

澳門食用植物油脂縮水甘油酯含量調查

| | |
|--------------------|---|
| 摘要 | 1 |
| 一、 前言和目的 | 1 |
| 二、 背景資料..... | 2 |
| 三、 研究方法及檢驗分析 | 3 |
| 四、 樣本資料..... | 4 |
| 五、 檢測結果..... | 5 |
| 六、 討論與總結 | 5 |
| 七、 建議..... | 8 |
| 1. 給業界的建議 | 8 |
| 2. 給市民的建議 | 8 |

澳門食用植物油脂縮水甘油酯含量調查

摘要

目的：旨在透過本調查了解本澳市售食用植物油脂產品的縮水甘油酯含量水平，以掌握本澳相關基礎數據，並探討本澳相關產品的縮水甘油酯污染情況。

方法：在本澳市場隨機抽取來自中國內地、中國香港、泰國、馬來西亞、意大利、葡萄牙、韓國、美國、日本等多個不同國家及地區的葵花籽油、花生油、粟米油、芥花籽油、大豆油、橄欖油、混合油、麻油、棕櫚油、油脂塗抹醬等不同種類食用植物油脂產品樣本共 100 個。採用中華人民共和國出入境檢驗檢疫行業標準方法，檢測樣本中的縮水甘油酯含量，並對檢測結果進行研究分析。

結果：各類植物油脂產品的縮水甘油酯檢出率為 80 %，平均含量為 858 微克／公斤（以縮水甘油計）；而同一類植物油脂產品的不同樣本之縮水甘油酯含量存在一定差異。

結論：調查結果顯示，是次在本澳市面抽取的各類精煉植物油脂產品樣本普遍有驗出縮水甘油酯，當中以棕櫚油的縮水甘油酯平均含量為最高。而本調查的所有初榨或冷壓植物油脂產品樣本，其縮水甘油酯的含量均低於檢測限，反映本澳相關產品未見出現混入精煉油或使用高溫精煉等不合規情況。

一、前言和目的

植物油脂是指來源於果實、種子、堅果等可食用植物油料的食用油脂。它不僅是本澳市民日常烹飪的基礎性原料，在眾多食品的生產加工中亦扮演著不可或缺的角色。不同種類的植物油脂具有獨特的氣味、味道、質感及煙點等特性，能滿足多樣的烹飪需求，而本澳市售的植物油脂產品種類亦十分多樣，當中包括花生油、粟米油、麻油、橄欖油等等。

文獻^{1,2,3}指出，植物油脂含有不同類型的脂肪酸，當中的單不飽和脂肪酸有助降低血液中的膽固醇含量及調節血脂，對心血管健康有一定益處；而多不飽和脂肪酸則具有抑制炎症、調節免疫等功效。

植物油脂作為大眾日常飲食的重要組成部分，其食用安全對公眾健康十分重

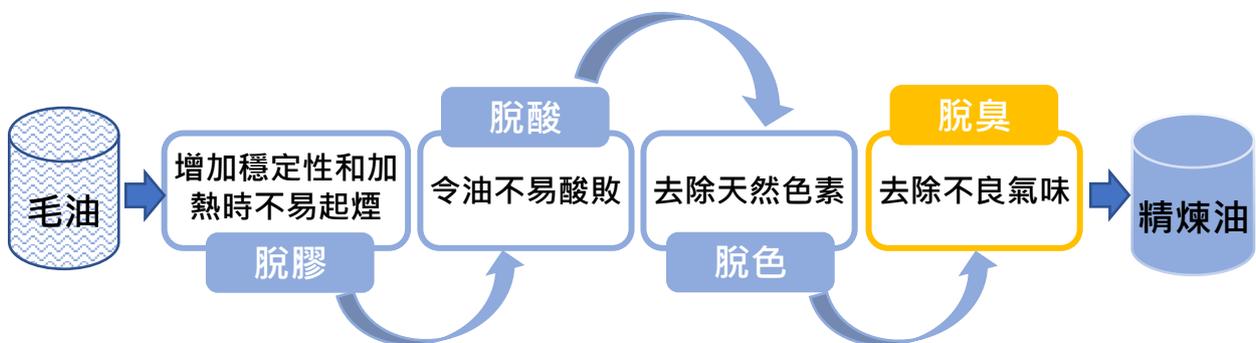
要。鑑於其精煉的加工過程中可能會產生污染物縮水甘油酯，為掌握本澳市售各類型植物油脂產品的縮水甘油酯含量情況，本署開展了本次研究調查。通過檢測本澳市售常見的多種植物油脂產品的縮水甘油酯含量，以掌握並研究分析本澳的相關基礎數據，探討本澳相關產品的縮水甘油酯污染情況。

