



經濟部

Ministry of Economic Affairs

經濟部工業局 112 年度
國內外工廠管理規範參考手冊
蛋糕製作技術與添加物運用

專案計畫名稱：食品產業競爭力強化與國際鏈結推動計畫

- 食品產業精進管理推動

主辦單位：經濟部工業局

承辦單位：台灣優良食品發展協會

中華民國 112 年 08 月

-目錄-

壹、前言	5
貳、蛋糕原料及添加物應用	6
一、 柔性材料與韌性材料	6
二、 原料特性.....	7
三、 食品添加物	9
參、蛋糕類型與配方平衡.....	20
一、 乳沫類蛋糕(Foam Type Cake).....	20
二、 麵糊類蛋糕(Foam Type Cake).....	23
三、 戚風類蛋糕(Chiffon Cake).....	25
肆、蛋糕乳化的技術原理與製程.....	29
一、 蛋糕乳化的結構	29
二、 打發蛋白對結構之影響	30
三、 麵糊溫度對結構的影響	31
四、 烘焙對結構之影響	31
五、 保存過程對結構之影響	32
伍、蛋糕連續式生產製程.....	33
一、 連續式生產與管制點	33
二、 蛋糕充氣均質機	35
陸、蛋糕常見缺陷原因與校正方法.....	37
一、 蛋糕外表缺陷	37
二、 蛋糕內部缺陷	40
三、 一般性的過失	41
柒、參考資料.....	43

-表目錄-

表一、原料分類與性質說明.....	6
表二、常見蛋糕產品所含蛋白質與灰分.....	7
表三、酸性膨脹劑的分類與特性.....	12
表四、可用之食品添加物與延長保存期方法.....	15
表五、台灣可使用 8 種人工色素對照表.....	16
表六、台灣可使用 46 種天然色素來源對照表.....	16
表七、常見糖類與甜味劑比甜度(出自食品化學, 2006 年).....	19
表八、酸鹼環境(pH 值)對蛋糕之影響.....	19
表九、天使蛋糕的基本配方平衡.....	21
表十、海綿蛋糕的基本配方平衡.....	21
表十一、蜂蜜蛋糕的配方與製程.....	23
表十二、麵糊蛋糕種類與配方平衡原則.....	24
表十三、麵糊類蛋糕高成分與低成分配方制定原則.....	25
表十四、重奶油蛋糕之分類及係數之選用.....	25
表十五、戚風蛋糕的基本配方平衡.....	26
表十六、戚風蛋糕(低、中、高蛋白)配方.....	27
表十七、風味不同之戚風蛋糕配方.....	27
表十八、各種口味戚風蛋糕配方.....	28
表十九、造型戚風蛋糕配方.....	28
表二十、影響蛋白打發的因素.....	30
表二十一、蛋糕類型與烘焙溫度.....	32
表二十二、杯子蛋糕連續式製程的重要管制點.....	34
表二十三、杯子蛋糕連續式製程條件與產能計算.....	35
表二十四、常見蛋糕品質管制的比重數值.....	36

-圖目錄-

圖一、不同水分與麵粉對蛋糕成品結構與外觀影響.....	7
圖二、HLB 值與乳化劑.....	10
圖三、蘇打粉的空白試驗曲線.....	13
圖四、膨脹劑、乳化劑與 pH 值對海綿蛋糕外觀影響.....	14
圖五、泡沫類蛋糕之製造流程.....	20
圖六、麵糊類蛋糕之製造流程.....	23
圖七、戚風類蛋糕之製造流程.....	25
圖八、蛋糕的複合乳化結構.....	29
圖九、蛋白的打發狀態.....	31
圖十、澱粉回凝(starch retrogradation)的過程.....	32
圖十一、杯子蛋糕連續式生產流程圖.....	33

壹、前言

根據經濟部統計處調查，國內的烘焙產業市場年產值約 600 億元，其中甜點產值就超過 150 億元，從零售業到小型烘焙屋等銷售蛋糕店家就超過 1 萬家以上。由於蛋糕本身帶有的節慶意義與多樣化選擇，不少區域型的獨立店能提供製作門檻較高，售價也相對昂貴的獨特產品，因此蛋糕產業競爭業者不限於大型連鎖品牌與蛋糕工廠。

蛋糕在亞洲市場展現了巨大的市場潛力與人均消費增加，使蛋糕消費呈指數級成長。尤其是在日本、中國和印度等國家，越來越多的人開始接受西方飲食，這推動蛋糕市場的銷售複合年增長率預計達 3.72%。隨著新興市場印度等國家/地區的消費者越來越喜歡營養豐富且美觀的產品，深耕蛋糕市場的品牌商希望在不影響口味或感官特性的情況下進一步延長其產品的保存期限，從而提升最終產品的價值。

蛋糕市場競爭激烈，並且由於產品種類繁多（包括包裝形式、口味和尺寸）而持續增長。除了最原始的雞蛋麵粉等原料，許多原料供應商開始開發能提升蛋糕口感或延長保存期限的食品添加劑，並因應國際貿易需求與潔淨趨勢，改善他們原始的配方與加工製程，以延長他們的產品保存期限並提升產品產量與整體品質。

貳、蛋糕原料及添加物應用

蛋糕是利用蛋和/或化學膨脹劑(Leavening agent)之起泡性，配合低筋麵粉、油脂、糖等配料，經過適宜的速度攪打使其充氣膨脹，而調製成麵糊(batter)，置入模型中經烘焙或蒸製而成之產品。蛋糕具有組織鬆軟、富有彈性、氣孔細密均勻使其入口鬆軟綿密，容易消化吸收的特性。

