

風險評估研究

第 43 號報告書

香港成年人從食物攝取
丙烯酰胺的情況

香港特別行政區政府
食物環境衛生署
食物安全中心
2010 年 12 月
(2012 年 5 月修訂)

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署
食物安全中心發表。未經食物安全中心書面許
可，不得翻印、審訂或摘錄或於其他刊物或研究
著作轉載本報告書的全部或部分研究資料。若轉
載本報告書其他部分的內容，須註明出處。

通訊處：

香港金鐘道 66 號
金鐘道政府合署 43 樓
食物環境衛生署
食物安全中心
風險評估組
電子郵件：enquiries@fehd.gov.hk

目錄

	<u>頁數</u>
摘要	2
目的	3
背景	3
丙烯酰胺	
攝入途徑	
新陳代謝及丙烯酰胺對健康的影響	
規管措施	
食物產生丙烯酰胺	
研究範圍	7
研究方法	7
抽取樣本方法	
化驗分析	
食物消費量數據	
估計膳食攝入量	
結果及討論	9
丙烯酰胺含量	
市民從食物攝取丙烯酰胺的情況及比較香港與其他國家的情況	
暴露限值及對市民健康的影響	
研究的局限	14
結論及建議	14
給公眾的建議	
給業界的建議	
參考文件	16

風險評估研究

第 43 號報告書

香港成年人從食物攝取
丙烯酰胺的情況

摘要

丙烯酰胺是一種可致癌物質。多種食物含有丙烯酰胺，特別是含碳水化合物並經高溫處理的食物。食物安全中心除與消費者委員會合作研究食物中丙烯酰胺的含量水平外，還進行風險評估研究，以了解本港的最新情況。兩項研究分析了 90 個獨立樣本和 5 個複合樣本。“薯片”和“其他餅類零食”的丙烯酰胺平均含量，分別為每公斤 788 微克及 1 115 微克，較其他類別的食物為高。“米餅”的丙烯酰胺平均含量最低，每公斤 20 微克。一個薯片樣本及一個餅類零食樣本檢測到的丙烯酰胺含量最高，分別為每公斤 3 000 微克及 2 100 微克。以每公斤體重計，本港一般攝入量的人每日從食物攝入丙烯酰胺的分量為 0.13 微克，高攝入量的人(即攝入量屬第 97.5 百分位)則為 0.69 微克。兩者的暴露限值分別為 1 385 及 261，這些數值顯示市民攝入丙烯酰胺可能會影響健康，值得關注。市民應保持均衡飲食，多吃蔬果，避免進食燒焦的食物，以及減少進食經高溫處理(包括油炸和烘焗)並含豐富碳水化合物的食物。食物不應過度烹煮，例如烹煮時間過長或溫度過高。食物業界應在不影響產品安全和營養值的前提下，尋找減低丙烯酰胺水平的方法。

風險評估研究—

香港成年人從食物攝取丙烯酰胺的情況

有關香港市面出售食物含丙烯酰胺情況的跟進研究

目的

2010 年，食物環境衛生署(下稱“食環署”)轄下的食物安全中心(下稱“中心”)與消費者委員會(下稱“消委會”)合作進行“[部分受歡迎食物的丙烯酰胺含量](#)”研究，並同時進行了一項風險評估研究，以了解香港成年人從食物攝取丙烯酰胺的情況。這項風險評估研究根據 2005 至 2007 年香港市民食物消費量調查的數據，選取一些丙烯酰胺含量可能較高／受歡迎的本地食品進行分析，並評估市民攝入丙烯酰胺對健康帶來的風險。

背景

2. 2002 年 4 月，瑞典國家食物局與斯德哥爾摩大學研究人員發表的研究結果顯示，薯片和薯條等澱粉質食物含有丙烯酰胺。由於丙烯酰胺可能令人類患癌，而且具有基因毒性，隨之多個國家關注食物含丙烯酰胺會影響公眾健康的問題。
3. 基於上述研究結果，聯合國糧食及農業組織(下稱“糧農組織”)聯同世界衛生組織(下稱“世衛”)於 2002 年 6 月召開專家諮詢會議¹。與會專家認同食物含丙烯酰胺的問題值得關注，並認為食物含丙烯酰胺可能與食物本身的天門冬酰胺含量高並經高溫烹煮有關。
4. 食環署認為有需要進行研究，以檢測本港市民日常進食的食物(包括炒飯、炒麵、煎炸點心及油器等亞洲食物)的丙烯酰胺含量。食環署於是進行了兩項風險評估研究，分析本地食物的丙烯酰胺含量，並於 2003 年 12 月發表研究報告，分別為“[食物含丙烯酰胺的情況](#)”和“[油條含丙烯酰胺的情況](#)”。研究結果顯示，市民日常食用的食物，例如米飯、麵、麵包糕點及以麵粉漿製成的食品，丙烯酰胺含量一般偏低，但餅乾、薯條和脆片等小食的丙烯酰胺含量則較高。根據 1995 年香港成人飲食調查和 2000 年本港中學生食物消費量調查的結果，本港市民從食物攝入的丙烯酰胺分量，相對以西式膳食為主的人來說，屬較低水平。研究又發現，油條的丙烯酰胺含量隨着油炸的溫度和時間而增加，食物沾上粉漿油炸，可減低丙烯酰胺含量。

