

異常發生原因分析、矯正措施及預防再發措施

一、異常發生原因分析

本公司沙拉油產品檢出苯駢芘 (BaP) 超標後，立即停止相關產品出貨及生產，並邀請學者朱燕華博士、食品工業發展研究所董志宏主任及林柏良技師，進廠針對製程條件、黃豆品質及產地來源，進行全面檢視與討論。

(一) 製程確認結果

經逐項檢視提油及精煉製程操作紀錄，各項製程參數均維持於正常管制範圍：

- 提油廠製程最高溫設備管制 (調質塔 $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、膨化機 $100\pm 10^{\circ}\text{C}$ 、氣提塔 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$)
實際 115 年 1 月~6 月均依標準條件操作 (調質塔 72°C 、膨化機 100°C 、氣提塔 110°C)。
- 精油廠各製程管制 (脫色真空 $40\pm 20\text{mbar}$ ，脫色溫度 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$)、(脫臭真空 $2\pm 1\text{mbar}$ ，脫臭溫度 $240\pm 5^{\circ}\text{C}$)
實際 115 年 1 月~6 月均依標準條件操作 (脫色真空 50mbar ，脫色溫度 108°C)、(脫臭真空 1.0mbar ，脫臭溫度 245°C)
操作溫度及真空度亦均符合製程管制標準。

依據 WHO 世界衛生組織 (Dr J. C. Larsen, 1991), "It is important to note that the formation of PAHs is only significant at higher temperatures, generally over $350 - 400^{\circ}\text{C}$, and that below this temperature the formation of benzo[a]pyrene in food is minimal. , PAHs/BaP 形成於 $350 - 400^{\circ}\text{C}$ 以上較為顯著；低於此溫度時，食品中 Benzo[a]pyrene 的生成量通常極少。

歐盟食品科學委員會 (Scientific Committee on Food, SCF, 2002) Refining reduces PAHs substantially, particularly bleaching with activated carbon and deodorisation. 精煉可大幅降低 PAHs/BaP，而非生成，其中以脫色及脫臭效果最明顯，研究亦顯示精煉後 BaP 可大幅下降。

本公司製程未達其生成條件；另精煉製程之中和、脫色及脫臭程序主要功能為降低油脂中 BaP 含量而非產生 BaP，因此本次異常經確認未發現製程操作異常，亦無證據顯示本公司製程會造成苯駢芘生成。

(二) 原料風險研判

巴西聖保羅州食品科技研究所 ITLA (Mônica C. Rojo Camargo、Paula Ramos Antonioli、Eduardo Vicente, 2012) 針對歷年巴西市售植物油的抽驗研究 (發表於 ScienceDirect 與 PubMed 等平台)，巴西大豆油普遍能驗出變動幅度極大的 BaP 殘留。部分製程粗糙的樣品，其 BaP 含量超過國際標準。

根據 *Food Chemistry (2012) Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons content in different stages of soybean oils processing* 食品化學(2012)大豆油加工不同階段多環芳香烴含量的評估

1. *Two main routes of PAHs contamination have been suggested: environmental pollution and direct drying of the raw material with combustion smoke before oil extraction.* 汙染主要有兩個來源 1. 環境汙染 2. 油料原料於榨油前採用燃燒煙氣直接乾燥。
2. *This might be attributed to different soybean seed drying processes, which is the main responsible for oils contamination.* 不同黃豆乾燥方式，很可能就是植物油 PAHs/BaP 污染的主要原因
3. *Brazil uses direct drying with combustion smoke.* 研究指出，巴西黃豆普遍採用直接燃燒煙氣乾燥，煙氣中的 PAHs/BaP 會附著於黃豆表面，並於榨油時轉移至原油。
4. *Higher pluviometric indexes... more drying steps were required. Brazil presents different weather conditions, where artificial drying is always necessary.* 部分地區因降雨量高於預期，需要更多的乾燥步驟，巴西不同產區由於氣候因素，各產地品質不依