一、 柔性材料與韌性材料

表 一、原料分類與性質說明

原料	分類	性質說明
麵粉	乾性	蛋糕之組織及結構體主要材料 一般採用低筋麵粉 水果蛋糕：中筋麵粉或高筋麵粉
糖	乾性 (糖漿則是柔性材料)	主要提供甜味之材料 柔軟濕潤，一般用細糖為主 糖漿：轉化糖漿、海藻糖。
油脂	柔性	潤滑麵糊，賦予蛋糕柔軟 麵糊類蛋糕用熔點 38~42°C 之固體油脂 乳沫及戚風類用沙拉油為宜
蛋	蛋白為乾性材料 蛋黃為柔性材料	最常用雞蛋 提供色、香、味，體積膨大及營養 其蛋黃跟蛋白分別對蛋糕具有重要功效
奶水	柔性 (奶粉則是乾性材料)	調整蛋糕顏色、香氣、營養等 脫脂奶粉與水比例為 1：9
鹽	乾性	精鹽能協助調整味道 用量需<3%
膨脹劑	泡打粉與乳化劑皆為 柔性材料	使產品膨大鬆軟 一般用雙重反應之發粉 巧克力蛋糕用小蘇打
塔塔粉	乾性	原料為酸性鹽 幫助中和蛋白鹼性，增強韌性

麵粉、蛋、油脂、糖、水、牛乳為蛋糕之基本原料。其中澱粉、奶粉、糖、和鹽屬於乾性材料，他們使蛋糕產生乾的特性。奶水、雞蛋、糖漿、和水屬於濕性材料，是配方中水分的主要來源。油脂、糖、蛋黃，可使蛋糕柔軟膨鬆，故屬於柔性材料。相反地，蛋白、鹽、和麵粉使蛋糕構成蛋糕骨架之主要原料，故屬於韌性材料，或稱為結構材料。在調配一個合適的蛋糕配方時，先要了解所製造蛋糕之種類與特性，再依各原料之屬性加以分配，使配方平衡，如此才能發揮特有之性能而製成一個美觀、可口、高品質之蛋糕。

二、原料特性

1. 麵粉(Flour)：

麵粉是蛋糕的主要材料，一般是使用低筋麵粉，因其所含有的蛋白質含量較低，故不易出筋，更適合做出蛋糕細緻綿密的口感。若在缺乏低筋麵粉的狀況下，欲使用中、高筋麵粉代替，可考慮混和小麥澱粉(澄粉)或/及玉米澱粉進行製作，降低過度出筋的問題。不同類型的蛋糕產品，適用的麵粉也有所不同，依蛋糕類型選擇麵粉等級可參考如下：

表二、常見蛋糕產品所含蛋白質與灰分

蛋白質 (14%MB)	灰分	用途
4.7%	0.23%	天使蛋糕
7.5%	0.29%	戚風、天使、輕奶油白蛋糕及黃蛋糕
8.3%	0.23%	海綿、巧克力、重奶油蛋糕及其他組織較緊的蛋糕
9.1%	0.42%	重奶油蛋糕、巧克力蛋糕及其他較低成份的蛋糕



圖一、不同水分與麵粉對蛋糕成品結構與外觀影響

2. 蛋(Egg)：

蛋可分為全蛋、蛋黃、和蛋白三者，其所含有的固形物、水分、和油脂比例都不一樣，因而在蛋糕製作過程中如何使用，以及對最終蛋糕成品有影響。蛋黃因含有卵磷脂和脂蛋白而具有乳化油脂之功能，能作為天然乳化劑混和蛋糕麵糊中水分與油脂，

使其均勻分散；蛋白則含有黏液蛋白與白蛋白，能產生黏膠作用與凝固作用，幫助攪打過程中形成薄膜而將空氣包埋在內部，這些微小氣泡薄膜經加熱後發生凝固作用，產生具有細密孔洞的膨鬆蛋糕體。蛋的新鮮與品質對蛋糕之顏色、風味、和營養亦有很大的影響。

3. 油脂(Oil/Shortening)：

油脂主要的功能是潤滑麵糊，使蛋糕柔軟，油脂亦可與澱粉複合而延長蛋糕之保存期限。因為油脂在攪拌過程中能拌入大量的空氣，油脂的顆粒內形成氣泡，裡面的空氣在烘焙階段因加熱而膨脹，創造出蛋糕膨鬆的口感。麵糊類蛋糕通常使用固態脂，熔點介於 38℃~42℃ 為佳，可來自動物性油脂或複合植物來源的氫化油，利用氫化技術模擬固態油脂的功能原料，又稱為人造奶油(margarine)。蛋糕需有適當的油脂用量，過多的油脂會使蛋糕過於鬆軟而破壞蛋糕之結構；過少則使蛋糕堅硬而品質不佳。

4. 糖(Sugar)：

糖是蛋糕主要的原料之一。在麵糊類的蛋糕，糖的用量經常會超過麵粉。糖除了會提供甜味之外，它也能成為蛋白或油脂打發的穩定劑。糖具有高吸濕性，故可以增加和保持蛋糕之濕度而延緩其乾燥和老化。此外糖在烘焙加熱時會進行梅納反應導致蛋糕外皮呈現棕色與美味風味。糖的選擇十分多元，包含一般常見的精緻砂糖(蔗糖)、紅糖、蜂蜜、轉化糖漿等都會所進行的梅納反應都不同，也會創造出不同的蛋糕質地。

