

风险评估研究

第 61 号报告书

化学物危害评估

食物中的柄曲霉素

香港特别行政区政府

食物环境卫生署

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内容，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

电子邮箱：[enquiries@fehd.gov.hk](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

## 目录

	<u>页数</u>
摘要	2
目的	4
背景	4
含柄曲霉素的食物	5
毒性	5
安全参考值	6
规管	6
研究范围	6
研究方法及化验分析	7
研究方法	7
化验分析	7
分析值低于检测限的处理方法	7
结果及讨论	8
柄曲霉素含量	8
从膳食摄入柄曲霉素的分量	9
主要膳食来源	10
与外国研究结果比较	11
研究的不确定因素和局限	12
结论及建议	12
参考数据	14
附录	
附录 I 从研究收集所得的食物样本检测到的柄曲霉 素平均含量(微克 / 公斤)	16

## 食物中的柄曲霉素

## 摘要

柄曲霉素是一种霉菌毒素，可由多种真菌产生。柄曲霉素因食物在贮存时受霉菌污染而形成，不会在田间的农作物出现。一些食物如谷类、谷类制品、芝士、咖啡豆、香料、坚果和啤酒，都曾发现含有柄曲霉素。

2. 动物研究显示柄曲霉素可引致急性中毒，主要受影响的器官是肝脏和肾脏。欧洲食物安全局和联合国粮食及农业组织 / 世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会都认为，柄曲霉素具基因毒性，能引发癌症。国际癌症研究机构把柄曲霉素列为第 2B 组物质，即可能令人类患癌的物质。

3. 柄曲霉素诱发雄性大鼠肝脏血管肉瘤发病率增加 10% 的最低基准剂量可信限下限为每天每公斤体重 0.16 毫克。以这下限计算暴露限值，可评估人类摄入柄曲霉素的健康风险。暴露限值越低，公众健康可能受影响的程度越大。欧洲食物安全局认为，暴露限值如在 10 000 或以上，则对公众健康的影响轻微。

4. 这项研究旨在(i)检测本地市场选定类别食品的柄曲霉素含量；(ii)估算本港成年人从这些食品摄入柄曲霉素的分量；以及(iii)评估相关的健康风险。

## 研究方法

5. 我们参照在海外研究中发现含柄曲霉素的食物种类，从本地零售市场采集了 331 个食物样本进行化验。这些样本属于 12 个食物组别，分别为“面粉”、“早餐麦片”、“干香料”、“谷类”、“粉面”、“烘焙食品”、“咖啡豆”、“淀粉代用品”、“花生及坚果”、“芝士”、“啤酒”和“腌制肉类”。

## 结果

6. 我们分析上述 331 个样本后发现，有 32 个(约 10%)含柄曲霉素，所属食物组别为“面粉”(9 个)、“早餐麦片”(7 个)、“干香料”(6 个)、“谷类”(3 个)、“粉面”(3 个)、“烘焙食品”(3 个)和“咖啡豆”(1 个)。该 32 个样本中，有 29 个(约 91%)的柄曲霉素含量少于每公斤 1 微克。至于“淀粉代用品”、“花生及坚果”、“芝士”、“啤酒”和“腌制肉类”食物组别，所有食物样本都没有发现柄曲霉素。

7. 经评估后发现，摄入量一般和摄入量高(第 90 百分位)的消费者从这项研究涵盖的食物组别摄入柄曲霉素的上限，分别为每日每公斤体重 0.00017 微克和每日每公斤体重 0.00033 微克，暴露限值分别为 940 000 和 480 000。“粉面”是本港市民从膳食摄入柄曲霉素的主要来源。

