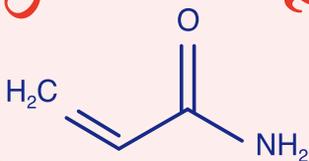


降低食品中 丙烯醯胺含量

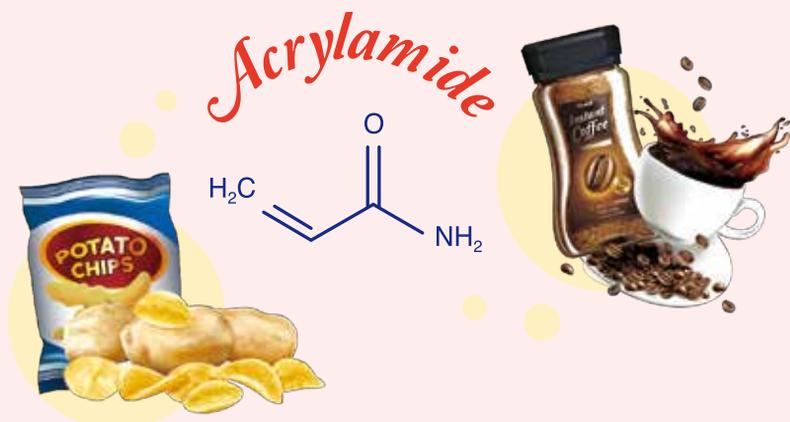
加工參考手冊

Acrylamide



降低食品中 丙烯醯胺含量

加工參考手冊



FDA 衛生福利部食品藥物管理署 主辦

Contents

目錄

序	04
第一章 背景說明	06
丙烯醯胺簡介	09
丙烯醯胺之基本性質	09
丙烯醯胺的形成	10
還原醣與非還原醣之定義	11
胺基酸是構成蛋白質的基本單位	12
梅納反應之定義	13
丙烯醯胺形成之控制因子	14
丙烯醯胺減量原則	15
應用 ALARA 原則時需考慮之因素	15
其他考慮因素	17



2	第二章 降低丙烯醯胺的減量方法	20
	馬鈴薯類食品	20
	穀類食品	29
	咖啡	36
	嬰幼兒食品、嬰兒餅乾、嬰幼兒麥片 及其它種穀物的嬰幼兒食品	40
	黑糖類食品	42
	油條類食品	45
	杏仁果類食品	47
3	參考文獻	50
附錄	食品中丙烯醯胺指標值之參考指引	54



序



當食品同時含有天門冬醯胺（一種胺基酸）及還原醣且低水份之情況下，經乾煎、油炸或烘烤等高溫處理（溫度超過 120°C ）時，易生成丙烯醯胺，因此，丙烯醯胺可能會存在於麵包、油炸洋芋片、咖啡、餅乾、早餐穀片等食品，並非由人工添加進食品中。

丙烯醯胺被國際癌症研究中心（**International Agency for Research on Cancer, IARC**）歸類為 2A 物質，表示對動物具有致癌性，但流行病學之研究尚不足以證明為人類之致癌物質。目前國際食品法典委員會（**Codex Alimentarius Commission, CAC**）尚未訂定食品中丙烯醯胺限量標準。

食品藥物管理署前已編印「降低食品中丙烯醯胺含量加工參考手冊」，該手冊中之減量方法可作為業界丙烯醯胺減量參考，並邀集各界專家充分溝通後，以歐盟指標值為本，加上黑糖及油條之指標值（1,000 ppb），於2016年1月7日發布「食品中丙烯醯胺指標值參考指引」供企業參考改善品質之用。為更新相關資料，食品藥物管理署於近期參考歐盟食品及飲料工業聯盟（Food Drink Europe）編纂之丙烯醯胺工具箱手冊（Acrylamide Toolbox 2013）等最新資訊，修正「降低食品中丙烯醯胺含量加工參考手冊」，期以源頭管理之方式，降低丙烯醯胺含量，減少國人攝入丙烯醯胺的風險。

署長



謹識

106年12月



背景說明

- 2002 年瑞典國家食品管理局（The Swedish National Food Administration, SNFA）證實，經高溫加熱的澱粉類食品會產生具致癌風險的丙烯醯胺（acrylamide）。世界衛生組織（World Health Organization, WHO）國際癌症研究中心（International Agency for Research on Cancer, IARC）已明確將丙烯醯胺歸類為 Group 2A「人類可能致癌物」的物質；Group 2A 的物質是指該物質經動物實驗證實具有致癌性；在流行病學上的研究尚不足以證明為人類之致癌物質⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

- **FAO/WHO 聯合專家會議 (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)** 和 **歐盟食品科學委員會 (Scientific Committee on Food, SCF)** 指出飲食攝取為人類丙烯醯胺暴露的重要來源。歐盟自 2003 年起透過丙烯醯胺相關會議，公開分享研究成果，各國也開始分析及監測各類食品中丙烯醯胺的含量。歐盟食品及飲料工業聯盟 (**Food Drink Europe**) 於 2003 年成立丙烯醯胺專家團隊，整理國際間的研究成果，彙整成丙烯醯胺工具箱手冊 (**Acrylamide Toolbox**)，提供食品中丙烯醯胺的減量應用資訊，並依據市售產品抽測結果，於 2011 年及 2013 年訂定及修訂食品中丙烯醯胺含量之指標值 (**Indicative values**)，供業界參考^{(1) (4) (5)}。其他如

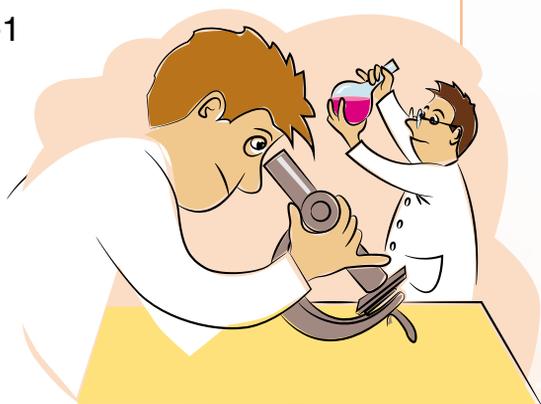
國際食品法典委員會（Codex Alimentarius Commission, CAC）、美國、日本及香港等亦提供減量參考方法^{(5) (8) (9) (10) (11) (12) (13)}。

