

風險評估研究

第 62 號報告書

化學物危害評估

食用油脂和嬰兒配方奶粉中的縮水甘油酯

香港特別行政區政府

食物環境衛生署

食物安全中心

2020 年 7 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

電子郵箱：enquiries@fehd.gov.hk

目錄

	<u>頁數</u>
摘要	1
目的	3
背景	3
縮水甘油酯如何形成	3
食物中縮水甘油酯的來源	3
毒性	4
規管	4
研究範圍	5
研究方法及化驗分析	5
研究方法	5
化驗分析	6
分析值低於檢測限的處理方法	6
結果及討論	6
食用油脂中的縮水甘油酯	6
嬰兒配方奶粉中的縮水甘油酯	7
與外國的研究結果比較	7
飲食中的油脂	9
不確定因素和局限	10
結論及建議	10
參考資料	12

摘要

這項研究旨在檢測本地市場食用油脂和嬰兒配方奶粉的縮水甘油酯含量。

2. 縮水甘油酯是加工過程的污染物，主要在提煉植物油的過程中進行脫臭步驟時形成。我們食用精煉油和含精煉油的食物，便會攝入縮水甘油酯。

3. 縮水甘油酯經攝入後，會在人體內分解，釋出縮水甘油。縮水甘油是基因毒性致癌物，國際癌症研究機構基於從實驗動物所得的充分證據，把其列為第 2A 組致癌物，即“很可能令人類患癌”。縮水甘油也可能對實驗動物的神經、泌尿和生殖系統產生毒性作用。

結果

4. 這項研究檢測了 207 個樣本的縮水甘油酯含量，當中 169 個樣本為食用油脂(包括棕櫚油、芥花籽油、粟米油、花生油、大豆油、葵花籽油、其他植物油、牛油、豬油、起酥油、人造牛油及塗抹醬)，其餘 38 個樣本為嬰兒配方奶粉。

5. 食用油脂的縮水甘油酯含量在每公斤 16 微克至 4 500 微克之間*，平均含量為每公斤 569 微克。至於嬰兒配方奶粉，各個樣本的縮水甘油酯含量介乎每公斤 3.1 微克至 53 微克之間，平均含量為每公斤 10.6 微克。

結論及建議

6. 這項研究所收集的食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本，縮水甘油酯的平均含量全部低於歐洲食物安全局，以及新西蘭食物安全局與澳洲新西蘭食品標準管理局的同類型研究數據。此外，本研究所收集的食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本，縮水甘油酯的含量幅度最高值亦較上述兩項研究為低。

7. 精煉油及其製成的食物中的縮水甘油酯含量，可望因應業界對這問題增加認知和採取各項改善措施而減低。隨着世界各地的食物安全機構和業界對縮水甘油酯日漸關注，並遵從食品法典委員會在 2019 年發布的相關建議，預料這些食物中的縮水甘油酯含量將漸趨下降。事實上，食物安全中心在 2020 年重新檢測本地市面一些食用油樣本時，發現與 2018 年年底至 2019 年年初收集的同類產品相比，大部分樣本的縮水甘油酯含量減幅超過四成，可見食物中的縮水甘油酯含量有下降跡象。

* 除另有訂明外，本摘要所載的縮水甘油酯含量均為上限值。

8. 食物業宜參照食品法典委員會採納的有關實務守則，按“可合理達到最低水平”的原則採取措施，把食品中的縮水甘油酯含量減至最低。
9. 市民宜保持均衡和多元化的飲食，以免因偏吃某幾類食物而過量攝入任何污染物。一般來說，維持健康和低脂的飲食習慣，可減少膳食中縮水甘油酯的總攝入量。
10. 母乳餵哺對母嬰健康有益，母親宜授母乳；如不餵哺母乳，則應繼續以嬰兒配方奶粉餵哺嬰兒，確保嬰兒得到適當營養。

