

食品器具、容器、包裝檢驗方法－聚碳酸酯塑膠類之檢驗

Methods of Test for Food Utensils, Containers and Packages - Test of Polycarbonate Plastic Products

1. 適用範圍：本檢驗方法適用於聚碳酸酯塑膠類食品器具、容器、包裝之檢驗。
2. 材質鑑別：依「食品器具、容器、包裝檢驗方法－塑膠類之檢驗」進行鑑別。
3. 材質試驗：
 - 3.1. 鉛之檢驗：
 - 3.1.1. 檢驗方法：檢體經灰化後，以原子吸收光譜儀(atomic absorption spectrophotometer, AAS)分析之方法。
 - 3.1.1.1. 裝置：
 - 3.1.1.1.1. 原子吸收光譜儀：具波長283.3 nm，並附有鉛之中空陰極射線管者。
 - 3.1.1.1.2. 灰化爐(Furnace)：附有自動溫度調節器，溫差在 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 以內者。
 - 3.1.1.1.3. 加熱板(Hot plate)。
 - 3.1.1.2. 試藥：硫酸及硝酸均採用試藥特級；去離子水(比電阻於 25°C 可達 $18\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上)；鉛標準品($1000\text{ }\mu\text{g/mL}$)採用原子吸光分析級。
 - 3.1.1.3. 器具及材料：
 - 3.1.1.3.1. 坩堝^(註)：50 mL，瓷製或白金製，附蓋。
 - 3.1.1.3.2. 容量瓶^(註)：10 mL、50 mL及100 mL，Pyrex材質。
 - 3.1.1.3.3. 儲存瓶：50 mL，PP材質。

註：器具經洗淨後，浸於硝酸：水(1:1, v/v)溶液，放置過夜，取出將附著之硝酸溶液以水清洗，再以去離子水潤洗後，乾燥備用。
 - 3.1.1.4. 0.1 N硝酸溶液之調製：

取硝酸7 mL，緩緩加入去離子水600 mL中，再加去離子水使成1000 mL。
 - 3.1.1.5. 標準溶液之配製：

精確量取鉛標準品1 mL，置於50 mL容量瓶中，以0.1 N硝

酸溶液定容，移入儲存瓶中，作為標準原液。臨用時精確量取適量標準原液，以0.1 N硝酸溶液稀釋至0.5～10 µg/mL，供作標準溶液。

3.1.1.6. 檢液之調製：

將檢體細切成5 mm以下之小塊，取約1 g，精確稱定，置於坩堝中，滴加硫酸10滴，於加熱板上徐徐加熱至大部分硫酸蒸發後，繼續加熱至白煙消失，移入灰化爐中以450°C灰化，未完全灰化時，再以少量硫酸潤濕，乾燥後繼續灰化，反覆操作至灰化完全。殘留物以0.1 N硝酸溶液溶解並定容至10 mL，供作檢液。另取一空白坩堝，滴加硫酸10滴，依上述步驟同樣操作，供作空白檢液。

3.1.1.7. 含量測定：

將檢液、空白檢液及標準溶液分別注入原子吸收光譜儀中，於波長283.3 nm處測定其吸光值，就檢液及空白檢液之吸光值依下列計算式求出檢體中鉛之含量(ppm)：

$$\text{檢體中鉛之含量(ppm)} = \frac{(C - C_0) \times V}{M}$$

C：由標準曲線求得檢液中鉛之濃度(µg/mL)

C₀：由標準曲線求得空白檢液中鉛之濃度(µg/mL)

V：檢體最後定容之體積(mL)

M：取樣分析檢體之重量(g)

3.2. 鎘之檢驗：

3.2.1. 檢驗方法：檢體經灰化後，以原子吸收光譜儀(atomic absorption spectrophotometer, AAS)分析之方法。

3.2.1.1. 裝置：

3.2.1.1.1. 原子吸收光譜儀：具波長228.8 nm，並附有鎘之中空陰極射線管者。

3.2.1.1.2. 灰化爐(Furnace)：附有自動溫度調節器，其溫差在±1.5°C以內者。

3.2.1.1.3. 加熱板(Hot plate)。

3.2.1.2. 試藥：硫酸及硝酸均採用試藥特級；去離子水(比電阻於

25°C可達18 MΩ·cm以上)；鎘標準品(1000 µg/mL)