- 前行政院衛生署（現衛生福利部）自 2003 年起，陸續進行食品中丙烯醯胺含量調查之相關研究，包括開發分析方法、調查各類食品中丙烯醯胺含量及降低食品中丙烯醯胺含量之加工方法等。由檢測之背景值得知，以油炸類、烘焙類食品及黑糖類食品檢出之丙烯醯胺含量較高，含量介於 $<10 \sim 1,448 \mu\text{g}/\text{kg}$ （ppb）之間，與其他國家同類食品中丙烯醯胺含量相似^{(6) (7) (21) (22)}。故衛生福利部食品藥物管理署（下稱食藥署）亦隨國際腳步，於 2012 年編印「降低食品中丙烯醯胺含量加工參考手冊」，並於 2016 年發布「食品中丙烯醯胺指標值參考指引」，以歐盟指標值為本，加上黑糖及油條之指標值（1,000 ppb），供業者自主管理之用。

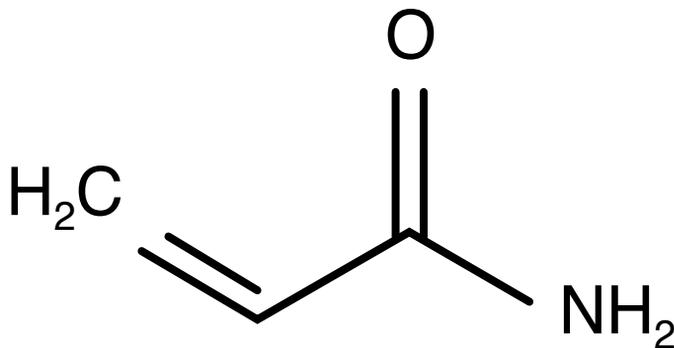
丙烯醯胺簡介

● 丙烯醯胺之基本性質⁽¹⁵⁾：

1. 中文名稱：丙烯醯胺
2. 英文名稱：Acrylamide, 2-propenamide
3. 分子式： $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$
4. 分子量：71.08 g/mol
5. CAS No：79-06-1
6. UN No：2074
7. 顏色：無色
8. 氣味：無味
9. 沸點：125°C
10. 熔點：84.5°C
11. 蒸氣壓：0.007 mmHg (25°C)
12. 溶解性：可溶於水 (2,155 g/L)、甲醇、酒精及丙酮等溶劑



丙烯醯胺結構式



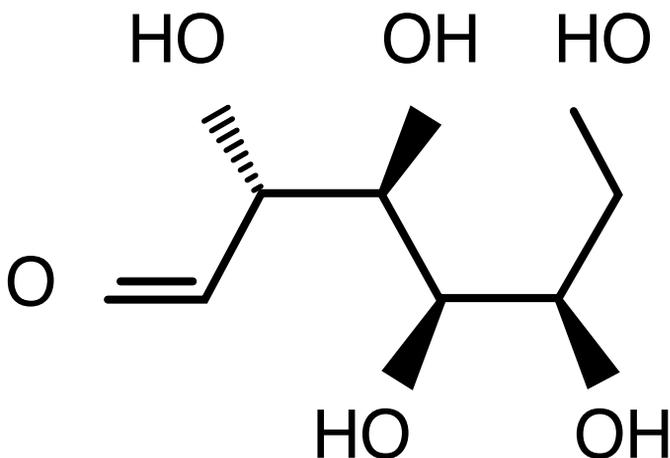
● 丙烯醯胺之形成

於高溫（120℃以上）、低水份的加熱情況下，食品中的胺基酸（尤其是天門冬醯胺）與還原糖（如葡萄糖和果糖）進行梅納反應（Maillard Reaction），即可能生成丙烯醯胺⁽¹⁶⁾。高溫油炸或烘烤之澱粉類食品，例如：炸馬鈴薯、炸洋芋片、餅乾、麵包、穀類、咖啡等丙烯醯胺含量較高，且因受熱溫度、時間與材料種類等而有所不同。

● 還原糖與非還原糖之定義

在鹼性溶液（如斐林溶液）中，能還原銅或銀鹽之醣類，稱之為還原糖（reducing sugar），反之，則稱為非還原糖。還原糖為具有醛或酮還原基之單、雙醣等，所有單醣類皆為還原糖（如葡萄糖、半乳糖、果糖），而雙醣除蔗糖外多為還原糖（如麥芽糖、乳糖）。