風險評估研究

食用油脂和嬰兒配方奶粉中的縮水甘油酯

目的

這項研究旨在檢測本地市場中食用油脂和嬰兒配方奶粉的縮水甘油酯含量。

背景

2. 縮水甘油酯是精煉油脂的加工過程污染物，在含有精煉油脂的食物中可以找到。近年國際科學界研究食用油的其他污染物時，對這組化合物表示關注¹。

縮水甘油酯如何形成

3. 迄今為止，精煉植物油是食物中縮水甘油酯的唯一確知來源。縮水甘油酯在提煉植物油的過程中進行脫臭步驟時形成。在高溫下，3-單氯丙二醇及 2-單氯丙二醇會分解成為縮水甘油。溫度超過攝氏 200 度時，縮水甘油與甘油二酯開始產生作用，形成縮水甘油酯；溫度如超出攝氏 230 度，縮水甘油酯含量更會大幅提高。棕櫚油的甘油二酯含量(4%至 12%)高於其他油類^{1、2}，因此尤其值得關注。雖然甘油一酯脫水後亦會形成縮水甘油酯，然而，植物油中天然的甘油一酯含量不高，而且更會在脫臭步驟中進一步下降，因此，甘油一酯並非縮水甘油酯污染的主要來源²。

食物中縮水甘油酯的來源

4. 在 2016 年，歐洲食物安全局總結就食物中縮水甘油酯含量收集到的數據，指出“動植物油脂”組別的縮水甘油酯含量最高，中間水平的平均值為每公斤 1 176 微克。在“植物油脂”組別中，“棕櫚油脂”的縮水甘油酯含量中間值最高，為每公斤 3 955 微克²。

毒性

動力學及新陳代謝

5. 縮水甘油和縮水甘油酯在攝入後會被人體高效吸收。縮水甘油部分經過多重的酶催化途徑(包括與穀胱甘肽結合及產生硫醚胺酸鹽)會快速代謝，隨尿液大量排出體外²。至於縮水甘油酯，則會在胃腸道大幅水解，釋出具毒性的縮水甘油²。

毒性

6. 動物研究發現，縮水甘油對神經系統和泌尿系統具毒性，並可以致癌、減低生育能力和產生基因毒性^{1、3}。大鼠在連續 28 天給餵食每日每公斤體重 200 毫克縮水甘油後，會出現神經系統中毒徵狀。在重複劑量研究中，大鼠和小鼠給餵食每日每公斤體重 150 毫克至 400 毫克的縮水甘油，亦會導致泌尿系統中毒。一項為期兩年的縮水甘油致癌性研究發現，給小鼠餵食每日每公斤體重 25 毫克和 50 毫克的縮水甘油，以及向大鼠餵食每日每公斤體重 37.5 毫克和 75 毫克的縮水甘油，會誘發雄鼠和雌鼠多個器官長出腫瘤。此外，縮水甘油會令雄性的鼠和小鼠生育能力下降，最低不良作用劑量為每日每公斤體重 25 毫克。在這劑量下，大鼠附睪的精子數量會減少 36%¹。

7. 在致癌性和基因毒性方面，對實驗物進行體外及體內實驗所得的數據，均證實縮水甘油具基因毒性。然而，未有體內實驗數據證明縮水甘油酯有基因毒性^{1、2}。國際癌症研究機構認為在實驗動物身上已取得充分證據，證明縮水甘油可以致癌，因此把縮水甘油列為第 2A 組致癌物，即“可能令人類患癌”。

規管

國際情況

8. 現時尚未有食物中縮水甘油酯或縮水甘油含量的國際標準，食品法典委員會亦未訂定相關標準。歐洲聯盟設定了某些食物的縮水甘油酯含量上限，但其他食物安全監管機構卻未有就食物中的縮水甘油酯含量訂定上限⁵。

9. 食品法典委員會以風險管理模式應對這方面的問題，於 2019 年制訂《減少精煉油和以精煉油製作的食品中 3-單氯丙二醇酯及縮水甘油酯的含量的實務守則》(實務守則)，就如何減少在精煉油和精煉油製食品中形成縮水甘油酯，向有關當局、食品製造商和食物生產商提供指引⁶。

