

澳門市售食品中鋁含量研究調查風險評估報告

一、前言和目的

本署一直持續開展食品安全風險評估研究工作，透過對食品中的危害因素的調查和食品監察機制，取得本澳市面流通食品的檢測數據，以全面分析與公眾健康有關的食品安全風險程度，並為食品安全風險管理和傳達提供科學性的依據。

為全面掌握本澳市售各類型食品使用含鋁食品添加劑的情況，以及評估本澳市民從各類食品中攝入鋁的風險，本署已於早前開展“澳門市售食品中鋁含量研究調查”，這項研究的目的是通過檢測各種在製造和加工過程中可能加入含鋁食品添加劑的食品中的鋁含量，取得本澳市售食品中鋁含量的基礎數據，以就本澳市民從食品中攝入鋁元素的情況和相關健康風險進行評估，保障本澳食品安全。

二、背景資料

1. 鋁的性質及用途

鋁是地殼中含量最豐富的金屬元素，在自然界中，鋁除了以金屬或合金形式存在，還可與其他元素結合，形成含硅鋁酸鹽、氧化物和氫氧化物，或與有機物結合形成含鋁複合物。

鋁金屬和含鋁化合物的用途廣泛，鋁金屬可於工業生產作為建造材料，也可用於製造炊具、烹飪用具和食品包裝材料，如鋁鍋、鋁箔紙等。含鋁化合物也廣泛用於工業生產中，如加入食品、藥物及日用品中作為食品添加劑、抗酸劑或止汗劑等，或作為助凝劑用於水質處理等。因此，人體可能會從各個方面接觸或攝入鋁元素。

2. 人體攝入鋁的來源

鋁天然存在於大部分食品中，但含量較低(一般小於每公斤 5 毫克)，而通過鋁製炊具或經鋁製劑處理的飲用水所攝入人體的鋁則更少。從空氣、化妝品、洗滌用品等來源攝入的鋁的量也非常低，而通過服用含鋁藥物攝入鋁的情況則因人而異。實際上，一般人攝入的鋁主要來源於食品中加入的含鋁食品添加劑。

含鋁食品添加劑種類繁多，廣泛應用在各種食品中，包括在麵製品（如烘焙食品、糕點、膨化食品、油炸小食等）中作膨鬆劑而使麵食的口感蓬鬆酥軟、在食品配料粉中作抗結劑以防止粉狀食品結塊、在糖衣甜點中作食用色素以為甜點賦予鮮豔的顏色，以及在海蜇中作固化劑等。而因應不同的功能和食品性質，不同食品中所使用的含鋁添加劑用量有所不同，因此食品中的鋁含量亦有差異。鋁含量普遍較高的食品包括海蜇、油條、油餅、粉條、麻花、饅頭等使用含鋁添加劑製作或加工的食品。

3. 鋁的安全性

近年來，研究顯示過量攝入鋁可能對神經系統、生殖系統、骨骼系統以及生長發育造成不良影響，導致學習能力下降、智力發育受限等。時有報導指多種食品中的鋁含量較高，鋁的安全性和市民從食品中攝入鋁的情況引起了廣泛關注。

目前並無資料顯示鋁對一般市民具有急性毒性、遺傳毒性或致癌性。在神經毒性方面，儘管有研究提示過量攝入鋁與阿茲海默症（俗稱老年癡呆症）的發生存在一定關聯性，但基於現有資料，聯合國糧農組織/世界衛生組織的食品添加劑聯合專家委員會（JECFA）和歐洲食品安全局（EFSA）均認為從食品中攝入的鋁不會增加患阿茲海默症的風險。然而，實驗動物中的研究表明，攝入過量的鋁會影響生殖系統和神經系統，並影響發育。資料顯示，鋁化合物具有生殖毒性，可能影響雄性動物的生殖能力和抑制胎兒的生長發育；同時，鋁也具有發育毒性，可能導致動物幼崽的夭折率上升、發育遲緩、成熟期延遲和幼年神經發育受損，引致運動和學習記憶能力下降；另外，還可能造成腎結石、腎積水等腎功能損害，以及骨骼系統的損傷和變形，造成軟骨病、骨質疏鬆等。

雖然鋁可能構成上述健康風險，然而只有當長期攝入過多的鋁而超過了安全參考值時，才會對健康造成不良影響。2011 年，食品添加劑專家委員對含鋁添加劑的安全性進行重新評估，把鋁的安全參考值，即暫定每週可容忍攝入量（PTWI），訂為 2 毫克/公斤體重/週（mg/kgbw/wk）。該值是描述一生中可攝入某一化學物而不致構成顯著健康風險的分量，它代表一個體重為 60 公斤的成年人每週攝入的鋁若少於 120 毫克，並不會引起健康損害，即使偶爾超過這個量，若並非長期持續超出該水平，也不會構成顯著健康風險。

4. 含鋁食品添加劑的監管情況

含鋁食品添加劑涉及固化劑、膨鬆劑、穩定劑、抗結劑和色素等多種類別，在食品加工業中具有悠久的使用傳統(表一)。目前，國際食品法典委員會(Codex)以及美國、歐盟、澳洲、日本和中國內地等均准許使用含鋁食品添加劑，而本澳亦允許通過安全性評估的多種含鋁食品添加劑使用於食品中。