5. 中心又與消委會合作進行有關“測試油炸焗小食的致癌物—丙烯酰胺”的研究，結果已於 2006 年 10 月公布。該項研究分析小食和本地傳統食物的丙烯酰胺含量，並探討如何減低油炸芋頭塊的丙烯酰胺形成量。研究發現，薯片、薯條及餅乾的丙烯酰胺含量較高，一些麥類、米類和豆類食物、果仁及咖啡的含量則一般較低。油炸芋頭塊的實驗結果顯示，丙烯酰胺的含量隨着油炸的時間和溫度而增加，芋頭塊沾上粉漿可減低丙烯酰胺的含量。

6. 2010 年，中心再次與消委會合作，研究“部分受歡迎食物的丙烯酰胺含量”。中心根據該項研究，再進行相關的風險評估研究，評估市民從食物攝取丙烯酰胺的情況。風險評估研究的目的，是了解本港市面出售而丙烯酰胺含量可能較高和較受歡迎的食物現時的含量水平，以及根據 2005 至 2007 年香港市民食物消費量調查²所得的最新食物消費量數據，評估市民從膳食攝入丙烯酰胺的分量。

丙烯酰胺

7. 丙烯酰胺是一種無味的白色有機結晶體，熔點為攝氏 84 至 86 度³。丙烯酰胺容易產生聚合作用，形成聚丙烯酰胺。聚丙烯酰胺是一種高度交聯凝膠聚合物，工業用途廣泛。聚丙烯酰胺可用作助凝劑，以淨化食水⁴，又可用於製造紙品、紡織品、塑料和合成染料，並可用作建造壩基、隧道和污水管的漿料。

攝入途徑

8. 一般人攝入丙烯酰胺的主要途徑是從食物攝入。其他可能的次要攝入丙烯酰胺的途徑包括從空氣中吸人工業排放、經皮膚吸收消費品、從食水攝入等。另一方面，化驗室人員、製造業及灌漿工人可能在工作中接觸到較高水平的丙烯酰胺⁵。聚丙烯酰胺有時用作淨化食水的助凝劑，食水淨化後可能殘留小量未聚合的丙烯酰胺。世衛的《飲用水水質準則》訂明，食水中丙烯酰胺的準則值為每公升 0.5 微克⁶。至於從包裝物料攝入殘留的丙烯酰胺，則分量微乎其微⁷。現時，市民從膳食攝入的丙烯酰胺，主要來自含游離天門冬酰胺和還原糖並經攝氏 120 度以上高溫處理的食物，例如薯條、薯片、咖啡、糕餅、曲奇餅、麵包及餡卷 / 多士等⁴。

丙烯酰胺的代謝及對健康的影響

9. 人體攝入的丙烯酰胺容易經胃腸道吸收，廣泛分布於身體各組織，並迅速隨尿液排出⁴。
10. 動物研究顯示，單次口服劑量超過每公斤體重 100 毫克，才會引致急性中毒，半數致死量一般超過每公斤體重 150 毫克⁴。而人體攝入丙烯酰胺而致急性中毒的情況甚為少見⁵。丙烯酰胺的毒性主要損害動物神經系統。持續劑量的丙烯酰胺已證實會誘發動物腦部負責學習、記憶及其他認知功能的部位出現神經末梢退化情況。根據以大鼠進行的研究，引致神經系統形態改變的最大無作用劑量為每日每公斤體重 0.2 毫克。生殖研究顯示，口服劑量超過每日每公斤體重 7 毫克，會導致雄性齧齒動物生育能力下降，出現顯性致死作用，以及精子數目減少和形態改變，但對雌性齧齒動物的生育或生殖能力則並無不良影響。不過，口服最低作用劑量每日每公斤體重 2.5 毫克會導致大鼠子代體重輕微下降。此外，產生發育中神經毒性的最大無作用劑量為每日每公斤體重 10 毫克，造成生殖和發育影響的整體最大無作用劑量則為每日每公斤體重 2 毫克⁴。
11. 根據體內和體外測試，丙烯酰胺會引致哺乳動物細胞染色體斷裂，而且具有基因毒性⁴。體內測試顯示，丙烯酰胺會誘發小鼠和大鼠生殖細胞基因突變和染色體畸變；體外測試則證明，丙烯酰胺可導致基因突變和染色體畸變⁸。
12. 實驗發現，丙烯酰胺會令動物患癌，增加不同動物睾丸腹膜間皮瘤和甲狀腺濾泡狀腺瘤的發生率，以及出現甲狀腺、乳腺及中樞神經系統腫瘤的發生率。以生物測定法進行的測試顯示，丙烯酰胺亦會增加小鼠肺部多種腫瘤的發生率。
13. 1994 年，國際癌症研究機構評估丙烯酰胺的致癌性，認為有足夠證據證明丙烯酰胺會令實驗動物患癌，但沒有足夠證據顯示丙烯酰胺會令人類患癌，所以把丙烯酰胺分類為第 2A 組物質(可能令人類患癌的物質)⁸。
14. 由於丙烯酰胺是基因致癌物質，因此不能釐定安全攝入量。市民應在合理的情況下把丙烯酰胺的攝入量減至最少，以減低對健康造成的風險。糧農組織 / 世衛聯合食品添加劑專家委員會(下稱“專家委員會”)採用暴露限值，評估丙烯酰胺對人體健康構成的風險。暴露限值是一個商數，計算方法是把某種物質對健康造成不良影響的劑量下限值除以從食物攝入該物質的估計分量。暴露限值越低，對公眾健康的影響越大。專家委

