

市售堅果的黃曲霉毒素含量研究調查

一 摘要

堅果在收穫前後、加工及貯存等過程處理不當，容易使其發霉和受損，導致空氣中的某些霉菌孢子有機會侵染堅果，助長黃曲霉毒素的產生。為瞭解本澳市售堅果的食用安全情況，市政署食品安全廳於 2015 年第一季度分別於本澳超級市場及百貨公司，合共抽取 40 個堅果樣本進行黃曲霉毒素 B1 專項食品調查¹，結果顯示整體合格率為 100%。

此外，本署已發布新聞稿向業界及市民傳達有關專項食品調查結果，以及將有關的結果上載於食品安全資訊網及食安資訊手機應用程式。

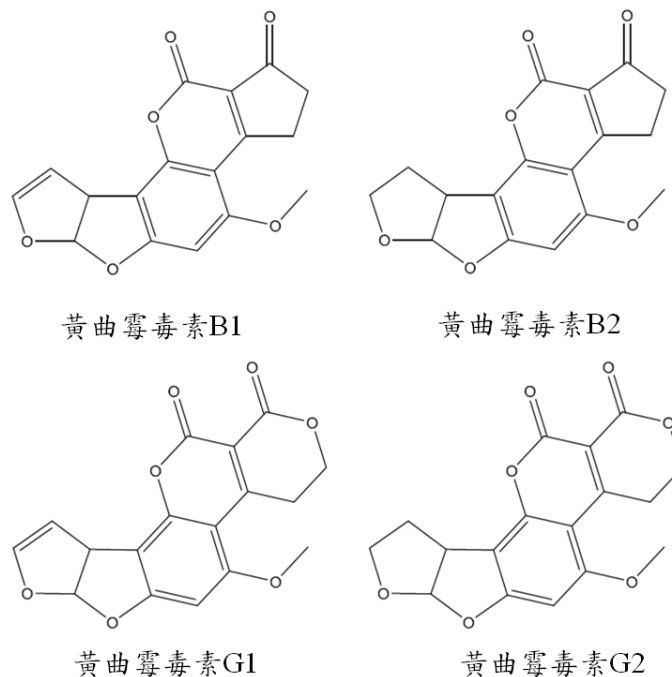
二 背景資料

1. 堅果含有豐富的不飽和脂肪酸、纖維、維生素及多種礦物質等，有助於提高身體的免疫力，另因其亦含有抗氧化成分，故有助減少心血管疾病的發病率。堅果主要分兩類，一是木本堅果（Tree nuts），包括核桃、杏仁、腰果、開心果、山核桃、榛子等；二是種子(Seeds)，包括花生、南瓜籽等。美國心臟協會於《Circulation Research》雜誌發布最新研究²³發現，2 型糖尿病患者食用堅果有助降低患心腦血管疾病的風險，尤其是木本堅果。
2. 本澳市售的堅果品種豐富，主要以進口堅果為主，產地來源包括中國、香港、美國等多個國家及地區。倘若堅果在收穫前後、加工及貯存等過程處理不當，如長時間暴露於溫暖潮濕的環境中，便有機會導致空氣中的霉菌孢子侵染堅果，有利黃曲霉毒素的產生。

黃曲霉毒素的特性

3. 黃曲霉毒素^{4, 5, 6, 7}是一組天然存在的毒素，主要是由黃曲霉菌屬 (*Aspergillus*) 的一些霉菌產生的二次代謝物，無色無味，熱穩定性高，在已知的 14 種或以上黃曲霉毒素中，黃曲霉毒素 B1、B2、G1 及 G2 (化學結構式見圖 1) 對人類及動物健康的影響最受關注。在各類黃曲霉毒素中，以黃曲霉毒素 B1 最常見，毒性最大，引致肝癌的能力最強。多項研究發現受黃曲霉毒素污染的食品中，若沒有發現黃曲霉毒素 B1，通常也不會發現黃曲霉毒素 B2、G1 及 G2⁷。黃曲霉毒素常常被發現存在於堅果、種子等農作物及其製品中，而一般的烹調和加熱過程無法將其分解或完全去除。

圖 1. 黃曲霉毒素 B1、B2、G1 和 G2 的結構圖



4. 根據世界衛生組織發布的食品安全文摘⁸，黃曲霉毒素過去至今已為經濟帶來重大負擔，估計每年約毀掉全世界 25% 以上的糧食作物。此外，相關的研究⁹更指出，根據各國對黃曲霉毒素膳食暴露的估計，發展中國家與發達國家存在明顯的差異，其中發展中國家對黃曲霉毒素的膳食風險較發達國家更為嚴重，造成差異的原因主要與飲食結構及食品監管力度有關。發達國家飲食多樣化，而可能出現黃曲霉毒素的食品會被密切監測和嚴格監管，故此，黃曲霉毒素中毒風險非常低；然而，發展中國家的人民經常依賴少數幾種主要作物，當這些作物生長或貯存的環境有利霉菌生長時，黃曲霉毒素污染的風險便會增加，再加上缺乏完善的食品監測和監管機制，因此黃曲霉毒素的慢性暴露很難避免。
5. 目前農作物在生產、貯存等過程中仍無法完全預防霉菌之生長，以及排除食品中黃曲霉毒素的污染。世界上較為普遍的干預措施包括收穫後採取預防措施以便維持適當的貯存條件（包括控制貯存的濕度、溫度等），其他措施如化學除污或使用腸道吸附劑，可用於從已被污染的食品中降低黃曲霉毒素。