表一.常見的含鋁食品添加劑及其用途

國際編碼	食品添加劑名稱	功能	食用例子
173	鋁粉	食用色素	食品裝飾
522	硫酸鋁鉀 (俗稱“鉀明礬”)	固化劑、膨鬆劑、穩定劑	加工海蜇和醃製食品
523	硫酸鋁鉍 (俗稱“鉍明礬”)	固化劑、護色劑、膨鬆劑、酸度調節劑、穩定劑	加工海蜇、烘焙食品及膨化食品
541 (i)	酸性磷酸鋁鈉	膨鬆劑、酸度調節劑、穩定劑、乳化劑、增稠劑	製備泡打粉，用於烘焙食品
541 (ii)	鹼性磷酸鋁鈉	酸度調節劑、穩定劑、乳化劑、增稠劑	麵製品膨鬆劑，用於烘焙食品
554	硅酸鋁鈉	抗結劑	用於食品混合配料粉防止結塊
—	食用色素的鋁鹽 (色沉)	食用色素	糖果及甜點染色

儘管大部分地區均准許使用含鋁食品添加劑，但由於鋁含量過高的食品可能對特定人群構成風險，世界各地近年均致力於透過限制業界在食品生產中使用含鋁添加劑或鼓勵業界改用其他替代品或加工技術，以降低食品中的鋁含量。本署過去曾對本澳市售的點心類食品等進行調查，發現業界普遍使用含鋁食品添加劑，當中部分樣本的含鋁量較高，說明在本澳市場上存在不規範使用含鋁添加劑的情況。為監管食品添加劑的使用，本澳陸續通過三項食安標準，分別是《食品中食用色素使用標準》、《食品中甜味劑使用標準》及《食品中防腐劑及抗氧化劑使用標準》，對部分食品添加劑的使用限量和使用範圍進行規範。同時，為規範使用含鋁添加劑，本署推出了《含鋁食品添加劑的使用指引》，提倡業界主動減少含鋁食品添加劑的使用，並就如何減少食品的鋁含量提出建議。

三、研究範圍

是次調查根據食品中使用各種含鋁添加劑的慣例及澳門市售食品的供應情況制定工作計劃及採樣方案，對具有含鋁食品添加劑使用傳統的十八類市售食品進行檢測，涉及的食品類型廣泛，包括中式糕點、西式餐點、焙烤食品、油炸麵製品、蜜餞涼果、餅乾、膨化食品、食品混合配料粉、豆類製品、糖果、雪糕、預包裝海蜇等大部分可能使用含鋁食品添加劑的市售食品。其中，中式糕點主要抽取了本澳市民喜愛的馬拉糕、叉燒包、饅頭花卷、發糕/鬆糕、流沙包、糯米卷等蒸制類點心，西式餐點及焙烤食品主要抽取了椰撻、蛋撻、方包、菠蘿包、雞蛋仔、夾餅、鬆餅、蛋糕等，油炸麵製品主要抽取了油條、煎餅、煎堆、蛋散、沙琪瑪等，而膨化食品主要抽取了蝦片、蝦條、粟米條、薯片等。

四、研究方法及檢驗分析

是次調查於市民經常購買食品的超市、街市、食品零售店、餐飲店等場所抽取合共 507 個食品樣本進行鋁含量檢測（詳見表二）。檢測依據《GB 5009.182-2017 食品安全國家標準 食品中鋁的測定》進行，樣本的檢測限和定量限分別為 0.5 毫克/千克和 2.0 毫克/千克。

檢測所得的食品中鋁含量數據結果由本署進行整理和研究分析，計算本澳市民鋁的攝入量，綜合評估不同人群從各類食品中攝入鋁的風險。研究通過比對各類食品中檢測的鋁含量，分析本澳市售食品中含鋁的情況、鑑別鋁含量最高的食品種類。對於低於檢測限的檢測結果，根據世衛組織食品污染物監測評估規劃（GEMS/Food）《關於食品中低水平污染物可信評價》中對未檢出數據的處理原則，樣本中的鋁含量低於檢測限時以檢測限的 1/2 值計算該類別的平均含量。

攝入量評估方面，研究通過結合每類食品的平均鋁含量和各類食品的平均食物消費量數據，估算市民平均每天分別從各類食品中攝入鋁的分量，再將市民平均每天從各類食品中攝入的鋁的分量加總之後，得出一般人群平均每人每天鋁的總攝入量。另外，再根據膳食消費量較高的第 95 個百分值的食物消費量數據，計算高消費人群平均每天鋁的總攝入量。

是次研究採用的食物消費量數據分別來自 2013 年根據澳門統計暨普查局資料所製作的《澳門食物平衡表》、2018 年針對本澳全日制中學生以食物頻率問卷進行的《澳門中學生食物消費量調查》以及 2007 年完成的基於 24 小時膳食回顧問卷的《香港市民食物消費量調查》；研究以上述不同調查中所得的食物消費量

數據分別作為情景一、情景二和情景三來估算膳食攝入量，以對暴露量作更全面的計算，使估算結果更貼近真實情況。最後，將估算的一般人群及高消費人群的平均每週鋁攝入量與國際食品法典委員會所訂定的鋁的安全參考值（即暫定每週可容忍攝入量，為每公斤體重 2 毫克）進行比對分析，通過計算市民的實際鋁攝入量與安全參考值的差異，對現時本澳市民從食品中攝入鋁安全性進行評價，並估算對鋁的攝入影響最大的食品類別。