採用原子吸光分析級。

3.2.1.3. 器具及材料：

3.2.1.3.1. 坩堝^(註)：50 mL，瓷製或白金製，附蓋。

3.2.1.3.2. 容量瓶^(註)：10 mL、50 mL及100 mL，Pyrex材質。

3.2.1.3.3. 儲存瓶：50 mL，PP材質。

註：器具經洗淨後，浸於硝酸：水(1:1, v/v)溶液，放置過夜，取出將附著之硝酸溶液以水清洗，再以去離子水潤洗後，乾燥備用。

3.2.1.4. 0.1 N硝酸溶液之調製：

取硝酸7 mL，緩緩加入去離子水600 mL中，再加去離子水使成1000 mL。

3.2.1.5. 標準溶液之配製：

精確量取鎘標準品1 mL，置於50 mL容量瓶中，以0.1 N硝酸溶液定容，移入儲存瓶中，作為標準原液。臨用時精確量取適量標準原液，以0.1 N硝酸溶液稀釋至0.05~1 µg/mL，供作標準溶液。

3.2.1.6. 檢液之調製：

將檢體細切成5 mm以下之小塊，取約1 g，精確稱定，置於坩堝中，滴加硫酸10滴，於加熱板上徐徐加熱至大部分硫酸蒸發後，繼續加熱至白煙消失，移入灰化爐中以450°C灰化，未完全灰化時，再以少量硫酸潤濕，乾燥後繼續灰化，反覆操作至灰化完全。殘留物以0.1 N硝酸溶液溶解並定容至10 mL，供作檢液。另取一空白坩堝，滴加硫酸10滴，依上述步驟同樣操作，供作空白檢液。

3.2.1.7. 含量測定：

將檢液、空白檢液及標準溶液分別注入原子吸收光譜儀中，於波長228.8 nm處測定其吸光值，就檢液及空白檢液之吸光值依下列計算式求出檢體中鎘之含量(ppm)：

$$\text{檢體中鎘之含量(ppm)} = \frac{(C - C_0) \times V}{M}$$

C：由標準曲線求得檢液中鎘之濃度(µg/mL)

C_0 ：由標準曲線求得空白檢液中鎘之濃度($\mu\text{g/mL}$)

V ：檢體最後定容之體積(mL)

M ：取樣分析檢體之重量(g)

4. 溶出試驗：

4.1. 高錳酸鉀消耗量之檢驗：

4.1.1. 檢驗方法：檢體經溶出後，溶出液以滴定分析之方法。

4.1.1.1. 裝置：

4.1.1.1.1. 水浴(Water bath)：溫差在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以內者。

4.1.1.1.2. 烘箱(Oven)：附有自動溫度調節，溫差在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以內者。

4.1.1.2. 試藥：高錳酸鉀及草酸鈉均採用試藥特級；硫酸採用試藥級。

4.1.1.3. 器具及材料：

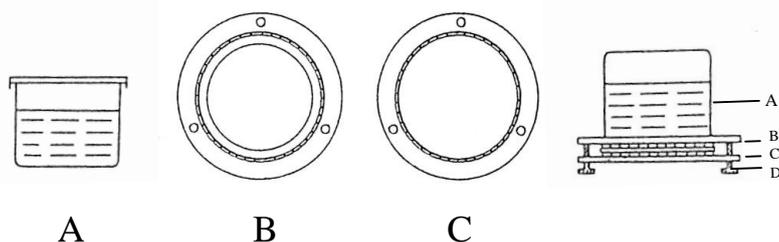
4.1.1.3.1. 單面溶出器具：依圖一各部分組成：

A：移行槽，玻璃製，內徑9 cm (表面積為 63.62 cm^2)，外徑11.5 cm，瓶高7 cm。

B：圓環，貼有橡膠墊圈，鐵弗龍製或不銹鋼製。內徑9 cm，外徑15 cm，高1.8 cm。

C：圓盤，貼有橡膠墊圈，鐵弗龍製或不銹鋼製。直徑15 cm，高1.8 cm。

D：固定螺栓。



圖一、單面溶出用器具

4.1.1.3.2. 三角燒瓶：250 mL。

4.1.1.3.3. 滴定管：25 mL，最小刻度0.05 mL，褐色。

4.1.1.3.4. 容量瓶：1000 mL，Pyrex材質。

4.1.1.4. 試劑之調製：

4.1.1.4.1. 硫酸：水(1:2, v/v)溶液：

取硫酸與水以1：2 (v/v)比例混勻。

4.1.1.4.2. 0.01 N高錳酸鉀溶液：

稱取高錳酸鉀約0.33 g，置於1000 mL容量瓶中，以水溶解並定容，使用時以0.01 N草酸鈉溶液標定其力價。

4.1.1.4.3. 0.01 N草酸鈉溶液：

稱取草酸鈉0.67 g，置於1000 mL容量瓶中，以水溶解並定容。

4.1.1.5. 檢液之調製：

4.1.1.5.1. 可盛裝液體容器類：

檢體用水洗淨乾燥後，加入約容器80%容積量之預先加熱至95°C之水，或以表面積每 cm^2 為單位，加入預先加熱至95°C之水2 mL，用鋁箔覆蓋後，置於95°C之烘箱中，30分鐘後取出溶出液，供作檢液。

