, O	7.61	小顆粒及塊狀



圖二、5件市售未標示奈米化珍珠粉粒徑分佈圖。  
(A) P1, (B) P2, (C) P3, (D) P4及(E) P5

表二、5件市售未標示奈米化珍珠粉之奈米性檢測

	尺寸 (nm)		產品標示	表面電位 (mV)	元素組成	表面積 (m <sup>2</sup> /g)	形狀
	平均粒徑 (nm)	1-100 nm 粒子(%)					
P1	203.0	55.2	珍珠粉 <sup>a</sup>	-52.6	Ca, C, O	5.50	小顆粒及塊狀
P2	196.2	48.5	珍珠粉 <sup>a</sup>	-47.8	Ca, C, O	11.83	小顆粒及塊狀
P3	188.6	94.9	珍珠粉 <sup>a</sup>	-49.0	Ca, C, O	8.28	小顆粒及片狀
P4	196.8	68.1	珍珠粉 <sup>a</sup>	-47.1	Ca, C, O	4.74	小顆粒及片狀
P5	208.2	89.5	珍珠粉 <sup>a</sup>	-44.9	Ca, C, O	4.06	小顆粒及塊狀

<sup>a</sup>未提及「奈米」及粒徑數值

以下，推測可能原因如下：(1)使用非奈米化研磨設備或是奈米研磨設備之研磨參數與研磨條件不佳，便無法將塊材順利地研磨成奈米化的顆粒；(2)目前市售奈米及未標示奈米化珍珠粉保存方式皆以粉末封裝的方式保存，且未經真空包裝處理，單就其內容組成成份看來，並未添加分散劑成份，顯示奈米珍珠粉表面未經分散處理，因此即使有能力研磨出奈米級之珍珠粉，但奈米珍珠粉經過加工、封裝、物流的過程中，奈米粉末會隨時間慢慢聚集，包裝內之溼氣亦有可能使奈米珍珠粉末吸濕加速聚集的效應。

## 二、表面所帶電荷

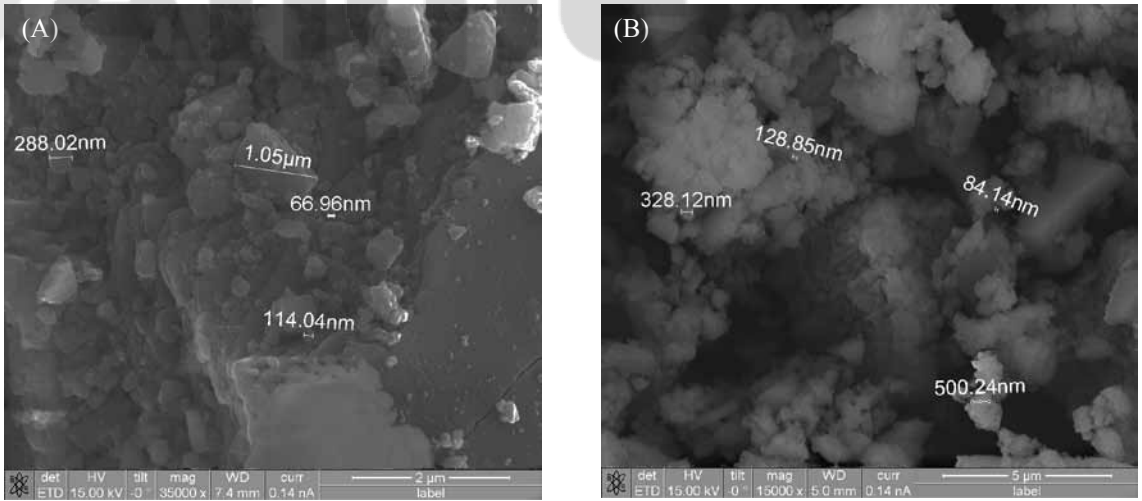
市售奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉添加0.5%六偏磷酸鈉靜置0.5小時後，1500 rpm 低速離心20分鐘後進行動態光散射儀量測。10件市售奈米珍珠粉表面電荷分別為-52.9 ± 3.73mV、-49.7 ± 5.51mV、-47.7 ± 3.96mV、-16.2 ± 1.28mV、-46.3 ± 4.41mV、-57.1 ± 5.03mV、-46.1 ± 4.68mV、-47.4 ± 3.99mV、-49.0 ± 3.86mV及-57.8 ± 3.73mV (表一)。5件市售未標示奈米化珍珠粉表面電荷分別為-52.6 ± 3.87 mV、-47.8 ± 3.64mV、-49.0 ± 5.50mV、-47.1 ± 5.57mV及-44.9 ± 4.37mV (表二)。以上結果中10件奈米珍珠粉除了1件表面電荷在-30.0mV以下，其他件奈米珍珠粉或未標示奈米化珍珠粉之表面電荷均大於-30.0mV，顯示奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉在0.5%六