研究範圍

10. 這項研究集中檢測本地市場的(i)食用油脂和(ii)嬰兒配方奶粉[†]，因為這些食品分別是成人和嬰兒從膳食攝入縮水甘油酯的重要來源。

研究方法及化驗分析

研究方法

11. 食物安全中心(食安中心)在 2018 年 12 月至 2019 年 2 月期間，從本港的零售商和食肆收集了 207 個食物樣本，當中 169 個樣本為食用油脂(包括棕櫚油、芥花籽油、粟米油、花生油、大豆油、葵花籽油、其他植物油、牛油、豬油、起酥油、人造牛油及塗抹醬)，其餘 38 個樣本為嬰兒配方奶粉。收集所得的各類食物樣本列於表 1。

表 1：採集的食物樣本類別

類別	樣本數目
食用油脂	169
動物脂肪、人造牛油及塗抹醬	63
植物油脂*	106
嬰兒配方奶粉	38
總計	207

* 包括棕櫚油、芥花籽油、粟米油、花生油、大豆油、葵花籽油、混合植物油及其他植物油。

[†] 嬰兒配方奶粉指擬供嬰兒(12 個月或不足 12 個月大)作為母乳代用品食用，以提供唯一營養來源的產品。

化驗分析

12. 食安中心的食物研究化驗所負責進行縮水甘油酯的化驗分析工作。這項研究共檢測了 207 個食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本，測試 14 種縮水甘油酯(脂肪酸的碳原子數在 6 至 20 之間)的含量，並以縮水甘油表示。

13. 這項研究是以超高效液相色譜質譜聯用儀測定食物樣本中縮水甘油酯的含量。化驗人員首先秤取一定重量的樣本，然後按定量添加穩定同位素標記，再以超聲波方式通過乙酸乙酯從嬰兒配方奶粉和固體脂肪樣本中萃取脂肪。食用油脂和從嬰兒配方奶粉或固體脂肪樣本萃取的脂肪會以正己烷溶解，然後注入氨丙基固相萃取柱進行淨化。洗脫液中的縮水甘油酯會以乙腈萃取，再通過 LipiFitr®柱，然後以儀器進行分析。油脂和嬰兒配方奶粉樣本中每種縮水甘油酯的檢測限，分別為十億分之一和十億分之零點二。

分析值低於檢測限的處理方法

14. 這項研究採用下限值和上限值的方式處理數據。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，是考慮到分析結果低於檢測限時，真正數值實際上可處於零至檢測限之間。下限假設食物樣本不含有關化學物，故低於檢測限的分析結果設定為零；上限則假設食物樣本所含化學物的分量為檢測限值，故低於檢測限的分析結果設定為相應的檢測限值。採用下限值和上限值方式處理數據，可把兩種極端情況互相比較。

結果及討論

食用油脂中的縮水甘油酯

15. 我們分析了 169 個食用油脂樣本，全部都驗出縮水甘油酯。各個類別的樣本驗出的縮水甘油酯含量見表 2。

表 2：研究所收集不同類別樣本驗出的縮水甘油酯含量

類別	樣本 數目	縮水甘油酯含量 (微克 / 公斤)(以縮水甘油計)		
		平均值	最低值	最高值
		下限-上限	下限-上限	下限-上限
動物油脂、人造牛油及 塗抹醬	63	116 - 123	2.5 - 16	980 - 980
植物油脂*	106	824 - 833	3.4 - 16	4 500 - 4 500
所有食用油脂	169	560 - 569	2.5 - 16	4 500 - 4 500

* 包括芥花籽油、粟米油、花生油、大豆油、葵花籽油、混合植物油及其他植物油。

16. 這項研究發現，在收集所得的食用油脂樣本中，縮水甘油酯的平均含量為每公斤 569 微克(上限)，而同一類食品不同樣本的縮水甘油酯含量會有差異。棕櫚油的縮水甘油酯平均值最高(每公斤 4 050 微克)，與海外研究的結果一致。

