

風險評估研究

第 61 號報告書

化學物危害評估

食物中的柄曲霉素

香港特別行政區政府

食物環境衛生署

食物安全中心

2019 年 8 月

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	4
背景	4
含柄曲霉素的食物	5
毒性	5
安全參考值	6
規管	6
研究範圍	6
研究方法及化驗分析	7
研究方法	7
化驗分析	7
分析值低於檢測限的處理方法	7
結果及討論	8
柄曲霉素含量	8
從膳食攝入柄曲霉素的分量	9
主要膳食來源	10
與外國研究結果比較	11
研究的不確定因素和局限	12
結論及建議	12
參考資料	14
附錄	
附錄 I 從研究收集所得的食物樣本檢測到的柄曲霉 素平均含量(微克 / 公斤)	16

食物中的柄曲霉素

摘要

柄曲霉素是一種霉菌毒素，可由多種真菌產生。柄曲霉素因食物在貯存時受霉菌污染而形成，不會在田間的農作物出現。一些食物如穀類、穀類製品、芝士、咖啡豆、香料、堅果和啤酒，都曾發現含有柄曲霉素。

2. 動物研究顯示柄曲霉素可引致急性中毒，主要受影響的器官是肝臟和腎臟。歐洲食物安全局和聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織食品添加劑聯合專家委員會都認為，柄曲霉素具基因毒性，能引發癌症。國際癌症研究機構把柄曲霉素列為第 2B 組物質，即可能令人類患癌的物質。

3. 柄曲霉素誘發雄性大鼠肝臟血管肉瘤發病率增加 10% 的最低基準劑量可信限下限為每天每公斤體重 0.16 毫克。以這下限計算暴露限值，可評估人類攝入柄曲霉素的健康風險。暴露限值越低，公眾健康可能受影響的程度越大。歐洲食物安全局認為，暴露限值如在 10 000 或以上，則對公眾健康的影響輕微。

4. 這項研究旨在(i)檢測本地市場選定類別食品的柄曲霉素含量；(ii)估算本港成年人從這些食品攝入柄曲霉素的分量；以及(iii)評估相關的健康風險。

研究方法

5. 我們參照在海外研究中發現含柄曲霉素的食物種類，從本地零售市場採集了 331 個食物樣本進行化驗。這些樣本屬於 12 個食物組別，分別為“麵粉”、“早餐麥片”、“乾香料”、“穀類”、“粉麪”、“烘焙食品”、“咖啡豆”、“澱粉代用品”、“花生及堅果”、“芝士”、“啤酒”和“醃製肉類”。

結果

6. 我們分析上述 331 個樣本後發現，有 32 個(約 10%)含柄曲霉素，所屬食物組別為“麵粉”(9 個)、“早餐麥片”(7 個)、“乾香料”(6 個)、“穀類”(3 個)、“粉麪”(3 個)、“烘焙食品”(3 個) 和“咖啡豆”(1 個)。該 32 個樣本中，有 29 個(約 91%)的柄曲霉素含量少於每公斤 1 微克。至於“澱粉代用品”、“花生及堅果”、“芝士”、“啤酒”和“醃製肉類”食物組別，所有食物樣本都沒有發現柄曲霉素。

7. 經評估後發現，攝入量一般和攝入量高(第 90 百分位)的消費者從這項研究涵蓋的食物組別攝入柄曲霉素的上限，分別為每日每公斤體重 0.00017 微克和每日每公斤體重 0.00033 微克，暴露限值分別為 940 000 和 480 000。“粉麪”是本港市民從膳食攝入柄曲霉素的主要來源。

結論及建議

8. 在這次研究收集的樣本中，只有約 10% 驗出含柄曲霉素。

9. 就攝入量一般和攝入量高的消費者而言，他們的暴露限值均遠高於 10 000。因此，本港成年人從這項研究選取的食物組別中攝入柄曲霉素的分量，對健康影響不大。

10. 柄曲霉素在食物貯存期間產生。妥善貯存食物，可預防食物中的真菌滋長，從而降低柄曲霉素污染食物的風險。

風險評估研究一

食物中的柄曲霉素

目的

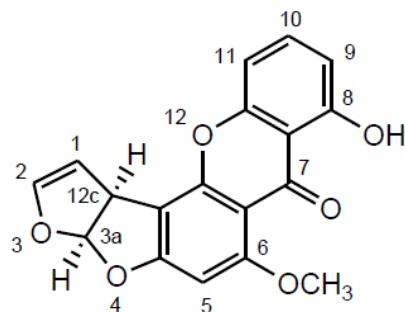
這項研究旨在(i)檢測本地市場選定類別食品的柄曲霉素含量；(ii)估算本港成年人從這些食品攝入柄曲霉素的分量；以及(iii)評估相關的健康風險。