對健康的影響（包括急性毒性、慢性毒性、致癌性等）

6. 而有關黃曲霉毒素的毒性研究方面，一般情況下，人類因攝入黃曲霉毒素而引起急性中毒的個案很罕見，而主要的中毒病徵包括發燒、嘔吐及黃疸病，也可能引致急性肝臟受損，情況嚴重甚至會致命。另外，有科學研究指出黃曲霉毒素可能會引致肝硬化、腫瘤、形成畸胎及其他遺傳影響。
7. 根據世界衛生組織下屬的國際癌症研究機構(IARC)的研究報告^{10, 11, 12}，目前已有足夠的證據顯示黃曲霉毒素對人和動物均具有致癌作用，且會誘導胚胎畸形，對人及動物肝臟組織有破壞作用。此外，報告亦指出相關的研究顯示攝入黃曲霉毒素會降低人體或動物的免疫力，造成營養紊亂等不良影響，更有機會引起急慢性中毒（主要是肝臟受損）甚至死亡，因此，黃曲霉毒素被列為令人類患癌的物質（第 1 組）。

8. 另外，相關的研究⁷亦指出黃曲霉毒素的致癌能力對不同人群存在差異，如患有乙型肝炎的人士對於黃曲霉毒素較為易感，其因攝入黃曲霉毒素而患肝癌的相對風險亦較高，因此，減少黃曲霉毒素暴露將會是較為可取及有利於降低風險的有效措施。

本澳監管措施

9. 本澳第 13/2016 號行政法規《食品中真菌毒素最高限量》¹³分別對“花生及其製品”，以及“除花生外的其他熟製堅果和籽類及其製品”中黃曲霉毒素 B1 設定最高限量。

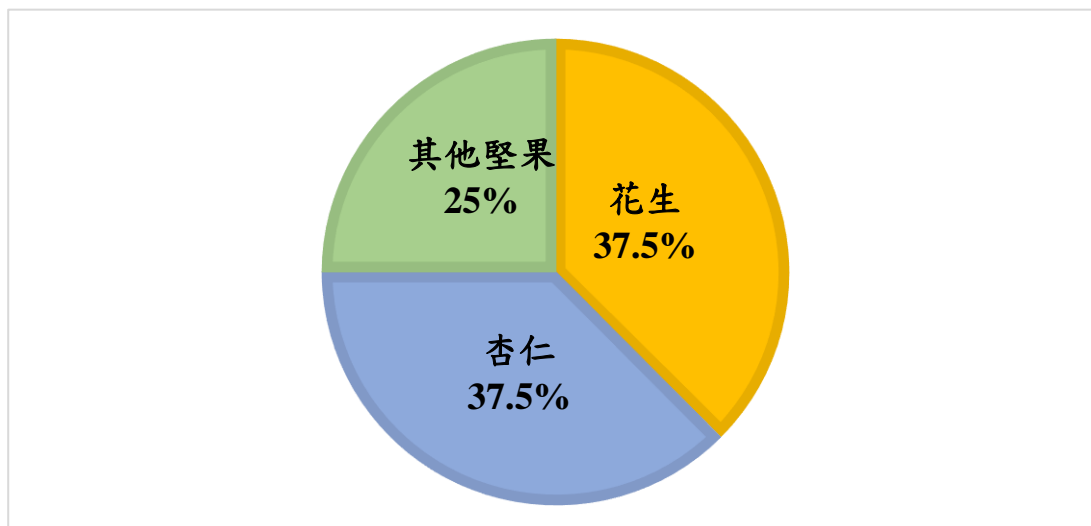
三 目的

是次研究調查旨在瞭解本澳市售堅果中黃曲霉毒素含量，以確保本澳市售堅果符合食用安全要求。

四 檢測樣本及項目

10. 是次專項食品調查工作由食品安全廳及相關的檢驗檢測機構於 2015 年第一季度共同進行。抽樣地點為本澳超級市場及百貨公司，合共抽取 40 個樣本（圖 2），包括花生、焗杏仁、開心果等，並進行黃曲霉毒素 B1 檢測。

圖 2. 市售堅果專項食品調查抽樣比例



五 結果及建議

11. 檢測結果方面，參考本澳第 13/2016 號行政法規《食品中真菌毒素最高限量》之相關要求，所有堅果樣本的黃曲霉毒素 B1 含量均低於最高限量 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ （花生及其製品）或 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ （除花生外的其他熟製堅果和籽類及其製品），符合上述法規要求（表 1），整體合格率為 100%。

表 1. 市售堅果專項食品調查結果

堅果樣本	樣本數量	超出本澳相關標準的 樣本數目	黃曲霉毒素 B1 含量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
花生	15	0	未檢出
杏仁	15	0	未檢出
其他堅果	10	0	未檢出