4.1.1.5.2. 單層薄膜及薄板類：

表面與裡面由相同材質構成之檢體，將檢體表面與裡面之面積和作為檢體之面積，以每 cm^2 為單位，加入預先加熱至95°C之水2 mL，以下同4.1.1.5.1.節操作。對於表面與裡面由不同材質構成之檢體，將其實際與食品接觸之面，利用單面溶出器具製備檢液。將檢體平鋪於裝有預先加熱至95°C之水127 mL之移行槽口，與食品接觸之面朝移行槽底，將移行槽裝入圓環中，於其上加圓盤後，以固定螺栓夾緊，將單面溶出器具倒置，使檢體與水接觸，置於預先調整至95°C之烘箱中，30分鐘後取出溶出液，供作檢液。

4.1.1.6. 測定：

取水100 mL置三角燒瓶中，加硫酸：水(1:2, v/v)溶液5 mL及0.01 N高錳酸鉀溶液10 mL，加熱煮沸5分鐘，去除此液，以水洗淨三角燒瓶。精確量取檢液100 mL置於三角燒瓶中，加硫酸：水(1:2, v/v)溶液5 mL，並以褐色滴定管滴入0.01 N高錳酸鉀溶液10 mL，加熱煮沸5分鐘或於沸水浴中加熱15分鐘，停止加熱後，立即以另一支滴定管滴入0.01 N草酸鈉溶液10 mL脫色，並立即滴加0.01 N高錳酸鉀溶液至微紅色不消失為止，即為0.01 N高錳酸鉀溶液之滴定量(mL)。另取水100 mL同樣操作，作空白試驗，並依

下列計算式求出溶出液中高錳酸鉀消耗量(ppm)：

$$\text{溶出液中高錳酸鉀消耗量(ppm)} = \frac{(a-b) \times f \times 1000 \times 0.316 \times V}{100 \times 2 \times A}$$

a：檢液之0.01 N高錳酸鉀溶液滴定量(mL)

b：空白試驗之0.01 N高錳酸鉀溶液滴定量(mL)

f：0.01 N高錳酸鉀溶液之力價

V：溶出液體積(mL)

A：檢體與溶液接觸之面積(cm²)

4.2. 重金屬之檢驗：

4.2.1. 檢驗方法：檢體經溶出後，溶出液以比色分析之方法。

4.2.1.1. 裝置：

4.2.1.1.1. 烘箱(Oven)：附有自動溫度調節，溫差在±1°C以內者。

4.2.1.2. 試藥：冰醋酸及硝酸均採用試藥特級；硫化鈉及甘油均採用試藥級；去離子水(比電阻於25°C可達18 MΩ·cm以上)；鉛標準品(1000 μg/mL)採用原子吸光分析級。

4.2.1.3. 器具及材料：

4.2.1.3.1. 單面溶出器具：同4.1.1.3.1.節。

4.2.1.3.2. 納氏比色管(Nessler tube)：50 mL，內徑20 mm，並附有刻度者。

4.2.1.3.3. 容量瓶：10 mL，Pyrex材質。

4.2.1.4. 試劑之調製：

4.2.1.4.1. 0.1 N硝酸溶液：

取硝酸0.7 mL，緩緩加入去離子水60 mL中，再加去離子水使成100 mL。

4.2.1.4.2. 硫化鈉溶液：

稱取硫化鈉5 g，溶於去離子水10 mL，加甘油30 mL混合，密封貯存於避光處，使用期限3個月。

4.2.1.4.3. 4%醋酸溶液：

取冰醋酸40 mL，加去離子水使成1000 mL。

4.2.1.5. 鉛標準溶液之配製：

精確量取適量鉛標準品，以0.1 N硝酸溶液稀釋至10

µg/mL，供作標準溶液。

4.2.1.6. 檢液之調製：

4.2.1.6.1. 可盛裝液體容器類：

檢體用水洗淨乾燥後，加入約容器80%容積量之預先加熱至60°C之4%醋酸溶液，或以表面積每cm²為單位，加入預先加熱至60°C之4%醋酸溶液2 mL，用鋁箔覆蓋後，置於60°C之烘箱中，30分鐘後取出溶出液，先經容器表面積每cm²，加入溶出用溶劑2 mL之換算後，供作檢液。

