

风险评估研究

第 74 号报告书

化学物危害评估

食物中的多环芳烃

香港特别行政区政府
食物环境卫生署
食物安全中心
2023 年 12 月

本报告书由香港特别行政区政府食物环境卫生署食物安全中心发表。未经食物安全中心书面许可，不得翻印、审订或摘录或于其他刊物或研究著作转载本报告书的全部或部分研究资料。若转载本报告书其他部分的内容，须注明出处。

通讯处：

香港金钟道 66 号

金钟道政府合署 43 楼

食物环境卫生署

食物安全中心

风险评估组

电子邮箱：enquiries@fehd.gov.hk

目录

	<u>页数</u>
摘要	1
目的	3
背景	3
多环芳烃如何形成	
食物中多环芳烃的来源	
毒性	
健康参考值	
规管	
研究范围	7
研究方法和化验分析	7
研究方法	
化验分析	
分析值低于检测限的处理方法	
结果及讨论	9
多环芳烃含量	
与过往一项本地研究比较	
从膳食摄入多环芳烃的分量	
主要膳食来源	
与其他地方研究结果比较	
研究的不确定因素和局限	
结论及建议	17
参考数据	18
附录	22
附录 I 食品样本中验出的苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量(微克 / 公斤)平均值	

摘要

这项研究旨在测定本地市场选定类别食品中多环芳烃(多环芳香族碳氢化合物)(PAHs)的含量。

2. PAHs 是一类含有两个或以上稠芳香环的有机化合物，主要因为有机物未充分燃烧或在高温下分解而形成，又或在各种工业工序中产生。PAHs 可藉环境污染或在食物加工(例如制干和烟熏)或烹煮(例如烤、焗、烧烤和烘焙)期间形成后进入食物链。对非吸烟者而言，进食是接触 PAHs 的主要途径。

3. 有研究显示，某些 PAHs 具基因毒性、可致癌、会抑制免疫系统和影响实验动物的发育。在 2005 年，联合国粮食及农业组织(粮农组织)/世界卫生组织(世卫)食品添加剂联合专家委员会(专家委员会)断定，有 13 种 PAHs 显然会致癌和具基因毒性。另一方面，国际癌症研究机构评估了某些 PAHs，把苯并[a]芘列为第 1 组(令人类患癌)物质，并把几种 PAHs 列为第 2A 组(可能令人类患癌)或第 2B 组(或可能令人类患癌)物质。

结果

4. 这项研究采集了 300 个样本进行分析，当中约 74%(223 个)样本验出含有至少一种目标 PAHs，主要是蒽(16.9%)，其次是环戊并[c,d]芘(14.4%)和苯并[c]芘(11.2%)。纵观所采集的样本，PAHs 的总含量由检测不到至每公斤 120 微克不等。至于不同食品组别的 PAHs 含量方面，以“香料”的平均含量最高，其次是“肉类和家禽”和“油脂”。结合第二次全港性食物消费量调查的食物消费量数据，“谷物及谷物制品”这个食品组别是香港成年人从膳食摄入多环芳烃的主要来源。

5. 在各种 PAHs 中，苯并[a]芘较为值得关注，而 PAH4*往往用作食物是否含有欧洲联盟(欧盟)优控 PAHs (即这项研究所涵盖的 16 种 PAHs)的指标。这项研究就苯并[a]芘和 PAH4 计算所得的暴露限值†均高于 10 000，显示目前香港成年人从膳食摄入 PAHs 的分量对公众健康的影响不大。

* PAH4 指苯并[a]芘、蒽、苯并[a]蒽和苯并[b]荧蒽含量的总和。

† 暴露限值用以衡量具致癌性和基因毒性而且无法订定健康参考值的物质在食物中的安全风险。暴露限值只是反映值得关注的程度，却不是量化相关的安全风险。

结论及建议

6. 把这项研究结果与其他地方的相关研究进行比较，本港成年市民的 PAHs 膳食摄入量属低水平。

7. 根据这项有关 PAHs 膳食摄入量的研究结果，大众无需改变基本的健康饮食习惯。市民应保持均衡和多元化的饮食，避免因偏食而过量摄入某些化学污染物(包括 PAHs)。

8. 食物业宜采取适当措施，并参考食品法典委员会在 2009 年采纳的相关操作规范，按照可合理实现最低水平的原则，尽量减少食品在加工期间产生 PAHs。

风险评估研究一

食物中的多环芳烃

目的

这项研究旨在测定本地市场选定类别食品中多环芳烃(PAHs)的含量、估算本港成年人从这些食品摄入 PAHs 的分量，以及评估相关的健康风险。

背景

2. PAHs 是一类含有两个或以上稠芳香环的有机化合物，主要因为有机物未充分燃烧或在高温下分解而形成，又或在各种工业工序中产生。PAHs 具有亲脂的性质，在化学上呈稳定状态，一般以复杂混合物的型态存在，其成分结构因产生过程而有所不同^{1,2}。由于有关关注指这些化合物有可能致癌和具基因毒性，海外对口机构曾进行 PAHs 的研究，并已采取行动监管食物中苯并[a]芘和某些 PAHs 的含量。

多环芳烃如何形成

3. 有数百种 PAHs 污染物存在于环境中。PAHs 有多个天然和人为来源，主要的天然排放源包括森林大火、火山及热液过程，人为来源则有未充分燃烧的柴及化石燃料、车辆废气、焚化、工业生产和香烟等^{2,3}。人类经不同途径接触到 PAHs。就吸烟者而言，吸烟占总摄入量的百分比可以很高，而非吸烟者的主要接触途径则是进食²。

食物中多环芳烃的来源

4. PAHs 可藉环境污染或在食物加工或烹煮期间形成后进入食物链。举例来说，空气中的 PAHs 可积聚于农作物(特别是阔叶农作物)。在受污染的水中，PAHs 可沉积并转移至鱼类和海洋无脊椎动物(尤其是以过滤大量水的方式进食的双贝类)。另一方面，PAHs 可在食物加工(例如制干和烟熏)及高温烹煮(例如烤、焗、烧烤和烘焙)期间形成^{1,2,3}。

5. 许多国家曾进行研究，调查食物的 PAHs 含量，发现肉类和鱼类制品(特别是烤及烧烤制品)、油脂、谷物和干货含有较多 PAHs^{1,2,3,4,5}。

毒性

吸收及新陈代谢

6. 从膳食中吸收 PAHs 的分量取决于分子的大小及亲脂性、摄入量和食物的脂质含量等多个因素¹。PAHs 经吸收后会迅速散布到几乎所有器官，并能够通过胎盘屏障。PAHs 会在哺乳类动物体内彻底代谢，而不会在体内积聚²。PAHs 透过芳香环氧化进行代谢，氧化能产生亲电的代谢物，结合核酸和蛋白质，形成共价键。某些 PAHs 和部分 PAHs 代谢物亦可与芳香族碳氢化合物受体结合，令 PAHs 代谢过程涉及的数种酶上调，这或会导致 PAHs 混合物产生复杂而可能非线性的剂量反应关系¹。大多数 PAHs 代谢物会经尿液和粪便排出^{1,2}。