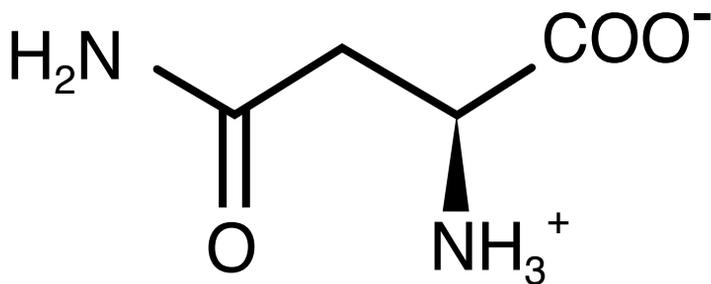
葡萄糖結構式



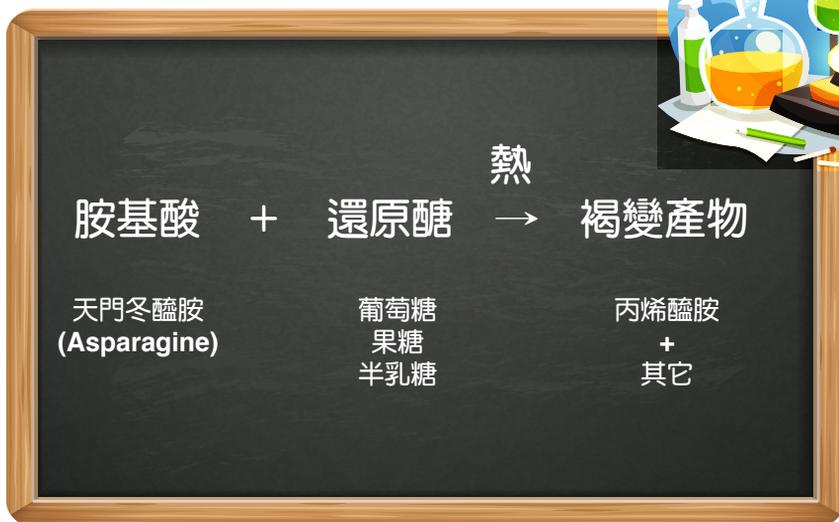
● 胺基酸是構成蛋白質的基本單位

蛋白質係由約 23 種胺基酸所構成，胺基酸之結構含有胺基（ $-NH_2$ ）與羧基（ $-COOH$ ）所組成，其中天門冬醯胺（Asparagine）為形成丙烯醯胺的主要胺基酸或前驅物；丙烯醯胺的三個碳骨架及醯胺上的氮原子均來自天門冬醯胺。

天門冬醯胺結構式



● 梅納反應之定義



梅納反應是指食物中的胺基酸與還原糖於高溫加熱下所產生的一系列複雜的過程，又稱之為「羰胺反應」或「非酵素性褐變反應」，其結果會生成褐色物質，此反應過程中也會產生許多種不同的風味化合物，賦予食物特有的色澤和香氣，但也伴隨丙烯醯胺生成。

丙烯醯胺形成之控制因子⁽⁵⁾

依據歐盟食品飲料及工業聯盟（Food Drink Europe）資料顯示，丙烯醯胺生成量的影響因子可歸類成四大類，細分成 14 個因子：

1. 農業栽培：包括還原醣及控制天門冬醯胺等 2 項因子。
2. 配方：包括膨脹劑的選擇、甘胺酸及雙價陽離子等微量成份、酸鹼值的控制、稀釋、發酵或切片大小以及重新烹調等 6 項因子。
3. 加工：包括加熱能量與水分的控制、清洗與殺菁等前處理及天門冬醯胺酶的應用，以及組織與風味等 5 項因子。
4. 烹調的控制：包括消費者烹調的注意事項 1 項因子。

丙烯醯胺減量原則⁽⁵⁾ ⁽¹⁷⁾

丙烯醯胺非由人工添加進食品中，而係食品於製程中生成，減量程度需視食品性質、加工製程及成品效果等，評估各種情形可能面臨的優缺點進行取捨，選擇適當之丙烯醯胺減量措施，將不利情形降到最低（**As Low As Reasonably Achievable, ALARA**）。

● 應用 **ALARA** 原則時需考慮之因素⁽⁵⁾ ⁽¹⁷⁾：

1. 減量措施對最終產品是否產生負面影響。
2. 需確保丙烯醯胺減量措施，不會有其他污染物，例如：N-亞硝胺（N-nitrosamines）、多環芳香羣（polycyclic aromatic hydrocarbons）、氯丙醇（chloropropanols）、胺基甲酸乙酯（ethyl carbamate）、呋喃（furan）及芳香性雜環胺類（heterocyclic aromatic amines）等。

3. 降低丙烯醯胺的生成時，應同時注意其他食品安全相關項目，如：水分及微生物。
4. 需考量對產品本身之感官特性的影響，在消費者及產品可接受之範圍內做調整。
5. 避免降低產品的營養價值，例如：以精製麵粉取代全麥麵粉以減少丙烯醯胺的生成，但營養價值相對較差。
6. 符合相關法規規範及產品安全性，例如：使用合法的食品添加物。
7. 注意原料及產品本身的自然變異。若原料本身品質不佳及加工設備缺損，會提高減量措施的難度，導致減量效果不佳。
8. 考量產品於商業上可行性、對操作者（人員）健康之風險及汰換工廠設備所需時間與成本等。

當製程條件有重大改變或更新減量措施時，食品業者應監測及評估減量措施的有效性。

建議業者應保存減量措施相關文件，包含如何評估、應用、選擇及監測減量措施。

其他考慮因素 (5) (17)

1. 各製造商間的差異：食品業者需依自身情況擬訂與實行減量措施的策略，並需確保實驗室或少量試作至工廠生產線上的減量結果類似。
2. 減量措施間的交互作用：產品同時使用數個減量措施，不一定可得最佳減量效果，尤其是配方複雜的產品較難預測其減量效果，例如餅乾等。
3. 製程的兼容性：擬訂減量措施時，需評估可行性，例如：廠區是否有足夠的空間增加新設備；

調整產線是否會影響其產能和效率；新的製程是否與現有的設備相容，例如：使用酸味劑可能會造成某些設備的腐蝕。

4. 原料的自然變異性：穀類、馬鈴薯或咖啡豆等食品原料之成分和特性，會因農作物的品種、收穫季節與年度、氣候條件、土壤組成和農栽栽培、原料的儲藏環境、預處理不同等條件而有所差異，須將此因素納入減量時之考量。
5. 加工製程的差異：即使是同一間工廠所製造的產品，其丙烯醯胺含量未必相同。因此為了準確評估減量措施的影響，需要同時進行單一或多重的減量方法，以完整評估減量效果。
6. 消費者對品牌接受性：因調整後的產品可能不符合消費者期待，食品業者需審慎評估減量措施對產品的影響。

本手冊探討之食品種類，如下⁽⁵⁾ ⁽¹⁷⁾

1. 馬鈴薯類食品：切片馬鈴薯製成之零食，或以馬鈴薯成分為主要原料製成之加工製品，包含馬鈴薯片、馬鈴薯球、馬鈴薯泥與馬鈴薯塊等。
2. 穀類食品：麵包、乾麵包、早餐穀類、餅乾、糕點及其烘焙食品。
3. 咖啡、烘烤穀物：烘焙與研磨咖啡及即溶咖啡、咖啡替代品（含穀物或菊苣）。
4. 嬰幼兒食品：嬰兒餅乾、嬰幼兒麥片、其它種穀物的嬰幼兒食品、嬰幼兒罐頭食品（低酸性與副食品）。
5. 黑糖、油條、杏仁果類食品：臺灣特色食品。⁽¹⁸⁾
⁽¹⁹⁾ ⁽²⁰⁾