背景

2. 柄曲霉素是一種霉菌毒素，為有毒的真菌次生代謝產物。很多真菌菌屬，例如裸胞殼屬、曲霉菌屬、毛殼菌屬、毛葡萄屬和腐質黴屬，都能產生柄曲霉素^{1、2}。在各種真菌中，主要產生柄曲霉素的是雜色麴菌^{1、2、3、4}。

3. 柄曲霉素與黃曲霉毒素的生物合成途徑相同，化學結構相似^{1、5、6、7}，因此，一般認為兩者的毒性作用(包括基因毒性和致癌性)相若^{1、4}。不過，研究顯示，柄曲霉素的毒性較黃曲霉毒素為低^{1、4、5、6、8}。

圖 1. 柄曲霉素的化學結構¹



4. 柄曲霉素因食物在貯存時受霉菌污染而造成，不會在田間的農作物出現¹。人類進食了由真菌產生的柄曲霉素所污染的穀類和穀類製品，便有可能攝入柄曲霉素。

含柄曲霉素的食物

5. 在 2013 年，歐洲食物安全局概列出文獻所載發現含有柄曲霉素的食物。穀類、穀類製品、芝士、咖啡豆、香料、堅果和啤酒，都曾檢出含柄曲霉素¹。

6. 在 2017 年，聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織食品添加劑聯合專家委員會(下稱“專家委員會”)及食品污染物法典委員會(下稱“CCCF”)檢視了全球環境監測系統——食品污染監測和評估計劃網絡(通稱 GEMS/Food)中穀類和穀類製品的柄曲霉素含量資料。在大麥、蕎麥、粟米、燕麥、米、黑麥、小麥，以及這些穀類的製品中，有樣本的測試結果呈陽性，當中高粱麪粉的柄曲霉素含量最高^{5、8}。

毒性

動力學及新陳代謝

7. 有關柄曲霉素的毒物代謝動力學資料不多。動物研究的數據顯示，以柄曲霉素餵服動物，該物質的吸收量和在動物體內的分布情況，會受動物的性別和年齡影響。關於柄曲霉素的代謝途徑，文獻至今未有定論。不過，研究發現，餵服給動物的柄曲霉素，會在未經代謝的情況下排出，或轉化為羥基化代謝物而隨膽汁或尿液排走^{1、5、6、9}。

毒性

8. 動物研究顯示，柄曲霉素的急性口服毒性較低，大鼠的口服半數致死劑量介乎每公斤體重 120 至 166 毫克，受急性毒性影響的器官主要是肝臟和腎臟^{1、5}。柄曲霉素會導致大鼠、小鼠、猴子和豚鼠肝臟中毒，隨着劑量增加和攝入期增長，肝細胞壞死和肝出血的發生率會更高。此外，大鼠及 / 或長尾猴攝入柄曲霉素，會引起腎臟透明變性、腎小管壞死和腎出血^{1、5}。

9. 在實驗動物體外和體內進行的測試均發現，柄曲霉素會引致染色體受損^{1、5}。實驗動物經餵服、腹膜注射、皮下注射或皮膚吸入方式攝入柄曲霉素，也會致癌。此外，柄曲霉素可導致實驗動物的肝臟出現癌前病變和惡性病變(如肝細胞癌、肝臟血管肉瘤)，並引致棕色脂肪組織血管肉瘤及肺腺瘤，偶然亦會影響其他器官^{1、5、6}。

10. 歐洲食物安全局和專家委員會都認為柄曲霉素具基因毒性，能引發癌症。國際癌症研究機構把柄曲霉素列為第 2B 組物質，即可能令人類患癌的物質¹⁰。

安全參考值

11. 由於不建議就柄曲霉素的致癌性和基因毒性訂定可容忍攝入量，這項研究未有釐定相關的健康參考值，而是以暴露限值法評估人類攝入柄曲霉素的健康風險^{1、5、7、8}。