毒性

7. 有研究显示，某些 PAHs 具基因毒性、可致癌、会抑制免疫系统和影响实验动物的发育。

8. PAHs 的毒性影响以其潜在致癌性和基因毒性最令人关注。以苯并[a]芘为例，据报小鼠和大鼠进食了该物质，胃肠道、肝、肺及乳腺会出现肿瘤。在 2005 年，联合国粮食及农业组织(粮农组织)/世界卫生组织(世卫)食品添加剂联合专家委员会(专家委员会)断定，13 种 PAHs 显然会致癌和具基因毒性¹。另一方面，国际癌症研究机构[‡]评估了某些 PAHs，把苯并[a]芘列为第 1 组(令人类患癌)物质，并把几种 PAHs 列为第 2A 组(可能令人类患癌)或第 2B 组(或可能令人类患癌)物质⁶。国际癌症研究机构和专家委员会就 15 种 PAHs 进行致癌和基因毒性影响评估的结果摘录于表 1。

[‡] 国际癌症研究机构的主要职责是确认癌症的成因(即危害确认)，这是通过确认一种物质的具体特性及其造成癌症的可能性来了解其致癌性的首个基本步骤。国际癌症研究机构分类反映了某种物质是否会引发人类癌症的科学证据的强度，但并不反映在特定暴露水平下发生癌症的风险。国际癌症研究机构把致癌物和潜在致癌物划分为四类：

- 第 1 组：令人类患癌(例如加工肉类、烟草、酒精饮品)
- 第 2A 组：可能令人类患癌(例如红肉、丙烯酰胺)
- 第 2B 组：或可能令人类患癌(例如天冬酰胺、腌菜)
- 第 3 组：在会否令人类患癌方面未能分类(例如饮咖啡)

9. 目前只有有限证据，甚或没有证据证明个别 PAHs(苯并[a]芘除外)对动物具有生殖毒性。有研究发现雌性小鼠透过管饲法摄入苯并[a]芘的剂量大于每日每公斤体重 10 毫克，其后代的生殖能力便受到影响。易感基因型小鼠从食物摄入剂量为每日每公斤体重 120 毫克的苯并[a]芘，便会产生发育毒性。经饮食摄入而对生殖和发育产生影响的^{1,2}最大无不良作用剂量尚未确定。

10. 一项有关大鼠经管饲法摄入苯并[a]芘后免疫系统受到抑制的研究发现，最大无不良作用剂量为每日每公斤体重 3 毫克⁷。

表 1. 部分 PAHs 的毒性

PAHs	缩写	国际癌症研究机构的评估	专家委员会的评估
苯并[a]芘	BaP	第 1 组	可致癌和具基因毒性
二苯并[a,h]蒽	DBahA	第 2A 组	可致癌和具基因毒性
二苯并[a,l]芘	DBalP	第 2A 组	可致癌和具基因毒性
苯并[a]蒽	BaA	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
苯并[b]荧蒽	BbFA	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
苯并[j]荧蒽	BjFA	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
苯并[k]荧蒽	BkFA	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
蒽	CHR	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
二苯并[a,h]芘	DBahP	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
二苯并[a,i]芘	DBaiP	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
茚并[1,2,3-c,d]芘	IP	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
5-甲基蒽	MCH	第 2B 组	可致癌和具基因毒性
二苯并[a,e]芘	DBaeP	第 3 组	可致癌和具基因毒性
环戊并[c,d]芘	CPP	第 2A 组	具基因毒性
苯并[g,h,i]芘	BghiP	第 3 组	具基因毒性

健康参考值

11. 由于某些 PAHs 具基因毒性，专家委员会认为不可能采用定限机制，也无法订定健康参考值。专家委员会在 2005 年评估 PAHs 的毒性时，基于当时可得的数据，决定采用替代法，以苯并[a]芘作为标志物，评估 13 种 PAHs 的膳食摄入量及其基因毒性和致癌作用。专家委员会根据一项有关小鼠口服 PAHs 混合物(食物中具基因毒性和可致癌的 PAHs 典型)的致癌性研究，得出食物中 PAHs 诱发癌症发病率增加 10%的基准剂量可信限下限相当于每日每公斤体重 100 微克苯并[a]芘，并以暴露限值评估对健康可能构成的影响¹。暴露限值越低，公众健康可能受影响的程度越大。

12. 其后，欧洲食品安全局在 2008 年就 PAHs 作进一步评估，发现苯并[a]芘并非用作食物是否含有 16 种欧洲联盟(欧盟)优控 PAHs 的适当指标，并认为 PAH4 和 PAH8⁵才是最适当的指标，但与 PAH4 相比，PAH8 的额外参考价值不大。该项评估使用以多种统计模型计算所得的基准剂量可信限下限最低值，以暴露限值方法评估对健康可能构成的影响。苯并[a]芘和 PAH4 的基准剂量可信限下限最低值分别为每日每公斤体重 0.07 毫克和每日每公斤体重 0.34 毫克。暴露限值如高于 10 000，表示对公众健康的影响不大²。

规管

13. 在国际间，食品法典委员会未有就食品中的 PAHs 订立任何标准。不过，部分司法管辖区已就某些食品中的 PAHs 订立相关标准。举例来说，中国内地已就五类食品的苯并[a]芘含量订定上限⁸。欧盟亦已就某些食品类别的苯并[a]芘和 PAH4 含量订定上限⁹。至于香港，《食物内有害物质规例》(第 132AF 章)规定，油或脂肪或两者的混合物含有苯并[a]芘的最高浓度为每公斤 5 微克¹⁰。

14. 食品法典委员会按风险管理模式处理熏制和干制食品受 PAHs 污染的问题，在 2009 年制订《减少在熏制和直接干燥工艺中食品多环芳烃(PAH)污染的操作规范》(操作规范)，就如何减少食品受 PAHs 污染，为主管部门、生产商和制造商提供指引¹¹。

⁵ PAH4 指苯并[a]芘、蒽、苯并[a]蒽和苯并[b]荧蒽含量的总和；

PAH8 指 PAH4、苯并[k]荧蒽、苯并[g,h,i]花、二苯并[a,h]蒽和茚并[1,2,3-c,d]芘含量的总和。

研究范围

15. 为估算本港成年人从膳食摄入 PAHs 的分量，这项研究集中分析据报含有 PAHs 的食品。选取样本的主要准则包括：(i)文献所载该等食品的 PAHs 含量或其占 PAHs 整体摄入量的比重、(ii)有关食品在本地的受欢迎程度，以及(iii)抽样期内有关食品在本地市场的供应情况。这些样本分作九个食品组别，即“谷物和谷物制品”、“蔬菜”、“肉类和家禽”、“鱼类和水产品”、“奶类制品和蛋”、“小食和甜点”、“油脂”、“饮品”和“香料”。

16. 这项研究涵盖 16 种 PAHs(表 2)，与欧洲食品安全局 2008 年评估的 PAHs 清单所列者相同(即“欧盟优控 PAHs”)，亦已包括专家委员会认为具基因毒性或可致癌的 PAHs，以及专家委员会建议纳入监察之列的 PAHs 和提议应加以分析的食品中的苯并[c]芘。

表 2. 这项研究所涵盖的 16 种 PAHs

PAHs	缩写	PAHs	缩写
1 苯并[a]蒽*	BaA	9 二苯并[a,h]蒽*	DBahA
2 苯并[b]荧蒽*	BbFA	10 二苯并[a,e]芘*	DBaeP
3 苯并[j]荧蒽*	BjFA	11 二苯并[a,h]芘*	DBahP
4 苯并[k]荧蒽*	BkFA	12 二苯并[a,i]芘*	DBaiP
5 苯并[g,h,i]芘	BghiP	13 二苯并[a,l]芘*	DBalP
6 苯并[a]芘*	BaP	14 茚并[1,2,3-c,d]芘*	IP
7 蒽*	CHR	15 5-甲基蒽*	MCH
8 环戊并[c,d]芘	CPP	16 苯并[c]芘#	BcFL