員會根據人類從膳食攝入丙烯酰胺的估計平均分量(即一般攝入量的人為每日每公斤體重 0.001 毫克，高攝入量的人則為每日每公斤體重 0.004 毫克)(根據國家攝取量資料)，計算出丙烯酰胺的暴露限值如下⁹(表 1)：

表 1：專家委員會的丙烯酰胺毒性評估摘要

對實驗動物 的影響	最大無不良作用劑 量(NOAEL)或誘 發實驗動物 10% 腫瘤發生 率的基準劑量下 限(BMDL ₁₀)	經飲食攝入的暴露 限值		專家委員會注意到雖然以估算的一般攝入量計，產生不良的神經反應的機會不大，但是對高攝入量的人來說，不能排除神經線出現形態上的轉變的機會。
		一般攝入 量的人	高攝入 量的人	
大鼠神經 線出現形 態上的轉 變	0.2 (NOAEL)	200	50	
大鼠出現 乳腺腫瘤	0.31 (BMDL ₁₀)	310	78	專家委員會認為一化合物是有基因毒性和致癌的情况下，這些暴露限值顯示對健康有影響。
小鼠出現 哈氏腺腫 瘤	0.18 (BMDL ₁₀)	180	45	

專家委員會認為，由於丙烯酰胺具有基因毒性，而且可致癌，因此上述暴露限值顯示，攝入丙烯酰胺會影響健康，值得關注⁹。

15. 表 2 列出專家委員會對其他在食物加工過程中產生的有害化學物進行評估的結果，以作比較。

表 2：專家委員會計算出的多環芳香族碳氫化合物及氨基甲酸乙酯暴露
限值

化學物	通常含有 該化學物的 食物	暴露限值		值得關注的 程度
		一般攝入量 的人	高攝入量的人	

多環芳香族 碳氫化合物	燒烤肉類	25 000	10 000	低*
氨基甲酸乙 酯	發酵食品 (例如麵 包、芝士、 豉油及酒精 飲品)	20 000	3 800	低*

* 這並不是說多環芳香族碳氫化合物和氨基甲酸乙酯的毒性低或不值得關注，只是以暴露限值比較，丙烯酰胺對健康的影響較大，更值得關注。

丙烯酰胺在食物中的產生

16. 研究結果顯示，生的食物和用沸水烹煮的食物，丙烯酰胺含量不高¹⁰。以高溫(攝氏 120 度或以上)烹煮食物，特別是含豐富氨基酸天門冬酰胺的食物，食物內的還原糖(特別是葡萄糖和果糖)經褐化反應會產生丙烯酰胺。以油炸和烘焗等方法烹煮食物，溫度往往超過攝氏 120 度。此外，酸鹼值、烹煮溫度、加熱時間及食物含有某些配料都會影響丙烯酰胺的產生¹¹。

規管措施

17. 現時，香港與其他國家現時均沒有具體法規，規管食物中丙烯酰胺含量。中心曾就如何減低油條和炸芋片的丙烯酰胺含量進行研究，並建議食物業界採取一些措施，減低食物的丙烯酰胺含量。中心會參考與消委會合作進行的最新研究和這項風險評估研究所得的資料，製作指引，向業界建議有關減低馬鈴薯和穀類製品中丙烯酰胺含量的方法。

研究範圍

18. 這項研究選取一些丙烯酰胺含量可能較高的本地食物進行分析，以評估香港成年人從食物攝取丙烯酰胺的情況。選取的食物包括含豐富碳水化合物並經高溫處理，並在香港較受歡迎的食物。

研究方法

抽取樣本方法

19. 為進行這項研究，中心從本港市面收集了多款含豐富碳水化合物並可能經高溫處理的食物，進行丙烯酰胺含量分析。這些食物可能經攝氏 120 度以上的高溫烹煮或加工處理(如烘焗和油炸)，當中包括香脆零食、餅乾及餅類零食、炸薯條及薯格、焗薯、早餐穀類食品、脆皮花生、油炸點心，以及用作沖調朱古力飲料的朱古力粉。這些食物樣本中，有些即可食用，有些須加熱水沖調；有些是預先包裝食物，也有些是食肆烹調的食品。食物樣本從本港不同的食肆、超級市場及其他零售店鋪購買。