5. 水(Water)：

水是蛋糕中相當重要的一種原料。它作為糖、鹽等可溶性物質之溶劑，也是麵粉蛋白質吸水形成麵糊以及澱粉糊化所必需原料。通常蛋糕中水分含量比較多，在烘焙的後階段，其內部溫度可以達到 98℃ 而產生許多小氣泡，這些氣泡破裂後產生氣體壓力，是促使蛋糕體積膨鬆的因素之一。牛乳與蛋是蛋糕常使用的原料，因為它們含有很多之水分，故在計算配方中水分含量時應注意。

6. 牛乳或奶粉(Milk)：

在蛋糕配方中牛乳和蛋均是水的供應者，其中的乳糖有像糖的特質，可調節蛋糕外表的顏色，提高蛋糕的特殊香味並保留其水分。不過為了經濟和保存方便，多使用脫脂奶粉為原料。奶粉有堅韌與乾燥的特性，可以結合麵粉中蛋白質，增加麵粉韌性，構成蛋糕體積。

7. 鹽(Salt)：

鹽在蛋糕中的功能是將麵糊中其它原料特有的香氣更襯托出來，此外他也可以調節蛋糕中的甜度。一般蛋糕中經常添加大量的糖，但這些糖的用意並非完全只為了提升蛋糕的甜味，而是為了增加蛋糕中水分含量，提升蛋糕柔軟性，但過多的糖會造成過於甜膩的負面味道，因此鹽可取代糖調節蛋糕的甜度。

8. 其他配料：

通常使用香精或其他香味材料如香草、草莓等之用量很低，除提供風味外，對於蛋糕的性質影響很小。但是如酸性果汁或水果等配料會影響麵糊之 pH 值，導致蛋糕之組織改變，因此需要加以調整。

三、 食品添加物

市面上多數供應商在提供食品添加物時，不單只提供一個化合物作為添加劑，更多是以複方添加物做一個產品販售。在台灣食品法規標準採全面揭露，不可在食品包裝只寫乳化劑或防腐劑等字樣，此外，台灣對食品添加物有嚴格的使用標準與限制，在購買與製造食品時，可參考衛生福利部食品藥物管理署所公告的「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」，確保合法使用。

1. 乳化劑(Emulsifiers)

乳化劑也可以稱為界面活性劑，能吸附在介面處並透過在均質期間降低介面張力以促進小液滴產生，常見的乳化劑如單酸甘油酯、蛋白質、磷酯和多糖，有時也可以用來作為安定劑，運用在保持和提高產品稠度和黏度水平，使食品更加穩定，甚至有些乳化劑與蛋白質、糖、澱粉及其他的分子形成複雜的結合，改變其結晶狀態。

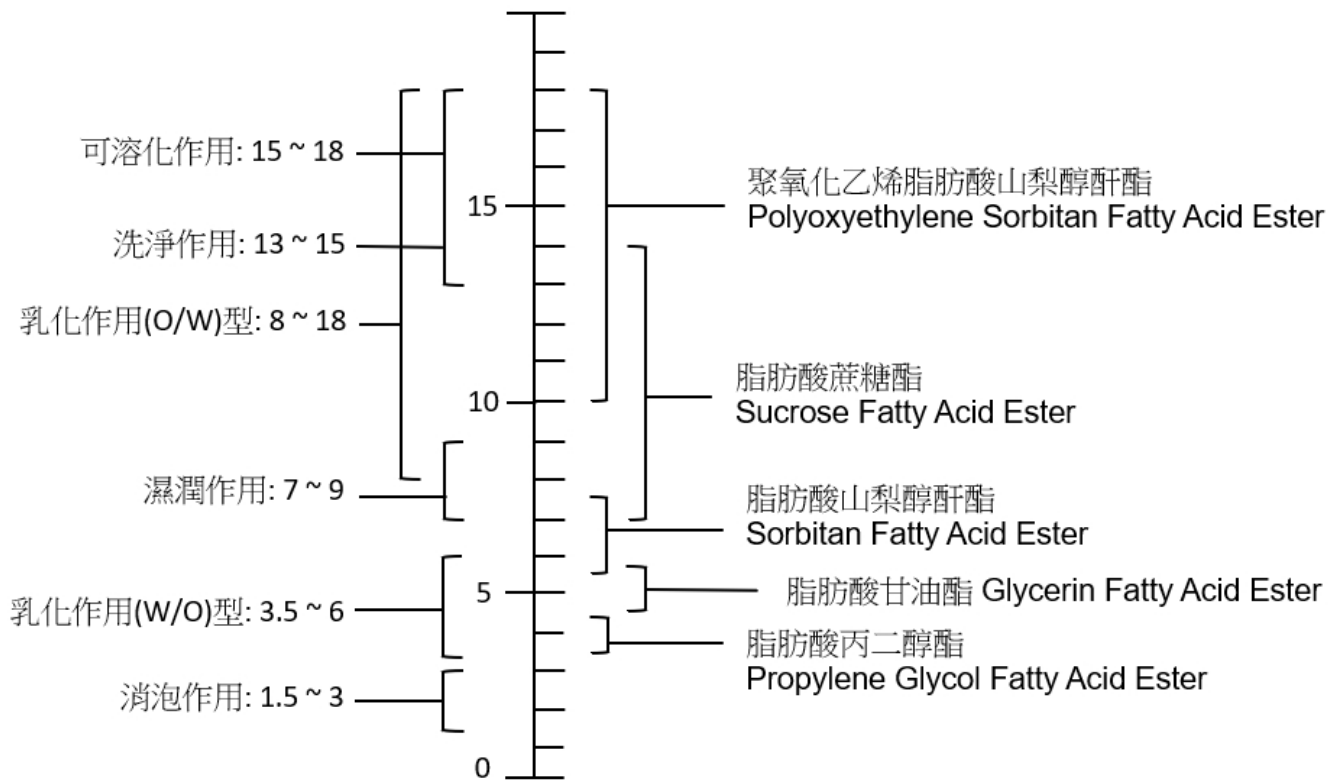
食品乳化劑的來源廣泛，主要有雞蛋、大豆可溶性多醣、果糖、阿拉伯膠等，其乳化活性取決於蛋白質的部分，乳化安定性則是取決於其碳水化合物的部分，有助於立體效應、黏度與靜電效應。雖然乳化劑很多種類，但是結構的基本原理相同，由含多醇根(alcoholic group)之化合物與脂肪酸之化合物酯化(esterification)而成。