* 专家委员会建议把这种 PAH 纳入监察之列

专家委员会提议应分析食品中这种 PAH 的含量

研究方法和化验分析

研究方法

17. 2022 年 9 月至 12 月期间，我们从本港零售商(例如超级市场、网店、食品杂货店和湿货市场摊档)和食物业处所收集了 300 个食物样本作

化验分析。样本列表涵盖 60 项食品，每项食品各收集五个样本。所收集的食品载列于表 3。进行化验分析前，非即食的食品样本均处理至食用状态。这项研究只分析了样本的可食用部分。

表 3. 这项研究所收集的食品

食品组别	食品	样本数量
谷物及谷物制品	白饭、即食麪、其他粉 / 麪、早餐谷类食品、燕麦、麪包、方包	35
蔬菜	菜心、生菜、瓜果类蔬菜、薯仔、豆荚、豆、干冬菇、脱水蔬菜	40
肉类和家禽	叉烧、烧猪、烧鸭 / 鹅、烟熏香肠、烟熏火腿 / 烟肉、猪肉干、牛肉干、烤鸡、烤肉	45
鱼类和水产品	烟熏鲑鱼、鲍鱼、蚬、蚝、青口、带子、淡水鱼、咸水鱼、干制海鲜 / 鱼、干制海鲜小食	50
奶类制品和蛋	原味奶、奶粉、芝士、蛋	20
小食和甜点	干果、朱古力、薯片、椰子干、焗果仁	25
油脂	橄榄油、花生油、芥花籽油、粟米油、米糠油、葵花籽油、葡萄籽油、芝麻油、人造牛油、牛油	50
饮品	即饮咖啡、速溶咖啡 / 咖啡粉、预先包装的茶饮料、茶叶 / 茶包、可可 / 朱古力饮品	25
香料	胡椒、咖喱粉	10
总数(9组)	(60项食品)	300

18. 苯并[a]芘在各种 PAHs 中较为值得关注，而 PAH4 往往用作食物是否含有欧盟优控 PAHs 的指标。这项研究把上述两者的化验分析结果与第二次全港性食物消费量调查(第二次食物消费量调查)所得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 PAHs 的分量，并利

用名为“摄入量评估系统”的内部研发网络计算机系统进行计算。这项研究分别以从膳食摄入 PAHs 的分量的平均值和第 90 百分位的数值，作为摄入量一般和摄入量高的本港成年市民的数值。暴露限值的计算方法，是把参考剂量分别除以从膳食摄入的各种 PAHs 的估计摄入量。苯并[a]芘和 PAH4 的参考剂量(基准剂量可信限下限)分别为每日每公斤体重 0.07 毫克和每日每公斤体重 0.34 毫克²。

化验分析

19. 化验分析工作由食物安全中心(食安中心)的食物研究化验所负责进行。这项研究检测了 300 个不同食品样本中 16 种 PAHs 的含量。

20. 这项研究以气相色谱 - 高分辨质谱联用仪分析食品样本的 PAHs 含量。化验人员首先称取一定重量的样本，然后按定量添加具稳定同位素标记的 PAHs 作为内标物，再以超声波方式(同时加入有机溶剂)萃取 PAHs，接着以非极性溶剂进行萃取。非极性溶剂中的 PAHs 以固相萃取匣净化，然后才以仪器进行分析。各种 PAHs 的检测限为每公斤 0.05 微克。

分析值低于检测限的处理方法

21. 这项研究同时采用下限值和上限值的方式处理数据。这种处理数据方式是考虑到分析结果低于检测限时，真正数值实际上可处于零至检测限之间。下限假设食品样本不含有关化学物，故低于检测限的分析结果设定为零；上限则假设食品样本所含化学物的分量为检测限值，故低于检测限的分析结果设定为相应的检测限值。同时采用下限值和上限值方式处理数据，可把两种极端情况互相比较。

结果和讨论

多环芳烃含量

22. 经分析后发现，300 个样本中有 223 个(约 74%)验出至少一种 PAH，其余 77 个样本(约 26%)则不含这 16 种 PAHs。不过，大部分验出 PAHs 的样本均只含少量种类的 PAHs，当中 68% 验出四种或以下的 PAHs，28% 只验出一种 PAH。与若干其他研究的结果相若^{1,4}，这项研究所涵盖样本检测出的 PAHs 主要是蒽(16.9%)，其次是环戊并[c,d]芘(14.4%)、苯并[c]

芴(11.2%)、苯并[a]蒽(10.6%)和苯并[b]荧蒽(7.8%)。所有采集的样本均没有检出二苯并[a,h]芘和 5-甲基蒽。食品样本中 16 种 PAHs 的含量及其总含量(PAHs 总含量)摘录于表 4。

表 4. 食品样本中不同 PAHs 的含量(微克 / 公斤)

	低于检测 限的样本 (%)	平均值 (下限-上限) (微克 / 公斤)	最低值 (微克 / 公斤)	最高值 (微克 / 公斤)
苯并[a]蒽	65	0.24-0.27	没有检出	17
苯并[b]荧蒽	74	0.16-0.20	没有检出	9.2
苯并[j]荧蒽	82	0.097-0.14	没有检出	7.4
苯并[k]荧蒽	88	0.056-0.10	没有检出	7.4
苯并[g,h,i]芘	58	0.15-0.18	没有检出	8.3
苯并[a]芘	82	0.13-0.17	没有检出	15
蒽	61	0.40-0.43	没有检出	19
环戊并 [c,d]芘	89	0.31-0.36	没有检出	39
二苯并 [a,h]蒽	99	0.0013-0.051	没有检出	0.16
二苯并[a,e]芘	99	0.0015-0.051	没有检出	0.13
二苯并[a,h]芘		所有样本的含量均低于检测限		
二苯并[a,i]芘	99	0.00057-0.050	没有检出	0.12
二苯并[a,l]芘	99	0.00070-0.050	没有检出	0.11
茚并[1,2,3-c,d]芘	89	0.072-0.12	没有检出	8.5
5-甲基蒽		所有样本的含量均低于检测限		
苯并[c]芴	49	0.26-0.29	没有检出	5.9
PAH4	49*	0.92-1.1	0-0.20 (下限-上限)	57-57 (下限-上限)
PAHs 总含量	26*	1.9-2.5	0-0.80 (下限-上限)	120-120 (下限-上限)

* 所有 PAHs 的含量均低于检测限

** 取至两位有效数字

23. 这项研究中九个食品组别的苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量的含量范围载于下文表 5, 个别食品的详情则载于附录 I。

表 5. 不同食品组别的 PAHs 含量范围

食品组别	样本数目	苯并[a]芘 (下限) (微克 / 公斤)	PAH4 (下限) (微克 / 公斤)	PAHs 总含量 (下限) (微克 / 公斤)
谷物及谷物制品	35	0-0.090	0-0.63	0-0.99
蔬菜	40	0-0.060	0-0.41	0-0.97
肉类和家禽	45	0-6.0	0-36	0-63
鱼类和水产品	50	0-0.27	0-7.3	0-11
奶类和蛋	20	0-0.060	0-0.16	0-0.45
小食和甜点	25	0-0.40	0-2.8	0-4.8
油脂	50	0-0.93	0-7.0	0-20
饮品	25	0-0	0-0.100	0-0.37
香料	10	0.13-15	1.2-57	2.3-120
所有样本	300	0-15	0-57	0-120