12. 柄曲霉素誘發雄性大鼠肝臟血管肉瘤發病率增加 10% 的最低基準劑量可信限下限(最低基準劑量可信限下限)為每天每公斤體重 0.16 毫克。專家委員會在 2017 年以此下限作為分離點，按暴露限值法評估含柄曲霉素食物的安全問題⁵。一般而言，暴露限值如在 10 000 或以上，則對公眾健康的影響輕微。

規管

13. 食品法典委員會及其他司法管轄區(如美國、歐洲聯盟、澳洲、新西蘭和內地)並沒有就食物中柄曲霉素含量訂立任何標準。

14. 不過，食品法典委員會已制定《預防和減少穀類中霉菌毒素污染的操作規範》，旨在提供統一的指引，以便各國控制和處理不同霉菌毒素造成的食物污染問題¹¹。

15. 香港並無特定法例規管食物中的柄曲霉素，但《公眾衛生及市政條例》(第 132 章)規定，所有市面上出售的食物必須適宜供人食用。

研究範圍

16. 我們根據海外研究發現含柄曲霉素的食品中，選取了一些食物進行分析，以估算本港成年人的柄曲霉素膳食攝入量。選取的食品分屬 12 個食物組別，包括“麵粉”、“早餐麥片”、“乾香料”、“穀類”、“粉麪”、“烘焙食品”、“咖啡豆”、“澱粉代用品”、“花生及堅果”、“芝士”、“啤酒”和“醃製肉類”。

研究方法及化驗分析

研究方法

17. 這次研究於 2018 年 6 月至 9 月進行，其間我們在本地的不同零售點(如超級市場、街市、雜貨店、麵包店和咖啡店)收集食物樣本作化驗分析，有關食品載列於附錄 I。除八種麪粉(即粘米粉、小麥麪粉、玉米粉、蕎麥粉、糯米粉、黑麥粉、高粱麪粉和麪粉混合料)外，其餘食物樣本均處理至食用狀態，然後分析當中的柄曲霉素含量。化驗分析的結果，會與 2005 年至 2007 年香港市民食物消費量調查所得不同人口組別的食物消費量資料合併處理，從而計算本港成年人從膳食攝入柄曲霉素的分量。

我們利用食物安全中心(食安中心)內部研發，名為“攝入量評估系統”的網絡電腦系統，評估膳食攝入量。是項研究分別以膳食攝入量的平均值和第 90 百分位的數值，作為攝入量一般和攝入量高的市民的數值。至於暴露限值，則是把最低基準劑量可信限下限(即每天公斤體重 0.16 毫克)除以從膳食攝入柄曲霉素的估計分量而得出。

化驗分析

18. 柄曲霉素的化驗分析工作，由食安中心的食物研究化驗所負責進行。所有樣本經逐一化驗，以測定柄曲霉素含量。

19. 食安中心利用超高效液相色譜質譜聯用儀，分析食物樣本的柄曲霉素含量。化驗人員在樣本中添加乙腈溶液，振搖萃取後，以免固相柱去除樣本萃取物的雜質。淨化後的樣本溶液經濃縮後，再以儀器進行分析。固體樣本和液體樣本的柄曲霉素檢測限，分別為每公斤 0.05 微克和每公斤 0.005 微克。

分析值低於檢測限的處理方法

20. 這次研究採用下限值和上限值的方式處理分析結果。就含量下限而言，低於檢測限的結果全部換作零；至於含量上限，低於檢測限的結果全部換作檢測限值。這種以下限值和上限值處理數據的方式，是考慮到分析結果若低於檢測限時，真正數值實際上可處於零至檢測限值之間。下限假設食物樣本不含有關化學物，而上限則假設食物樣本所含化學物的分量為檢測限值。

結果及討論

柄曲霉素含量

21. 經分析後發現，331 個樣本中有 32 個(約 10%)含柄曲霉素，即 299 個樣本(約 90%)不含柄曲霉素。

22. 上述 32 個樣本中，超過三分之二(即 22 個或約 69%)來自“麪粉”(9 個)、“早餐麥片”(7 個)及“乾香料”(6 個)食物組別。其他含柄曲霉素的食物樣本，分別屬“穀類”(3 個)、“粉麵”(3 個)、“烘焙食品”(3 個)及“咖啡豆”(1 個)。在“澱粉代用品”、“花生及堅果”、“芝士”、“啤酒”和“醃製肉類”食物組別中，所有樣本都檢測不到柄曲霉素。