含多醇根的化合物如甘油、醣類等，可以與脂肪酸作用產生許多性質不同的乳化劑。多醇根的極性根(Polar Group)能與水親合之，具備親水(hydrophilic)性質，另一邊的長鏈脂肪酸則不溶於水中，但可溶於如油等非極性化合物，具備親油(Lipophilic)性質。乳化劑的原理便是看此化合物中的親水部份還是親油部分多決定他的乳化特性與能力。

H.L.B.值(Hydrophile-Lipophile Balance Number)稱親水疏水平衡值，也稱水油度。H.L.B.值的概念源自非離子界面活性劑的親水性、親油性的平衡，而其存於親水基與親油基的重量分率。其理論公式如下，a代表親水部分分子量，b為總分子量。

$$HLB = \frac{a}{b} \times 20$$

H.L.B.值的範圍從 1 到 20，但兩極端值的乳化劑並不使用。低 H.L.B.值表示油溶性高，高 H.L.B.值表示水溶性高，乳化劑因為吸附在油-水兩相與降低了介面張力而維持其安定。HLB 10 為 50%的親水性與 50%的親油性，下圖八將 H.L.B.值與乳化劑加以分類。



圖二、HLB 值與乳化劑(出自食品化學, 2006 年)

經幾十年食品科學領域蓬勃發展，現今業界普遍使用蛋糕凝膠(cake gel)，又可稱蛋糕乳化劑或蛋糕油，簡稱 S.P.，一種含多種乳化劑與穩定劑的複合式脂肪酸酯，用於提高蛋糕體積與延長保存期間的新鮮度，同時確保蛋糕在工業大量生產的高度穩定與一致性。調查市面上某款蛋糕油的成分如下：

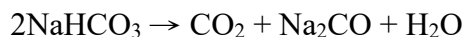
Sucrose Fatty Acid Ester(脂肪酸蔗糖酯)	15%
Glycerin Fatty Acid Ester(脂肪酸甘油酯)	10%
Sorbitan Fatty Acid Ester(脂肪酸山梨醇酐酯)	10%
Propylene Glycol(丙三醇)	8%
D-sorbitol Solution(山梨糖醇溶液)	35%
Distilled Water(蒸餾水)	22%

蛋糕乳化劑用於工業生產上有幾大好處：

- (1) 提升乳化起泡能力，縮短打發起泡的時間，並將傳統分開攪拌步驟變成一步攪拌法，有效提升生產效率，麵糊裝六分滿就可以經烘烤後膨脹至滿模。
- (2) 與蛋白質形成複合膜，加強膜的強度使空氣泡沫更加穩定，相較一般蛋糕麵糊，能放置幾個小時都不容易塌陷，降低不合格品的風險。
- (3) 蛋糕麵糊親水性增加，可增加原料中液體(水、牛奶、果汁等)的使用量，整體改善蛋糕成品總體體積，並使內部組織更加均勻細膩、柔軟濕潤。
- (4) 脂肪酸滲入直鏈澱粉結構中，與之交聯形成複合物，降低因澱粉回凝所造成的蛋糕老化，從而提升品質的保存期限。

2. 膨脹劑(Leavening agent)

膨脹劑在烘焙業又稱發粉(baking powder)或泡打粉，在 1918 年美國農業部修訂，是由碳酸氫鈉(小蘇打)及酸性反應材料混合攪拌而成的一種膨大劑，可以不必加入澱粉或麵粉加以混合，同時所產生的二氧化碳量不能低於 12%。碳酸氫鈉在高溫 110°C 或在烘焙末期進行熱分解，產生二氧化碳和碳酸鈉。其反應如下：



因有鹼味，因此碳酸氫鈉很少單獨使用，而是與酸(leavening acid)共同使用。若再加上一些填充劑如澱粉，即可做為發粉。添加填充劑之目的是將碳酸氫鈉與酸分離，以及在儲存時期避免與水氣接觸，也有調節氣體產生速度或氣泡均勻產生的功效。複合膨脹劑(發粉)的調配一般多用碳酸氫鈉占 20%~40%，酸性物質用量為 35%~50%，和填充劑為玉米澱粉，用量為 10%~40%。最後調配發粉時，還應注意酸性鹽與碳酸氫鈉等鹼性鹽的比例恰好反應完畢，避免中和後殘留過剩的酸性鹽或鹼性鹽。為了使發粉在反應時得到完全中和，需要知道酸性反應劑單位重量的酸性強度，即中和值(NV) = 中和 100g 酸性反應劑所需小蘇打的克數，例如：酸性磷酸鈣 100g 需 80g 小蘇打去中和即平衡，則酸性磷酸鈣的中和值 NV 為 80。