* 取至两位有效数字

24. 这项研究发现，在收集所得的所有食品样本中，苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量范围(下限)分别为每公斤 0 微克至 15 微克、每公斤 0 微克至 57 微克和每公斤 0 微克至 120 微克，而平均值(下限至上限)则分别为每公斤 0.13 微克至 0.17 微克、每公斤 0.93 微克至 1.1 微克和每公斤 1.9 微克至 2.5 微克。由咖喱粉和胡椒构成的“香料”组别验出的 PAHs 含量最高，苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量的平均值(下限至上限)分别为每公斤 2.0 微克至 2.0 微克、每公斤 10 微克至 10 微克和每公斤 19 微克至 20 微克。其次是“肉类和家禽”和“油脂”组别。反之，“饮品”、“奶类和蛋”、“蔬菜”和“谷物及谷物制品”组别的 PAHs 含量则相当低。这些食品组别的 PAHs 总含量平均值(下限)皆少于每公斤 0.22 微克。不同食品组别验出的 PAHs 含量不一，即使是同一项食品，不同样本的 PAHs 含量亦有差别。

25. 同一食品组别中的 PAHs 含量存在差异，可能是由于不同食品被归入同一组别之故。举例来说，“肉类和家禽”组别中烧肉 / 烤肉、烟熏肉类和肉干的 PAHs 含量有显着的差别。肉干的 PAHs 含量最高，其次是烧肉 / 烤肉和烟熏肉类。在“油脂”组别中，植物油的 PAHs 含量最高，其次是人造牛油和牛油。至于“小食和甜点”组别，朱古力的 PAHs 含量相对较高，其次是椰子干、干果、薯片和焗果仁。

26. 至于个别食品的 PAHs 含量，胡椒验出的苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量的平均值(下限至上限)最高，分别为每公斤 3.2 微克至 3.2 微克、每公斤 13 微克至 13 微克和每公斤 26 微克至 27 微克。五个胡椒样本皆验出苯并[a]芘，每个样本验出至少五种其他 PAHs。香料的 PAHs 含量偏高这个结果与其他研究所得的结果吻合^{12, 13}。该些研究认为，各个样本受 PAHs 污染的程度各异，可能是由于环境污染或食品制干过程所致。除了胡椒外，烧肉 / 烤肉和猪肉干验出的苯并[a]芘含量和 PAHs 总含量亦相对较高，猪肉干和咖喱粉的 PAH4 含量则相对较高。不同食品按苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量的位次有别，相信与有关食品的 PAHs 分布情况或污染源头有关。由于这项研究只涵盖 16 种欧盟优控 PAHs，因此很难推断样本中 PAHs 的源头。

27. 双壳贝类软件动物是滤食性动物，较有可能积聚水中的 PAHs，其 PAHs 含量因而较鱼类高。这项研究发现，在鲍鱼、蚬、青口、蚝和带子之中，蚝的 PAHs 含量最高，其次为蚬，其余双壳贝类软件动物的 PAHs 含量大致相同。此外，只有蚝和蚬验出苯并[a]芘。

与过往一项本地研究比较

28. 在 2004 年，本港进行了一项研究，调查各种烧烤肉类样本中选定 PAHs 的含量¹⁴。我们比较 2004 年的研究与这项研究中的类似食品(即叉烧、烧肉、烧鸭、猪肉干和牛肉干)，发现这项研究所采集样本中的苯并[a]芘和 PAH4 含量一般较 2004 年的研究为低。在 2004 年的研究中，这些食品的苯并[a]芘和 PAH4 含量平均值分别是每公斤 0.52 微克和每公斤 4.0 微克，而这次研究却显示这些食品的苯并[a]芘和 PAH4 含量平均值分别是每公斤 0.18 微克和每公斤 2.3 微克。

从膳食摄入多环芳烃的分量

29. 表 6 载列本港成年人从这项研究涵盖的食品摄入苯并[a]芘和 PAH4 的估计分量，以及相应的暴露限值。

表 6. 本港成年人从膳食摄入苯并[a]芘和 PAH4 的分量和相应的暴露限值

		摄入量一般的消费者	摄入量高的消费者
苯并[a]芘	膳食摄入量 (纳克/每日每公斤体重) (下限-上限)	0.13- 0.90	0.21- 1.4
	暴露限值 (下限-上限)	540 000- 78 000	330 000- 51 000
PAH4	膳食摄入量 (纳克/每日每公斤体重) (下限-上限)	1.4- 4.2	2.3- 6.3
	暴露限值 (下限-上限)	240 000- 81 000	150 000- 54 000

30. 本港成年人从膳食摄入苯并[a]芘的分量，对于摄入量一般的消费者，估计摄入量下限和上限分别为每日每公斤体重 0.13 纳克和每日每公斤体重 0.90 纳克；至于摄入量高(第 90 百分位)的消费者，估计摄入量下限和上限则分别为每日每公斤体重 0.21 纳克和每日每公斤体重 1.4 纳克。摄入量一般和摄入量高的消费者相应的暴露限值，分别介乎 540 000 至 78 000(下限至上限)之间和 330 000 至 51 000(下限至上限)之间，远高于 10 000，显示对公众健康影响不大。

31. 本港成年人从膳食摄入 PAH4 的分量方面，对于摄入量一般的消费者，估计摄入量下限和上限分别为每日每公斤体重 1.4 纳克和每日每公斤体重 4.2 纳克；至于摄入量高(第 90 百分位)的消费者，估计摄入量下限和上限则分别为每日每公斤体重 2.3 纳克和每日每公斤体重 6.3 纳克。摄入量一般和摄入量高的消费者的计算所得暴露限值，分别介乎 240 000 至 81 000(下限至上限)之间和 150 000 至 54 000(下限至上限)之间，远高于 10 000，显示对公众健康影响不大。

32. 我们进一步按年龄及性别，分析各个成年人组别经膳食摄入苯并[a]芘和 PAH4 的分量，结果载于表 7。整体来说，女性的膳食摄入量略低于男性，这可能是他们的饮食习惯所致。不论是摄入量一般或摄入量高的消费者，其暴露限值均高于 10 000，显示苯并[a]芘和 PAH4 对各个年龄及性别组别市民的健康影响不大。

表 7. 按年龄及性别组别列出本港市民从膳食摄入苯并[a]芘和 PAH4 的分量

年龄及性别组别	苯并[a]芘膳食摄入量 (纳克/每日每公斤体重)		PAH4 膳食摄入量 (纳克/每日每公斤体重)	
	摄入量一般的消费者 (下限-上限)	摄入量高的消费者 (下限-上限)	摄入量一般的消费者 (下限-上限)	摄入量高的消费者 (下限-上限)
	18 至 49 岁 男性	0.14-0.88	0.23-1.3	1.5-4.1
女性	0.12-0.86	0.21-1.3	1.4-4.0	2.2-6.0
50 至 64 岁 男性	0.14-0.97	0.22-1.5	1.5-4.5	2.4-6.6
女性	0.12-0.89	0.20-1.3	1.3-4.1	2.2-6.0
65 岁以上 男性	0.13-1.0	0.22-1.6	1.5-4.7	2.4-7.1
女性	0.12-0.86	0.19-1.3	1.4-4.0	2.2-6.1