20. 選取樣本時，主要是挑選丙烯酰胺含量可能較高、常見和市面有售的食物或食品。這項風險評估研究採用的食物樣本，包括 90 個與消委會合作進行研究時分析的獨立樣本(分別屬於 21 個食物類別)，以及 5 個為複合樣本(包括 22 個個別樣本)。有關詳情請參閱表 3。

化驗分析

21. 有關的化驗分析工作由中心的食物研究化驗所負責進行。

22. 首先，把食物樣本的可食用部分均化，然後抽取適當分量(1 至 4 克)進行測試。用水提取測試部分的丙烯酰胺，經固相萃取法淨化處理後，再利用液相色譜串聯質譜聯用儀的技術測定丙烯酰胺的含量¹²。進行化驗分析時，以 D3-丙烯酰胺作為內參考物(代替物)，並採用單一實驗室確認法，與有證參考物質進行對比驗證，確認測試方法。檢測限和定量限分別為每公斤 3 微克和 10 微克。

食物消費量數據

23. 這項研究採用的食物消費量數據摘錄自 2005 至 2007 年香港市民食物消費量調查²的結果。該項調查以不記名和科學化的方法，抽出一些住戶的地址，對約 5 000 名年齡介乎 20 至 84 歲的香港成年人進行調查，以收集他們的食物消費量數據，例如進食的食物種類和分量，以及飲食習慣。該項調查以面談及電話訪問形式進行，通過飲食行為問卷、食物頻率問卷及非連續兩天的 24 小時膳食回顧法，收集受訪者的食物消費量數據。消費量數據和飲食行為問卷調查所得的數據按年齡和性別進行加權處理，代表香港 20 至 84 歲一般成年人的食物消費量。

估計膳食攝入量

24. 我們綜合從两天非連續 24 小時膳食攝取量獲得的加權平均人口食物消費量，和相關食品的食物消費量數據和各類食物組別的丙烯酰胺平均

含量，評估成年人從每項食品攝入丙烯酰胺的分量。成年人所個人攝入量，則是從所有是次研究的食品攝取總量的總和所得。如食物消費量數據並無與食物樣本完全對應的食物數據，便會根據類似食品的消費量數據，評估攝入量。我們把成年人從各類食物攝入的丙烯酰胺分量相加，便得出丙烯酰胺的總攝入量(參考附錄)。我們以消費量數據的平均值和第97.5百分位的數值分別作為一般攝入量和高攝入量的數值。

結果及討論

丙烯酰胺含量

25. 這項研究收集了90個獨立食物樣本和另外5個複合樣本的結果。有關結果按26個食物類別載列如下(表3)：

表3：食物類別及丙烯酰胺含量的結果

以獨立樣本進行分析(根據消費者委員會的研究)				
食物類別	樣本數目	丙烯酰胺含量(微克/公斤)		
		平均值	中位數	最低至最高
香脆小食				
薯片	12	788	595	160至3 000
芋頭片 / 芋頭條	3	191	92	11至470
蝦片 / 蝦條 / 蝦餅	6	152	123	檢測不到*至330
零食麵	2	78	78	35至120
粟米脆片 / 粟米脆條	6	179	139	16至480
米餅	3	20	14	6至39
香蕉片	3	115	81	74至190
炸薯和焗薯				
炸薯條及薯格	7	382	370	74至890
焗薯	3	82	71	15至160
餅乾				
芝士餅	2	255	255	150至360
消化餅	3	217	230	170至250
曲奇餅	6	115	83	42至250

梳打餅	5	96	68	39 至 200
脆皮朱古力餅	5	157	110	47 至 370
威化餅	5	144	150	53 至 280
夾心餅	4	305	325	61 至 510
小麥餅	5	203	140	87 至 390
餅乾條	2	196	196	32 至 360
其他餅類零食	2	1 115	1 115	130 至 2 100
早餐麥片				
粟米片	3	56	69	29 至 70
麥麩早餐麥片	3	240	200	59 至 460
以複合樣本進行分析(限於這項風險評估研究)				
食物類別	樣本數目	丙烯酰胺含量(微克 / 公斤)		
脆皮花生	3	83		
脆麻花	8	40		
油條	3	58		
芋角	5	210		
朱古力粉(作沖調朱古力飲料用)	3	檢測不到*(在即可飲用的狀態)		

* 檢測不到=少於每公斤 3 微克。以獨立樣本進行分析時，把檢測不到的測試結果設定為檢測限的一半，以便計算含量中位數和平均值。每個在“獨立樣本進行分析”的樣本會作單獨化驗，而每組在“複合樣本進行分析”的樣本會作一次化驗。

26. 總的來說，分析結果顯示，含豐富碳水化合物並經高溫處理的食物大部分都含有丙烯酰胺。有些食物(佔分析結果的 40%)的丙烯酰胺含量相對較少(少於每公斤 100 微克)，但有些食物(佔分析結果的 3.2%)的含量則較高(超過每公斤 1 000 微克)。