#### 结论及建议

8. 在这次研究收集的样本中，只有约 10% 验出含柄曲霉素。

9. 就摄入量一般和摄入量高的消费者而言，他们的暴露限值均远高于 10 000。因此，本港成年人从这项研究选取的食物组别中摄入柄曲霉素的分量，对健康影响不大。

10. 柄曲霉素在食物贮存期间产生。妥善贮存食物，可预防食物中的真菌滋长，从而降低柄曲霉素污染食物的风险。

## 风险评估研究一

### 食物中的柄曲霉素

---

#### 目的

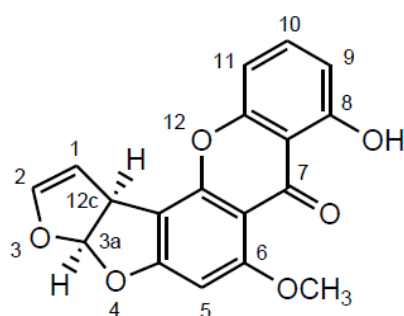
这项研究旨在(i)检测本地市场选定类别食品的柄曲霉素含量；(ii)估算本港成年人从这些食品摄入柄曲霉素的分量；以及(iii)评估相关的健康风险。

#### 背景

2. 柄曲霉素是一种霉菌毒素，为有毒的真菌次生代谢产物。很多真菌菌属，例如裸胞壳属、曲霉菌属、毛壳菌属、毛葡萄属和腐质霉属，都能产生柄曲霉素<sup>1、2</sup>。在各种真菌中，主要产生柄曲霉素的是杂色曲菌<sup>1、2、3、4</sup>。

3. 柄曲霉素与黄曲霉毒素的生物合成途径相同，化学结构相似<sup>1、5、6、7</sup>，因此，一般认为两者的毒性作用(包括基因毒性和致癌性)相若<sup>1、4</sup>。不过，研究显示，柄曲霉素的毒性较黄曲霉毒素为低<sup>1、4、5、6、8</sup>。

图 1. 柄曲霉素的化学结构<sup>1</sup>



4. 柄曲霉素因食物在贮存时受霉菌污染而造成，不会在田间的农作物出现<sup>1</sup>。人类进食了由真菌产生的柄曲霉素所污染的谷类和谷类制品，便有可能摄入柄曲霉素。

## 含柄曲霉素的食物

5. 在 2013 年，欧洲食物安全局概列出文献所载发现含有柄曲霉素的食物。谷类、谷类制品、芝士、咖啡豆、香料、坚果和啤酒，都曾检出含柄曲霉素<sup>1</sup>。

6. 在 2017 年，联合国粮食及农业组织 / 世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(下称“专家委员会”)及食品污染物法典委员会(下称“CCCF”)检视了全球环境监测系统——食品污染监测和评估计划网络(通称 GEMS/Food)中谷类和谷类制品的柄曲霉素含量资料。在大麦、荞麦、粟米、燕麦、米、黑麦、小麦，以及这些谷类的制品中，有样本的测试结果呈阳性，当中高粱面粉的柄曲霉素含量最高<sup>5、8</sup>。

## 毒性

### 动力学及新陈代谢

7. 有关柄曲霉素的毒物代谢动力学资料不多。动物研究的数据显示，以柄曲霉素喂服动物，该物质的吸收量和在动物体内的分布情况，会受动物的性别和年龄影响。关于柄曲霉素的代谢途径，文献至今未有定论。不过，研究发现，喂服给动物的柄曲霉素，会在未经代谢的情况下排出，或转化为羟基化代谢物而随胆汁或尿液排走<sup>1、5、6、9</sup>。

### 毒性

8. 动物研究显示，柄曲霉素的急性口服毒性较低，大鼠的口服半数致死剂量介乎每公斤体重 120 至 166 毫克，受急性毒性影响的器官主要是肝脏和肾脏<sup>1、5</sup>。柄曲霉素会导致大鼠、小鼠、猴子和豚鼠肝脏中毒，随着剂量增加和摄入期增长，肝细胞坏死和肝出血的发生率会更高。此外，大鼠及 / 或长尾猴摄入柄曲霉素，会引起肾脏透明变性、肾小管坏死和肾出血<sup>1、5</sup>。

9. 在实验动物体外和体内进行的测试均发现，柄曲霉素会引致染色体受损<sup>1、5</sup>。实验动物经喂服、腹膜注射、皮下注射或皮肤吸入方式摄入柄曲霉素，也会致癌。此外，柄曲霉素可导致实验动物的肝脏出现癌前病变和恶性病变(如肝细胞癌、肝脏血管肉瘤)，并引致棕色脂肪组织血管肉瘤及肺腺瘤，偶然亦会影响其他器官<sup>1、5、6</sup>。