嬰兒配方奶粉中的縮水甘油酯

17. 我們又分析了 38 個嬰兒配方奶粉樣本，全部都驗出縮水甘油酯，平均值為每公斤 8.8 微克-10.6 微克(下限-上限)，檢測到的含量在每公斤 3.1 微克至 53 微克(上限)之間。

與外國的研究結果比較

18. 根據外地進行的研究，縮水甘油酯通常會在精煉食用植物油脂中找到，含量以棕櫚油為最高。這項研究的結果與外地的研究結果吻合。比對(i)歐洲食物安全局²及(ii)新西蘭食物安全局與澳洲新西蘭食品標準管理局⁷的研究結果，這項研究收集到的食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本中縮水甘油酯的平均含量較低(見表 4)。此外，這項研究所收集的食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本中縮水甘油酯的含量幅度最高值也較外地的研究結果為低(見表 5)。然而，與外地的研究作比較時，應考慮到進行研究的時間會有差異，並應顧及研究方法、採樣策略、測試方法等因素。

表 4：歐洲食物安全局、新西蘭食物安全局 / 澳洲新西蘭食品標準管理局及食安中心研究中食用油脂和嬰兒配方奶粉的縮水甘油酯平均含量比較

	縮水甘油酯平均含量 (微克 / 公斤)(以縮水甘油計)		
	歐洲食物安全局 (下限-上限)	新西蘭食物安全局 / 澳洲新西蘭食品 標準管理局	食安中心 (下限-上限)
食用油脂	1 167 - 1 184	758 ^a	560 - 569
嬰兒配方奶粉	80 - 94	26	8.8 - 10.6

^a 按報告所載的個別結果計算。低於檢測限的結果全部換作檢測限值。

表 5：歐洲食物安全局、新西蘭食物安全局 / 澳洲新西蘭食品標準管理局及食安中心研究中食用油脂和嬰兒配方奶粉的縮水甘油酯含量幅度比較

	縮水甘油酯含量幅度 (微克 / 公斤)(以縮水甘油計)		
	歐洲食物安全局	新西蘭食物安全局 / 澳洲新西蘭食品 標準管理局	食安中心 (上限)
食用油脂	<172 ^a - >6 070 ^b	<126 - 7 110	16 - 4 500
嬰兒配方奶粉	<56 ^a - >220 ^b	<1.7 - 484	3.1 - 53

^a 定量限幅度的最高值

^b 第 95 百分位(中間)

19. 由於縮水甘油酯帶有基因毒性並可致癌，食物業界應採取措施，把食品中的縮水甘油酯減至可合理達到的最低水平。食品法典委員會於 2019 年採納的實務守則載有多項建議，範圍涵蓋製造精煉食油，以及如何選用精煉食油製作食品。這些建議為業界提供實用的參考資訊⁶。

20. 隨着世界各地的食物安全機構和食物業界對縮水甘油酯增加認識，預料在各方遵行食品法典委員會的實務守則後，食品中的縮水甘油酯含量會漸趨下降。事實上，食安中心在 2020 年重新檢測本港市面部分食油樣本時，發現與 2018 年年底至 2019 年年初收集的同一產品相比，大部分樣本的縮水甘油酯含量下跌超過四成。