目前市售之複合膨脹劑(發粉)一般都含有兩種酸或以上，形成雙重作用發粉(double acting baking powder)。此類膨脹劑酸性反應劑由反應快慢不同的酸性反應劑混合而成，快性部分常用酸性磷酸鈣，而慢性部分多用酸性焦磷酸鈉、磷酸鋁鈉或硫酸鋁鈉。調配雙重作用的發粉原因為快性發粉所釋放出的二氧化碳在烘焙前期起氣泡核心作用，這些核心分散越均勻，氣泡的穩定性越好，烤出的蛋糕顆粒則細小，氣孔壁薄；而慢性發粉則可以確保進爐烤焙後能持續有二氧化碳的產生，支撐蛋糕結構提供蓬鬆口感。

快性膨脹劑(酸性)

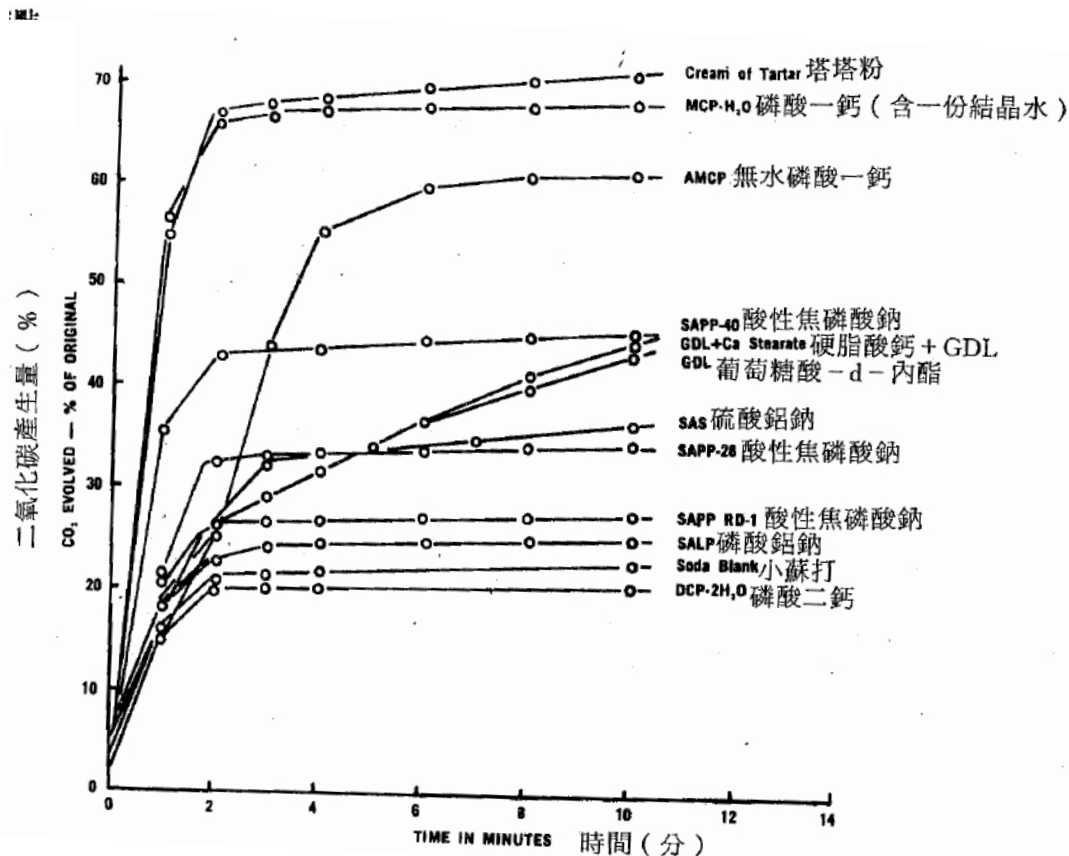
- ✓ 最快性發粉－酒石酸氫鉀在常溫時幾乎將所有二氧化碳釋出，以至麵糊進爐時，得不到需要膨脹的氣體，但可幫助蛋白打發。
- ✓ 次快性發粉－酸性反應劑為酸性磷酸鈣，它可在室溫時釋放出 1/2~2/3 的二氧化碳。適合於雙重反應發粉的快性部分，即適合於餅乾、小酥餅的發粉。
- ✓ 若快性發粉太多，焙烤初期反應快，膨脹較快，但此時蛋糕組織尚未凝固定型，而烘烤後期則因產生氣體不足，膨脹力無法繼續，成品容易塌陷，蛋糕組織粗。

慢性膨脹劑(酸性)

- ✓ 一般慢性發粉－酸性反應劑為酸性焦磷酸鹽，包括其鈣鹽及鈉鹽，水溶性較差，因此反應也慢。其缺點為中和後剩下的鹽類為焦磷酸鈉，食用後有發熱的感覺。
- ✓ 次慢性發粉－酸性反應劑為磷酸鋁鈉，其反應比酸性焦磷酸鈉慢，可作為雙重反應的慢性發粉。
- ✓ 最慢性發酵粉－酸性反應劑為硫酸鹽或明礬。
- ✓ 若慢性發粉太多，烘焙初期膨脹太慢，當二氧化碳還未完全釋出時，製品已凝固定型，一部分發粉因此失去膨脹效果，造成蛋糕體積小，有頂部易於脹裂的缺陷。