降低丙烯醯胺的減量方法

馬鈴薯類食品⁽⁵⁾

包括油炸、燒烤、烘焙等馬鈴薯類食品，常見為薯條、洋芋片及馬鈴薯相關加工製品（如馬鈴薯片、馬鈴薯球、馬鈴薯泥及馬鈴薯塊等）。

降低丙烯醯胺生成時，應考量原料選擇、產品特性、貯存、加工、設備、製程條件、食品安全等相關因素後，設計產品之製程，並記錄操作方法及結果。例如：選擇生成丙烯醯胺之反應物（如：還原糖、天門冬醯胺等）含量較少的馬鈴薯品種，並針對馬鈴薯原料，於驗收時訂定還原糖最大限量及碰撞損傷之馬鈴薯最高數量。此外，考量貯運階段之「環境」和馬鈴薯還原糖含量的

變化，所稱「環境」包含溫度和濕度控制，亦可搭配油炸試驗，以油炸後的顏色作為初步判定。



馬鈴薯類產品之一般製程，簡述如下：

◎ 薯條：

新鮮馬鈴薯投料→脫土→清洗→切除變綠發芽部位→去皮（可不去皮）→切條→殺菁→油炸→篩選及剔除→調味→包裝→產品

◎ 洋芋片：

新鮮馬鈴薯投料→脫土→清洗→切除變綠發芽部位→去皮（可不去皮）→切片→殺菁→油炸→篩選及剔除→調味→包裝→產品



● 減量方法

1. 農業栽培：還原糖之控制

因還原糖為生成丙烯醯胺的主要反應物，且於馬鈴薯塊莖中還原糖含量與終產品的丙烯醯胺含量成正比，所以就馬鈴薯產品而言，還原糖之控制為現今產業降低炸洋芋片及薯條中丙烯醯胺含量的主要措施，例如

於遵守良好農業規範（**Good Agriculture**

Practice, GAP）下，栽種還原糖含量

較低之馬鈴薯品種、僅採收成熟的

馬鈴薯。從農場運送到工廠的溫度

需控制在 6°C 以上。同時也須注意

是否有其他負面影響包含產品本

身特性（如顏色、香味等）、

營養素流失等。



2. 農業栽培：天門冬醯胺之控制

天門冬醯胺是植物生長所需胺基酸，也是生成丙烯醯胺的主要反應物。雖目前仍無法完全控制馬鈴薯中天門冬醯胺生成，但可藉由選育天門冬醯胺含量較低的馬鈴薯品種並注意栽種與儲藏條件等措施，提升天門冬醯胺以外之胺基酸比例，以增加梅納過程中反應物間之競爭，達降低丙烯醯胺生成的效果。

3. 配方：其他微量成分之添加

在配方設計，可添加胺基酸（如甘胺酸）、鈣鹽，例如：在馬鈴薯類餅乾加入 1% 氯化鈣，能降低 20 ~ 80% 的丙烯醯胺生成。使用時須注意添加過量可能會嚴重褐變及產生苦澀異味等不良影響。另外，配方中其他成分（如糖蜜、香料及穀物）也可能增加丙

烯醯胺生成，需於產品設計中通盤考量處理方法、加工設備及其性能等。



4. 配方：pH 值之調控

目前在小型試作已使用檸檬酸及抗壞血酸調整酸鹼值之方法降低馬鈴薯產品中的丙烯醯胺生成，但某些薯條等產品，會產生強烈異味，需特別注意。

5. 配方：稀釋與切片大小

- (1) 有關稀釋，可用天門冬醯胺含量較低的穀類，如玉米、小麥及米等，取代或降低產品配方中馬鈴薯的比例。
- (2) 有關切片大小，因產品的表面溫度較高易形成丙烯醯胺，故表面積與體積之比值（即，比表面積）影響丙烯醯胺的含

量。增加薯條厚度等減少比表面積，可降低丙烯醯胺生成。但洋芋片類產品的最終水分要求較低，增加產品厚度（體積）時，需要更多的能量（加熱時間長），反而使丙烯醯胺含量增加；因此，建議切薄片，使其短時間油炸即可達到目標之水分含量，降低丙烯醯胺生成的風險。薯條、薯片類產品分切後若有細小碎片應先移除，避免終產品的某些部份丙烯醯胺含量特別高。

6. 配方：發酵

發酵步驟會消耗天門冬醯胺等反應物進而減少丙烯醯胺形成，並降低 pH 值。現有提出以乳酸菌處理馬鈴薯的方法，惟不適用於現在的加工製程及設備。



7. 配方：天門冬醯胺酶之使用

天門冬醯胺酶可水解天門冬醯胺，減少丙烯醯胺生成，其效果取決於產品配方、加工條件及酵素作用的時間，但產品可能產生不良風味。

8. 加工：熱量與水分之控制

- (1) 控制熱量：需考量溫度、加熱時間和加熱設備，例如：真空油炸、高溫短時油炸後快速冷卻產品。
- (2) 控制水分：於油炸食品中，建議於可接受範圍內，儘可能保留水分。



9. 加工：預處理

馬鈴薯經殺菁處理可抑制酵素活性、減少還原醣產生，通常用於馬鈴薯粉與馬鈴薯塊；塊狀馬鈴薯建議以熱水殺菁，控制還原醣含量。另外，某些馬鈴薯品種經長時間儲存後，於表皮部位會有大量還原醣產生，故可藉由去除馬鈴薯表皮後再進行加工，以減少馬鈴薯產品的丙烯醯胺含量。