表二.是次研究調查所抽取的食品樣本種類及數目

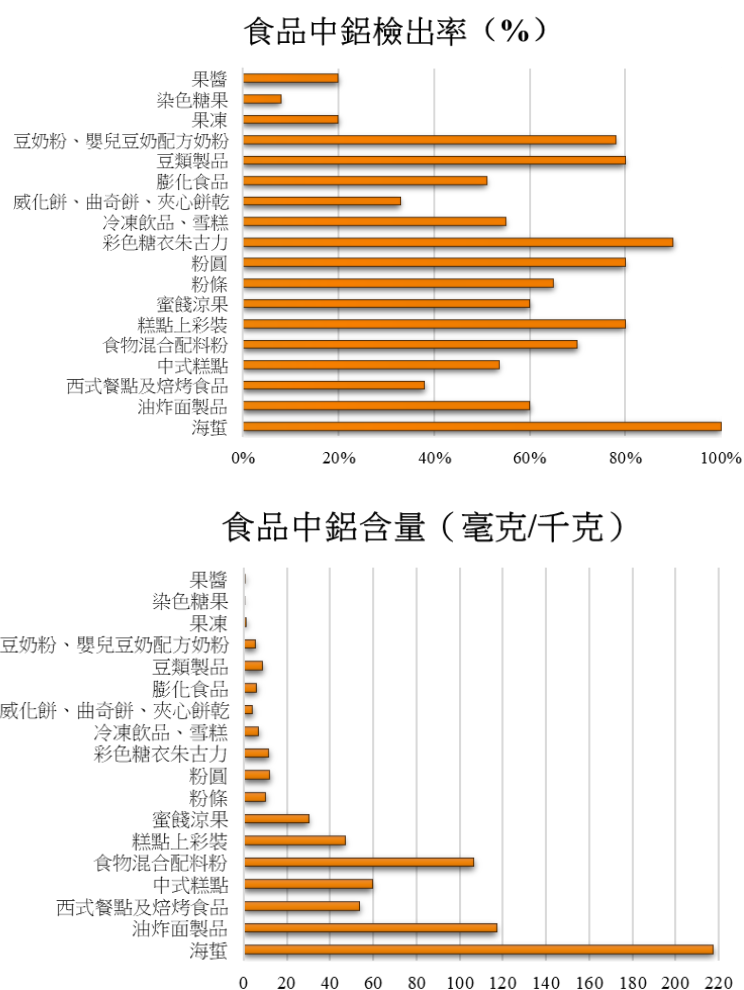
樣本類型編號	食品類別	樣本數
1	海蜇	10
2	油炸麵製品	40
3	食品混合配料粉	20
4	西式餐點及焙烤食品	90
5	中式糕點	69
6	糕點上彩裝	10
7	蜜餞涼果	20
8	粉條	20
9	粉圓	10
10	彩色糖衣朱古力	20
11	冷凍飲品、雪糕	20
12	威化餅、曲奇餅、夾心餅乾	30
13	膨化食品	49
14	豆類製品	20
15	豆奶粉、嬰兒豆奶配方奶粉	9
16	果凍	10
17	染色糖果	50
18	果醬	10
—	總計	507

五、研究結果及風險評估

1. 本澳市售食品含鋁的情況

調查結果顯示，本次抽檢的食品中約一半樣本檢出含有鋁，不同類型食品的鋁含量差異較大（詳見表三）。含鋁比例最高的食品類型包括海蜆、彩色糖衣朱古力、糕點上彩裝、豆類製品、粉圓等，這些食品類型中超過 80% 的樣本都檢出鋁；而含鋁比例最低的食品類型則有染色糖果、果醬、果凍、餅乾等（見圖一）。

圖一. 本澳市售食品中鋁檢出率及平均鋁含量



含量方面，平均鋁含量較高的食品類型包括海蜆、油炸麵製品、食物混合配料粉、中式糕點、西式餐點及焙烤食品。其中，含鋁最高的品種有海蜆、油條、椰撻、雞蛋仔、夾餅、鬆餅/班戟、馬拉糕、流沙包、發糕/鬆糕及食物混合配料粉，其平均鋁含量均超過每公斤食品中 100 毫克。平均鋁含量最低的食品品種則有沙琪瑪、牛脷酥、蛋撻、雞尾包、豬仔包、方包、甜甜圈/冬甩、薯片薯條、果

凍、染色糖果及果醬，其平均鋁含量均少於每公斤食品中 2 毫克（詳見表三）。

各個食品類別中，海蜇的鋁含量平均值最高，達到 218 毫克/千克，同時檢出鋁的樣本比例也最高，全部樣本都檢出鋁，含量介乎 46 至 891 毫克/千克（詳見表三）。但由於一般市民食用預包裝即食海蜇的量較少，總體食用風險不大。