表 三、酸性膨脹劑的分類與特性

快速膨脹劑	特性	慢速膨脹劑	特性
酒石酸氫鉀 (potassium bitartrate, KHC ₄ H ₅ O ₆)	(1)為塔塔粉的主要原料，可降低蛋白的鹼性，提高打發空氣量，增強蛋白的韌性。 (2)烘焙後內部顏色變潔白，組織細膩而有彈性。適合於天使蛋糕。	酸性焦磷酸鹽類 (sodium acid pyrophosphate, SAPP)	(1)廣泛使用於烘焙食品，有效地調節反應速度，使蛋糕氣孔大小均一，膨脹度好。 (2)對食品中油脂、維生素的催化、氧化及分解作用降低，從而延長貨架期，保護食品色澤，還可以降低水質的硬度。 (3)具有一定的乳化作用，對乳化體系，懸浮體系有一定的穩定作用，可以改善內部組織。
酸性磷酸鈣 (磷酸二氫鈣 (monocalcium phosphate, MCP) 或磷酸 氫鈣)	(1)白色結晶性粉末，無味無臭。在空氣中性質穩定，加熱 75℃ 以上失去結晶水，成為無水鹽。 (2)磷酸鹽中的鈣有營養強化效果。其中磷酸氫鈣的鈣：磷＝1.29，屬於兒童與成人消化系統吸收鈣、磷比之間，是目前食品配料中應用較多者。	硫酸鋁鉀(鉀明礬)(AlK(SO ₄) ₂ ·12 H ₂ O) 硫酸鋁銨(銨明礬)(AlNH ₄ (SO ₄) ₂ · 12H ₂ O)	(1)無色透明、堅硬的白色結晶性粉末，無臭、味微甜，有酸澀味。 (2)配製發粉的重要原料之一，約占 50%，使用量過多會帶來發澀的後味，應於控制。可用於油炸食品、發粉、威化餅乾、膨發食品。



圖三、蘇打粉的空白試驗曲線(出自蛋糕與西點, 2020 年)

蛋糕中複合膨脹劑在製程過程中的變化:

攪拌階段將空氣拌入至麵糊中，水分分散至麵糊中，而碳酸氫銨完全溶解於水中

- 解離速率快的酸劑開始反應，形成氣泡核(氣泡核尺寸及數量)
- 解離速率慢的酸劑有些許反應或無反應

分裝及入模階段

- 解離速率快的酸劑停止生成二氧化碳，部份氣體損失在空氣或水中
- 而解離速率慢的酸劑接續生成二氧化碳(速率慢或無反應)

烘焙階段

- 初期階段(38°C)- 解離速率快的酸劑完全反應
- 中期階段(49°C)- 熱啟動解離速率慢的酸劑快速完成反應
- 末期階段(63°C)- 解離速率極慢的酸劑持續反應至完全反應
- 麵糊結構 96°C 開始定形，烤焙完成

發粉的用量與多寡對於配方中油脂用量的多寡和烤爐溫度大小都有直接的關係，高油脂含量的蛋糕中因油脂本身的打發性，發粉的使用量應比低油脂含量配方的蛋糕更少。另一方面，當發粉用的多的時候應用大火來烘焙，不然麵糊在膨脹時先由外圍迅速膨大，其中央部分的麵糊溫度較低，發粉所釋放的二氧化碳氣體緩慢，造成蛋糕麵糊不斷地逸出烤盤，形成中央下陷，內部組織粗糙，味道極差。反之，如果發粉用的

少時應以較低溫烘焙，若配方中使用的發粉數量太少而蛋糕麵糊的密度太大，烤爐的熱不易穿透蛋糕內部，因此膨脹的力量不夠，以致烤出的蛋糕內部結成很厚的硬塊，同時體積很小，中央部分隆起而裂開，內部堅韌而不熟。

蛋糕的配方與成分多寡亦會影響發粉的使用量。此外配方中蛋用量多時應減少發粉的用量，若使用的麵粉筋度較高或牛奶用量較多時，則應增加發粉之用量，有時油脂與拌入空氣混和性較高時，應減少發粉的使用量。在麵糊類蛋糕中應採用雙重反應的發粉為宜，小蘇打僅個別用於巧克力蛋糕，以保持蛋糕應有的顏色和體積。