* 取至两位有效数字

主要膳食来源

33. 摄入量一般的本港消费者从不同食物组别摄入苯并[a]芘和 PAH4 占膳食摄入量估计下限的百分比，载于表 8、图 1 和图 2。从个别食品组别摄入苯并[a]芘和 PAH4 占摄入量的实际比重，宜以下限方式表达，原因是下限不受某些食品组别有多个样本低于检测限的影响。

表 8. 本港市民从不同食品组别摄入苯并[a]芘和 PAH4 的平均分量及占膳食摄入量的百分比

食品组别	苯并[a]芘		PAH4	
	膳食摄入量 (纳克/每日每公斤体重) (下限)	占膳食摄入量的百分比*	膳食摄入量 (纳克/每日每公斤体重) (下限)	占膳食摄入量的百分比*
	谷物及谷物制品	0.066	51.2%	0.85
蔬菜	0.0031	2.4%	0.098	6.8%
肉类和家禽	0.021	16.4%	0.084	5.9%
鱼类和水产品	0.00092	0.7%	0.084	5.8%
奶类制品和蛋	0.00032	0.2%	0.021	1.5%
小食和甜点	0.0027	2.1%	0.017	1.2%
油脂	0.016	12.6%	0.20	13.7%
饮品	0	0%	0.0024	0.2%
香料	0.019	14.4%	0.080	5.6%
总数	0.13	100%	1.4	100%

* 由于四舍五入，数值相加的总和未必等于 100%。

图 1. 本港成年人从各食品组别摄入苯并[a]芘的平均分量占膳食摄入量下限的百分比

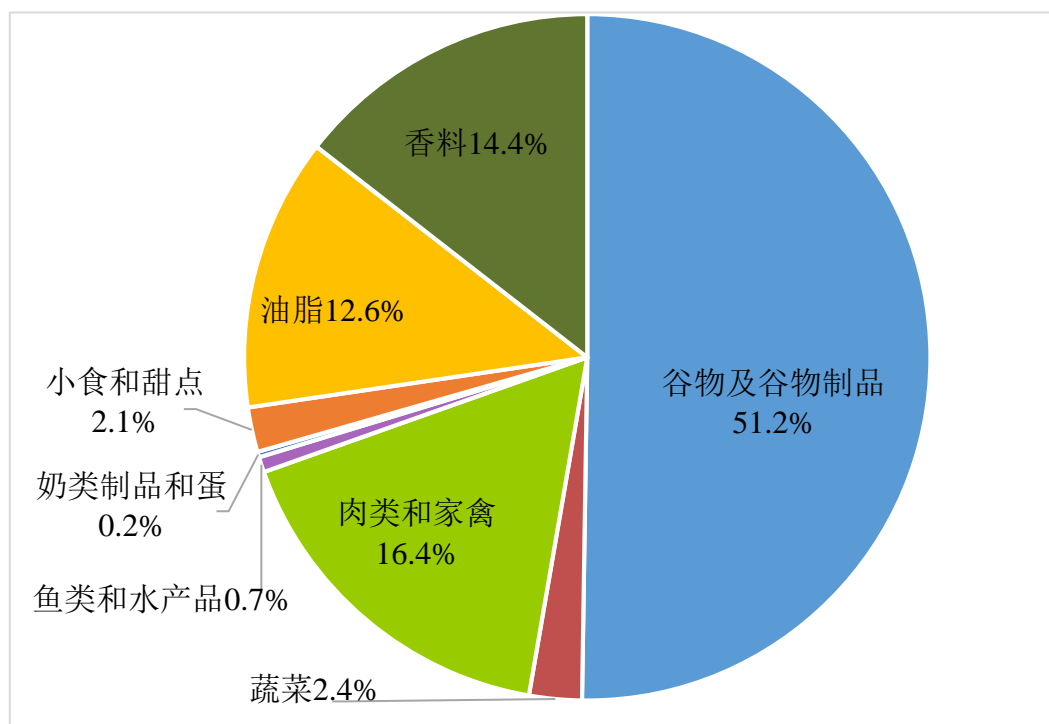
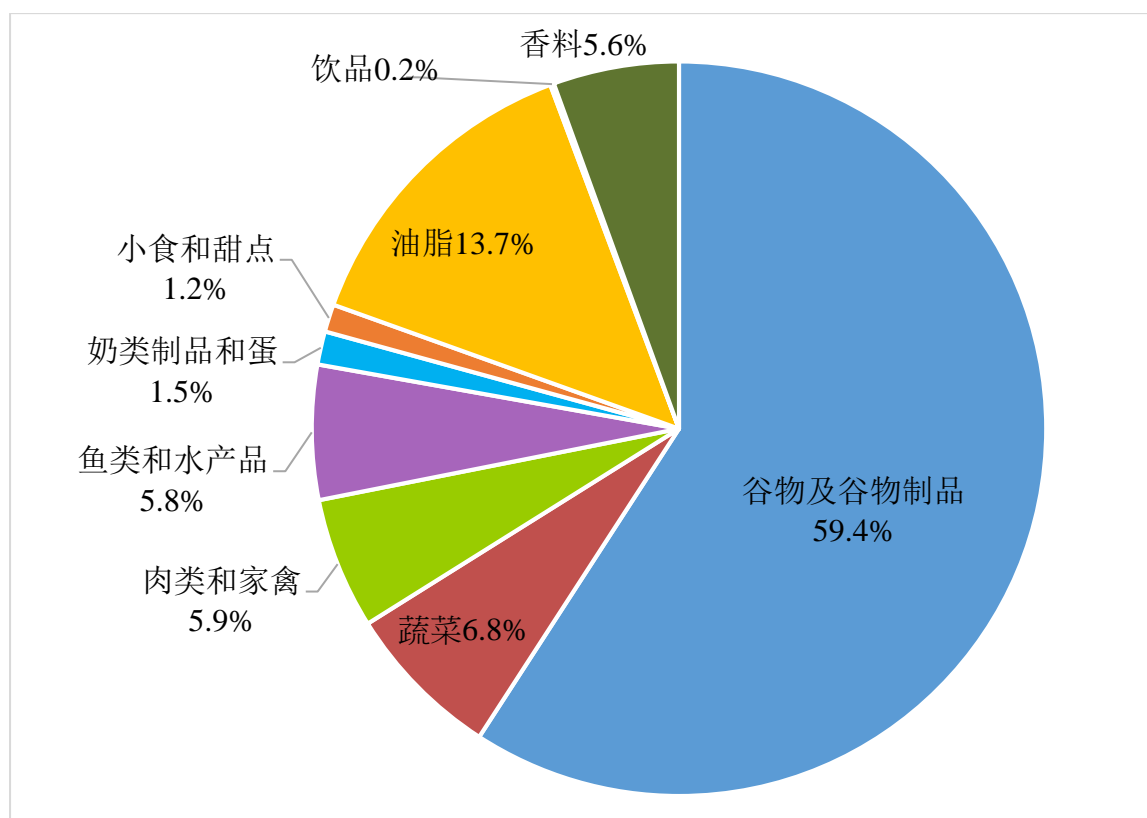