偏磷酸鈉水溶液中相當穩定。

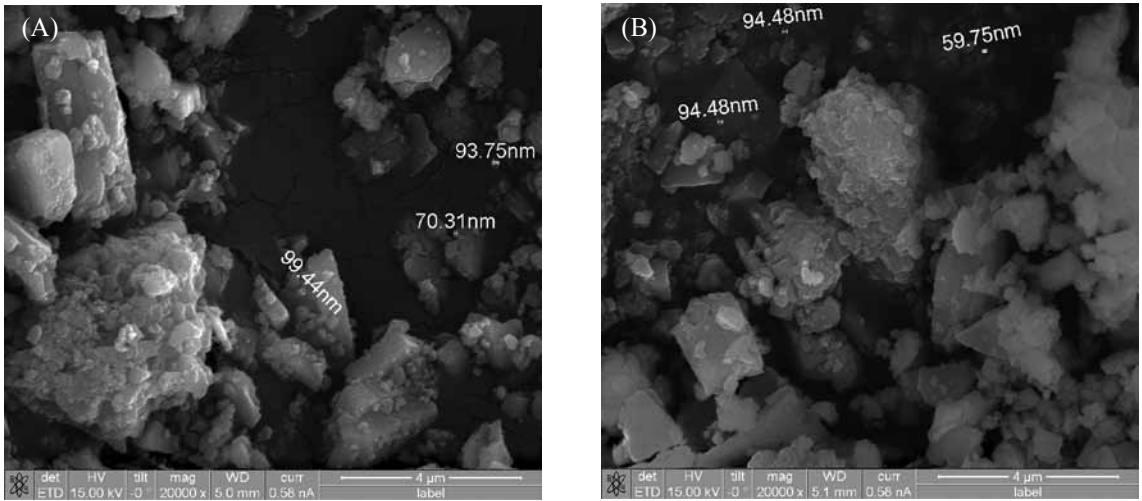
## 三、市售珍珠粉之型態觀察及組成分析

以SEM觀察市售奈米珍珠粉與未標示奈米化珍珠粉之型態如圖三。直接觀察奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉之粉末型態外觀。由圖三中可以看到10件奈米珍珠粉的SEM影像中皆有塊狀及片狀的聚集情形，在大片面積的塊狀聚集中有部份散落的奈米珍珠粉小顆粒，其粒徑範圍分佈為NP1：66.96 nm至1.05 μm，NP2：84.14 nm至500.24 nm，NP3：157.03 nm至1.83 μm，NP4：515.63 nm至3.05 μm，NP5：328.96 nm至867.19 nm，NP6：128.91 nm至8.05 μm，NP7：117.77 nm至585.94 nm，NP8：93.75 nm至234.37 nm，NP9：93.75 nm至1.99 μm及NP10：140.63 nm至1.15 μm；此外，5件市售未標示奈米化珍珠粉的SEM影像，其粉末型態外觀一樣皆有塊狀及片狀的聚集情形，在大片面積的塊狀聚集外圍有部份散落的珍珠粉小顆粒，其小顆粒粒徑範圍分佈為P1：70.31 nm至99.44 nm，P2：59.75 nm至94.48 nm，P3：93.75 nm至252.43 nm，P4：117.19 nm至304.69nm及P5：200.25 nm至489.39 nm (圖四)。以能量散射光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer, EDS)分析市售奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉組成元素。結果顯示奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉經EDS分析後，奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉可以