10. 欧洲食物安全局和专家委员会都认为柄曲霉素具基因毒性，能引发癌症。国际癌症研究机构把柄曲霉素列为第 2B 组物质，即可能令人类患癌的物质<sup>10</sup>。

## 安全参考值

11. 由于不建议就柄曲霉素的致癌性和基因毒性订定可容忍摄入量，这项研究未有厘定相关的健康参考值，而是以暴露限值法评估人类摄入柄曲霉素的健康风险<sup>1、5、7、8</sup>。

12. 柄曲霉素诱发雄性大鼠肝脏血管肉瘤发病率增加 10% 的最低基准剂量可信限下限(最低基准剂量可信限下限)为每天每公斤体重 0.16 毫克。专家委员会在 2017 年以此下限作为分离点，按暴露限值法评估含柄曲霉素食物的安全问题<sup>5</sup>。一般而言，暴露限值如在 10 000 或以上，则对公众健康的影响轻微。

## 规管

13. 食品法典委员会及其他司法管辖区(如美国、欧洲联盟、澳洲、新西兰和内地)并没有就食物中柄曲霉素含量订立任何标准。

14. 不过，食品法典委员会已制定《预防和减少谷类中霉菌毒素污染的操作规范》，旨在提供统一的指引，以便各国控制和处理不同霉菌毒素造成的食物污染问题<sup>11</sup>。

15. 香港并无特定法例规管食物中的柄曲霉素，但《公众卫生及市政条例》(第 132 章)规定，所有市面上出售的食物必须适宜供人食用。

## 研究范围

16. 我们根据海外研究发现含柄曲霉素的食品中，选取了一些食物进行分析，以估算本港成年人的柄曲霉素膳食摄入量。选取的食品分属 12 个食物组别，包括“面粉”、“早餐麦片”、“干香料”、“谷类”、“粉面”、“烘焙食品”、“咖啡豆”、“淀粉代用品”、“花生及坚果”、“芝士”、“啤酒”和“腌制肉类”。

## 研究方法及化验分析

### 研究方法

17. 这次研究于 2018 年 6 月至 9 月进行，其间我们在本地的不同零售点(如超级市场、街市、杂货店、面包店和咖啡店)收集食物样本作化验分析，有关食品载列于附录 I。除八种面粉(即粘米粉、小麦面粉、玉米粉、荞麦粉、糯米粉、黑麦粉、高粱面粉和面粉混合料)外，其余食物样本均处理至食用状态，然后分析当中的柄曲霉素含量。化验分析的结果，会与 2005 年至 2007 年香港市民食物消费量调查所得不同人口组别的食物消费量数据合并处理，从而计算本港成年人从膳食摄入柄曲霉素的分量。

我们利用食物安全中心(食安中心)内部研发，名为“摄入量评估系统”的网络计算机系统，评估膳食摄入量。是项研究分别以膳食摄入量的平均值和第 90 百分位的数值，作为摄入量一般和摄入量高的市民的数值。至于暴露限值，则是把最低基准剂量可信限下限(即每天公斤体重 0.16 毫克)除以从膳食摄入柄曲霉素的估计分量而得出。

### 化验分析

18. 柄曲霉素的化验分析工作，由食安中心的食物研究化验所负责进行。所有样本经逐一化验，以测定柄曲霉素含量。

19. 食安中心利用超高效液相色谱质谱联用仪，分析食物样本的柄曲霉素含量。化验人员在样本中添加乙腈溶液，振摇萃取后，以免疫亲和柱去除样本萃取物的杂质。净化后的样本溶液经浓缩后，再以仪器进行分析。固体样本和液体样本的柄曲霉素检测限，分别为每公斤 0.05 微克和每公斤 0.005 微克。