4.2.1.6.2. 單層薄膜及薄板類：

表面與裡面由相同材質構成之檢體，將檢體表面與裡面之面積和作為檢體之面積，以每cm²為單位，加入預先加熱至60°C之4%醋酸溶液2 mL，以下同4.2.1.6.1.節操作。對於表面與裡面由不同材質構成之檢體，將其實際與食品接觸之面，利用單面溶出器具製備檢液。將檢體平鋪於裝有預先加熱至60°C之4%醋酸溶液127 mL之移行槽口，與食品接觸之面朝移行槽底，將移行槽裝入圓環中，於其上加圓盤後，以固定螺栓夾緊，將單面溶出器具倒置，使檢體與水接觸，置於預先調整至60°C之烘箱中，30分鐘後取出溶出液，供作檢液。

4.2.1.7. 測定：

精確量取規定量之檢液，置於納氏比色管中，加去離子水至50 mL。精確量取鉛標準溶液2 mL置於另一支納氏比色管中，加4%醋酸溶液20 mL並加去離子水至50 mL。兩支納氏比色管分別加入硫化鈉溶液2滴，振搖混合，放置2分鐘，在白色背景下由上方觀察時，檢液之呈色不得較標準溶液之呈色為深。

4.3. 蒸發殘渣之檢驗：

4.3.1. 檢驗方法：檢體經溶出，其溶出液蒸發後稱重之方法。

4.3.1.1. 裝置：

4.3.1.1.1. 水浴(Water bath)：溫差在±1°C以內者。

4.3.1.1.2. 烘箱(Oven)：附有自動溫度調節，溫差在±1°C以內者。

4.3.1.2. 試藥：冰醋酸採用試藥特級。

4.3.1.3. 器具及材料：

4.3.1.3.1. 單面溶出器具：同4.1.1.3.1.節。

4.3.1.3.2. 蒸發皿：材質為石英製或白金製。

4.3.1.4. 4%醋酸溶液之調製：

取冰醋酸40 mL，加水使成1000 mL。

4.3.1.5. 檢液之調製：

4.3.1.5.1. 可盛裝液體容器類：

檢體用水洗淨乾燥後，依表一所列溶出條件，加入約容器80%容積量之預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑，或以表面積每 cm^2 為單位，加入預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑2 mL，用鋁箔(4%醋酸溶液作溶出用溶劑時，則用錶玻璃)覆蓋後，置於規定溫度之烘箱中，於規定時間後取出溶出液，供作檢液。

4.3.1.5.2. 單層薄膜及薄板類：

表面與裡面由相同材質構成之檢體，將檢體表面與裡面之面積和作為檢體之面積，以每 cm^2 為單位，依表一所列溶出條件，加入預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑2 mL，以下同4.3.1.5.1.節操作。對於表面與裡面由不同材質構成之檢體，將其實際與食品接觸之面，利用單面溶出器具製備檢液。依表一所列溶出條件，將檢體平鋪於裝有預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑127 mL之移行槽口，與食品接觸之面朝移行槽底，將移行槽裝入圓環中，於其上加圓盤後，以固定螺栓夾緊，將單面溶出器具倒置，使檢體與溶出用溶劑接觸，置於預先調整至規定溫度之烘箱中，於規定時間後取出溶出液，供作檢液。

表一、蒸發殘渣溶出試驗之溶出條件

溶出用溶劑	溶出條件
水	95°C，30分鐘
4%醋酸溶液	60°C，30分鐘

4.3.1.6. 測定：

精確量取檢液200~300 mL，置於預先在105°C乾燥至恆

量之蒸發皿中，於水浴中蒸發至乾後，移入烘箱，於105°C乾燥2小時後，取出，移入乾燥器內，冷卻至室溫時迅速稱重。另取等量之相對溶出用溶劑同樣操作，作空白試驗，並依下列計算式求出溶出液中蒸發殘渣量(ppm)：

$$\text{溶出液中蒸發殘渣量(ppm)} = \frac{(a - b) \times 1000 \times V}{M \times 2 \times A}$$

a：檢液經乾燥後之重量(mg)

b：空白試驗之溶出用溶劑經乾燥後之重量(mg)

M：檢液之取量(mL)

V：溶出液體積(mL)

A：檢體與溶液接觸之面積(cm²)