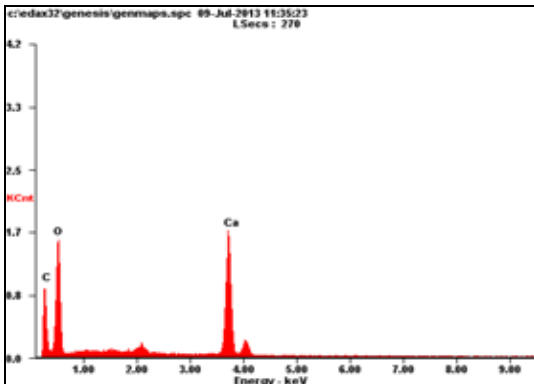
市售奈米珍珠粉之奈米性檢驗研究



圖三、市售奈米珍珠粉之掃描式電子顯微鏡 (SEM) 影像。以(A) NP1, (B) NP2為例



圖四、市售未標示奈米化珍珠粉之掃描式電子顯微鏡 (SEM) 影像。以(A) P1, (B) P2為例



圖五、市售奈米珍珠粉能量散射光譜儀圖 (EDS)

得到碳、氧、鈣等元素，其中均以鈣元素佔大部份，顯示市售奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉中主要成份是鈣元素成份(圖五)。而NP4珍珠粉的外包裝成份標示顯示其，組成份複雜，珍珠粉含量極低，因此在EDS圖譜上之鈣訊號極弱。

#### 四、市售珍珠粉之表面積量測

用氮氣吸附法，此測定技術是在真空與接近液態氮沸點的溫度下進行，並利用Brunauer-Emmett-Teller (BET) 吸附方程式進行計算奈米

珍珠粉及一般珍珠粉表面積。結果顯示，10件奈米珍珠粉產品之表面積為NP1：6.61 m<sup>2</sup>/g，NP2：11.73 m<sup>2</sup>/g，NP3：6.86 m<sup>2</sup>/g，NP4：0.87 m<sup>2</sup>/g，NP5：7.61 m<sup>2</sup>/g，NP6：8.66 m<sup>2</sup>/g，NP7：6.34 m<sup>2</sup>/g，NP8：5.67 m<sup>2</sup>/g，NP9：6.58 m<sup>2</sup>/g及NP10：7.61 m<sup>2</sup>/g (表一)；此外，5件未標示奈米化珍珠粉產品之表面積為P1：5.50 m<sup>2</sup>/g，P2：11.83 m<sup>2</sup>/g，P3：8.28 m<sup>2</sup>/g，P4：4.74 m<sup>2</sup>/g及P5：4.06 m<sup>2</sup>/g (表二)。在SEM型態觀測時發現奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉均有塊狀及片狀的顆粒聚集而只有在大片聚集的邊緣或外圍有奈米珍珠粉小顆粒，推測可能因此造成氮氣在奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉顆粒上吸附量較少的原因。

### 五、奈米珍珠粉之聚集程度

利用新型濕式及乾式微晶片樣品槽電子顯微鏡量測NP1奈米珍珠粉顆粒之種類、型狀分佈、粒徑分佈、顆粒聚集/團聚狀態及顆粒濃度。利用TEM觀察奈米珍珠粉顆粒的情形，可觀察到奈米珍珠粉除了大片塊狀聚集顆粒外，也有大約50 nm的奈米顆粒存在，經過

表三、以新型濕式及乾式微晶片樣品槽電子顯微鏡量測奈米珍珠粉顆粒之粒徑分佈百分比

粒徑 (nm)	微粒數量 (%)
< 50	52.3
< 100	81.6
< 200	90.5
< 500	98.6
< 1000	100.0

表四、以新型濕式及乾式微晶片樣品槽電子顯微鏡量測奈米珍珠粉之聚集程度

微粒型態	平均粒徑 (nm)	微粒百分比 (%)	計數微粒數
奈米等級微粒 + 聚集微粒	765.5 ± 849.4	100	205
奈米等級微粒	67.5 ± 30.9	29	59
聚集微粒	1047.6 ± 858.1	71	146