10. 加工：顏色判定

因丙烯醯胺含量的多寡與終產品顏色深淺有部分相關，故顏色判定可作為丙烯醯胺含量篩選的初步指標。例如：產品油炸顏色勿過深，至金黃色即可、維持油炸用油品質和因產品外觀顏色需求而額外添加還原醣。

11. 消費者須知：烹調的控制

產品包裝應清楚標示建議調理方式，包含時間、溫度、調理設備等。消費者於烹調時，建議油炸溫度維持在 $160 \sim 175^{\circ}\text{C}$ 之間、烘烤溫度於 $180 \sim 220^{\circ}\text{C}$ 之間、顏色呈金黃色即可，不過度加熱。另以少量分批加熱的方式縮短烹煮時間，亦可減少丙烯醯胺含量。



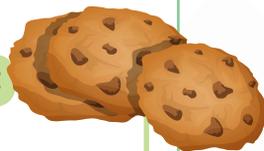
穀類食品⁽⁵⁾

產品包括麵包、乾麵包、小麥（黑麥）薄脆餅乾、早餐穀類、糕點及其烘焙（油炸）製品。

還原糖含量非為穀類食品生成丙烯醯胺之重要因子。



穀類產品之一般製程，簡述如下：



◎ 麵包：

秤料→麵粉過篩→加配料→攪拌→基本發酵→翻麵→延續發酵→分割滾圓→中間發酵→整型→最後發酵→烘焙→包裝成品

◎ 餅乾：

秤料→麵粉過篩→加配料→攪拌→整型→烘焙→包裝

◎ 早餐穀類：

篩選→清洗→蒸煮（軟化）→壓片（或擠壓）→乾燥→調味→包裝成品

● 減量方法

1. 農業栽培：天門冬醯胺之控制

不同的穀物種類之天門冬醯胺含量有所差異，故選擇自由態天門冬醯胺含量較低的小麥，能降低產品中的丙烯醯胺含量。因穀類天門冬醯胺大多集中於麩皮，故減少全麥或麥麩的用量，可降低丙烯醯胺的生成，但可能因此影響產品營養價值與感官特性。若小麥生長時缺乏硫元素，則產品天門冬醯胺及麩醯胺含量較高，增加肥料中硫濃度可改善此情形。

2. 配方：膨脹劑之使用

承上點，天門冬醯胺為生成丙烯醯胺之主要反應物，針對餅乾產品減少或取代配方中的碳酸氫銨，能降低丙烯醯胺生成；例如改用碳酸氫銨和酸化劑混合之添加物減少



配方中碳酸氫銨含量，進而減少丙烯醯胺生成，但須注意可能影響產品本身的風味、顏色及組織等感官品質或增加鈉的攝取量。

3. 配方：其他微量成份之添加

於產品配方、製程或半成品中添加鹽類或胺基酸，例如：甘胺酸，可減少丙烯醯胺生成，但需注意可能會伴隨苦味及褐變等不良之影響，建議依最小需要量使用。

4. 配方：pH 值之調控

於餅乾、薄脆餅乾、薑餅及早餐穀片產品中，使用無銨膨脹劑和添加有機酸，丙烯醯胺含量隨 pH 值降低有減少的趨勢，但也伴隨產品的質量不足、酸性味道產生及顏色太淺等問題。



5. 配方：稀釋與切片大小

使用天門冬醯胺含量較低之的穀物原料、增加餅乾成品厚度，可減少丙烯醯胺之生成，例如：以精白米穀粉取代部分的小麥粉、減少使用全麥粉、麩皮並改用玉米及米，但可能會影響產品的品質及營養價值，而其他成分如堅果及水果乾，也可能增加丙烯醯胺含量。

6. 配方：重製

部分研究指出，使用老麵可能因自由態天門冬醯胺增加，丙烯醯胺含量隨之提高，但因相關產品品項眾多，建議應個別測試。



7. 配方：發酵

比較由發酵及非發酵兩種麵團製成之薄脆餅乾，由發酵麵糰製成者，丙烯醯胺含量較低，其原因為酵母作用，隨著發酵時間增加而消耗天門冬醯胺、天門冬胺酸（**aspartic acid**）及糖類。此外，低產氣酵母可較快分解天門冬醯胺，延長發酵時間，減少 50% 的丙烯醯胺生成，主因是酵母會利用天門冬醯胺，並減少胺基酸含量。



8. 加工：天門冬醯胺酶之使用

於餅乾、薑餅與薄脆餅乾產品，添加天門冬醯胺酶可降低天門冬醯胺含量，進而減少丙烯醯胺的生成。此外，於高水分含量及中性環境下，天門冬醯胺酶的活性較高。例如：穀物餅乾麵糰以天門冬醯胺酶處理後，可減少後續產品 70 ~ 90% 丙烯醯胺的生成；早餐穀片顆粒較大的因水分含量較低，酵素不易進行作用，故不適合使用酵素處理。

9. 加工：熱量與水分之控制

藉由溫度、控制水分、選擇特定加熱方式，以降低丙烯醯胺之生成。例如：降低烘烤溫度、儘可能保留水分、避免表面生成過深的顏色、使用紅外線輻射烘烤或蒸汽烘烤之方式等。

10. 加工：顏色判定

梅納反應不僅生成丙烯醯胺，亦生成顏色及風味，一般來說，顏色較淺的，通常丙烯醯胺含量較少。另，如果產品後續需要裹上巧克力，不會看到烘烤之顏色，則對消費者來說感官影響不大。

11. 加工：組織與風味

針對餅乾產品，通常為增加脆度及風味，採用高溫烘烤與保持低水分含量的方式，惟兩者皆會促使丙烯醯胺的生成，若改用低溫長時間烘烤則可減少。

12. 消費者須知：烹調之控制

於包裝上加註說明調理方法，建議使用低溫短時烹調。



咖啡 (5)