表三. 澳門市售食品中鋁含量及檢出率

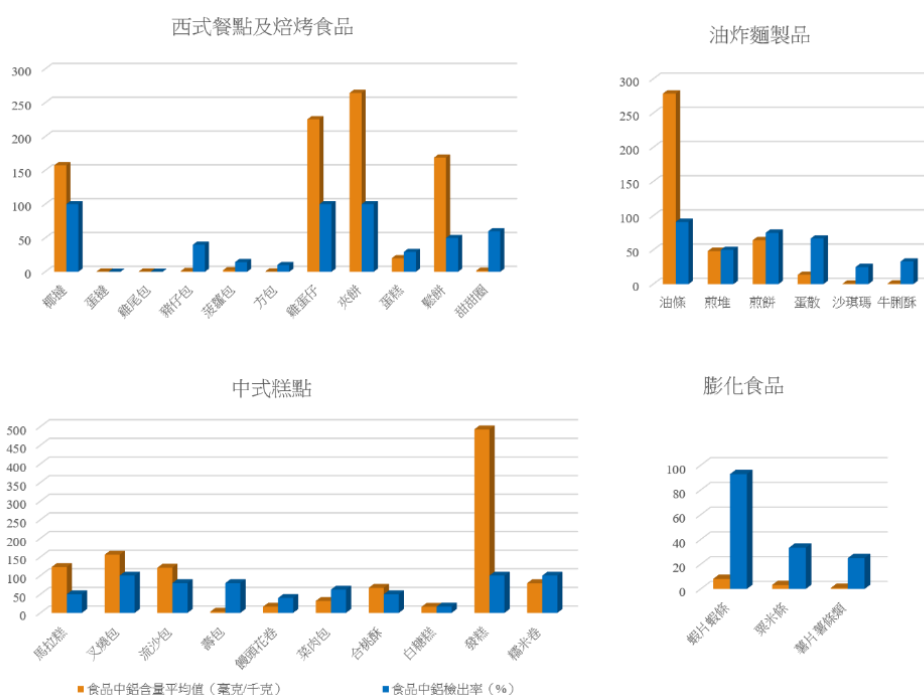
食品類別及細分類別	樣本數	食品中鋁含量 (毫克/千克)			食品中鋁 檢出率 (%)
		最低值	最高值	平均值	
海蜇	10	45.5	891	217.59	100%
油炸麵製品	40	ND	796	117.23	60%
— 油條	11	ND	796	278.58	91%
— 煎堆	10	ND	177	48.44	50%
— 煎餅	4	ND	206	64.29	75%
— 蛋散	3	ND	35.8	13.64	67%
— 沙琪瑪	4	ND	2.58	0.83	25%
— 牛蒡酥	3	ND	2.15	0.88	33%
西式餐點及焙烤食品	90	ND	665	53.77	38%
— 椰撻	4	86.8	199	157.45	100%
— 蛋撻	11	ND	ND	0.25	0%
— 雞尾包	6	ND	ND	0.25	0%
— 豬仔包	5	ND	2.63	1.08	40%
— 菠蘿包	7	ND	14.9	2.34	14%
— 方包	10	ND	2.14	0.44	10%
— 雞蛋仔	8	2.95	635	225.51	100%
— 夾餅	5	2.53	580	264.51	100%
— 蛋糕	17	ND	178	20.15	29%
— 鬆餅/班戟	4	ND	665	168.74	50%
— 甜甜圈/冬甩	5	ND	3.02	1.62	60%
中式糕點	69	ND	575	59.62	54%
— 馬拉糕	8	ND	465	123.13	50%
— 叉燒包	2	147	165	156	100%
— 流沙包	5	ND	193	121.25	80%

食品類別及細分類別	樣本數	食品中鋁含量 (毫克/千克)			食品中鋁 檢出率 (%)
		最低值	最高值	平均值	
一壽包	4	ND	5.33	3.17	80%
一饅頭花卷	4	ND	79.1	16.52	40%
一菜肉包	5	ND	88.6	32.04	63%
一合桃酥	2	ND	135	67.23	50%
一白糖糕	6	ND	96.1	16.23	17%
一發糕/鬆糕	2	410	575	492.5	100%
一糯米卷	4	18.1	138	79.78	100%
食品混合配料粉	20	ND	980	106.61	70%
糕點上彩裝	10	ND	193	46.82	80%
蜜餅涼果	20	ND	335	30.00	60%
粉條	20	ND	67.8	10.15	65%
粉圓	10	ND	64.5	12.04	80%
彩色糖衣朱古力	20	ND	48.7	11.62	90%
冷凍飲品、雪糕	20	ND	33.5	6.88	55%
威化餅、曲奇餅、夾心餅乾	30	ND	43.6	4.03	33%
膨化食品	49	ND	127	5.87	51%
一蝦片蝦條	14	ND	17.4	8.21	93%
一粟米條	3	ND	9.29	3.26	33%
一薯片薯條類	24	ND	5.47	0.98	25%
豆類製品	20	ND	95.4	8.71	80%
豆奶粉、嬰兒豆奶配方奶粉	9	ND	21.7	5.55	78%
果凍	10	ND	5.16	1.22	20%
染色糖果	50	ND	7.19	0.52	8%
果醬	10	ND	3.7	0.78	20%
總計	507	ND	891	40.22	50%

西式餐點及焙烤食品中，各不同品種鋁含量差異較大。夾餅、雞蛋仔、鬆餅/班戟、椰撻的鋁含量最高，分別為 265、226、169 及 157 毫克/千克（見圖二）。其中，一個鬆餅/班戟樣本鋁含量達 665 毫克/千克，按鋁的暫定每週可容忍攝入量計算，一個成年人若每週食用 1.6 件該鬆餅所攝入的鋁已超出安全參考值。另一個雞蛋仔樣本檢出含鋁 635 毫克/千克，一般成年人每週食用 1.6 件或兒童每週食用 0.5 件已超出安全參考值（見表四）。考慮到鬆餅、雞蛋仔及椰撻等食品

屬於本澳市民較喜愛給予兒童進食的食品，對於有長期食用習慣的市民而言，鋁攝入風險值得關注。此外，夾餅、雞蛋仔、椰撻中所有樣本均檢出含鋁，說明本澳業界製作這些食品時普遍使用含鋁添加劑。另一方面，蛋撻、雞尾包、方包的鋁含量最低，且絕大部分樣本都沒有檢出含鋁；豬仔包、菠蘿包、甜甜圈/冬甩的鋁含量也很低，平均值均小於 3 毫克/千克。