27. 薯片的丙烯酰胺平均含量為每公斤 788 微克，含量範圍介乎每公斤 160 微克至 3 000 微克。這項研究分析的各類食物中，薯片的丙烯酰胺含量差異最大。有兩個薯片樣本的丙烯酰胺含量超過每公斤 1 000 微克(每公斤 1 300 微克和 3 000 微克)，其中一個樣本的含量達每公斤 3 000 微克，是食環署和食安中心歷來從研究樣本檢測到的丙烯酰胺最高含量。薯片一般由馬鈴薯切片或馬鈴薯粉/澱粉加工製成。不同品種的馬鈴薯，天門冬酰胺和還原糖的含量會有差異。此外，以低溫冷藏馬鈴薯會增加還原糖含量。有些研究指出，選用天門冬酰胺和還原糖含量較低的馬鈴

薯品種；避免在攝氏 6 度以下的低溫貯存馬鈴薯；調校烹煮時間和溫度，以製成淺金黃色的薯片，以及棄掉色澤較深的薯片，均有助減低丙烯酰胺的含量。以馬鈴薯粉/澱粉加工製造薯片時，採用天門冬酰胺和還原糖含量較低的原料代替部分馬鈴薯粉，亦可減低丙烯酰胺含量。此外，可使用天門冬酰胺酶分解馬鈴薯的天門冬酰胺¹³。

28. 至於炸薯條及薯格，丙烯酰胺的平均含量為每公斤 382 微克，含量範圍介乎每公斤 74 微克至 890 微克。除了馬鈴薯本身的天門冬酰胺和還原糖含量及加工方法外，馬鈴薯的切法亦會影響丙烯酰胺的含量。丙烯酰胺容易在食物的表面形成，厚切的馬鈴薯表面面積較薄切的為小，丙烯酰胺含量較低¹⁹。

29. 芋頭片 / 芋頭條的丙烯酰胺平均含量為每公斤 191 微克，含量範圍介乎每公斤 11 微克至 470 微克。芋頭和馬鈴薯一樣，都含有天門冬酰胺和還原糖。2006 年，中心與消委會合作進行有關“測試油炸焗小食的致癌物 — 丙烯酰胺”的研究，結果發現芋頭塊沾上粉漿油炸，可減低丙烯酰胺含量，因為粉漿會避免芋頭因水分流失而表面褐化，產生丙烯酰胺。此外，縮短烹煮時間和溫度亦有助降低丙烯酰胺的含量。

30. 一些經常食用的食品丙烯酰胺平均含量相對較低，其中包括蝦片 / 蝦條 / 蝦餅(平均含量為每公斤 152 微克，含量範圍介乎檢測不到至每公斤 330 微克)、零食麵(平均含量為每公斤 78 微克，含量範圍介乎每公斤 35 微克至 120 微克)、米餅(平均含量為每公斤 20 微克，含量範圍介乎每公斤 6 微克至 39 微克)、梳打餅(平均含量為每公斤 96 微克，含量範圍介乎每公斤 39 微克至 200 微克)、焗薯(平均含量為每公斤 82 微克，含量範圍介乎每公斤 15 微克至 160 微克)、粟米片(平均含量為每公斤 56 微克，含量範圍介乎每公斤 29 微克至 70 微克)，以及用作沖調朱古力飲料的朱古力粉(在即可飲用時檢測不到丙烯酰胺)。有一個蝦片樣本和全部朱古力飲料複合樣本檢測不到丙烯酰胺(即少於每公斤 3 微克)。這個蝦片樣本的配料表顯示，蝦片和其他大部分食物樣本不同，並不是以馬鈴薯、粟米或小麥為主要配料，而是用木薯澱粉製成。木薯澱粉的天門冬酰胺和還原糖含量相當低，可能不利產生丙烯酰胺。至於用作沖調朱古力飲料的朱古力粉，配製時經加熱處理，而且原料可能含有天門冬酰胺和還原糖，因此在加工過程中可能產生丙烯酰胺。朱古力粉加工時，如果可以把天門冬酰胺和還原糖的含量保持在低水平，即使經加熱處理，最終製成的朱古力粉丙烯酰胺含量亦會偏低。在用朱古力粉沖製的即可飲用朱古力飲料的過程中，由於稀釋的關係，可能令丙烯酰胺水平降至不能檢出。基於同一道理，零食麵和梳打餅以小麥製造，粟米片以粟米製造，兩種配料的天門冬酰胺和還原糖的含量水平相若，丙烯酰胺含量可能會較

高。不過，如果有一個不利丙烯酰胺形成的因素，例如天門冬酰胺含量低、還原糖含量低或烹煮溫度較低，則丙烯酰胺含量便會較低。3 個米餅樣本的丙烯酰胺含量都少於每公斤 100 微克，這可能是由於米的天門冬酰胺含量低，不利產生丙烯酰胺。至於焗薯，丙烯酰胺含量已知較炸薯(炸薯條及薯格)為低。