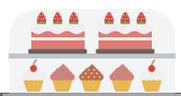


咖啡及烘焙穀物：烘焙與研磨咖啡及即溶咖啡、咖啡替代品（含穀物或菊苣）。



咖啡類產品之一般製程，簡述如下：

- ◎ **研磨咖啡：**
生豆→挑選→烘焙→冷卻→研磨→包裝→產品
- ◎ **咖啡飲品（罐頭）：**
生豆→挑選→烘焙→冷卻→研磨→咖啡萃取→配方調合→充填→封罐→殺菌→冷卻→產品
- ◎ **即溶咖啡：**
生豆→挑選→烘焙→冷卻→研磨→萃取→乾燥→配方調和→充填→包裝→產品



● 減量方法

1. 農業栽培：還原醣、天門冬醯胺之控制

經烘烤後咖啡豆之丙烯醯胺含量，和該生咖啡豆含醣量較無相關，而生咖啡豆天門冬醯胺含量偏低，再降低之空間不大。

生咖啡豆（主要有兩種：Robusta 與 Arabica）的醣含量與烘烤後形成的丙烯醯胺無相關性。生咖啡豆的天門冬醯胺含量不高（約 20 ~ 100 mg/100 g），烘焙咖啡豆時丙烯醯胺的生成可能與蛋白質的熱裂解有關。

2. 鈣鹽及鎂鹽之添加：

本方法對於咖啡之丙烯醯胺含量較無減量效果，而對於咖啡替代品，雖研究初步發現有減量效果，惟仍有微生物及咖啡感官性質的影響等考量。

3. 調整配方：

以 Robusta 咖啡豆為例，烘烤後丙烯醯胺含量比 Arabica 咖啡豆稍高，於考量感官性質之前提下，可考慮混合兩種咖啡豆使用。另外就咖啡替代品，例如：菊苣（包括：乾燥菊苣根、菊苣水萃物等），可能使丙烯醯胺含量增加，因為為烘焙過程中，菊苣含有的菊糖水解，產生果糖（還原醣），導致丙烯醯胺含量上升。

4. 天門冬醯胺酶：

於生咖啡豆，天門冬醯胺酶有機會用於降低天門冬醯胺含量，於後續烘焙時減少丙烯醯胺生成，但對咖啡感官影響較大，如可能造成其香氣與風味的損失。



5. 加工：熱量與水分之控制：

丙烯醯胺含量受生咖啡豆之烘焙程度和時間影響，熱量投入越多深焙程度越高，丙烯醯胺含量反降，這點和其他產品較不相同，惟尚未全盤瞭解該機制。



有關咖啡替代品－穀類，於該產品中，丙烯醯胺含量自 120°C 時開始生成，於 150°C 時達最大值，而於大於 150°C 之後，丙烯醯胺含量開始下降。

6. 消費者須知：

在咖啡沖泡過程中，丙烯醯胺幾乎會轉移至飲品內，研磨咖啡與即溶咖啡所含的丙烯醯胺濃度相似。

嬰幼兒食品、嬰兒餅乾、嬰幼兒麥片及其它種穀物的嬰幼兒食品⁽⁵⁾

嬰兒餅乾、嬰幼兒麥片、其它種穀物的嬰幼兒食品、嬰幼兒罐頭食品（低酸性與副食品）。

● 減量方法

1. 配方：其它微量成分

避免於配方中添加高還原糖含量之成分，如果糖、蜂蜜、番薯及水果等，以降低丙烯醯胺生成。配方對最終產品的丙烯醯胺含量有顯著的影響，例如：產品中若含有番薯、嬰兒餅乾中若有全麥成分或還原糖，最終產品丙烯醯胺含量可能較高。



2. 天門冬醯胺酶之添加：

於嬰兒食品中添加天門冬醯胺酶可有效減少丙烯醯胺生成，水分含量較高時，酵素的作用較佳。其中，嬰兒穀物食品，於水解製程中水分含量較高，有助於天門冬醯胺酶進行水解，水解效果取決於滯留時間、溫度、混合情形與酵素添加，約可減少原料中80%的天門冬醯胺。



黑糖類食品 (18)

黑糖是以甘蔗汁為原料，有時添加石灰吸附雜質幫助沉澱後去除，再加熱濃縮得之。甘蔗汁含有天門冬醯胺和還原糖，製作過程又經高溫熬煮，產生梅納反應，是屬於常見容易產生丙烯醯胺的臺灣特色食品之一。



黑糖不需經過分蜜、再結晶、脫色等步驟，不是精製糖，可以保留較多甘蔗汁中的維生素、礦物質及胺基酸。製作過程中，由於未經精製步驟，保留糖蜜，使得外表顏色較深。

雖然大部分黑糖含有丙烯醯胺，但黑糖並非主食，其攝食量較低，且可透過減量方法降低丙烯醯胺含量。



黑糖類產品之一般製程，簡述如下：

◎ 黑糖：

原料甘蔗→清洗→榨汁→粗濾→（有時加石灰，吸附雜質幫助沉澱後去除）→加熱熬煮→撈浮渣→冷卻→翻糖→包裝→產品

● 減量方法

1. 天門冬醯胺酶之添加：

在甘蔗汁中添加 1,000、2,000 及 3,000 U/L 活性單位的天門冬醯胺酶，可使原料的天門冬醯胺含量下降 75、85 及 95%，製成黑糖後，丙烯醯胺含量會減少達 30、80 及 90%。



2. 鹽類之添加：

在甘蔗汁中添加 0.1、0.5 及 1.0% 氯化鈣，製作成黑糖後，丙烯醯胺含量分別減少達 35、80 及 85%；添加 0.1、0.5 及 1.0% 氯化鎂，丙烯醯胺含量分別減少達 85、90 及 99%；添加氯化鎂的效果比氯化鈣好，但添加 1% 氯化鎂會造成風味改變；添加氯化鈉（食鹽）無助於丙烯醯胺的減量。

3. 胺基酸之添加：

在甘蔗汁中添加甘胺酸和胱胺酸可與原料中天門冬醯胺競爭減少丙烯醯胺生成。添加 10、50 及 100 mmol/L 甘胺酸，製成黑糖後，丙烯醯胺含量減少 30、60 及 95%；添加 10、50 及 100 mmol/L 胱胺酸，丙烯醯胺含量減少 70、90 及 95%；其中，需注意添加胱胺酸可能造成風味改變。