二、背景資料

縮水甘油酯（Glycidyl Esters, GEs）是一類化學物質的統稱，其可經縮水甘油（Glycidol）與脂肪酸之間產生作用而形成，常見於精煉食用油，及以其作為原料製作的食品中。

食用油脂在被製成精煉油的過程中需經過一系列的精煉程序，當中包括脫膠、脫酸、脫色及脫臭等多個步驟，而縮水甘油酯則主要在當中的高溫脫臭步驟中形成。油脂在該步驟中會被加熱至攝氏 200 度或以上，並引發多種分解油脂的反應，繼而生成縮水甘油酯。

圖一、食用油脂精煉過程



對於植物油脂產品，眾多因素會影響其在整個產品生產鏈中形成縮水甘油酯的多寡，當中包括油料來源植物的生長氣候、土壤等種植條件、其收割方法、運輸及儲存環境等，這些因素都能影響縮水甘油酯的前體物質（如：甘油二酯）的含量，因此，若能在加工前期階段盡量將之去除，則將能有效減少縮水甘油酯在後續精煉加工階段的形成。

此外，精煉過程的工藝參數設定(如：溫度、時間)，以及對精煉後的油脂實施的干預措施⁴等，亦能影響相關產品的縮水甘油酯含量。

精煉植物油脂是食品中縮水甘油酯的主要來源。人體攝入縮水甘油酯的主要

途徑，是食用這類油脂及以其製成的食品，例如：油炸食品、烘焙糕點和人造奶油等。當縮水甘油酯被動物攝入後，會在腸道內水解並產生縮水甘油。動物研究發現，縮水甘油對實驗動物的神經系統和泌尿系統具毒性，並可致癌、影響生育能力和具基因毒性^{5,6}。

國際癌症研究機構（International Agency for Research on Cancer, IARC）曾對縮水甘油致癌性進行評估，並基於從實驗動物所得的充分證據，於 2000 年將其評定為「對人很可能致癌」（第 2A 類）物質⁷。

鑑於縮水甘油具有基因毒性及潛在致癌性，因此無法基於傳統毒理學閾值設定安全攝取量。聯合國糧食及農業組織／世界衛生組織聯合食品添加劑專家委員會（Joint FAO／WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA）建議在可行的情況下，採取措施減少脂肪和油中的縮水甘油酯。

三、研究方法及檢驗分析

是次調查根據本澳常見的植物油脂產品種類制定採樣方案。本署於 2022 年 12 月至 2024 年 12 月期間，在本澳各區多個超級市場、百貨公司、雜貨店等隨機抽取植物油脂產品樣本進行縮水甘油酯含量檢測。本次研究的樣本共 100 個，檢測樣本所得的數據結果由本署進行整理和研究分析，以了解本澳市售植物油脂產品的縮水甘油酯含量，掌握本澳相關產品的縮水甘油酯污染情況。

各樣本檢測按照中華人民共和國出入境檢驗檢疫行業標準：SN／T 5220-2019《出口食品中 3-氯丙醇酯及縮水甘油酯的測定 氣相色譜—質譜法》進行，方法定量限為 100 微克／公斤。



在數據處理方面，對於低於檢測限的檢測結果，會以檢測限的一半值替代之，以反映假定真實值均勻分布在零及檢測限之間的情況。此外，亦同時採用雙極值的資料估算方法，為低於檢測限的數值分別設立潛在最高及最低極值兩種計算模式。

在最低含量估算模式中，所有低於檢測限的測定值均以零值替代，即假定樣本中的目標化學物為零；而在最高含量估算模式中，則將低於檢測限的測定值以檢測限替代，即假設樣本中的目標化學物真實含量恰處於儀器可識別臨界狀態。這種雙軌制資料處理方法，可全面反映物質真實濃度在零至檢測限之間的理論可能情況。