31. 粟米脆片 / 粟米脆條(平均含量為每公斤 179 微克，含量範圍介乎每公斤 16 微克至 480 微克)的主要成分為粟米粉，天門冬酰胺含量與小麥粉相若(粟米為每公斤 70 毫克至 3 000 毫克，小麥則為每公斤 75 毫克至 2 200 毫克)¹³，因此粟米脆片 / 粟米脆條的丙烯酰胺含量亦與小麥製品相若。香蕉片(平均含量為每公斤 115 微克，含量範圍介乎每公斤 74 微克至 190 微克)已知天然含有天門冬酰胺和豐富的還原糖(例如葡萄糖和果糖)。食物在溫度高於攝氏 120 度的製乾過程中會產生丙烯酰胺。有些麥麩早餐麥片類食品(平均含量為每公斤 240 微克，含量範圍介乎每公斤 59 微克至 460 微克)的丙烯酰胺含量較粟米片高。研究發現，有一個有些麥麩早餐麥片樣本以含有還原糖的蜜糖作為配料，加上加工方法有利產生丙烯酰胺，因此令丙烯酰胺的含量增加。

32. 餅乾及餅類零食的丙烯酰胺含量差異甚大，由餅乾條樣本的每公斤 32 微克至零食類餅乾樣本的每公斤 2 100 微克不等，這主要因為不同食品的加工方法不同所致。食物會否產生丙烯酰胺，視乎實際加工時間與溫度而定。原料中的游離天門冬酰胺和還原糖的含量高，亦會令這些食品的丙烯酰胺含量增加⁴。此外，已知使用膨脹劑碳酸氫銨會增加丙烯酰胺的含量。另一方面，使用酵母或其他非銨類膨脹劑則有助減低丙烯酰胺的含量¹³。

33. 脆皮花生(每公斤 83 微克)及中式點心如脆麻花(每公斤 40 微克)、油條(每公斤 58 微克)及芋角的測試結果不一。複合樣本的分析結果顯示，上述首三種食品的丙烯酰胺含量少於每公斤 100 微克，芋角的含量則為每公斤 210 微克。芋角含豐富碳水化合物，用油炸而成，表面面積較大而且鬆化，無論烹煮溫度、化學物前體和表面面積等因素都有利產生丙烯酰胺。芋頭片 / 芋頭條同樣用油炸而成，丙烯酰胺平均含量為每公斤 191 微克。

34. 以餅乾及餅類零食、早餐穀類食品、炸薯條及薯片的丙烯酰胺最高含量來說，本港的測試結果與歐洲國家的研究大致相若^{14、15}(表 4)。

表 4：比較歐盟與香港某些食品的丙烯酰胺最高含量

食品	歐盟 (2003 至 2006 年) 最高含量 (微克 / 公斤)	歐盟 (2007 年) 最高含量 (微克 / 公斤)	歐盟 (2008 年) 最高含量 (微克 / 公斤)	香港 (2010 年) 最高含量 (微克 / 公斤)
餅乾	3 324	4 200	-	-
• 餅類零食	-	-	1 042	2 100
• 威化餅	-	-	2 353	280
早餐穀類食品	846	1 600	2 072	460
炸薯條	3 428	2 668	2 466	890
薯片	4 215	4 180	4 382	3 000

市民從食物攝取丙烯酰胺的情況及與其他國家的比較

35. 評估結果顯示，以香港平均食用該等食物成年人(體重 61.22 公斤，食用人數：加權 = 2 407 746，沒有加權 = 2 151)從食物攝入丙烯酰胺的分量來說，一般攝入量的人約為每日每公斤體重 0.13 微克(每日約 8.1 微克)，高攝入量的人(攝入量屬第 97.5 百分位)則為每日每公斤體重 0.69 微克(每日約 42 微克)。

36. 2002 年 6 月，世衛舉行專家諮詢會議，估計以西式膳食為主的人從食物攝入的丙烯酰胺分量(即每日每公斤體重 0.3 微克至 0.8 微克)¹⁶，本港一般攝入量和高攝入量的人丙烯酰胺攝入量都不超出或低於世衛估計的水平。2004 年，澳洲一般攝入量的國民平均從膳食攝入的丙烯酰胺分量，估計為每日每公斤體重 0.5 微克，高攝入量的人則為每日每公斤體重 1.5 微克。至於新西蘭，2006 年的攝入量數據顯示，國民從膳食攝入的丙烯酰胺分量介乎每日每公斤體重 0.9 微克至 2.4 微克¹⁷。美國食品及藥物管理局於 2006 年估計，國民的平均攝入量為每日每公斤體重 0.4 微克¹⁸。加拿大衛生部於 2009 年的報告指出，加拿大成年人的估計平均攝入量介乎每日每公斤體重 0.3 微克至 0.4 微克¹⁹。歐洲食物安全局估計，2007 年歐盟成員國國民的平均攝入量為每日 20 微克，2003 至 2006 年則為每日 30 微克¹⁴。因此，與上述國家相比，本港市民從食物攝入的丙烯酰胺平均分量並不算特別高。