圖二. 四個類別的食品中各品種的鋁含量及檢出率



油炸麵製品，包括本澳餐飲場所常見的油條、煎堆、煎餅、蛋散、沙琪瑪、牛脬酥等，其中含量最高的品種依次是油條、煎餅和煎堆，分別達到 279、64 和 48 毫克/千克(見圖二)。其中以油條情況最為突出，91%的油條樣本都檢出含鋁，而鋁含量最高的一個樣本更達到 796 毫克/千克。按該樣本含量計算，成年人每週食用 2.5 件或兒童每週食用 0.8 件該油條所攝入的鋁已超出安全參考值(見表四)，對於經常食用這類食品的市民風險值得關注。但同時也有油條樣本並無驗出含鋁，提示業界在製作油條時有條件減少使用含鋁食品添加劑或採用不含鋁的替代工藝。

表四. 每週因進食某種食品而攝入的鋁達至安全參考值的情況舉例

食品品種	樣本中的 最高鋁含量 (毫克/千克)	每份樣本 單位重量 (克)	每週因進食該食品而攝入的鋁 達至安全參考值所對應的食品重量	
			一般成年人	一般兒童
海蜇	891	267	135 克 (0.5 份)	44 克 (0.2 份)
鬆餅/班戟	665	113	180 克 (1.6 件)	59 克 (0.5 件)
雞蛋仔	635	117	189 克 (1.6 件)	61 克 (0.5 件)
夾餅	580	74	207 克 (2.8 件)	67 克 (0.9 件)
油條	796	60	151 克 (2.5 件)	49 克 (0.8 件)
發糕/鬆糕	575	80	209 克 (2.6 件)	68 克 (0.8 件)
椰撻	199	68	603 克 (8.9 件)	196 克 (2.9 件)
馬拉糕	465	106	258 克 (2.4 件)	84 克 (0.8 件)
叉燒包	165	60	727 克 (12 件)	236 克 (3.9 件)
流沙包	193	80	622 克 (7.8 件)	202 克 (2.5 件)

中式糕點中，鋁含量最高的是發糕/鬆糕，平均值達到 493 毫克/千克；馬拉糕、叉燒包和流沙包的鋁含量也相當高，平均值均超過 100 毫克/千克（見圖二）。其中，鋁含量最高的樣本來自一個 575 毫克/千克的發糕，成年人每週食用 2.6 件或兒童每週食用 0.8 件已達到安全參考值（見表四），對於經常食用這類食品的市民風險值得關注。另外，糯米卷、發糕、叉燒包和流沙包的絕大部分樣本均檢出含鋁，說明本地餐飲業界製作中式糕點時為了追求蓬鬆的口感使用含鋁添加劑的情況十分普遍。

膨化食品的平均鋁含量較低，僅為 6 毫克/千克，總體食用風險不高。其中，93%的蝦片蝦條類食品含鋁，但平均含鋁量不高；而薯片、薯條及粟米條類食品則大部分樣本都未檢出鋁（見圖二）。

2. 本澳市民從膳食中攝入鋁的情況

按是次調查的結果估算，一般市民每週從膳食中攝入的鋁為每千克體重 0.41-0.57 毫克，佔暫定每週可容忍攝入量的 20.56%-28.39%；而高消費量的市民每週從膳食中攝入的鋁則估算為每千克體重 1.81-1.92 毫克，佔暫定每週可容忍攝入量的 90.50%-95.96%（見表五）。

根據估算結果，對於攝入量一般的市民和攝入量偏高的市民而言，從膳食中攝入的鋁均未超逾安全參考值，即暫定每週可容忍攝入量，對健康構成顯著不良影響的風險不大。

表五. 市民從膳食中攝入的鋁的分量及其佔暫定每週可容忍攝入量的比例

鋁的膳食暴露量		情景一 ¹	情景二 ¹	情景三 ¹
一般人群 ²	鋁攝入量 (mg/kgbw/wk)	0.57	0.52	0.41
	安全參考值占比	28.39%	25.97%	20.56%
高消費人群 ²	鋁攝入量 (mg/kgbw/wk)	- ³	1.92	1.81
	安全參考值占比	- ³	95.96%	90.50%

注：¹ 情景一、情景二和情景三分別採用 2013 年的《澳門食物平衡表》、2018 年的《澳門中學生食物消費量調查》以及 2007 年的《香港市民食物消費量調查》中所得的食物消費量數據來估算膳食攝入量以對暴露量作更全面的計算。