四、樣本資料

本次研究的抽檢樣本為本澳市售的植物油脂產品，當中包括花生油、稻米油、粟米油、芥花籽油、混合油、橄欖油、葡萄籽油、麻油、植物油脂塗抹醬、棕櫚油、椰子油、辣椒油、苦茶油、核桃油、葵花籽、菜籽油、大豆油、牛油果油，合共抽取 100 個樣本，當中 14 個樣本屬初榨或冷壓植物油脂產品。而各類植物油脂產品的抽樣比例詳見圖二。

圖二、各類植物油脂產品抽樣比例



而本次抽檢樣本的產地包括中國內地、泰國、馬來西亞、意大利、葡萄牙、加拿大、韓國、美國、日本、西班牙、比利時、印尼、菲律賓、墨西哥、澳大利亞、法國、中國台灣、中國香港及中國澳門等。

五、檢測結果

是次調查的植物油脂產品的縮水甘油酯檢出率為 80 %。平均含量為 858 微克／公斤（以縮水甘油計，下同），當中以棕櫚油的縮水甘油酯的平均含量最高，結果為 1985 微克／公斤。

表一、植物油脂產品樣本之縮水甘油酯含量

| 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 |
| 858 ^a (下限值-上限值：855 ^b -862 ^c) | 未檢出 | 6380 |

*在計算平均值時，對於結果為“未檢出”之樣本，會以以下三種處理方式：^a以檢測限的一半作為檢出值、^b以零作為檢出值、^c以檢測限作為檢出值。

是次調查結果顯示，同一類植物油脂產品的不同樣本的縮水甘油酯含量存在一定差異。而本調查抽檢的 14 個初榨及冷壓植物油脂產品樣本，其縮水甘油酯的含量均低於檢測限。

六、討論與總結

縮水甘油酯是植物油在高溫精煉過程中常見的副產物，在相關產品中被檢測出的情況相當普遍。而是次調查的本澳市售植物油脂產品的縮水甘油酯檢出率為 80 %，檢測結果介乎於“未檢出”至 6380 微克／公斤，平均含量為 858 微克／公斤。

是次調查結果顯示，同一類植物油脂產品的不同樣本的縮水甘油酯含量並不相同，相關異差可能與原油的品質、所採用的精煉工藝，以及加工過程的參數設置有關^{8,9}。

當植物油脂加熱至超過 200°C時，縮水甘油與甘油二酯開始產生作用，形成縮水甘油酯，而由於棕櫚油的甘油二酯含量高於其他油類，因此其問題尤其突出^{5,10}。而本次調查抽檢的各種植物油脂產品中，亦以棕櫚油的縮水甘油酯的平均含量最高，結果與其他相關研究及文獻結果一致^{10,15}。

精煉過程中的加工條件對所有油類的縮水甘油酯的形成均具有重要的影響，初榨油及冷壓油一般是以機械方法壓榨油料而獲得，理論上其在生產過程中沒有經過高溫處理的步驟，大多數未經精煉的油並不存在達可檢測水平的縮水甘油酯⁴。過去曾有報導指出一些標示為初榨油或冷壓油的植物油脂產品，疑滲入精煉植物油或使用高溫處理工藝提高其產油率，導致相關產品存在非微量的縮水甘油酯。而本調查顯示，是次抽檢的初榨及冷壓植物油脂產品均未有驗出縮水甘油酯，反映本澳市售的相關產品未見出現上述情況。

根據文獻所載的研究結果，表二及表三整理了本澳和其他國家／地區的植物油脂產品的縮水甘油酯平均含量。從數字可見，本次調查所得的縮水甘油酯平均含量，多數情況與所列國家／地區的平均含量相當或處於較低水平。

表二、不同地國家／地區植物油脂產品的縮水甘油酯平均含量*

| 國家／地區 | 縮水甘油酯平均含量（微克／公斤） | 資料來源 |
|----------|-------------------|----------------|
| 澳門 | 下限值-上限值：855-862 | 本次調查 |
| 中國內地(多地) | 範圍：680-1410 | [11]、[12]、[13] |
| 新加坡 | 824 | [14] |
| 歐盟 | 下限值-上限值：1259-1277 | [10] |
| 香港 | 下限值-上限值：824-833 | [15] |
| 澳紐 | 758** | [16] |