37. 在計算攝入量時，把抽樣的食物類別對比 2005 至 2007 年香港市民食物消費量調查所得的消費量數據。如果沒有完全對應的類別，便會採用最接近的食物類別的消費量數據作出評估。例如“零食 / 小食(未指明項目)”、“芋頭”及“脆烤粟米小食”的消費量數據，分別用作“零食麵”、“芋頭片 / 芋頭條”及“粟米脆片 / 粟米脆條”三個食物類別的數據(參考附錄)。此外，“炸兩腸粉”中的油條與“油條”的消費量數據合併計算，以得出“油條”的總消費量。

暴露限值及對市民健康的影響

38. 這項研究根據最易誘發小鼠哈氏腺腫瘤的劑量下限，計算出一般成年人的暴露限值為 1 385，高攝入量的人則為 261，這些數值偏低，顯示丙烯酰胺可能影響人體健康，值得關注。因此，本港應繼續致力減低食物的丙烯酰胺含量。

研究的局限

39. 雖然研究分析的樣本數目較多，攝入量評估工作會較為精確，所得的數字會更為準確，但礙於化驗室資源有限，所以須作出妥協。這項風險評估研究引用了 90 個與消委會合作研究的獨立樣本分析結果，另外只增加 5 個複合樣本。由於只作 95 個樣本分析，這項研究並未涵蓋所有含丙烯酰胺的食物，只抽取丙烯酰胺含量可能較高的受歡迎本地食品或食物作為樣本。另一方面，並非所有食物樣本都有相應的食物消費量數據，因此評估消費量和攝入量時，須採用某些近似數據。至於檢測不到的分析結果，我們會按照聯合國農糧組織和世衛的建議，採用保守的做法，計算時把檢測不到的結果設定為檢測限的一半。

40. 此外，即使同一種食品，如批次不同，丙烯酰胺含量會有很大差別，因此這項研究的結果只能概略反映某些本地食物的丙烯酰胺含量。本港即將進行總膳食研究，結果可望更準確反映市民從膳食攝入丙烯酰胺的情況。總膳食研究會分析按市民飲食習慣製備的膳食，並會顧及季節性差異，評估所得的丙烯酰胺整體攝入量會更為貼近實際情況。

結論及建議

41. 含豐富碳水化合物並經高溫處理的食物，例如烘焗和油炸食物，都含有丙烯酰胺，含量多寡視乎食物的配料和加工方法而定。有關部分市

面出售和受歡迎食物的研究顯示，大部分不同類別的食物樣本或多或少都含有丙烯酰胺，當中“薯片”和“其他餅類零食”的平均含量相對較高。本港成年人從膳食攝入丙烯酰胺的分量，與一些發展國家比較屬相若或較低水平。暴露限值的分析結果顯示，根據現有的攝入量數據，市民從膳食攝入丙烯酰胺可能會影響健康(特別是高攝入量的人)，值得關注。因此，本港應繼續致力減低本地食物的丙烯酰胺含量。

42. 現時有關丙烯酰胺含量的數據，並不足以改變一般的健康飲食建議。市民應保持均衡飲食，多吃蔬果，避免進食燒焦的食物，以及減少進食經高溫處理(包括油炸和烘焗)的含豐富碳水化合物食物。

給公眾的建議

43. 為減低食物含丙烯酰胺的風險，市民不應過度烹煮食物，即烹煮時間過長或溫度過高。不過，所有食物(特別是肉類和肉類製品)都必須徹底煮熟，以消滅食源性致病菌。

給業界的建議

44. 食物業界人士應尋求方法，在不影響食品安全和營養價值的情況下，減低食物中丙烯酰胺的含量。業界人士可參考中心稍後發出有關減低食品中丙烯酰胺含量的指引。

參考文件

¹ World Health Organization. WHO to hold urgent expert consultation on acrylamide in food after findings of Swedish National Food Administration. 2002 [cited 2010 Nov 8]. Available from: URL:

<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/release32/en/index.html>

² Department of Biochemistry, Chinese University of Hong Kong. Hong Kong Population-Based Food Consumption Survey 2005 - 2007. Hong Kong: Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department; 2010.

³ The Commission of European Union. The International Chemical Safety Cards: Acrylamide - ICSC: 0091. 2000 Apr. [cited 2010 Jul 20]. Available from : URL: <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0091.htm>

⁴ JECFA. Summary and conclusions of the 64th meeting. 2005 [cited 2010 Aug 2]. Available from: URL:

http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/summary_report_64_final.pdf

⁵ European Commission. Risk Assessment of Acrylamide. 2002 [cited 2010 Aug 2]. Available from: URL:

http://ecb.jrc.ec.europa.eu/documents/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/acrylamidereport011.pdf

⁶ WHO. Guidelines for drinking-water quality. 2nd ed. Geneva:WHO; 1993.