² 一般人群的鋁總攝入量根據市民食用有關食品的平均值計算，高消費人群的鋁總攝入量根據膳食消費量較高的第 95 百分值的食物消費量數據。

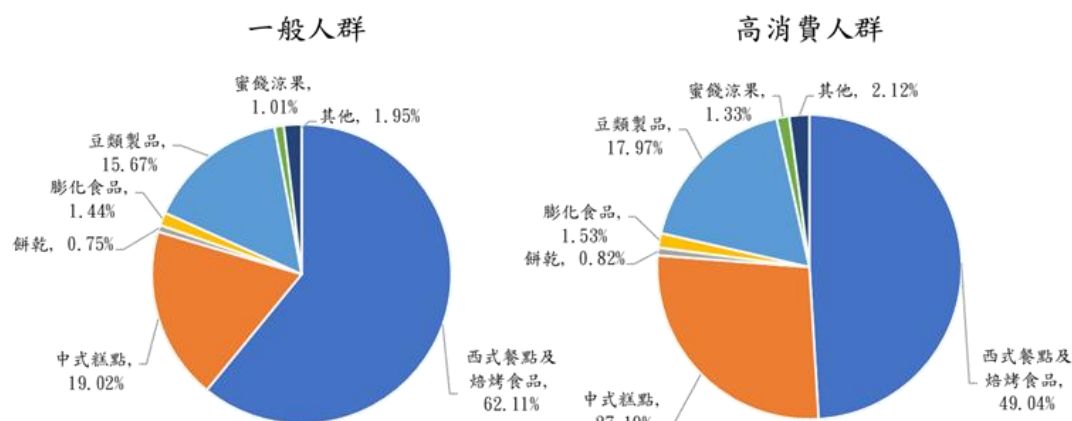
³ 用於計算該情景的食物消費量不具高消費人群數據。

3. 本澳市民從膳食中攝入鋁的來源

針對本澳中學生的研究結果顯示，在十八個大類的食品中，本澳中學生從膳食中攝入鋁的主要來源是西式餐點及焙烤食品（見圖三）。就攝入量一般的中學生而言，從西式餐點及焙烤食品中攝入的鋁佔其整體鋁攝入量的 62%；其後依次是中式糕點和豆類製品，分別佔其整體鋁攝入量的 19%和 16%。而其他食品對鋁攝入量的貢獻率則相當小，包括餅乾、膨化食品、蜜餞涼果、彩色糖果等，各佔其整體鋁攝入量的 2%以下。另一方面，就攝入量較高的中學生而言，該趨勢同

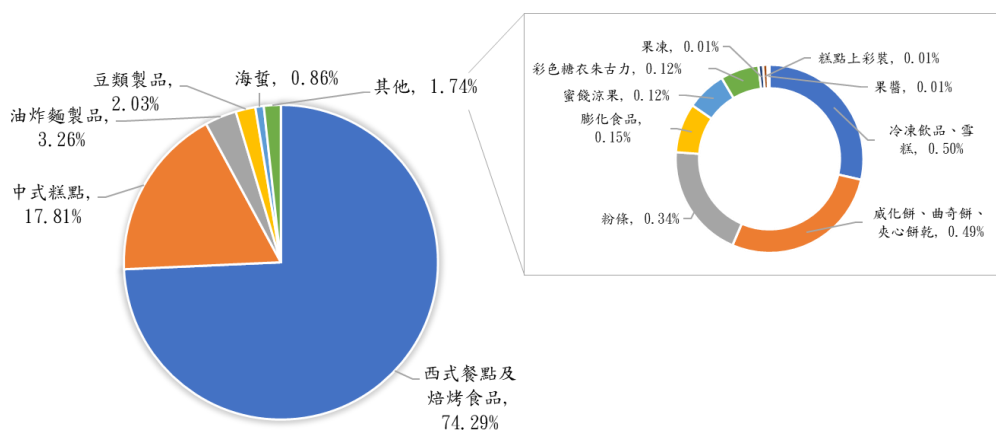
樣較為明顯，西式餐點及焙烤食品、中式糕點和豆類製品仍是對鋁攝入量影響最大的三個類別，分別佔其整體鋁攝入量的 49%、27%和 18%（見圖三）。

圖三. 本澳中學生從食品中攝入鋁的主要來源



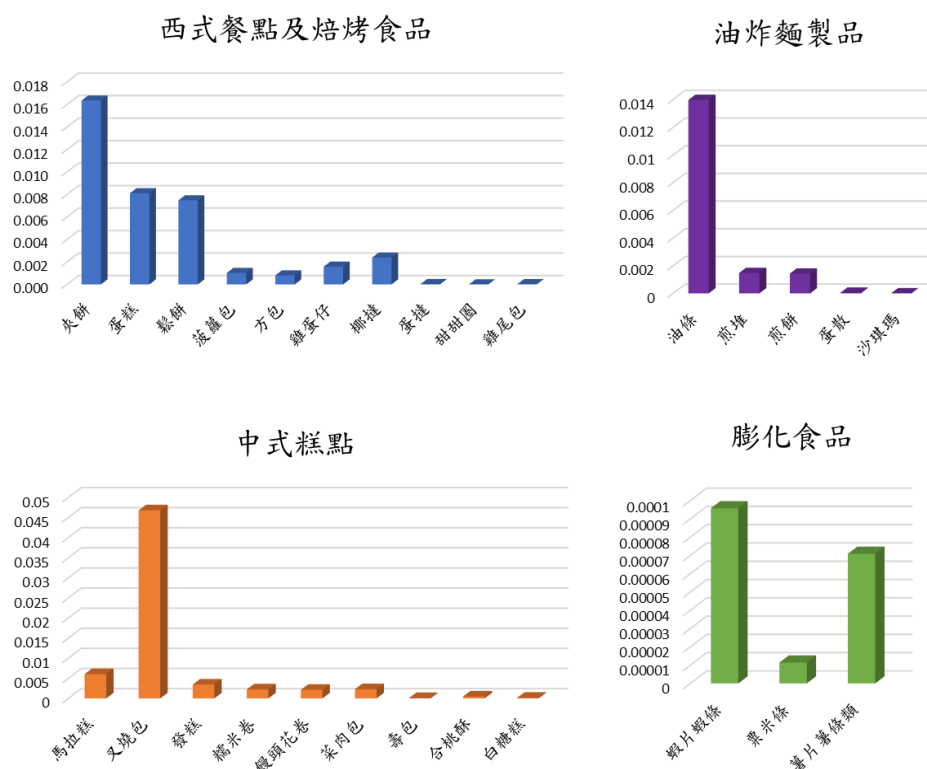
對於一般成年市民而言，研究結果顯示，西式餐點及焙烤食品仍是其從膳食中攝入鋁的最主要來源，有關市民攝入的鋁中超過 74%來自這類食品（見圖四）。其次，中式糕點也是主要的鋁攝入量來源，佔其整體鋁攝入量的 18%。這兩大類的食品合計帶來了膳食中攝入的超過九成的鋁，其後依次是油炸麵製品、豆類製品和海蜇，分別佔其整體鋁攝入量的約 3%、2%和 1%；而其他食品影響很小，合計只佔整體鋁攝入量的不足 2%，包括糖果、餅乾、雪糕等。