图 2. 本港成年人从各食品组别摄入 PAH4 的平均分量占膳食摄入量下限的百分比



34. 这项研究发现，“谷物及谷物制品”是本港市民摄入 PAHs 的主要膳食来源，占苯并[a]芘总摄入量的 51.2%(即摄入量下限每日每公斤体重 0.066 纳克)，以及占 PAH4 总摄入量的 59.4%(即摄入量下限每日每公斤体重 0.85 纳克)。这个结果与内地及外国的研究结果相若^{2,4,1,2}。

与其他地方研究结果比较

35. 最近，中国国家食品安全风险评估中心(CFSA)⁴、欧洲食物安全局(EFSA)²、法国国家食品、环境及劳动卫生署(ANSES)³、爱尔兰食品安全局(FSAI)^{16,4} 和澳洲新西兰食品标准管理局(FSANZ)⁵ 等各地机构都有发表从膳食摄入 PAHs 的研究报告。整体而言，这些研究计算所得的暴露限值均大于 10 000。比较这项研究与外国的研究结果，本港市民从膳食摄入 PAHs 的分量处于范围的低端。

表 9. 国际间 PAHs 平均膳食摄入量和暴露限值的比较

地方	苯并[a]芘		PAH4	
	膳食摄入量 (纳克 / 每日 每公斤体重)	暴露限值	膳食摄入量 (纳克 / 每日 每公斤体重)	暴露限值
内地(国家食品安全风险评估中心) ⁴	3.08	22 704	17.61	19 305
欧盟 (欧洲食物安全局) ²	3.9	17 900	19.5	17 500
法国 (法国国家食品、环境及劳动卫生署) ¹⁷	0.191	-	1.478	230 000
爱尔兰(爱尔兰食品安全局) ^{16,18}	4 ¹⁸	25 000 ¹⁸	1-4.1 ¹⁶	326 393-82 330 ¹⁶
澳洲(澳洲新西兰食品标准管理局) ¹⁹	0.2-1.3 (下限-上限)	500 000-77 000 (下限-上限)	-	-
香港(食物安全中心)	0.13- 0.90 (下限-上限)	540 000-78 000 (下限-上限)	1.4- 4.2 (下限-上限)	240 000- 81 000 (下限-上限)

研究的不确定因素和局限

36. 这项研究只针对文献所载 PAHs 含量偏高或 PAHs 膳食摄入量占比偏高的食品，没有涵盖本港市民日常饮食的所有食品，因此未必能找出 PAHs 含量高的本地食品，特别是食用量不多的食品。

37. 虽然检测分析的样本愈多，对摄入量的估算会愈精确，但碍于资源有限，化验工作必须有所取舍。即使是同一款食品，不同批次的 PAHs 含量也可能存在差异。这项研究的结果只能概略反映本地选定类别食品在某一时间的 PAHs 含量。

38. 在比较不同研究的结果时，应时刻谨慎。除检测方法有别外，其他因素(例如研究方法、抽样策略、收集和处理食物消费量数据的方法、检测限等)也会影响研究结果。

结论及建议

39. 这项研究收集的样本，约有 74%(300 个样本中占 223 个)验出至少一种目标 PAH，但大部分样本只含有少量种类的 PAHs。在验出含有 PAHs 的样本中，68%含四种或以下 PAHs，28%仅含有一种 PAH。至于不同食品组别的 PAHs 含量方面，以“香料”的平均含量最高，其次是“肉类和家禽”和“油脂”。结合第二次食物消费量调查的食物消费量数据，“谷物及谷物制品”这个食品组别是成年人从膳食摄入 PAHs 的主要来源。

40. 把这项研究结果与其他地方的相关研究进行比较，本港成年市民的 PAHs 膳食摄入量属低水平。这项研究就苯并[a]芘和 PAH4 计算所得的暴露限值均高于 10 000，显示目前香港成年人从膳食摄入 PAHs 的分量对公众健康的影响不大。

41. 根据这项有关 PAHs 膳食摄入量的研究结果，大众无需改变基本的健康饮食习惯。市民应保持均衡和多元化的饮食，避免因偏食而过量摄入某些化学污染物(包括 PAHs)。

42. 食物业宜采取适当措施，并参考食品法典委员会在 2009 年采纳的相关操作规范，按照可合理实现最低水平的原则，尽量减少食品中 PAHs 的含量。

参考数据

- ¹ JECFA. Polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Evaluation of certain contaminants. Sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 930. WHO and FAO. 2006. 网址：
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43258/WHO_TRS_930_eng.pdf
- ² EFSA. “Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food.” The EFSA Journal 724 (2008): 1-114.
- ³ Zelinkova Z, Wenzl T (2015) The Occurrence of 16 EPA PAHs in Food - A Review, Polycyclic Aromatic Compounds, 35:2-4, 248-284.
- ⁴ Feifei Huang, Lei Zhang, Moqin Zhou, Jianwen Li, Qing Liu, Bo Wang, Ke Deng, Pingping Zhou & Yongning Wu (2023): Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Chinese diet: contamination characteristics, indicator screening, and health risk assessment, Food Additives & Contaminants: Part A. 网址：
<https://doi.org/10.1080/19440049.2023.2195955>
- ⁵ Food Standards Australia New Zealand. Survey of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Australian Foods. Dietary Exposure Assessment and Risk Characterisation. 网址：
<https://www.foodstandards.gov.au/science/surveillance/documents/PAH%20Survey%20for%20website.pdf>
- ⁶ International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 92. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. 2010.
- ⁷ EC (European Commission) 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Risks to Human Health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food.
- ⁸ 中华人民共和国 GB2762-2022《食品安全国家标准 食品中污染物限量》。
- ⁹ European Union. Commission Regulation (EC) No 1881/2006. Official Journal of European Union L364 1881/2006 (2006).

- ¹⁰ 香港特别行政区《食物内有害物质规例》(第 132AF 章)。网址：
<https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap132AF>
- ¹¹ 食品法典委员会《减少在熏制和直接干燥工艺中食品多环芳烃 (PAH) 污染的操作规范》。食品法典，CAC/RCP 68-2009 (2009 年)。
- ¹² Rozentale I, Lun AY, Zacs D, Bartkevics V. The occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in dried herbs and spices. *Food Control* 2018;83:45-53.
- ¹³ Philippe Szternfeld, Alexios Marakis, Marie-Louise Scippo, Els Van Hoeck & Laure Joly (2022) Polycyclic aromatic hydrocarbons in spices and dried herbs and associated risk for the Belgian population, *Food Additives & Contaminants: Part B*, 15:4, 292-300, DOI:10.1080/19393210.2022.2106518
- ¹⁴ 香港特别行政区食物环境卫生署《风险评估研究第十四号报告书 烧烤肉类含多环芳香族碳氢化合物 (PAHs)》。2004 年。网址：
https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_06_pah.html
- ¹⁵ Kazerouni, N., Sinha, R., Hsu, C.H., Greenberg, A., Rothman, N., 2001. Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food Chem Toxicol.* 39, 423-436.
- ¹⁶ Food Safety Authority of Ireland (FSAI). 2016. Report on a Total Diet Study Carried Out by the Food Safety Authority of Ireland in the Period 2012-2014. 网址：
<https://www.fsai.ie/getmedia/b96c171b-dce0-419b-a32e-43c3bce8e65a/tds-2014-final.pdf?ext=.pdf>
- ¹⁷ Veyrand, B., Sirot, V., Durand, S., Pollono, C., Marchand, P., Dervilly-Pinel, G., Tard, A., Leblanc, J.C., LeBizec, B., 2013. Human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: results of the second French total diet study. *Environ. Int.* 54, 11-17.
- ¹⁸ Food Safety Authority of Ireland (FSAI). 2006. Investigation Into Levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Food on the Irish Market. 网址：
https://www.fsai.ie/uploadedFiles/PAH_levels.pdf