表五、市售10件奈米珍珠粉及5件未標示奈米化珍珠粉之粒徑分佈、表面電位及表面積比較

	奈米珍珠粉 (10件)	一般珍珠粉 (5件)
粒徑分佈	186.3 ± 17.7 nm	198.5 ± 7.4 nm
表面電荷	-47.0 ± 11.6 mV	-48.2 ± 2.8 mV
表面積	6.7 ± 2.8 m <sup>2</sup> /g	6.8 ± 3.1 m <sup>2</sup> /g

EDS分析後，奈米珍珠粉中同樣含有鈣元素的存在。計數總共294顆奈米珍珠粉顆粒後，奈米珍珠粉的平均直徑為82.0 ± 101.0 nm，顆粒大小範圍在17.4 nm至843.1 nm之間，其中小於100 nm以下的奈米珍珠粉粒子數百分比為81.6% (表三)。奈米珍珠粉經過濕式微晶片樣品槽處理後以TEM觀察其聚集程度，由圖中可以分為初級顆粒(primary particle)及聚集/凝集顆粒 (aggregate/agglomerate particles) 奈米珍珠粉之初級顆粒的粒徑均小於100 nm，較先前以DLS量測奈米鈣之粒徑小，而聚集/凝集後奈米鈣的粒徑則在1 μm以上。經過濕式微晶片樣品槽處理後，計數共205顆奈米珍珠粉聚集顆粒，奈米珍珠粉的奈米顆粒有59顆，平均直徑為67.5 ± 30.9 nm；奈米珍珠粉聚集顆粒有146顆，平均直徑為1047.6 ± 858.1 nm，經計算後奈米珍珠粉之聚集程度為71% (表四)。

綜上，可得知市售奈米珍珠粉及未標示奈米化珍珠粉的奈米性檢測數據結果相近 (表五)，只有其中NP4廠牌之珍珠粉，由其罐標得知內容物成份組成比其他廠牌珍珠粉複雜，珍珠粉的含量極少，所以在組成分析及表面積的量測結果和其他廠牌珍珠粉差異較大。

### 參考文獻

1. PEN (Project on Emerging Nanotechnologies).

2009. An inventory of nanotechnology-based consumer products currently on the market. [[http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis\\_draft/](http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis_draft/)].
2. Chen, H., Weiss, J. and Shahidi, F. 2006. Nanotechnology in nutraceuticals and functional foods. *Food Technology*. 6(3): 30-35.
  3. Sanguansri, P. and Augustin, M. A. 2006. Nanoscale materials development-a food industry perspective. *Trends in Food Science & Technology* 17(10): 547-556.
  4. 陳仲仁。2007。濕式球磨技術與應用。食品工業月刊，39(8): 1-9。
  5. ISO (International Organization for Standardization). 2012. Executive Summary Nanotechnologies-Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale material for toxicological assessment. ISO/TR 13014. [[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=52334](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=52334)].

## Physical-chemical Characterization of Commercial Nano Pearl Powder Products

YUN-SHEN CHANG, CHIA-DING LIAO, HSU-YANG LIN,  
HSIU-KUAN CHOU AND HWEI-FANG CHEN

Division of Research and Analysis, FDA

### ABSTRACT

In this study, the physical-chemical characterization of 10 commercial products labeled nano pearl powder and 5 products not labeled nano pearl powder are investigated. The dynamic light scattering results showed that the average particle size of 15 products ranged from 163 to 208 nm. The zeta potential was from -16 to -57 mV. Aggregated particles were found by scanning electron microscope. Calcium was the primary composition element of nano pearl powder products detected by energy dispersive spectrometer. The surface area was from 0.87 to 11.83 m<sup>2</sup>/g. The physical-chemical properties of commercial pearl powder products with or without “nano” labelling were similar. The testing method of physical-chemical characterization of nano pearl powder was successfully developed. The surveillance of commercial products was also conducted.

Key words: Nano pearl powder, physical-chemical characterization, particle size