油條類食品 (19)

油條類，其主原料為高筋麵粉且經高溫油炸製成。做為膨脹劑的碳酸氫銨會促進還原糖裂解，並加速與游離天門冬醯胺的反應，促進丙烯醯胺生成，因此，膨脹劑可能為影響油條中丙烯醯胺生成之因子。



油條類產品之一般製程，簡述如下：

◎ 油條：

秤料→麵粉過篩→加配料（膨脹劑、食鹽等）→攪拌→整型→鬆弛→油炸→起鍋冷卻→包裝→產品

● 減量方法

1. 膨脹劑之使用：

在麵粉中添加 1% 碳酸氫銨、碳酸氫鈉與硫酸鋁鉀，可使油條丙烯醯胺含量減少達



71%；適量添加酸性膨脹劑可減少丙烯醯胺生成量。

2. 鹽類之添加：

在油條麵糰中添加 0.3 及 1.0% 氯化鈣，可使油條丙烯醯胺含量減少 14 及 37%；添加 0.1 及 1.0% 氯化鎂，丙烯醯胺含量減少達 36 及 61%；添加氯化鎂的效果比氯化鈣好，油條的比體積（相同重量之體積比值）也會增加。（註：由於油條之酥脆口感與膨發體積有關，因此同樣重量麵糰製作油條，比體積較大者，口感較為酥脆；比體積較小者，口感較為硬。）

3. 胺基酸之添加：

油條配方添加甘胺酸（glycine）可與天門冬醯胺競爭，使油條丙烯醯胺含量減少 47% 及 45%；添加甘胺酸不會改變麵團的 pH 值及油條的比體積。

杏仁果類食品⁽²⁰⁾

杏仁果類之主要成分為脂質、蛋白質，本類食品為需經高溫烘烤處理的食品，推測因處理過程溫度較高，且配方中含有砂糖、食鹽及調味料等成分，增加丙烯醯胺的生成機會。



杏仁果類產品之一般製程，簡述如下：

烤箱預熱→將杏仁果鋪平於烤盤→烘烤→取出冷卻
→裝罐→產品



● 減量方法

1. 天門冬醯胺酶之使用：

杏仁果浸泡於 40℃ 的天門冬醯胺酶溶液（7,000 及 10,000 U/L 活性單位）10 分鐘，可使原料的天門冬醯胺含量下降 42 及 63%，杏仁果烘烤後，丙烯醯胺含量會減少達 42 及 53%；在相同濃度下（7,000 U/L），延長浸泡時間（20 分鐘）可降低天門冬醯胺 87%；成品的丙烯醯胺含量減少 64%；提高浸泡溫度（50℃）可降低天門冬醯胺 84%；成品的丙烯醯胺含量可減少 51%。



2. 鹽類之使用：

杏仁果先浸泡 0.5、1 及 1.5% 氯化鈣溶液 2.5 分鐘，杏仁果烘烤後，丙烯醯胺含量減少達 29、30 及 41%；浸泡 0.5% 氯化鈣溶液的時間延長至 10 分鐘，杏仁果的丙烯醯胺含量減少 55%。



3

參考文獻



- (1) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) : Seventy-second meeting, Rome, 16–25 February 2010. Accessed 27.03.2011 http://www.who.int/foodsafety/chem/summary72_rev.pdf.
- (2) IARC (International Agency for Research on Cancer) .1994. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some industrial chemicals. Vol. 60. Acrylamide. Lyon, France: IARC; 389 433.
- (3) Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Törnqvist M. 2002. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. J Agric Food Chem 50: 4998 – 5006.

- (4) EC (European Commission) . 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food (SCF) on new findings regarding the presence of acrylamide in food. Expressed on 3 July 2002. Available at : http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf.
- (5) FoodDrinkEurope 2013. Acrylamide Toolbox 2013. FoodDrinkEurope, January 10, 2013; Brussels, Belgium.
- (6) 行政院衛生署。2010。台灣地區各類食品中丙烯醯胺含量背景值、風險評估暨降低食品中丙烯醯胺含量之研究。行政院衛生署 (DOH098-TD-F-113-098021) 。台灣，台北。
- (7) 行政院衛生署。2012。食品加工衍生物質衛生安全風險研究。行政院衛生署 (DOH101-FDA-31602) 。台灣，台北。
- (8) CAC (Codex Alimentarius Commission) . 2009. Code of Practice for the Reduction of Acrylamide in Foods. CAC/RCP 67-2009.
- (9) COMMISSION RECOMMENDATION of 8 November 2013, on investigations into the levels of acrylamide in food.

- (10) Guidance for Industry Acrylamide in Foods. 2016. <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ChemicalContaminantsMetalsNaturalToxinsPesticides/ucm374524.htm>.
- (11) 「食品中のアクリルアミドを低減するための指針」第1版（2013年11月27日公表）
- (12) 食品環境衛生署。香港。減低食品中丙烯醯胺的業界指引。2013。 http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/food_leg/files/Acrylamide_C_New_3.pdf.
- (13) 香港首個總膳食研究第六號報告，香港首個總膳食研究。2013。 http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/files/The_first_HKTDS_acrylamide_final_c.pdf.
- (14) 行政院衛生福利部食品藥物管理署。食品中丙烯醯胺指標值之參考指引。2016。 <https://www.fda.gov.tw/tc/newsContent.aspx?id=19447&chk=704e7fcd-17f7-4582-adc6-05868ba082fe>.
- (15) 勞工安全衛生研究所。職場丙烯醯胺容許標準建議值文件。2007。 <http://www.iosh.gov.tw/data/f1/rel960202-5.pdf>.