23. 該 32 個樣本中有 29 個(約 91%)的柄曲霉素含量少於每公斤 1 微克。各類食物樣本的柄曲霉素平均含量載於附錄 I。

24. 各食物組別的柄曲霉素平均含量介乎每公斤 0.0043 微克至 4.9 微克(下限)與每公斤 0.0051 微克至 5.0 微克(上限)之間，詳見表 1。

表 1. 各食物組別的柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)

食物組別	樣本 數目	低於檢測 限的樣本 所佔百分 比(%)	柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)[範圍] *		
			下限	上限	
麪粉	44	80	4.9	[0-210]	5.0
乾香料	13	54	0.15	[0.087]	0.18
粉麵	48	94	0.023	[0-0.74]	0.07
早餐麥片	48	85	0.022	[0-0.21]	0.064
穀類	58	95	0.0072	[0-0.21]	0.055
咖啡豆	12	92	0.0066	[0-0.079]	0.052
烘焙食品	48	94	0.0043	[0-0.082]	0.051
澱粉代用品	12		所有樣本均低於檢測限		
花生及堅果	12		所有樣本均低於檢測限		
芝士	12		所有樣本均低於檢測限		
啤酒	12		所有樣本均低於檢測限		
醃製肉類	12		所有樣本均低於檢測限		
總數	331	90			

*取至兩位有效數字。

從膳食攝入柄曲霉素的分量

25. 表 2 載列本港市民從這項研究涵蓋的食品攝入柄曲霉素的估計分量，以及相應的暴露限值。膳食攝入量是按柄曲霉素含量的下限和上限估算出來。就攝入量一般的消費者而言，其估計膳食攝入量介乎每日每公斤體重 0.000012 微克至 0.00017 微克之間；至於攝入量高的消費者，則介乎每日每公斤體重 0.000025 微克至 0.00033 微克之間。柄曲霉素的最低基準劑量可信限下限為每天每公斤體重 0.16 毫克，以此下限計算暴露限值，攝入量一般的消費者，其暴露限值在 13 000 000 至 940 000 之間（下限至上限）；而攝入量高的消費者，其暴露限值則在 6 400 000 至 480 000 之間（下限至上限）。兩者的暴露限值均遠高於 10 000，顯示對公眾健康的影響輕微。

表 2. 本港市民從膳食攝入柄曲霉素的分量及相應的暴露限值

	攝入量一般的消費者	攝入量高的消費者
膳食攝入量(微克 / 每日每公斤體重) (下限至上限)	0.000012 – 0.00017	0.000025 – 0.00033
暴露限值 (下限至上限)	13 000 000 – 940 000	6 400 000 – 480 000

26. 我們進一步按年齡及性別，分析各個人口組別從膳食攝入柄曲霉素的分量，結果載於表 3。不論是攝入量一般或攝入量高的消費者，其暴露限值均遠高於 10 000，顯示柄曲霉素對各個年齡及性別組別市民的健康的影響不大。

表 3. 按年齡及性別組別列出本港市民從膳食攝入柄曲霉素的分量

年齡及性別組別	膳食攝入量 (微克 / 每日每公斤體重)	
	攝入量一般的消費者 (下限至上限)	攝入量高的消費者 (下限至上限)
20 至 29 歲男性	0.000013 – 0.00015	0.000032 – 0.00032
20 至 29 歲女性	0.000017 – 0.00019	0.000049 – 0.00037
30 至 39 歲男性	0.000012 – 0.00015	0.000033 – 0.00029
30 至 39 歲女性	0.000016 – 0.00019	0.000044 – 0.00036
40 至 49 歲男性	0.0000091 – 0.00015	0.000014 – 0.00030
40 至 49 歲女性	0.000014 – 0.00018	0.000037 – 0.00037

50 至 59 歲男性	0.000010 – 0.00016	0.000015 – 0.00034
50 至 59 歲女性	0.000011 – 0.00017	0.000019 – 0.00032
60 至 69 歲男性	0.0000086 – 0.00015	0.000013 – 0.00031
60 至 69 歲女性	0.0000095 – 0.00017	0.000018 – 0.00034
70 至 84 歲男性	0.0000069 – 0.00014	0.000012 – 0.00030
70 至 84 歲女性	0.0000094 – 0.00016	0.000019 – 0.00033