註：未檢出為檢測結果低於 2.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

12. 有關的研究調查有助初步瞭解本澳市售堅果中黃曲霉毒素含量情況，亦為日後開展相關工作提供科學依據。此外，本署已發布新聞稿向業界及市民傳達有關專項食品調查結果，以及將有關結果上載於食品安全資訊網及食安資訊手機應用程式。
13. 另外，部分堅果所含的脂肪、鹽分等含量較高，攝取過量會導致肥胖，建議市民保持均衡和多元化飲食，適量食用堅果。另外，雖然檢測結果滿意，但考慮到黃曲霉毒素可能在貯存過程中增加，故建議業界及市民應將堅果貯存於陰涼乾燥的地方，開封後應盡快食用。
14. 給業界的建議：
- 應謹慎選擇可靠的貨源及供應商；
 - 應遵從「先入先出」原則，妥善貯存食品；
 - 避免食品貯存於溫暖潮濕的環境，以減低真菌毒素污染的風險；
 - 若發現食品存有發霉或損壞跡象，便應棄掉；
 - 另外，業界有義務保存食品進出貨記錄或相關單據，以便有需要時，供權限部門追蹤食品的來源和流向，保障自身利益。

15. 給市民的建議：

- 應光顧信譽良好的店舖，注意食品的貯存條件；
- 留意包裝是否完整和注意食用期限；
- 購買後應按照包裝上標示的保存方法妥善貯存；
- 由於網上買賣或代購外地食品難以核實其生產、貯存和運送等過程是否符合食品衛生安全要求，市民應避免藉以上途徑購買食品；
- 如對食品的質量存疑，便不應購買和食用。

備註：一般情況下，抽檢的堅果樣本數量越多，越有助於瞭解市售堅果之食用安全情況，是次調查僅選取部分市面常見的堅果作為抽檢樣本，故有關的調查結果只能概略地反映本澳市售堅果在某一時期的黃曲霉毒素含量。

2019年7月

六 參考資料

1. 澳門市政署（前民政總署）：《民署食安中心公佈預包裝堅果專項調查結果》。2015年5月29日。
網址：
<https://www.foodsafety.gov.mo/c/foodinspec3/detail/43f0f6c7-bf87-4806-b340-4cb640a83c2c>
2. Liu G, Guasch-Ferré M, Hu Y, Li Y, Hu FB, Rimm EB, Manson JE, Rexrode KM and Sun Q. Nut Consumption in Relation to Cardiovascular Disease Incidence and Mortality Among Patients With Diabetes Mellitus. *Circulation Research* 2019; 124: 920-929.
網址：
<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCRESAHA.118.314316>
3. 中國合肥市包河區人民政府：《吃堅果降低糖尿病患者心血管疾病風險》。2019年2月12日。
網址：
<http://baohe.gov.cn/DocHtml/1/19/03/00299988.html>
4. European Food Safety Authority (EFSA). Effect on public health of a possible increase of the maximum level for ‘aflatoxin total’ from 4 to 10 µg/kg in peanuts and processed products thereof, intended for direct human consumption or use as an ingredient in foodstuffs. *EFSA Journal* 2018; 16(2): 5175.
網址：
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5175>
5. 香港食物環境衛生署：《食物中的黃曲霉毒素》。2012年8月第73期。
網址：
https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_73_02.html

6. 香港食物環境衛生署：《黃曲霉毒素：最惡名昭彰的霉菌毒素》。2019 年 4 月第 153 期。
網址：
https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_153_02.html
7. World Health Organization (WHO). Evaluation of certain contaminants in food. WHO Technical Report Series, No.1002, 2017.
網址：
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254893/9789241210027-eng.pdf;jsessionid=EFC1A410421C194A5710A90490550761?sequence=1>
8. World Health Organization (WHO).Aflatoxins. Food Safety Digest 2018.
網址：
https://www.who.int/foodsafety/FSDigest_Aflatoxins_EN.pdf (英文版)
https://www.who.int/foodsafety/FSDigest_Aflatoxins_CH.pdf (中文版)
9. Charles WS. Breaking the Mold: New Strategies for Fighting Aflatoxins. Environmental Health Perspectives 2013; 121: 9.
網址：
<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/ehp.121-a270> (英文版)
<https://ehp.niehs.nih.gov/cms/attachment/87fade4b-1348-4d96-9ab3-1b57f927c29a/ehp.121-a270.zh.pdf> (中文版)
10. International Agency for Research on Cancer (IARC). Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 1993; 56: 245-395.
網址：
<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono56.pdf>
11. International Agency for Research on Cancer (IARC). Chemical agents and related occupations. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic

Risks to Humans 2010; 100F: 225-248.

網址：

<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-23.pdf>

12. International Agency for Research on Cancer (IARC). Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene, and styrene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 2002; 82: 171-300.

網址：

<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono82.pdf>

13. 澳門印務局：第 13/2016 號行政法規《食品中真菌毒素最高限量》。

網址：

https://bo.io.gov.mo/bo/i/2016/22/regadm13_cn.asp