¹⁹ Food Standards Australia New Zealand. Survey of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Australia Foods - Dietary Exposure Assessment and Risk Characterisation. 2010. 网址：
<https://www.foodstandards.gov.au/science/surveillance/pages/surveyofpolycyclicar4818.aspx>

(空白页)

食品样本中验出的苯并[a]芘含量、PAH4 含量和 PAHs 总含量(微克 / 公斤)平均值

食品组别	样本数量	苯并[a]芘						PAH4				PAHs 总含量				
		低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]			低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				
			下限	上限	下限	上限		下限	上限	下限		上限				
谷物及谷物制品	35	97	0.0026	[0-0.090]	0.051	[0.050-0.090]	63	0.066	[0-0.63]	0.23	[0.20-0.63]	37	0.22	[0-0.99]	0.94	[0.80-1.5]
白饭	5	80	0.018	[0-0.090]	0.058	[0.050-0.090]	20	0.21	[0-0.63]	0.32	[0.20-0.63]	20	0.48	[0-0.99]	1.1	[0.80-1.5]
即食面	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.028	[0-0.14]	0.22	[0.20-0.29]	40	0.21	[0-0.63]	0.95	[0.80-1.3]
其他粉 / 面	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.012	[0-0.060]	0.20	[0.20-0.21]	20	0.17	[0-0.36]	0.92	[0.80-1.1]
早餐谷类食品	5	所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					40	0.082	[0-0.21]	0.83	[0.80-0.91]
燕麦	5	所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限				
面包(无馅料)	5	所有样本的含量均低于检测限					20	0.11	[0-0.22]	0.25	[0.20-0.32]	20	0.32	[0-0.80]	0.99	[0.80-1.4]
方包	5	所有样本的含量均低于检测限					40	0.11	[0-0.23]	0.26	[0.20-0.33]	20	0.26	[0-0.43]	0.95	[0.80-1.1]
蔬菜	40	98	0.0015	[0-0.060]	0.050	[0.050-0.060]	63	0.057	[0-0.41]	0.23	[0.20-0.46]	28	0.19	[0-0.97]	0.92	[0.80-1.7]
菜心	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.010	[0-0.050]	0.20	[0.20-0.20]	60	0.024	[0-0.070]	0.80	[0.80-0.82]
生菜	5	80	0.012	[0-0.060]	0.052	[0.050-0.060]	0	0.24	[0.10-0.41]	0.35	[0.25-0.46]	0	0.52	[0.30-0.90]	1.2	[0.99-1.5]
瓜果类蔬菜	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.016	[0-0.080]	0.21	[0.20-0.23]	60	0.044	[0-0.14]	0.81	[0.80-0.84]
薯仔 / 番薯	5	所有样本的含量均低于检测限					60	0.030	[0-0.080]	0.21	[0.20-0.23]	20	0.098	[0-0.19]	0.85	[0.80-0.89]
豆荚	5	所有样本的含量均低于检测限					40	0.078	[0-0.21]	0.25	[0.20-0.36]	0	0.38	[0.070-0.97]	1.1	[0.82-1.7]
豆	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.038	[0-0.19]	0.22	[0.20-0.28]	0	0.22	[0.070-0.39]	0.94	[0.82-1.1]
干冬菇	5	所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					40	0.13	[0-0.35]	0.90	[0.80-1.1]
脱水蔬菜	5	所有样本的含量均低于检测限					60	0.042	[0-0.15]	0.21	[0.20-0.25]	40	0.066	[0-0.22]	0.82	[0.80-0.88]

食品组别	样本数量	苯并[a]芘					PAH4				PAHs 总含量					
		低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]			低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				
			下限	上限		下限		上限		下限		上限				
肉类和家禽	45	80	0.24	[0-6.0]	0.28	[0.050-6.0]	44	1.7	[0-36]	1.8	[0.20-36]	20	3.6	[0-63]	4.2	[0.80-64]
叉烧	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.020	[0-0.10]	0.21	[0.20-0.25]	0	0.27	[0.070-0.58]	0.99	[0.82-1.3]
烧猪	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.024	[0-0.12]	0.21	[0.20-0.27]	40	0.11	[0-0.29]	0.87	[0.80-0.99]
烧鸭 / 鹅	5	所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					60	0.14	[0-0.48]	0.91	[0.80-1.2]
烟熏香肠	5	所有样本的含量均低于检测限					60	0.092	[0-0.35]	0.25	[0.20-0.40]	40	0.46	[0-1.1]	1.2	[0.80-1.6]
烟熏火腿 / 烟肉	5	所有样本的含量均低于检测限					0	0.20	[0.10-0.34]	0.31	[0.25-0.39]	0	0.55	[0.17-0.82]	1.2	[0.88-1.5]
猪肉干	5	20	0.85	[0-2.3]	0.86	[0.050-2.3]	20	11	[0-36]	11	[0.20-36]	0	16	[0.22-50]	16	[0.92-50]
牛肉干	5	40	0.046	[0-0.10]	0.066	[0.050-0.10]	0	0.57	[0.070-0.91]	0.62	[0.22-0.91]	0	0.89	[0.070-1.7]	1.4	[0.82-2.2]
烧 / 烤鸡	5	所有样本的含量均低于检测限					40	0.10	[0-0.25]	0.25	[0.20-0.36]	20	0.22	[0-0.44]	0.90	[0.80-1.0]
烧 / 烤肉	5	60	1.3	[0-6.0]	1.3	[0.050-6.0]	20	3.0	[0-13]	3.1	[0.20-13]	20	14	[0-63]	14	[0.80-64]
鱼类和水产品	50	90	0.014	[0-0.27]	0.059	[0.050-0.27]	48	0.52	[0-7.3]	0.67	[0.20-7.3]	14	1.0	[0-11]	1.7	[0.80-11]
烟熏鲑鱼	5	所有样本的含量均低于检测限					60	0.10	[0-0.42]	0.27	[0.20-0.52]	20	0.47	[0-1.6]	1.2	[0.80-2.1]
鲍鱼	5	所有样本的含量均低于检测限					60	0.050	[0-0.18]	0.23	[0.20-0.33]	20	0.32	[0-0.61]	1.1	[0.80-1.3]
蚬	5	80	0.016	[0-0.080]	0.056	[0.050-0.080]	40	0.66	[0-1.7]	0.78	[0.20-1.7]	0	0.97	[0.27-2.0]	1.6	[1.0-2.5]
蚝	5	60	0.098	[0-0.27]	0.13	[0.050-0.27]	0	3.2	[0.63-7.3]	3.3	[0.73-7.3]	0	5.6	[1.4-11]	6.0	[2.0-11]
青口	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.064	[0-0.32]	0.24	[0.20-0.42]	40	0.24	[0-0.86]	0.97	[0.80-1.4]
带子 / 扇贝	5	所有样本的含量均低于检测限					40	0.058	[0-0.12]	0.23	[0.20-0.27]	0	0.30	[0.12-0.47]	1.0	[0.87-1.2]
淡水鱼	5	所有样本的含量均低于检测限					80	0.040	[0-0.20]	0.23	[0.20-0.35]	20	0.20	[0-0.49]	0.94	[0.80-1.2]
咸水鱼	5	所有样本的含量均低于检测限					60	0.086	[0-0.38]	0.25	[0.20-0.44]	0	0.35	[0.18-0.55]	1.0	[0.93-1.2]
干制海鲜 / 鱼	5	所有样本的含量均低于检测限					40	0.52	[0-1.7]	0.67	[0.20-1.8]	40	1.1	[0-4.1]	1.8	[0.80-4.7]
干制鱼 / 海鲜小食	5	60	0.030	[0-0.080]	0.060	[0.050-0.080]	20	0.35	[0-0.61]	0.45	[0.20-0.62]	0	0.83	[0.41-2.0]	1.4	[1.1-2.5]