主要膳食來源

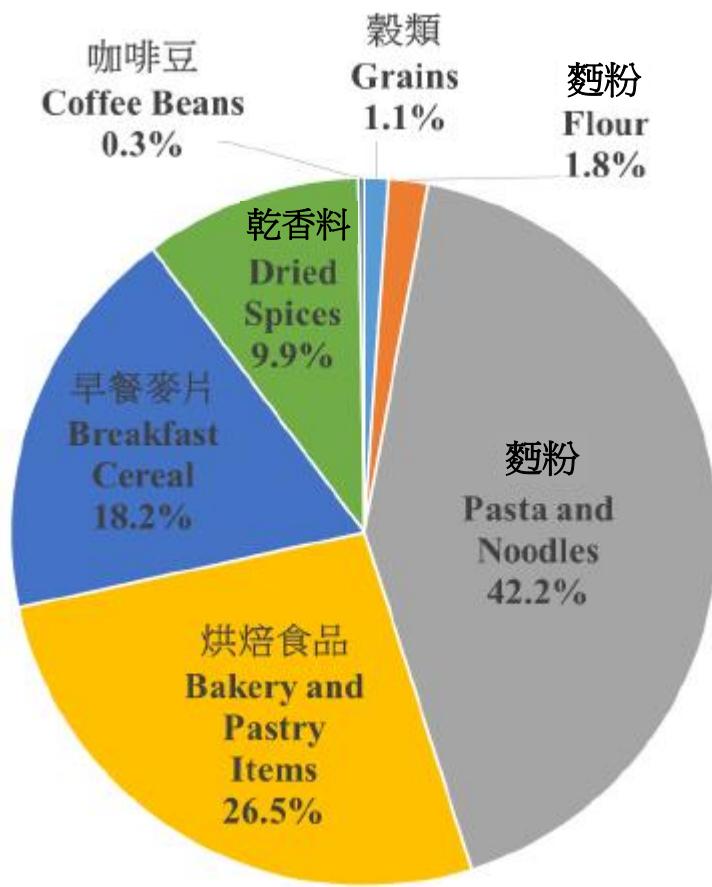
27. 攝入量一般的本地成年人從各食物組別攝入柄曲霉素佔整體膳食攝入量估計下限的百分比，載於表 4 和圖 2。從個別食物組別攝入柄曲霉素佔整體攝入量的實際比重，宜以下限方式表達，原因是下限不受某些食物組別有多個樣本低於檢測限的影響。

表 4. 就不同食物組別而言，本港市民從膳食攝入柄曲霉素的平均分量及佔膳食攝入量的百分比

食品	膳食攝入量 (微克 / 每日每公斤體重)	佔膳食攝入量的百分比*
粉麪	0.0000051	42.5%
烘焙食品	0.0000032	26.7%
早餐麥片	0.0000022	18.3%
乾香料	0.0000012	10.0%
麵粉	0.00000022	1.8%
穀類	0.00000013	1.1%
咖啡豆	0.000000034	0.3%
澱粉代用品	不適用	不適用
花生及堅果	不適用	不適用
芝士	不適用	不適用
啤酒	不適用	不適用
醃製肉類	不適用	不適用
總數	0.000012	100%

*由於四捨五入，數值相加未必等於總和。

圖 2. 就整體膳食攝入量下限而言，各食物組別佔本港成年人攝入柄曲霉素的比重



28. 這項研究的結果顯示，“粉麪”是本港市民攝入柄曲霉素的主要膳食來源，佔總攝入量的 42.2% (即每日每公斤體重 0.0000051 微克的下限)，這是因為本港成年人食用較多“粉麪”食品所致。

與外國研究結果比較

29. 有關食物中柄曲霉素含量的資料不多，國際上發表的相關膳食攝入量評估研究並不多見¹⁻⁵。在 2017 年，專家委員會進行了首個膳食攝入量的評估研究，根據從非洲、美洲、東地中海、歐洲和西太平洋區域(世界衛生組織五大區域)取得的食物消費量及食物中污染物含量數據，計算這些區域的柄曲霉素暴露限值(表 5)。結果顯示，除非洲外，其他區域的暴露限值均在 10 000 以上，而在非洲，當地人的主要食用作物高粱普遍受到柄曲霉素污染⁵。比較這項研究與專家委員會的研究結果，本港市民從膳食攝入柄曲霉素的分量遠遠為低。