*由於各項研究進行的時間、樣本收集方法、分析方法及數據處理等不盡相同，因此在直接比較數據時，需謹慎考量。**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。

表三、不同地國家／地區植物油脂產品的縮水甘油酯含量幅度

| 國家／地區 | 最小值（微克／公斤） | 最大值（微克／公斤） | 資料來源 |
|-------|------------|------------|------|
| 澳門 | 未檢出 | 6380 | 本次調查 |
| 新加坡 | <LOD | 6204 | [14] |
| 歐盟 | <150* | 6260** | [10] |
| 澳紐 | <126 | 7110 | [15] |
| 香港 | 16 | 4500 | [16] |

*定量限幅度的最高值 **第 95 百分位(中間)

經過各地大量的相關研究和分析，科學界有關植物油脂中縮水甘油酯對健康的影響已有關注共識，但對縮水甘油酯本身對人體健康造成的直接危害尚無明確結論。目前，聯合國糧農組織／世衛組織食品添加劑聯合專家委員會尚未訂立縮水甘油酯的可接受攝入量。

而食品法典委員會（Codex Alimentarius Commission, CAC）現時亦未設定食品中縮水甘油酯的限量標準。而為應對縮水甘油酯的相關食安風險問題，該委員會目前主要以風險管理模式作管控策略，其於 2019 年正式頒布《減少精煉油和用精煉油製成的食品中氯丙二醇酯（3-MCPD）及縮水甘油酯（GE）操作規範》⁴。該技術文件主要針對植物油精煉過程與相關食品加工產業，系統性提出製程改良建議，具體涵蓋原料選擇、關鍵環節加工參數調整、品質監控、相關良好農業規範（Good Agricultural Practice, GAP）、良好生產規範（Good Manufacturing Practice, GMP），以及後續食品加工中的食用油選擇標準等，為各國監管單位及食品業者提供科學化管控框架。

儘管歐盟^{a,17}及少部分國家／地區已針對特定食品類別制定縮水甘油酯含量上限，但全球絕大多數食品安全主管機關仍未有對其作明確的限量規定。為保障公眾健康，國際與國家食品安全機構致力將食品污染物降至合理可達的最低水平。其風險管理方式主要包括發布指南、操作規範、訂定限量，以及向消費者提供食用建議等。

^a目前，歐盟針對指定食用油脂之縮水甘油酯限量訂為 1000 微克／公斤。

而本署過去亦已推出相關的風險簡訊、食安常識、食安科普等科教資訊^{18,19,20,21}，為業界及市民提供針對性的教育、指導及建議。同時，本署亦會持續密切注意國際關於食品中縮水甘油酯的監管、科學資訊及進展，並結合本澳的實際情況作綜合分析，研判新增或調整相關控制措施的必要，以進一步保障本澳的食品安全。

七、建議

縮水甘油酯作為現代植物油精煉加工的副產物，其健康風險需通過科學監管、技術創新、生產工藝優化、提升消費者認知等多方面的同步支持，方能實現食品安全與產業發展的平衡。

而為了儘可能降低因飲食而攝入縮水甘油酯，本署對市民和業界有以下建議：

1. 給業界的建議

- 業界應積極推行措施，儘量降低食品中縮水甘油酯含量，如：
 - 植物油生產者應參考食品法典委員會《減少精煉油和用精煉油製成的食品中氯丙二醇酯（3-MCPD）及縮水甘油酯（GE）操作規範》⁴，選用適合其產品的改善措施，例如：推薦改進精煉工藝（如優化脫臭溫度、使用新型催化劑）以減少縮水甘油酯生成，並加強原料中氯離子含量的管控，以優化本澳相關工業生產；
 - 食品生產者應選擇來源可靠的優質食用油，並優先選用縮水甘油酯含量較低的植物油作為食品配料，以及在生產食品時儘量減少精煉植物油的用量，以減低產品中的縮水甘油酯的含量。