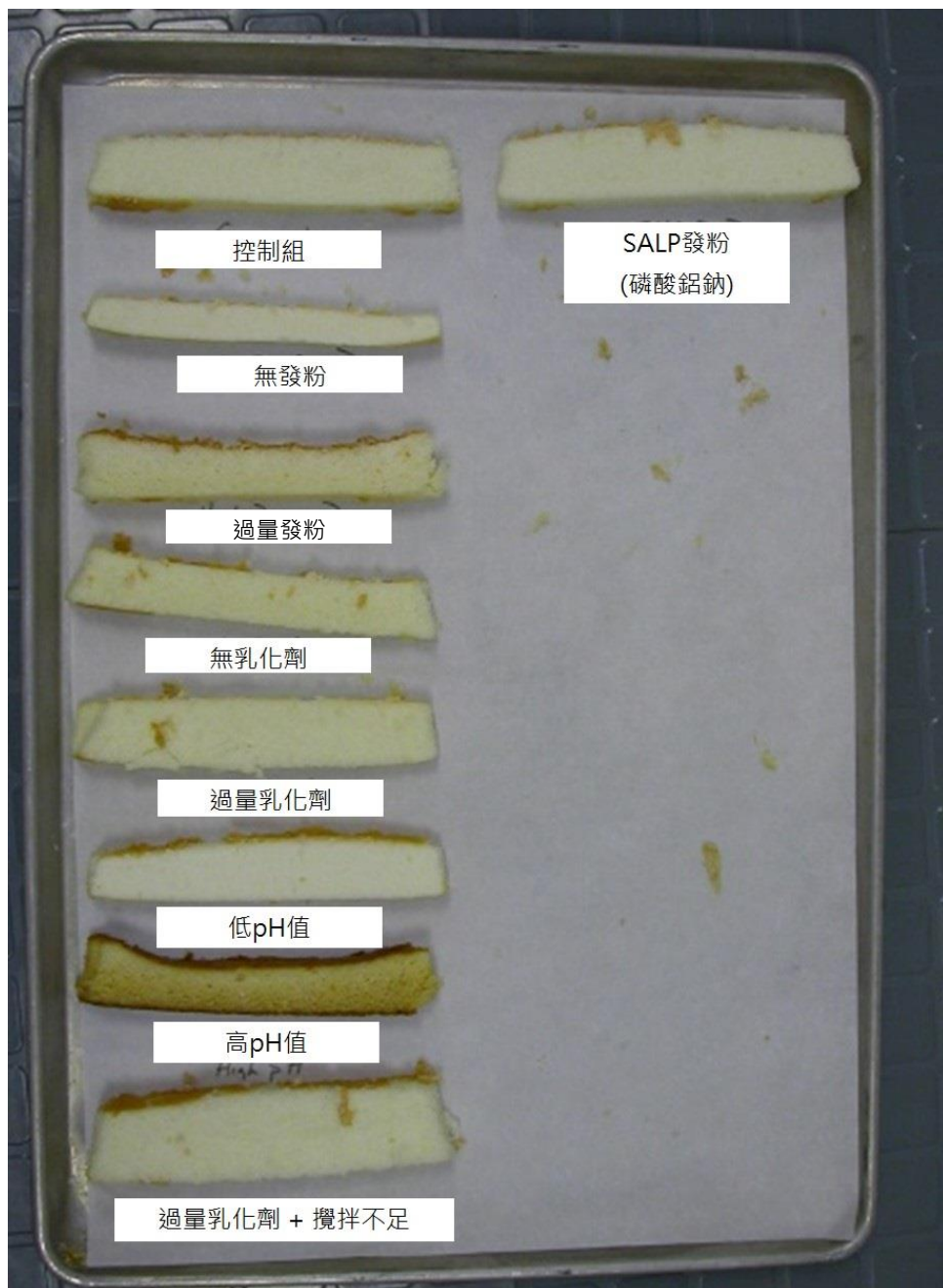


圖 四、膨脹劑、乳化劑與 pH 值對海綿蛋糕外觀影響

3. 防腐劑(Shelf-Life Extenders)

由於蛋糕類的烘焙食品能提供充足的營養，也常存放於黴菌的最適生長溫度帶 -10°C - 60°C 之間，因此控制蛋糕的水分活性(a_w)和 pH 值對防止微生物生長至關重要。當水分活低於 0.78，黴菌通常很難生長。然而，在許多蛋糕食譜中不可能將 a_w 降低到 0.78 以下而不影響蛋糕的品質，如柔軟度與濕潤度。因此，調整 pH 值成為避免黴菌生長的另一個方法。更進一步來說，很多抑制黴菌生長的防腐劑必須在特定的 pH 值下才能發揮其作用，若產品的 pH 值不夠低，防腐劑對蛋糕中微生物的功效將微乎其微。

以下表四將列舉一些食品添加物對於延長蛋糕保存期的功效，其中括號內 E number 為歐盟認可的食品添加物編號，但依照各國法規會有用量限制，須查明後再使用。此外依據我國分類，下述的食品添加物並非全分類為防腐劑。

表四、可用之食品添加物與延長保存期方法

延長保存期方法	可使用的食品添加物
控制水活性(a_w)	甘油(E422)、丙二醇(E1520)
降低 pH 值	複合醋酸鈉(E262i)、醋酸(E260)、己二烯酸(E200)、檸檬酸(E330)
抑制微生物生長	丙酸鈉(E281)、複合醋酸鈉(E202)、丙酸鈣(E282)、己二烯酸(E200)

4. 著色劑(Colorants)

食用色素，又稱著色劑，用來使食品上色、著色，從而改善食品色調和色澤的食品添加劑，根據來源不同，食用色素可分為天然色素和人工合成色素，目前台灣核准 46 種來源的天然食用色素和 8 種人工合成色素。

從馬卡龍到翻糖糖霜等，蛋糕充滿華麗與色彩繽紛的樣式與圖案，都仰賴這些食用色素的功效，但同時許多民眾也擔心這些添加物是否會造成過敏或是兒童過動等問題，然而目前合法使用的食用色素都是經過長期評估與檢測後，才訂定使用範圍及限量標準，且正常狀況下色素的添加量在原料成分中占比非常低，換而言之每人每日的食用量也是極小，合法使用和正常食用下，不會危害健康。

各國對於人工食用色素的規範不同，可參照顏色索引編號(Color Index)，簡稱 CI，對照每一種色素的編號，台灣核准的 8 種人工食用色素（紅色六號、紅色七號、紅色四十號、黃色四號、黃色五號、綠色三號、藍色一號、藍色二號）與各主要國家的色素名稱對照表如表五(出自台美檢驗, <https://www.superlab.com.tw/pigments/>)。