### 分析值低于检测限的处理方法

20. 这次研究采用下限值和上限值的方式处理分析结果。就含量下限而言，低于检测限的结果全部换作零；至于含量上限，低于检测限的结果全部换作检测限值。这种以下限值和上限值处理数据的方式，是考虑到分析结果若低于检测限时，真正数值实际上可处于零至检测限值之间。下限假设食物样本不含有有关化学物，而上限则假设食物样本所含化学物的分量为检测限值。

## 结果及讨论

### 柄曲霉素含量

21. 经分析后发现, 331 个样本中有 32 个(约 10%)含柄曲霉素, 即 299 个样本(约 90%)不含柄曲霉素。

22. 上述 32 个样本中, 超过三分之二(即 22 个或约 69%)来自“面粉”(9 个)、“早餐麦片”(7 个)及“干香料”(6 个)食物组别。其他含柄曲霉素的食品样本, 分别属“谷类”(3 个)、“粉面”(3 个)、“烘焙食品”(3 个)及“咖啡豆”(1 个)。在“淀粉代用品”、“花生及坚果”、“芝士”、“啤酒”和“腌制肉类”食物组别中, 所有样本都检测不到柄曲霉素。

23. 该 32 个样本中有 29 个(约 91%)的柄曲霉素含量少于每公斤 1 微克。各类食物样本的柄曲霉素平均含量载于附录 I。

24. 各食物组别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)与每公斤 0.0051 微克至 5.0 微克(上限)之间, 详见表 1。

表 1. 各食物组别的柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)

食物组别	样本数目	低于检测限的样本所占百分比(%)	柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)[范围] *			
			下限		上限	
面粉	44	80	4.9	[0-210]	5.0	[0.05-210]
干香料	13	54	0.15	[0.087]	0.18	[0.05-0.87]
粉面	48	94	0.023	[0-0.74]	0.07	[0.05-0.74]
早餐麦片	48	85	0.022	[0-0.21]	0.064	[0.05-0.21]
谷类	58	95	0.0072	[0-0.21]	0.055	[0.05-0.21]
咖啡豆	12	92	0.0066	[0-0.079]	0.052	[0.05-0.079]
烘焙食品	48	94	0.0043	[0-0.082]	0.051	[0.05-0.082]
淀粉代用品	12		所有样本均低于检测限			
花生及坚果	12		所有样本均低于检测限			
芝士	12		所有样本均低于检测限			
啤酒	12		所有样本均低于检测限			
腌制肉类	12		所有样本均低于检测限			
总数	331	90				

\*取至两位有效数字。

## 从膳食摄入柄曲霉素的分量

25. 表 2 载列本港市民从这项研究涵盖的食品摄入柄曲霉素的估计分量，以及相应的暴露限值。膳食摄入量是按柄曲霉素含量的下限和上限估算出来。就摄入量一般的消费者而言，其估计膳食摄入量介乎每日每公斤体重 0.000012 微克至 0.00017 微克之间；至于摄入量高的消费者，则介乎每日每公斤体重 0.000025 微克至 0.00033 微克之间。柄曲霉素的最低基准剂量可信限下限为每天每公斤体重 0.16 毫克，以此下限计算暴露限值，摄入量一般的消费者，其暴露限值在 13 000 000 至 940 000 之间(下限至上限)；而摄入量高的消费者，其暴露限值则在 6 400 000 至 480 000 之间(下限至上限)。两者的暴露限值均远高于 10 000，显示对公众健康的影响轻微。

表 2. 本港市民从膳食摄入柄曲霉素的分量及相应的暴露限值

	摄入量一般的消费者	摄入量高的消费者
膳食摄入量(微克 / 每日每公斤体重) (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. 我们进一步按年龄及性别，分析各个人口组别从膳食摄入柄曲霉素的分量，结果载于表 3。不论是摄入量一般或摄入量高的消费者，其暴露限值均远高于 10 000，显示柄曲霉素对各个年龄及性别组别市民的健康的影响不大。