飲食中的油脂

21. 油脂是大眾日常飲食的一個重要部分，除了提供人體所需的必需脂肪酸和能量，還含有脂溶性維他命(即維他命 A、D、E 和 K)，因此在膳食中不可或缺。

22. 油脂是濃縮的能量來源，每 1 克脂肪能提供 9 千卡能量。攝取過量脂肪(特別是飽和脂肪及反式脂肪)對身體有害，它與一些嚴重的健康問題相關，包括增加患上心臟病、肥胖症、高血壓、糖尿病及某些癌症的風險。因此，保持均衡和多元化飲食，以及避免高糖、高脂和高鹽的飲食，對保持健康至為重要。世界衛生組織(世衛)建議，人體從不同食物來源(例如肉類、奶類製品、種子、堅果和煮食油脂)攝取的總脂肪量，應佔總能量攝取量的 15 至 30%。為預防上述非傳染性疾病，除了避免攝取過量脂肪外，世衛還建議限制攝入飽和脂肪^{8、9、10}。眾所周知，棕櫚油不僅縮水甘油酯含量高，也含有大量飽和脂肪。因此，無論從營養或污染物的角度考慮，均宜減少進食棕櫚油，以維持健康飲食。此外，世衛建議以不飽和脂肪(特別是多元不飽和脂肪)取代飽和脂肪及反式脂肪^{8、7、10}。事實上，多種含豐富多元不飽和脂肪的油(例如大豆油、芥花籽油、粟米油和葵花籽油)與棕櫚油相比，縮水甘油酯含量都較低，而且容易在本地市場買到。

23. 縮水甘油酯是在精煉植物油及其製成的食品中可以找到的一種污染物。為確保食物所含的污染物減至可合理達到的低水平，以保障公眾健康，國際和國家食物安全機構可採取多個風險管理方案，包括發出指引和實務守則、設定含量上限，以及向消費者作出食用忠告等。縮水甘油酯是加工過程的污染物，主要在提煉植物油的過程中進行脫臭步驟時形成，原則上可透過遵行優良製造規範，把縮水甘油酯含量降低。為處理這方面的問題，食品法典委員會發布了實務守則，這項措施能有效減低縮水甘油酯的含量，從而減少人體攝入量。在設定縮水甘油酯含量上限方面，現時科研知識仍有不足，因此未能進行全面的風險評估。聯合國糧食及農業組織 / 世衛聯合食物添加劑專家委員會指出，不足之處包括生物標記、檢測分析方法及含量數據等方面³。此外，歐洲食物安全局建議對縮水甘油及縮水甘油酯的慢性致癌效應進行更廣泛的研究，以減少風險評估的不明確性²。原則上，在決定含量上限之前，應先考慮科研知識不足及其他方面的問題，例如控制某一污染問題在技術上是否可行¹¹。

24. 嬰兒配方奶粉是根據與嬰兒所需營養有關的最新科研知識，按嬰兒的特定營養需要而配製的。一直以來，精煉植物油脂被用作提供這些產品的脂肪成分¹²。德國聯邦風險評估研究所表示，食用嬰兒配方奶粉的

嬰兒攝入較多縮水甘油酯，這情況可能持續已久，但沒有證據顯示，以嬰兒配方奶粉餵哺的幼童因攝入縮水甘油酯而健康受影響。因此，該研究所認為，嬰兒配方奶粉餵哺的嬰兒因目前的縮水甘油酯攝入量以致健康受損的可能性不高¹²。現時有關的縮水甘油酯數據並未有顯示在食用嬰兒配方奶粉方面需作任何改變。不過，我們仍需在該課題上進一步研究，以取得全面資訊進行風險評估。

25. 儘管如此，這項研究發現，即使是同一種食用油脂或嬰兒配方奶粉，不同產品的縮水甘油酯含量可能有很大差異，食品製造商仍有空間按“可合理達到最低水平”的原則，減少各種產品的縮水甘油酯含量。歐洲食物安全局 2016 年的報告顯示，在 2010 年至 2015 年期間，棕櫚油脂製造商已把產品的縮水甘油酯平均含量降低，由 2010 年每公斤 9 000 微克的高水平減少一半²。

不確定因素和局限

26. 雖然檢測分析的樣本越多，對縮水甘油酯攝入量的估算便越精確，但化驗所資源有限，進行化驗工作必須有所取捨。由於縮水甘油酯是加工過程的污染物，會受加工過程中不同的因素影響，因此，這項研究的結果僅能反映某個時刻食物中的縮水甘油酯含量。