另根據 *US & Brazil Soybean Quality Report (SGS/AgCom)* 美國與巴西大豆品質報告(SGS 全球檢驗驗證公司/ AgCom 巴西農產品品質分析公司)，連續多年比較美國與巴西出口黃豆品質的報告指出 *When we compare 2024/2023 shipments, Brazilian Soybean has 0.99% higher Moisture, 0.31% higher Heat Damage Kernels and 5.04% Total Damage Kernels.* 巴西黃豆相較於同期美國黃豆，水分含量高出 0.99%，熱損粒比例高 0.31%，總損傷粒比例高出 5.04%

植物油中 BaP 主要污染來源為原料端，其中黃豆收穫後若採用燃燒煙氣直接乾燥，燃燒產生之 BaP 可能附著於黃豆表面，後續於榨油時進入原油，因此黃豆乾燥方式被認為是影響 BaP 最重要之因素。

本批次(2-1T)使用之巴西黃豆係由 4 家不同供應商一起供應，各供應商可能來自不同產區，產區之氣候、水分及乾燥方式不同，BaP 污染風險亦存在差異。本批(2-1T)黃豆亦觀察到熱損粒(0.31%)，水分(12.6%)，比例均較歷史平均水分(11.7%)熱損粒(0.10%)來的較高，顯示原料可能因產地乾燥條件較嚴苛而增加 BaP 殘留風險。

綜合 WHO 世界衛生組織、EFSA/SCF 歐盟食品科學委員會、ITLA 巴西聖保羅州食品科技研究所及 SGS 出口品質資料，可知植物油中 PAHs/BaP 污染主要與原料、乾燥方式及燃燒氣體接觸有關，而非一般精煉製程生成。巴西黃豆因產地氣候因素，通常需人工乾燥，且降雨增加時需增加乾燥步驟，出口品質調查顯示其水分、熱損粒及總損傷粒均高於美國黃豆。

二、矯正措施

1. 已立即停止相關批次產品出貨及生產。
2. 邀請食品工業發展研究所油脂專家進廠查核製程及操作條件，確認製程參數均符合標準，未發現造成 BaP 生成之異常情形。
3. 增加黃豆原料及大豆沙拉油 BaP 送驗頻率。

三、預防再發措施

1. 強化原料管理

- 增加黃豆原料採樣數量及送驗頻率。(加嚴每船批檢驗 BaP)
- 黃豆水分若超過 12.5%，增加檢驗頻率。
- 避免採購季末的黃豆。

2. 強化供應商管理

- 將 BaP 風險納入供應商評估及採購管理機制。

3. 持續製程管理

- 持續監控提油及精煉各項關鍵製程參數，確保操作均符合標準。

4. 強化品質監控

- 現階段針對大豆沙拉油逐批檢驗合格後始可出貨。
- 針對黃豆原料，建立 BaP 自主檢測能力。
- 針對大豆沙拉油，增加第三方實驗室檢驗頻率。

引用來源：

世界衛生組織食品添加系列第 28 號-苯駢芘(BaP)

https://incem.org/documents/jecfa/jecmono/v28jel8.htm?utm_source=chatgpt.com

香港食安中心逐字引用世界衛生組織食品添加系列第 28 號-苯駢芘(BaP)

https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_161_02.html?utm_source=chatgpt.com

歐盟食品科學委員會 (SCF) 對食品中多環芳香烴 (PAHs) 之科學意見書

https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out153_en.pdf?utm_source=chatgpt.com

美國與巴西大豆品質報告(SGS 全球檢驗驗證公司/ AgCom 巴西農產品品質分析公司)，續多年比較美國與巴西出口黃豆品質的報告

https://ussoybean.jp/wp/wp-content/uploads/2024/04/us-brazil-soybean-quality-report-20240328.pdf?utm_source=chatgpt.com

巴西聖保羅州食品科技研究所，食品化學(2012)大豆油加工不同階段多環芳香烴含量的評估

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.031>

食品工業發展研究所

朱燕華博士

董志宏主任

林柏良技師

中聯油脂(股)公司

蔡清松 董事長

蔣有福 襄理

陳建龍 副課長

謝宛枚 組長

余凌冲 總經理

郭書榮 課長

陳昀蔚 工程師

李子銘 工程員