圖四. 一般市民從食品中攝入鋁的來源



對市民從各大類食品中攝入鋁的分量進行具體分析，結果顯示，西式餐點及焙烤食品中，夾餅、蛋糕、鬆餅和椰撻是最主要的攝入鋁的來源；而蛋撻、甜甜圈、雞尾包和方包則對總體鋁攝入量的影響不大（見圖五）。油炸麵製品中，油條是最主要的攝入鋁的來源，市民從油條中食入的鋁遠高於煎餅、煎堆、蛋散等其他品種。中式糕點中，叉燒包和馬拉糕是給市民膳食帶來鋁的最主要品種，其中從叉燒包中攝入的鋁遠高於其他蒸包蒸糕。來自膨化食品的鋁攝入量較小，主要源自蝦片、蝦條等品種，對總體鋁攝入量的影響很小。

圖五. 市民從各類食品中攝入鋁的分量（毫克/千克體重/週）



六、討論

1. 市民從膳食攝入鋁的主要來源自含鋁食品添加劑，國際間普遍允許在一定的範圍內合理使用各種含鋁的固化劑、膨鬆劑、穩定劑、抗結劑、色素等。是次研究顯示，本澳業界廣泛有使用含鋁食品添加劑製作食品的傳統，鋁含量相對偏高的食品主要包括發糕/鬆糕、油條、夾餅、雞蛋仔、鬆餅/班戟、馬拉糕、椰撻等；平均鋁含量最低的是果醬、果凍、彩色糖衣糖果和餅乾等。絕大部分樣本都檢出鋁的品種包括油條、糯米卷、發糕、叉燒包、夾餅、雞

蛋仔、椰撻和流沙包，說明本地餐飲業界製作糕點時為了追求蓬鬆的口感使用含鋁添加劑的情況十分普遍。

2. 研究同時顯示，同一種食品不同樣本的鋁含量差異相當大，有的樣本鋁含量很高，也有的並不含鋁，顯示業界在生產中有條件減少使用含鋁食品添加劑或採用不含鋁的替代工藝。為減少市民從膳食中攝入的鋁，業界應參考《含鋁食品添加劑的使用指引》規範使用含鋁添加劑，並在生產時儘量減少使用含鋁食品添加劑或改用其他替代品、或採用其他技術加工食品，以降低食品中的鋁含量。
3. 研究結果顯示，餐飲場所供應的食品中的鋁含量普遍高於預包裝食品，部分餐飲場所出售的食品鋁含量相當高，提示可能存在不規範使用含鋁添加劑的情況，而預包裝食品由於生產中存在生產線品控及食品標籤等限制，含鋁添加劑的使用情況相對更為規範。
4. 即食海蜇的平均鋁含量是所有食品類型中最高的，這與製作海蜇的工藝傳統需要用含鋁的明礬作為固化劑有關。但由於一般市民食用預包裝即食海蜇的量較少，從海蜇中攝入的鋁並不多，總體食用風險不大。但對於經常食用海蜇的人需要引起注意，建議食用前反覆浸泡、清洗，以免攝入過多的鋁，保持均衡飲食，避免頻繁進食。另外，消費者在購買預先包裝食品時，可參考食品標籤上的配料表以瞭解是否使用了含鋁食品添加劑。
5. 根據國際食品添加劑專家委員會的評估，鋁的安全參考值，即暫定每週可容忍攝入量為每公斤體重 2 毫克。當人體攝入的鋁長期超過安全參考值時，會對健康造成不良影響；若攝入的鋁低於安全參考值，或偶爾而非長期超過安全參考值，並不會構成顯著健康風險。根據是次研究結果，一般市民平均每週從食品攝入鋁的分量約為每公斤體重 0.41 毫克，約為安全參考值的 20%；攝入量偏高的市民則平均每週從食品中攝入鋁 1.81 毫克/千克體重，約為安全參考值的 90%。這說明本澳居民從膳食中攝入的鋁的分量低於安全參考值，對健康造成不良影響的機會不大。但若市民經常食用同一品牌或店鋪中鋁含量高的食品，健康受鋁影響的風險則相應增加，尤其是對於體重較小且處於發育期的兒童而言。

6. 是次研究顯示，對本澳中學生和成年市民而言，西式餐點及焙烤食品是其從膳食中攝入鋁的最主要來源，中式糕點也是主要的鋁攝入量來源，兩者合計帶來了膳食中攝入的超過九成的鋁。建議市民保持均衡飲食，保持食品多樣性，避免因偏食而攝入過多的鋁，同時正確引導兒童的膳食習慣，適量食用單一類別的糕點零食。
7. 不同地區居民從膳食中攝入的鋁與當地的膳食結構和食品製作傳統密切相關。根據是次研究結果與國際間其他地區相關研究的對比，本澳市民的鋁總膳食攝入量與膳食結構相近的中國內地南方地區及香港的情況相近，以攝入量一般人群的情況而言，在國際間屬於中等水平（見表六）。