食品组别	样本数量	苯并[a]芘						PAH4				PAHs 总含量					
		低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				
			下限	上限	下限	上限		下限	上限	下限	上限						
奶类制品和蛋	20	95	0.0030	[0-0.060]	0.051	[0.050-0.060]	85	0.014	[0-0.16]	0.20	[0.20-0.26]	55	0.057	[0-0.45]	0.83	[0.80-1.1]	
原味奶	5	所有样本的含量均低于检测限						所有样本的含量均低于检测限				60	0.046	[0-0.14]	0.83	[0.80-0.89]	
奶粉	5	所有样本的含量均低于检测限						所有样本的含量均低于检测限				所有样本的含量均低于检测限					
芝士	5	80	0.012	[0-0.060]	0.052	[0.050-0.060]	80	0.012	[0-0.060]	0.20	[0.20-0.21]	20	0.066	[0-0.12]	0.83	[0.80-0.87]	
蛋	5	所有样本的含量均低于检测限						60	0.044	[0-0.16]	0.21	[0.20-0.26]	40	0.11	[0-0.45]	0.86	[0.80-1.1]
小食和甜点	25	64	0.065	[0-0.40]	0.097	[0.050-0.40]	28	0.39	[0-2.8]	0.51	[0.20-2.8]	12	0.80	[0-4.8]	1.4	[0.80-5.2]	
干果	5	所有样本的含量均低于检测限						20	0.26	[0-0.59]	0.37	[0.20-0.63]	0	0.54	[0.27-1.1]	1.1	[0.91-1.6]
朱古力	5	40	0.15	[0-0.40]	0.17	[0.050-0.40]	20	0.88	[0-2.8]	0.97	[0.20-2.8]	0	1.8	[0.43-4.8]	2.3	[1.1-5.2]	
薯片	5	80	0.054	[0-0.27]	0.094	[0.050-0.27]	40	0.25	[0-0.54]	0.39	[0.20-0.63]	40	0.40	[0-0.83]	1.1	[0.80-1.5]	
椰子干	5	20	0.11	[0-0.32]	0.12	[0.050-0.32]	0	0.44	[0.060-1.6]	0.54	[0.21-1.6]	0	1.1	[0.060-2.9]	1.6	[0.81-3.3]	
焗果仁	5	80	0.014	[0-0.070]	0.054	[0.050-0.070]	60	0.098	[0-0.29]	0.26	[0.20-0.35]	20	0.27	[0-0.60]	0.98	[0.80-1.3]	
油脂	50	62	0.10	[0-0.93]	0.13	[0.050-0.93]	16	1.3	[0-7.0]	1.4	[0.20-7.2]	4	2.4	[0-20]	3.0	[0.80-21]	
牛油	5	所有样本的含量均低于检测限						80	0.050	[0-0.25]	0.24	[0.20-0.40]	0	0.65	[0.070-1.4]	1.4	[0.82-2.1]
橄榄油	5	60	0.070	[0-0.19]	0.10	[0.050-0.19]	0	2.1	[0.060-7.0]	2.2	[0.21-7.2]	0	5.4	[0.22-20]	6.1	[0.92-21]	
花生油	5	60	0.22	[0-0.93]	0.25	[0.050-0.93]	0	2.1	[0.42-6.2]	2.1	[0.46-6.3]	0	3.7	[0.72-9.9]	4.1	[1.3-10]	
芥花籽油	5	60	0.034	[0-0.090]	0.064	[0.050-0.090]	0	0.78	[0.22-1.7]	0.82	[0.37-1.7]	0	1.3	[0.22-2.9]	1.9	[0.97-3.4]	
粟米油	5	20	0.14	[0-0.27]	0.15	[0.050-0.27]	0	1.7	[0.45-2.6]	1.7	[0.50-2.6]	0	2.6	[0.45-4.2]	3.1	[1.1-4.5]	
米糠油	5	所有样本的含量均低于检测限						0	2.5	[0.46-4.4]	2.6	[0.61-4.5]	0	3.6	[0.58-6.5]	4.2	[1.3-7.0]
葵花籽油	5	20	0.37	[0-0.56]	0.38	[0.050-0.56]	20	1.8	[0-2.8]	1.9	[0.20-2.8]	0	2.9	[0.070-4.1]	3.3	[0.82-4.4]	
葡萄籽油	5	80	0.088	[0-0.44]	0.13	[0.050-0.44]	0	1.0	[0.060-3.3]	1.1	[0.21-3.3]	0	1.6	[0.11-6.0]	2.2	[0.83-6.4]	
芝麻油	5	40	0.092	[0-0.17]	0.11	[0.050-0.17]	20	0.41	[0-0.97]	0.54	[0.20-1.1]	20	1.1	[0-1.9]	1.7	[0.80-2.5]	

食品组别	样本数量	苯并[a]芘						PAH4				PAHs 总含量				
		低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]				低于检测限的样本百分比	平均值 (微克 / 公斤) [范围]			
			下限	上限		下限		上限		下限	上限					
人造牛油	5	80	0.016	[0-0.080]	0.056	[0.050-0.080]	40	0.23	[0-0.55]	0.39	[0.20-0.67]	20	1.5	[0-3.3]	2.1	[0.80-3.9]
饮品	25		所有样本的含量均低于检测限				96	0.0040	[0-0.10]	0.20	[0.20-0.25]	84	0.034	[0-0.37]	0.83	[0.80-1.1]
即饮咖啡	5		所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限				80	0.050	[0-0.25]	0.84	[0.80-1.0]
速溶咖啡 / 咖啡粉	5		所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限			
预先包装的茶饮料	5		所有样本的含量均低于检测限				80	0.020	[0-0.10]	0.21	[0.20-0.25]	40	0.12	[0-0.37]	0.89	[0.80-1.1]
茶叶 / 茶包	5		所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限			
可可 / 朱古力饮品	5		所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限					所有样本的含量均低于检测限			
香料	10	0	2.0	[0.13-15]	2.0	[0.13-15]	0	10	[1.2-57]	10	[1.2-57]	0	19	[2.3-120]	20	[2.8-120]
胡椒	5	0	3.2	[0.13-15]	3.2	[0.13-15]	0	13	[1.2-57]	13	[1.2-57]	0	26	[2.3-120]	27	[2.8-120]
咖喱粉	5	0	0.79	[0.13-1.8]	0.79	[0.13-1.8]	0	7.0	[2.7-14]	7.0	[2.8-14]	0	11	[5.2-23]	12	[5.7-23]

* 取至两位有效数字。