表 3. 按年龄及性别组别列出本港市民从膳食摄入柄曲霉素的分量

年龄及性别组别	膳食摄入量 (微克 / 每日每公斤体重)	
	摄入量一般的消费者 (下限至上限)	摄入量高的消费者 (下限至上限)
20 至 29 岁男性	0.000013 – 0.00015	0.000032 – 0.00032
20 至 29 岁女性	0.000017 – 0.00019	0.000049 – 0.00037
30 至 39 岁男性	0.000012 – 0.00015	0.000033 – 0.00029
30 至 39 岁女性	0.000016 – 0.00019	0.000044 – 0.00036
40 至 49 岁男性	0.0000091 – 0.00015	0.000014 – 0.00030
40 至 49 岁女性	0.000014 – 0.00018	0.000037 – 0.00037

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

## 主要膳食来源

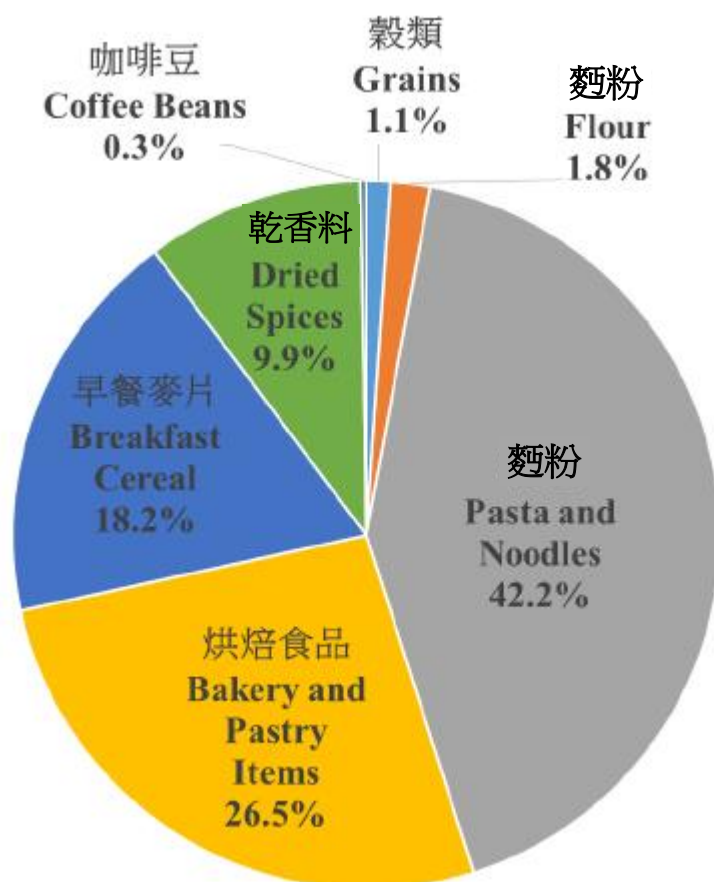
27. 摄入量一般的本地成年人从各食物组别摄入柄曲霉素占整体膳食摄入量估计下限的百分比，载于表 4 和图 2。从个别食物组别摄入柄曲霉素占整体摄入量的实际比重，宜以下限方式表达，原因是下限不受某些食物组别有多个样本低于检测限的影响。

表 4. 就不同食物组别而言，本港市民从膳食摄入柄曲霉素的平均分量及占膳食摄入量的百分比

食品	膳食摄入量 (微克 / 每日每公斤体重)	占膳食摄入量的百分比*
粉面	0.0000051	42.5%
烘焙食品	0.0000032	26.7%
早餐麦片	0.0000022	18.3%
干香料	0.0000012	10.0%
面粉	0.00000022	1.8%
谷类	0.00000013	1.1%
咖啡豆	0.000000034	0.3%
淀粉代用品	不适用	不适用
花生及坚果	不适用	不适用
芝士	不适用	不适用
啤酒	不适用	不适用
腌制肉类	不适用	不适用
<b>总数</b>	<b>0.000012</b>	<b>100%</b>

\*由于四舍五入，数值相加未必等于总和。

图 2. 就整体膳食摄入量下限而言，各食物组别占本港成年人摄入柄曲霉素的比重



28. 这项研究的结果显示，“粉面”是本港市民摄入柄曲霉素的主要膳食来源，占总摄入量的 42.2% (即每日每公斤体重 0.0000051 微克的下限)，这是因为本港成年人食用较多“粉面”食品所致。