表 5：國際間柄曲霉素膳食攝入量和暴露限值的比較

		非洲 區域	美洲 區域	東地中海 區域	歐洲 區域	西太平洋 區域	香港
平均攝入量 (微克 / 每日 每公斤體重)	下限	0.016	0.0003	0.0003	0	0	0.000012
	上限	0.017	0.0063	0.0035	0.022	0.0005	0.00017
暴露限值	下限	10 000	530 000	530 000	不適用	不適用	13 000 000
	上限	9 400	25 000	46 000	不適用	不適用	940 000
高攝入量 (微克 / 每日 每公斤體重)	下限	0.032	0.0006	0.0006	0	0	0.000025
	上限	0.034	0.013	0.007	0.044	0.001	0.00033
暴露限值	下限	5 000	270 000	270 000	不適用	不適用	6 400 000
	上限	4 700	12 000	23 000	不適用	不適用	480 000

研究的不確定因素和局限

30. 雖然檢測分析的樣本愈多，對攝入量的估算便愈精確，但礙於資源有限，化驗工作必須有所取捨，因此，這次研究只選取一些據報較大機會含柄曲霉素的食物作為樣本。此外，研究的結果只能概略反映本地某些食物在某一時間的柄曲霉素含量。

31. 在 2005 年至 2007 年進行的香港市民食物消費量調查，是以非連續兩天 24 小時膳食問卷方式，收集本港市民食物消費量的資料。某些較少人食用的食品，或因受訪者不曾食用而未有納入調查。這項研究在估算柄曲霉素膳食攝入量時，並無計算沒有食物消費量數據的食物樣本，包括蕎麥、玉米粉、高粱麪粉、蕎麥粉和麪粉混合料。然而，鑑於未有納入調查的食品為副食品，市民從該等食物攝入柄曲霉素佔整體攝入量的比重應屬偏低。

結論及建議

32. 這次研究收集的樣本，只有約 10% (331 個樣本中佔 32 個) 驗出含柄曲霉素，大多(即 29 個樣本或約 91%)含量少於每公斤 1 微克。“粉麪”是本港市民從膳食攝入柄曲霉素的主要來源。

33. 就攝入量一般和攝入量高的消費者而言，他們的柄曲霉素暴露限值分別介乎 13 000 000 至 940 000 之間(下限至上限)和 6 400 000 至 480 000 之間(下限至上限)，暴露限值高於 10 000，顯示對本港成年人的健康影響輕微。

34. 柄曲霉素在食物貯存期間產生，因此，業界和消費者應着重在農作物收穫後採取的防控措施。妥善貯存食物，例如在陰涼乾燥的地方，可預防食物中的真菌滋長，從而降低柄曲霉素污染食物的風險。

參考資料

¹ EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on the risk for public and animal health related to the presence of sterigmatocystin in food and feed. ESFA Journal 2013; 11(6):3254.

[引用日期：2019年3月21日]網址：
<http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/3254.pdf>

² Christian R, Kristian FN, Thomas OL, Janos V, Rob AS and Jens CF. Distribution of sterigmatocystin in filamentous fungi. Fungal Biology 115 (2011) 406-420; doi: 10.1016/j.funbio.2011.02.013.

³ Elaine M, Phyllis B, Jennifer M, Carol D, Joyce W, Amedeo P and Susan M. Analysis of sterigmatocystin in cereals, animal feed, seeds, beer and cheese by immunoaffinity column clean-up and HPLC and LC-MS/MS quantification. Food Additives & Contaminants: Part A 2015; doi: 10.1080/19440049.2015.1100331.

⁴ Norman DD. Sterigmatocystin and other Mycotoxins Produced by Aspergillus Species. September 1981. Journal of Food Protection; Vol.44; No.9; 711-714.

[引用日期：2019年3月21日]網址：
<https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-44.9.711>

⁵ World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Evaluation of certain contaminants in food: Sterigmatocystin; WHO Technical Report Series 1002; 2017.

[引用日期：2019年3月21日]網址：
<http://www.who.int/foodsafety/publications/technical-report-series-1002/en/>

⁶ Battilani P, Costa LG, Dossena A, Gullino ML, Marchelli R, Galaverna G, Pietri A, Dall'Asta C, Giorni P, Spadaro D and Gualla A. Scientific information on mycotoxins and natural plant toxicants: Sterigmatocystin; CFP/EFSA/CONTAM/2008/01.

[引用日期：2019年3月21日]網址：
<https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-24>

⁷ Hans GJM, Amedeo P, Susan JM, Christos A and Martien S. Survey on sterigmatocystin in food. EFSA supporting publication 2015:EN-774.