2. 給市民的建議

- 建議使用不同品牌及種類的食用油，避免長期食用單一的油脂產品；
- 避免過量進食含精煉油脂的食品（例如煎炸食品），以減少從食物攝入縮水甘油酯；
- 市民應保持均衡和多元化的飲食，減低因偏食而過量攝入某類污染物。

參考資料

- ¹ 余順波、陳長艷、張品等。11 種食用植物油的脂肪酸組成及主要營養成分含量。貴州農業科學。2022,50(7):113-120
- ² 閻素雲、張碧蓉、段敏仙等。常見食用植物油營養成分與健康功效的研究進展。農產品加工。第 596 期 2024 年 3 月
- ³ 侯思涵。5 種植物油脂肪酸組成的比較分析。CHINA FOOD SAFETY。2024 年 8 月
- ⁴ Codex Alimentarius Commission. CXC 79-2019 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 (Codex Alimentarius Commission). 2019
網址：https://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
- ⁵ JECFA. Summary report of the eighty-third meeting of JECFA. 2016
網址：<http://www.fao.org/3/a-bq821e.pdf>
- ⁶ 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>
- ⁷ IARC. IARC Monograph Volume 77 (2000). Glycidol.
網址：<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol77/mono77-19.pdf>
- ⁸ 張家楓、劉玉蘭、孫玉蘭等。不同食用油的甘油酯組成、3-MCPD 酯和 GEs 含量研究。CHINA OILS AND FATS。2020 Vol.45 No.12
- ⁹ 龔天理。植物油中氯丙醇酯和縮水甘油酯測試方法分析及其在各類植物油中的含量研究。中國食品。2023 年 12 期
- ¹⁰ EFSA. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) Risks 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
網址：<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4426>
- ¹¹ 孫婷、焦海峰、郭培玉等。濟南市市售食用植物油中氯丙醇酯和縮水甘油酯污染狀況分析。中國油脂。11-10。2024 年
- ¹² LIAO ZY, GAO ZB, YANG OW, *et al.* Occurrence and exposure evaluation of 2-

and 3-monochloropropanediol (MCPD) esters and glycidyl esters in refined vegetable oils marketed in Tianjin of China [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2024, 130: 106150

¹³ 劉卿、周萍萍、楊大進。2015-2017 年中國市售食用植物油中氯丙醇酯和縮水甘油酯的污染狀況[J]。衛生研究。2021,50(1):75-78

¹⁴ Raymond Rong Sheng, Shi Ping Shen, Wesley Zongrong Yu, *et al.* Occurrence and Dietary Exposure of 3-MCPD Esters and Glycidyl Esters in Domestically and Commercially Prepared Food in Singapore[J]. *Foods* 2023, 12(23), 4331

網址：<https://doi.org/10.3390/foods12234331>

¹⁵ 香港食物安全中心。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。2020 年 7 月

網址：https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/files/RA_Report_on_GE.pdf

¹⁶ 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-mcpdglycidol-and-their-esters-in-selected-vegetable-oils-and-infant-formulas-in-australia-andnew-zealand-technical-paper>

¹⁷ 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://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0290&from=EN>

¹⁸ 市政署食品安全廳。正確認識環氧丙醇。2024 年

網址：<https://www.foodsafety.gov.mo/c/science/detail/ce18e6e2-0dcc-4cee-bd1b-4b8562dde75d>

¹⁹ 市政署食品安全廳。食品中的縮水甘油酯和氯丙二醇酯。2024 年

網址：<https://www.foodsafety.gov.mo/c/briefreviewofrisk/detail/05945e2c-2f91-4402-a2c5-7ce5a17cf3bc>

²⁰ 市政署食品安全廳。烘焙食品在加工過程中會產生污染物。2019 年

網址：<https://www.foodsafety.gov.mo/c/focusconcern/detail/e05dbe8e-f9dc-4a4c-98ae-540cc629f9d7>

²¹ 市政署食品安全廳。食用油中的縮水甘油酯。2025 年

網址：<https://www.foodsafety.gov.mo/c/briefreviewofrisk/detail/2ece3cf9-a5dc-4c4e-990c-3240def31908>