27. 在比較不同研究的結果時，應時刻謹慎，因為除檢測方法有別外，其他因素(例如研究方法、抽樣策略、收集和處理食物消費量數據的方法等)也會影響研究結果。

結論及建議

28. 這項研究旨在檢測本地市場食用油脂和嬰兒配方奶粉的縮水甘油酯含量，提供基線資料，以評估業界應採取的改善措施。與(i)歐洲食物安全局及(ii)新西蘭食物安全局與澳洲新西蘭食品標準管理局的研究結果比較，這項研究所收集的食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本的縮水甘油酯平均含量較低。此外，在這項研究收集到的食用油脂和嬰兒配方奶粉樣本中，縮水甘油酯含量幅度的最高值也較低。

29. 食物中的縮水甘油酯含量，可望因應業界增加有關認知和採取相關改善措施而減低。隨着世界各地的食物安全機構和業界對食物中的縮水甘油酯增加認識，並遵從食品法典委員會 2019 年實務守則的相關建議，預料這些食品的縮水甘油酯含量將漸趨下降。事實上，食安中心在 2020

年重新檢測本地市面部分食用油樣本時，發現與 2018 年年底至 2019 年年初收集的同一款產品相比，大部分樣本的縮水甘油酯含量減幅超過四成，可見食物中的縮水甘油酯含量有下降迹象。

30. 食物業界宜參照食品法典委員會 2019 年的相關實務守則，按“可合理達到最低水平”的原則採取措施，把食品中的縮水甘油酯含量減至最低。

31. 市民宜保持均衡和多元化的飲食，以免因偏吃某幾類食物而過量攝入任何污染物。一般來說，維持健康和低脂的飲食習慣，可減少膳食中縮水甘油酯的總攝入量。

32. 母乳餵哺對母嬰健康有益，母親宜授母乳。如不是餵哺母乳，則應繼續以嬰兒配方奶粉餵哺嬰兒，確保嬰兒得到適當營養。

參考資料

1. JECFA. Summary report of the eighty-third meeting of JECFA. 2016. 網址：
<http://www.fao.org/3/a-bq821e.pdf>
2. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Risk for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. EFSA Journal 2016; 14(5):4426. 網址：
<https://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/4426>
3. JECFA. Glycidyl esters. In: Evaluation of certain contaminants in food. Eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 1002. WHO and FAO. 2017. 網址：
<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254893/1/9789241210027-eng.pdf?ua=1>
4. IARC. IARC Monograph Volume 77 (2000). Glycidol. 網址：
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol77/mono77-19.pdf>
5. European Union. Commission Regulation (EU) 2018/290 of 26th February 2018 amending Regulation (EC) No. 1881/2006 as regards maximum levels of glycidyl fatty acid esters in vegetable oils and fats, infant formula, follow-on formula and foods for special medical purposes intended for infants and young children. 網址：
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0290&from=EN>
6. Codex Alimentarius Commission. Code of practice for the reduction of 3-monochloropropane-1,2-diol esters (3-MCPDEs) and glycidyl esters (GEs) in refined oils and food products made with refined oils. 2019. 網址：
http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B79-2019%252FCXC_079e.pdf
7. New Zealand Food Safety. Snapshot Survey for 2-MCPD, 3-MCPD, glycidol and their esters in selected vegetable oils and infant formulas in Australia and New Zealand. New Zealand Food Safety Technical Paper No.: 2020/05. 網址：
<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/39890-snapshot-survey-for-2-mcpd-3-mcpd-glycidol-and-their-esters-in-selected-vegetable-oils-and-infant-formulas-in-australia-and-new-zealand-technical-paper>
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. Rome: FAO; 2010.
9. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: WHO; 2003.
10. World Health Organization. Fact Sheets- Healthy Diet. October 2018. 網址：
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

11. Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. CXS 193-1995.
網址：
http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf

12. The German Federal Institute for Risk Assessment. Frequently asked questions regarding the contamination of foods with 3-MCPD, 2-MCPD and glycidyl fatty acid esters.2016.
網址：
<https://www.bfr.bund.de/cm/349/frequently-asked-questions-regarding-the-contamination-of-foods-with-3-mcpd-2-mcpd-and-glycidyl-fatty-acid-esters.pdf>