- (16) Zyzak DV, Sanders RA, Stojanovic M, Tallmadge DH, Eberhart BL, Ewald DK, Gruber DC, Morsch TR, Strothers MA, Rizzi GP, Villagran MD. 2003. Acrylamide formation mechanism in heated foods. *J Agric Food Chem* 51: 4782 – 7.
- (17) FoodDrinkEurope. 2016. Code of Practice for Managing Acrylamide Formation in Foods.
- (18) 許家齊。2012。降低黑糖中丙烯醯胺之方法。國立臺灣大學碩士論文。台灣，台北。
- (19) 任珮君。2014。降低油條中丙烯醯胺之方法。國立臺灣大學碩士論文。台灣，台北。
- (20) 行政院衛生福利部食品藥物管理署。2012。食品加工衍生物質衛生安全風險研究。行政院衛生福利部食品藥物管理署 (DOH101-FDA-31602)。台灣，台北。
- (21) 康宏毅、陳時欣、戚祖沅、鄭維智、葉安義。2013。市售油條、馬鈴薯與番薯製品中丙烯醯胺含量調查。食品藥物研究年報，4，120-128。
- (22) 陳時欣、高絹智、康宏毅、戚祖沅、鄭維智、葉安義。2014。市售嬰兒食品及早餐穀類食品中丙烯醯胺含量調查。食品藥物研究年報，5，50-59。

附錄

食品中丙烯醯胺
指標值之參考指引

● 目的

本參考指引建議之「指標值」(表一)，目的為供食品產業管控食品中丙烯醯胺含量之參考，建議食品業者導入危害分析重要管制點 (Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP) 之管理概念，降低食品中丙烯醯胺含量，減少消費者飲食中丙烯醯胺之暴露值，惟該指標值非衛生標準值。



● 背景說明

1. 於高溫加熱下，食品中的胺基酸與還原糖進行梅納反應，賦予食品特殊風味及色澤，但該反應同時會促使丙烯醯胺之形成，特別是在超過 120°C 以上加熱條件下，食品中所含之天門冬醯胺 (Asparagine) 與還原糖會形成丙烯醯胺，此反應較常見於高溫油炸或烘烤澱粉類食品，例如馬鈴薯、穀類等，咖啡產品亦可能生成丙烯醯胺。
2. 2002 年瑞典國家食品管理局 (The Swedish National Food Administration, SNFA) 證實，高溫加熱為食品中產生丙烯醯胺之途徑，並表示飲食可能為民眾的暴露來源；而民眾非飲食之暴露來源，可能包括水、化粧品、職場接觸及抽菸等。

3. 世界衛生組織國際癌症研究機構 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 於 1994 年將丙烯醯胺歸類為 2A- 可能會造成人類癌症之致癌物，係指該物質顯示對試驗動物具有致癌性，流行病學之研究尚不足以證明為人類之致癌物質。
4. 由於聚合態之丙烯醯胺可作為水質處理藥劑，經其處理之水中可能含有未聚合之微量丙烯醯胺單體，故大部份國家對飲用水中丙烯醯胺之殘留量訂有標準。各國降低食品中丙烯醯胺含量之措施包括：
 - (一) 提供減量參考方法例如國際食品法典委員會 (Codex Alimentarius Commission, CAC)、歐盟、美國、日本及香港等提供減量參考方法。

(二) 訂定指標值 (Indicative values)

歐盟依據市售產品抽測結果，於 2011 年及 2013 年訂定及修訂食品中丙烯醯胺含量之指標值，廠商可就指標值進行產品製程調整，減少該類食品中丙烯醯胺含量。日本減量參考指引亦羅列歐盟指標值供其國內業者參考。

(三) 業者應注意事項

依據食品安全衛生管理法第 7 條：「食品業者應實施自主管理，訂定食品安全監測計畫，確保食品衛生安全」，相關業者應掌握食品加工過程中可能產生之丙烯醯胺，透過 HACCP 之原理，掌握丙烯醯胺生成之關鍵步驟，以表一所列指標值為依據，降低製程中丙烯醯胺生成量。食藥署業於 2012 年編印「降低

食品中丙烯醯胺含量加工參考手冊」，該手冊中之減量方法可作為業界參考。

表一、食品中丙烯醯胺指標值 *

食品類別	管制項目	丙烯醯胺 ($\mu\text{g/kg}$, ppb)
薯條 (即食)		600
洋芋片 (以生馬鈴薯或馬鈴薯泥所製) 馬鈴薯製餅乾		1000
麵包類		
小麥製麵包		80
其他非小麥製麵包		150
早餐穀類 (不包括：粥)		
麩皮產品與全麥穀類、膨發穀類產品		400
小麥與黑麥原料之產品 (非全麥或含麩皮)		300
玉米、燕麥、斯佩耳特小麥 (spelt)、 大麥、米製產品		200
餅乾、威化餅乾、非馬鈴薯製餅乾		500
脆麥餅		450

薑餅	1000
烘焙咖啡	450
即溶咖啡	900
非穀類之嬰兒食品	50-80
嬰、幼兒餅乾及麵包乾	200
穀類之嬰、幼兒食品 (不包括：餅乾及麵包乾)	50
黑糖 **	1000
油條 **	1000
備註：	
* 參照歐盟 (European Union) 2013/647/EU 之食品中丙烯醯胺指標值訂定。	
** 參照我國歷年監測資料訂定。	

本表中未明列之食品類別，食品業者仍應自主管理，導入 HACCP 之原理，減少食品製程中丙烯醯胺之形成。



.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



降低食品中丙烯醯胺含量 加工參考手冊

-
- 出版機關 衛生福利部食品藥物管理署
台北市南港區昆陽街 161-2 號
<http://www.fda.gov.tw>
電話：(02) 2787-8000
- 發行人 吳秀梅
- 審核 鄭維智、闕言容、張惠娟、林冠宇、林蘭砮
- 編輯小組 葉安義、康宏毅、潘怡安
- 出版年月 民國 106 年 12 月
- 設計單位 國立台灣大學食品科技研究所
- 印刷單位 種子發多元化廣告有限公司
- 工本費 新台幣 80 元整
- GPN：1010103539
ISBN：978-986-03-5293-1
-

著作財產人：衛生福利部食品藥物管理署

本書保留所有權利，如有需要，請洽詢衛生福利部食品藥物管理署



衛生福利部食品藥物管理署
關心您

FDA