[引用日期：2019年3月21日]網址：
<http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-774>

⁸ Electronic Working Group of Codex Committee on Contaminants in Foods. Discussion paper on aflatoxins and sterigmatocystin contamination in cereals. CX/CF 18/12/15.

[引用日期：2019年3月21日]網址：

http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-735-12%252FFINALS%252Fcfc12_15e.pdf

⁹ Walkow J, Sullivan G, Maness D and Yakatan GJ, 1985. Sex and age differences in the distribution of 14C-sterigmatocystin in immature and mature rats: a multiple dose study. Journal of the American College of Toxicology, 4, 45-51.

¹⁰ International Agency for Research on Cancer (IARC). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 10. Some naturally occurring substances, p. 245; 1976.

[引用日期：2019年3月21日]網址：

<http://www.inchem.org/documents/iarc/vol10/sterigmatocystin.html>

¹¹ Codex Alimentarius International Food Standards. Code of practice for the prevention and reduction of mycotoxin contamination in cereals. CAC/RCP 51-2003, revised on 2016.

[引用日期：2019年3月21日]網址：

http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2BRCP%2B51-2003%252FCXC_051e.pdf

附錄 I

從研究收集所得的食物樣本檢測到的
柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)

食物	樣本 數目	低於檢測限 的樣本所佔 百分比(%)	柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)[範圍]*		
			下限		上限
穀物	58	95	0.0072	[0-0.21]	0.055
白米	12				
糙米	6		所有樣本均低於檢測限		
紅米	6				
小麥	6	67	0.045	[0-0.21]	0.078
燕麥	6				
大麥	6		所有樣本均低於檢測限		
蕎麥 [#]	6	83	0.025	[0-0.15]	0.067
粟米	6				
高粱	3		所有樣本均低於檢測限		
黑麥	1				
麵粉	44	80	4.9	[0-210]	5.0
粘米粉	6	83	0.033	[0-0.2]	0.075
小麥麵粉	6		所有樣本均低於檢測限		
粟粉 [#]	6	83	0.35	[0-2.1]	0.39
蕎麥粉 [#]	6	33	35.0	[0-210]	35.0
糯米粉	6	83	0.0092	[0-0.055]	0.051
黑麥麵粉	6		所有樣本均低於檢測限		
高粱麵粉 [#]	2	50	1.5	[0-3.0]	1.5
麵粉混合料 [#]	6	83	0.25	[0-0.15]	0.067
粉麵	48	94	0.023	[0-0.74]	0.070
麵食製品 / 意大利粉	12		所有樣本均低於檢測限		
日本麵條	12	75	0.093	[0-0.74]	0.13
米粉	12				
餃子皮	12		所有樣本均低於檢測限		
烘焙食品	48	94	0.0043	[0-0.082]	0.051
麵包	20	95	0.0041	[0-0.082]	0.052
餅乾	12	83	0.011	[0-0.069]	0.052
蛋糕及其他酥皮食品	16		所有樣本均低於檢測限		

早餐穀類食品	48	85	0.022	[0-0.21]	0.064	[0.05-0.21]
粟米片	12			所有樣本均低於檢測限		
麥皮 / 燕麥片	12	92	0.0083	[0-0.1]	0.054	[0.05-0.1]
雜錦果麥	12	92	0.0078	[0-0.094]	0.054	[0.05-0.094]
其他早餐穀類食品	12	67	0.070	[0-0.21]	0.099	[0.05-0.21]
澱粉代用品	12			所有樣本均低於檢測限		
粟粉	6			所有樣本均低於檢測限		
澄麵粉	6					
花生及堅果	12			所有樣本均低於檢測限		
芝士	12			所有樣本均低於檢測限		
乾香料	13	50	0.15	[0-0.87]	0.18	[0.05-0.87]
黑椒	6	0	0.33	[0.086-0.87]	0.33	[0.086-0.87]
辣椒	7			所有樣本均低於檢測限		
啤酒	12			所有樣本均低於檢測限		
咖啡豆	12	92	0.0066	[0-0.079]	0.052	[0.05-0.079]
醃製肉類	12			所有樣本均低於檢測限		
中式醃製肉類	6			所有樣本均低於檢測限		
西式醃製肉類	6					

* 取至兩位有效數字。

香港市民食物消費量調查並無該等食品的相應消費量數據，因此，這次研究在評估膳食攝入量時，沒有計及該等食品的化驗分析結果。