⁷ WHO. Acrylamide. Health and Safety Guide No. 45 Geneva: WHO; 1991. [cited 2010 Jul 20]. Available from: URL:

<http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg045.htm>

⁸ IARC. Acrylamide - Summary of data reported and evaluations. 60(1994) [cited 2010 Aug 2]. Available from: URL:

<http://www.inchem.org/documents/iarclist/vol60/m60-11.html>

⁹ JECFA. Summary and conclusions of the 72nd meeting. 2010 [cited 2010 Aug 2]. Available from: URL:

[http://www.fao.org/ag/agn/agns/jecfa/JECFA72%20Summary%20Version%2016%20%20Mar%20FINAL%20rev%20\(2\).pdf](http://www.fao.org/ag/agn/agns/jecfa/JECFA72%20Summary%20Version%2016%20%20Mar%20FINAL%20rev%20(2).pdf)

¹⁰ European Commission. Opinion of the Scientific Committee on Food on new findings regarding the presence of acrylamide in food. Belgium: European Commission; 2002 [cited 2010 Jul 30]. Available from: URL:

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf

¹¹ Health Canada. Major pathway of formation of acrylamide in food and possible approaches to mitigation. 2005 [cited 2010 Jul 28]. Available from: URL:

http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/major_pathway-voie_09_mar_05-eng.php

¹² Ono H, Chuda Y, Ohnishi-kameyama M, Yada H, Ishizaka M, Kobayashi H,

et al. Analysis of acrylamide by LC-MS/MS and GC-MS in processed Japanese foods. *Food Additives and Contaminants* 2003; 20:215 – 20.

¹³ Codex Alimentarius. Code of Practice for the Reduction of Acrylamide in Food. 2009 [cited 2010 Nov 8]. Available from: URL:

http://www.codexalimentarius.net/download/standards/11258/CXP_067e.pdf

¹⁴ European Food Safety Authority. Scientific Report of EFSA. Results on the monitoring of acrylamide levels in food. 2009.

¹⁵ European Food Safety Authority. Scientific Report of EFSA. Results on acrylamide levels in food from monitoring year 2008. 2010.

¹⁶ WHO. Health Implications of Acrylamide in Food: Report of a joint FAO/WHO consultation, WHO Headquarters, Geneva, Switzerland, 25-27 June 2002. Geneva: WHO; 2002. Available from: URL:

http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylamide_june2002/en/

¹⁷ Food Standards Australia New Zealand. Acrylamide and food. 2010 March [cited 2010 Nov 3]. Available from: URL:

<http://www.foodstandards.gov.au/consumerinformation/acrylamideandfood.cfm>

¹⁸ United States Food and Drugs Administration. The 2006 Exposure Assessment for Acrylamide. 2006 May [cited 2010 Nov 8]. Available from: URL:

<http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/UCM197239.pdf>

¹⁹ Health Canada. Canadian Exposure Assessment for Acrylamide in Food. 2009 Feb [cited 2010 Nov 8]. Available from: URL:

http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/can_exp_acryl_food-alim-eng.php

附錄

香港成年人平均從膳食中攝入丙烯酰胺的水平

食物類別	平均攝入量 ¹ (每公斤體重計算/每日/微克)	佔總攝入量的百分比
餅乾條和其他餅類零食 ²	0.0392	29.65%
炸薯條及薯格	0.0339	25.60%
薯片	0.0186	14.08%
焗薯 ³	0.0110	8.33%
梳打餅	0.0046	3.47%
夾心餅	0.0041	3.08%
芋頭片 ⁴	0.0039	2.94%
脆皮花生 ⁵	0.0031	2.34%
曲奇餅	0.0027	2.04%
芝士餅	0.0020	1.49%
消化餅	0.0018	1.35%
小麥餅	0.0016	1.24%
脆皮朱古力餅 ⁶	0.0014	1.06%
油條	0.0012	0.88%
粟米片	0.0008	0.61%
蝦片 / 蝦條 / 蝦餅	0.0006	0.46%
威化餅	0.0006	0.43%
麥麩早餐麥片	0.0004	0.27%
芋角	0.0003	0.24%
粟米脆片 / 粟米脆條 ⁷	0.0002	0.16%
朱古力粉沖調的朱古力飲料 ⁸	0.0002	0.13%
零食麵 ⁹	0.0001	0.08%
米餅	0.0001	0.05%
香蕉片	0.0000	0.02%
脆麻花	0.0000	0.01%
總計:	0.1324	100.00%

* 由於四捨五入，數值的總和可能不等於總計。在計算時，檢測不到的樣本(<3 µg/kg)，會用檢測限的一半（即是 1.5 µg/kg）作運算。

¹ 平均攝入量的資料是經過年齡和性別的加權處理。

² 使用了“餅乾（未指明項目）”食品類別的平均膳食攝取量。

³ 使用了“馬鈴薯”食品類別的平均膳食攝取量。

⁴ 使用了“芋頭”食品類別的平均膳食攝取量。

⁵ 使用了“花生”食品類別的平均膳食攝取量。

⁶ 使用了“餅乾（朱古力外層）”和“朱古力味餅乾”食品類別的平均膳食攝取量。

⁷ 使用了“脆烤粟米小食”食品類別的平均膳食攝取量。

⁸ 使用了“朱古力飲品”食品類別的平均膳食攝取量。

⁹ 使用了“零食（未指明項目）”食品類別的平均膳食攝取量。