### 与外国研究结果比较

29. 有关食物中柄曲霉素含量的资料不多，国际上发表的相关膳食摄入量评估研究并不多见<sup>1-5</sup>。在 2017 年，专家委员会进行了首个膳食摄入量的评估研究，根据从非洲、美洲、东地中海、欧洲和西太平洋区域 (世界卫生组织五大区域) 取得的食物消费量及食物中污染物含量数据，计算这些区域的柄曲霉素暴露限值 (表 5)。结果显示，除非洲外，其他区域的暴露限值均在 10 000 以上，而在非洲，当地人的主要食用作物高粱普遍受到柄曲霉素污染<sup>5</sup>。比较这项研究与专家委员会的研究结果，本港市民从膳食摄入柄曲霉素的分量远远为低。

表 5：国际间柄曲霉素膳食摄入量和暴露限值的比较

		非洲 区域	美洲 区域	东地中海 区域	欧洲 区域	西太平洋 区域	香港
平均摄入量 (微克 / 每日 每公斤体重)	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	不适用	不适用	13 000 000
	上限	9 400	25 000	46 000	不适用	不适用	940 000
高摄入量 (微克 / 每日 每公斤体重)	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	不适用	不适用	6 400 000
	上限	4 700	12 000	23 000	不适用	不适用	480 000

### 研究的不确定因素和局限

30. 虽然检测分析的样本愈多，对摄入量的估算便愈精确，但碍于资源有限，化验工作必须有所取舍，因此，这次研究只选取一些据报较大机会含柄曲霉素的食物作为样本。此外，研究的结果只能概略反映本地某些食物在某一时间的柄曲霉素含量。

31. 在 2005 年至 2007 年进行的香港市民食物消费量调查，是以非连续两天 24 小时膳食问卷方式，收集本港市民食物消费量的数据。某些较少人食用的食品，或因受访者不曾食用而未有纳入调查。这项研究在估算柄曲霉素膳食摄入量时，并无计算没有食物消费量数据的食物样本，包括荞麦、玉米粉、高粱面粉、荞麦粉和面粉混合料。然而，鉴于未有纳入调查的食品为副食品，市民从该等食物摄入柄曲霉素占整体摄入量的比重应属偏低。

### 结论及建议

32. 这次研究收集的样本，只有约 10%(331 个样本中占 32 个)验出含柄曲霉素，大多(即 29 个样本或约 91%)含量少于每公斤 1 微克。“粉面”是本港市民从膳食摄入柄曲霉素的主要来源。

33. 就摄入量一般和摄入量高的消费者而言，他们的柄曲霉素暴露限值分别介乎 13 000 000 至 940 000 之间(下限至上限)和 6 400 000 至 480 000 之间(下限至上限)，暴露限值高于 10 000，显示对本港成年人的健康影响轻微。

34. 柄曲霉素在食物贮存期间产生，因此，业界和消费者应着重在农作物收获后采取的防控措施。妥善贮存食物，例如在阴凉干燥的地方，可预防食物中的真菌滋长，从而降低柄曲霉素污染食物的风险。



## 参考数据

---

<sup>1</sup> 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]网址：

<http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/3254.pdf>

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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]网址：

<https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-44.9.711>

<sup>5</sup> 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]网址：

<http://www.who.int/foodsafety/publications/technical-report-series-1002/en/>

<sup>6</sup> 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]网址：

<https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-24>

<sup>7</sup> 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]网址：

<http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-774>

<sup>8</sup> 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]网址：

[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%252Fcf12\\_15e.pdf](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%252Fcf12_15e.pdf)

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

<sup>10</sup> 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]网址：

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

<sup>11</sup> 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]网址：

[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](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)

从研究收集所得的食物样本检测到的  
柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)