4.4. 雙酚A之檢驗：

4.4.1. 檢驗方法：檢體經溶出後，溶出液以高效液相層析儀(high performance liquid chromatograph, HPLC)分析之方法。

4.4.1.1. 裝置：

4.4.1.1.1. 高效液相層析儀：

4.4.1.1.1.1. 檢出器：螢光檢出器(fluorescence detector)。

4.4.1.1.1.2. 層析管：Inertsil ODS-2, 5 μm, 內徑4.6 mm × 25 cm, 或同級品。

4.4.1.1.2. 烘箱(Oven)：附有自動溫度調節，溫差在±1°C以內者。

4.4.1.2. 試藥：乙腈採用液相層析級；冰醋酸採用試藥特級；去離子水(比電阻於25°C可達18 MΩ·cm以上)；雙酚A(bisphenol A)對照用標準品。

4.4.1.3. 器具及材料：

4.4.1.3.1. 單面溶出器具：同4.1.1.3.1.節。

4.4.1.3.2. 容量瓶：100 mL。

4.4.1.3.3. 濾膜：孔徑0.45 μm, Nylon材質。

4.4.1.4. 移動相溶液之調製：

取乙腈與去離子水以1:1 (v/v)之比例混勻，以濾膜過濾，取濾液供作移動相溶液。

4.4.1.5. 標準溶液之配製：

取雙酚A對照用標準品約10 mg，精確稱定，以乙腈溶解並定容至100 mL，作為標準原液。臨用時取適量標準原液，以移動相溶液稀釋至0.0005~0.05 µg/mL，供作標準溶液。

4.4.1.6. 檢液之調製：

4.4.1.6.1. 可盛裝液體容器類：

檢體用水洗淨乾燥後，依表二所列溶出條件，加入約容器80%容積量之預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑，或以表面積每cm²為單位，加入預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑2 mL，用鋁箔(4%醋酸溶液作溶出用溶劑時，則用錶玻璃)覆蓋後，置於規定溫度之烘箱中，於規定時間後取出溶出液，供作檢液。

4.4.1.6.2. 單層薄膜及薄板類：

表面與裡面由相同材質構成之檢體，將檢體表面與裡面之面積和作為檢體之面積，以每cm²為單位，依表二所列溶出條件，加入預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑2 mL，以下同4.4.1.6.1.節操作。對於表面與裡面由不同材質構成之檢體，將其實際與食品接觸之面，利用單面溶出器具製備檢液。依表二所列溶出條件，將檢體平鋪於裝有預先加熱至規定溫度之溶出用溶劑127 mL之移行槽口，與食品接觸之面朝移行槽底，將移行槽裝入圓環中，於其上加圓盤後，以固定螺栓夾緊，將單面溶出器具倒置，使檢體與溶出用溶劑接觸，置於預先調整至規定溫度之烘箱中，於規定時間後取出溶出液，供作檢液。

表二、雙酚A溶出試驗之溶出條件

溶出用溶劑	溶出條件
去離子水	95°C，30分鐘
4%醋酸溶液	60°C，30分鐘

4.4.1.7. 鑑別試驗及含量測定：

精確量取檢液及標準溶液各100 µL，分別注入高效液相層析儀中，參照下列條件進行液相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間比較鑑別之，並依下列計算式求得溶

出液中雙酚A之含量(ppm)：

$$\text{溶出液中雙酚A之含量(ppm)} = \frac{C \times V}{2 \times A}$$

C：由標準曲線求得檢液中雙酚A之濃度($\mu\text{g/mL}$)

V：溶出液體積(mL)

A：檢體與溶液接觸之面積(cm^2)

高效液相層析測定條件^(註)：

螢光檢出器：激發波長275 nm，放射波長304 nm。

層析管：Inertsil ODS-2，5 μm ，內徑4.6 mm \times 25 cm。

移動相溶液：依4.4.1.4.節所調製之溶液。

移動相流速：1.0 mL/min。

註：上述測定條件分析不適時，可依所使用之儀器，設定適合之測定條件。

- 附註：1. 本檢驗方法之定量極限，鉛為5 ppm，鎘為0.5 ppm，雙酚A為0.0005 ppm。
2. 溶出試驗之溶出液中待測物含量係以容器表面積每 cm^2 為單位，加入溶出用溶劑2 mL為基準計算。
3. 鉛及鎘以其他儀器檢測時，應經適當驗證參考物質(certified reference material, CRM)或標準參考物質(standard reference material, SRM)驗證，或方法確效。

參考文獻：

日本藥學會。2015。日本衛生試驗法·注解。金原出版株式會社。東京，日本。