表六. 各地區對鋁的總膳食攝入量調查結果比較

調查地區	調查時間	鋁的總膳食攝入量 (mg/kgbw/wk)	
		一般人群	高消費量人群
澳門	2021 年	0.41	1.81
中國內地	2012 年	1.80 (南方地區 0.70 ; 北方地區 3.03)	7.66 (南方地區 3.79 ; 北方地區 9.22)
香港	2016 年	0.49	1.80
澳洲	2014 年	0.35	0.63
法國	2011 年	0.28	-
愛爾蘭	2011 年	0.35	0.77
加拿大	2007 年	0.63-0.81	-
英國	2006 年	0.50	1.01
德國	1996 年	0.36-0.37	-
美國	1995 年	0.82-1.05	-

8. 是次調查較為全面地瞭解本澳食品使用含鋁食品添加劑的情況，有關數據將用於評估本澳市民從食品中攝入鋁所導致的健康風險，並為日後監管和標準修訂工作提供依據。未來將因應風險程度研判更新有關風險管理措施

及制定食品安全標準的必要性，並提供適當的膳食建議，以保障消費者的食用安全。

2022 年 6 月

參考資料

1. World Health Organization (WHO). Safety evaluation of certain food additives and contaminants : Prepared by the Seventy fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Food Additives Series :65, 2012.
網址：
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44813/9789241660655_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. World Health Organization (WHO). Evaluation of certain food additives and contaminants : Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 940, 2007.
網址：
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43592/WHO_TRS_940_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. 何福德、陸鵬、姚創飛、李棟、何海燕、張明及勞愛珍.《市售麵點中鋁殘留量的調查》. 中國衛生檢疫雜誌. 2006 年 9 月, 第 16 卷第 9 期, 1113-1114.
4. Fang Y, Qiu X and Lu G. Analysis on Aluminum Pollution in the Foods in Shanghai. Guangdong Weiliang Yuansu Kexue, 2006; 13(3): 62-64.
5. Zhang S and Zhou D. Safety Supervision and Early Warning of Aluminum in Aquatic Products. Food Science, 2004; 25(11): 240-244.
6. Saiyed SM and Yokel RA. Aluminium content of some foods and food products in the USA, with aluminium food additives. Food Additives and Contaminants, 2005; 22(3): 234-244.
7. World Health Organization (WHO). Aluminium in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/53, 2003.
網址：

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75362/WHO_SDE_WSH_03.04_53_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

8. Stauffer CE. Functional Additives for Bakery Foods. New York : Van Nostrand Reinhold, 1990.
9. Li J and Hsieh Y. Traditional Chinese Food Technology and Cuisine. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 2004; 13(2): 147-155.
10. Rayner P. Colours. In: Smith J, editor. Food Additive User's Handbook. New York : Blackie and Son Ltd, 1991; 89-111.
11. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion of AFC: Safety of aluminium from dietary intake: Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC). The EFSA Journal, 2008; 754: 1-34.
網址：
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.754>
12. Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment (COT). Subgroup Report on the Lowermoor Water Pollution Incident, 2005.
13. Leblanc JC, Verger P, Gu é rin T and Volatier JL. The 1 st French Total Diet Study – Mycotoxins, minerals and trace elements. France: the Ministry of Agriculture, Food, Fishing and Rural Affairs, and the National Institute on Agronomic Research, 2004.
14. Zhang L and Gao J. Comparison on intake status of harmful elements between China and some developed countries. Journal of Hygiene Research, 2003; 32(3):268-271.

15. Food Standard Agency (FSA) of UK. Survey on measurement of the concentrations of metals and other elements from the 2006 UK Total Diet Study. Food Surveillance Information Sheet No. 01/09, 2009.
16. Leung S, Ho S, Woo J, Lam TH and Janus ED. Hong Kong Adult Dietary Survey 1995. Chinese University of Hong Kong and University of Hong Kong, 1995.
17. World Health Organization (WHO). Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. WHO Offset Publication No. 87, 1985.
網址：
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39255/WHO_OFFSET_87.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. Pennington JAT and Schoen SA. Estimates of dietary exposure to aluminium. Food Additives and Contaminants, 1995; 12(1):119-128.
19. Water Supplies Department of Hong Kong. Drinking Water Quality for the Period April 2007 - March 2008, 27 Oct 2008.
20. Food Agricultural Organization (FAO) and World Health Organization (WHO) of the United Nations. Report of the Fortieth Session of the Codex Committee on Food Additives. Beijing, China, 21 - 25 April 2008.
21. Food Agricultural Organization (FAO) and World Health Organization (WHO) of the United Nations. Report of the Forty-First Session of the Codex Committee on Food Additives, 2009.
22. Hong Kong Centre for Food Safety (CFS). Aluminium in Food. Risk Assessment Studies Report No. 35, May 2009.
網址：
https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/files/RA35_Aluminium_in_Food_e.pdf

23. Hong Kong Centre for Food Safety (CFS). Report on Aluminium in Food Risk Assessment Studies Report No. 55, Nov 2016.

網址：

https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/files/Aluminium_in_food_a_follow_up_study_161108_e.pdf