食物	样本 数目	低于检测限 的样本所占 百分比(%)	柄曲霉素平均含量(微克 / 公斤)[范围]*			
			下限		上限	
<b>谷物</b>	<b>58</b>	<b>95</b>	<b>0.0072</b>	<b>[0-0.21]</b>	<b>0.055</b>	<b>[0.05-0.21]</b>
白米	12		所有样本均低于检测限			
糙米	6					
红米	6					
小麦	6	67	0.045	[0-0.21]	0.078	[0.05-0.21]
燕麦	6		所有样本均低于检测限			
大麦	6					
荞麦 <sup>#</sup>	6	83	0.025	[0-0.15]	0.067	[0.05-0.15]
粟米	6		所有样本均低于检测限			
高粱	3					
黑麦	1					
<b>面粉</b>	<b>44</b>	<b>80</b>	<b>4.9</b>	<b>[0-210]</b>	<b>5.0</b>	<b>[0.05-210]</b>
粘米粉	6	83	0.033	[0-0.2]	0.075	[0.05-0.2]
小麦面粉	6		所有样本均低于检测限			
粟粉 <sup>#</sup>	6	83				
荞麦粉 <sup>#</sup>	6	33	35.0	[0-210]	35.0	[0.05-210]
糯米粉	6	83	0.0092	[0-0.055]	0.051	[0.05-0.055]
黑麦面粉	6		所有样本均低于检测限			
高粱面粉 <sup>#</sup>	2	50				
面粉混合料 <sup>#</sup>	6	83	0.25	[0-0.15]	0.067	[0.05-0.15]
<b>粉面</b>	<b>48</b>	<b>94</b>	<b>0.023</b>	<b>[0-0.74]</b>	<b>0.070</b>	<b>[0.05-0.74]</b>
面食制品 / 意大利粉	12		所有样本均低于检测限			
日本面条	12	75				
米粉	12		所有样本均低于检测限			
饺子皮	12					
<b>烘焙食品</b>	<b>48</b>	<b>94</b>	<b>0.0043</b>	<b>[0-0.082]</b>	<b>0.051</b>	<b>[0.05-0.082]</b>
面包	20	95	0.0041	[0-0.082]	0.052	[0.05-0.082]
饼干	12	83	0.011	[0-0.069]	0.052	[0.05-0.069]
蛋糕及其他酥皮食品	16		所有样本均低于检测限			

<b>早餐谷类食品</b>	<b>48</b>	<b>85</b>	<b>0.022</b>	<b>[0-0.21]</b>	<b>0.064</b>	<b>[0.05-0.21]</b>
粟米片	12		所有样本均低于检测限			
麦皮 / 燕麦片	12	92	0.0083	[0-0.1]	0.054	[0.05-0.1]
杂锦果麦	12	92	0.0078	[0-0.094]	0.054	[0.05-0.094]
其他早餐谷类食品	12	67	0.070	[0-0.21]	0.099	[0.05-0.21]
<b>淀粉代用品</b>	<b>12</b>		<b>所有样本均低于检测限</b>			
粟粉	6		所有样本均低于检测限			
澄面粉	6		所有样本均低于检测限			
<b>花生及坚果</b>	<b>12</b>		<b>所有样本均低于检测限</b>			
<b>芝士</b>	<b>12</b>		<b>所有样本均低于检测限</b>			
<b>干香料</b>	<b>13</b>	<b>50</b>	<b>0.15</b>	<b>[0-0.87]</b>	<b>0.18</b>	<b>[0.05-0.87]</b>
黑椒	6	0	0.33	[0.086-0.87]	0.33	[0.086-0.87]
辣椒	7		所有样本均低于检测限			
<b>啤酒</b>	<b>12</b>		<b>所有样本均低于检测限</b>			
<b>咖啡豆</b>	<b>12</b>	<b>92</b>	<b>0.0066</b>	<b>[0-0.079]</b>	<b>0.052</b>	<b>[0.05-0.079]</b>
<b>腌制肉类</b>	<b>12</b>		<b>所有样本均低于检测限</b>			
中式腌制肉类	6		所有样本均低于检测限			
西式腌制肉类	6		所有样本均低于检测限			

\* 取至两位有效数字。

# 香港市民食物消费量调查并无该等食品的相应消费量数据，因此，这次研究在评估膳食摄入量时，没有计及该等食品的化验分析结果。