表五、台灣可使用 8 種人工色素對照表

顏色	中文名	英文名	CI	歐盟	日本	CAS#	分子式
	食用紅色六號	New Coccin	16255	E124	赤色 102 號	2611-82-7	C ₂₀ H ₁₄ N ₂ O ₁₀ S ₃
	食用紅色七號	Erythrosine	45430	E127	赤色 3 號	16423-68-0	C ₂₀ H ₈ I ₄ O ₅
	食用紅色四十號	Allura red AC	16035	E129	赤色 40 號	25956-17-6	C ₁₈ H ₁₆ N ₂ O ₈ S ₂
	食用黃色四號	Tartrazine	19140	E102	黃色 4 號	1934-21-0	C ₁₆ H ₁₂ N ₄ O ₉ S ₂
	食用黃色五號	Sunset yellow FCF	15985	E110	黃色 5 號	2783-94-0	C ₁₆ H ₁₂ N ₂ O ₇ S ₂
	食用綠色三號	Fast green FCF	42053	E143	綠色 3 號	2353-45-9	C ₃₇ H ₃₆ N ₂ O ₁₀ S ₃
	食用藍色一號	Beiliant blue FCF	42090	E133	青色 1 號	3844-45-9	C ₃₇ H ₃₆ O ₉ N ₂ S ₃
	食用藍色二號	Indigo carmine	73015	E132	青色 2 號	860-22-0	C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₈ S ₂

另外因消費者需求與食品趨勢，多數烘焙業者也漸漸

選擇天然來源的食用色素。根據天然食用色素衛生標準，業者需注意以下規定：

1. 萃取天然食用色素溶劑應為水、乙醇、植物油等食物原料。
2. 溶劑需符合「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」准用及限量規定。
3. 若需添加賦形劑或其他添加物者，也應符合「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」准用之食品添加物。
4. 天然食用色素之純度限量應為砷：3 ppm 以下（以 As 計）、鉛：2 ppm 以下和重金屬：40 ppm 以下（以 Pb 計）。

我國核可之 46 種天然色素，是參考歐、美、日各國所公布的食用色素名單所擬訂，經過多國長期的使用，意謂著該種類有一定的安全性及實用性。統整來源對照表如表六(出自台美檢驗, <https://www.superlab.com.tw/pigments/>)。

表六、台灣可使用 46 種天然色素來源對照表

英文名稱	中文名稱	來源	主成分
Amaranthus Colors	紅莧菜色素	由紅莧菜取得	莧紅素 (Amaranthin)
Annatto, water or oil soluble	婀娜多	由紅木 (Bixa orellana L.) 之種子取得	水溶性婀娜多 Norbixin；油溶性婀娜多紅木素 (Bixin)
Anthocyanin	花青素	由深色可食植物及果實取得	花青素 (Anthocyanin)
Beet Red	紅甜菜色素	由甜菜 (Beta vulgaris) 之根莖取得	甜菜 (Betanin)
Blueberry Color	藍莓色素	由藍莓 (Vaccinium corymbosum L.) 取得	花青素 (Anthocyanins)
Buckwheat Extract	蕎麥全草抽出物	由蕎麥 (Fagopyrum esculentum MOENCH) 全草抽出取得	黃色素 (Flavonoids)
Carmine	胭脂紅	由雌性胭脂蟲 (Coccus cacti L.) 取得	胭脂蟲酸 (Carminic Acid)
Carrot Colors	胡蘿蔔色素	由胡蘿蔔之根莖取得	胡蘿蔔素 (β -Carotene)

Cherry Colors	櫻桃色素	由櫻桃 (<i>Prunus pauciflora</i> BUNCH) 取得	花青素 (Anthocyanins)
Chlorella Colors	綠藻色素	由綠藻取得	葉綠素 (Chlorophyll)
Chlorophyll Colors	葉綠素	由綠色可食植物之葉取得	葉綠素 (Chlorophyll)
Cocoa Colors	可可色素	由可可 (<i>Theobroma cacao</i>) 之種子取得	黃色素 (Flavonoids)
Cottonseed flour	棉子粉	棉花子經高溫處理後而得之黑褐色粉末	
Corn Colors	黃玉蜀黍色素	由黃玉蜀黍 (<i>Zea mays</i> L.) 之種子取得	類胡蘿蔔素 (Carotenoids)
Crawfish Colors	蟹色素	由蟹等之甲殼取得	類胡蘿蔔素 (Carotenoids)
Elderberry Colors	藍果 (蒴藋) 色素	由藍果 (蒴藋) (<i>Sambucus caerulea</i> RAFIN.) 取得	花青素 (Anthocyanins)
Gardenia Blue	梔子藍色素	由黃梔子色素經酵素處理後所得	Genipin
Gardenia Yellow	黃梔子色素	由黃梔子 (<i>Gardenia augusta</i> MERR. <i>var. graciliflora</i> HORT) 之果實取得	黃梔苷 (Crocin)
Grape Juice Colors	葡萄汁色素	由葡萄 (<i>Vitis vinifera</i> L.) 榨汁取得	花青素 (Anthocyanins)
Grape Skin Colors	葡萄果皮色素	由紅葡萄之果皮取得	花青素 (Anthocyanins)
Hibiscus Colors	洛神花色素	由洛神葵 (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) 之花取得	花青素 (Anthocyanin)
Laver Colors	紫菜色素	由紫菜 (<i>Porphyra tenera</i> KJELLM.) 取得	藻紅素 (Phycocerythrin)
Licorice Colors	甘草色素	由甘草 (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L., <i>Glycyrrhiza uralensis</i> FISCH.) 或其他同屬植物之根及莖取得	黃色素 (Flavonoids)
Monascus Colors	紅麴色素	由紅麴菌 (<i>Monascus purpureus</i> , <i>Monascus anka</i>) 產生	
Mulberry Colors	桑椹色素	由桑椹 (<i>Morus nigra</i> L., <i>M. alba</i> L.) 取得	花青素 (Anthocyanins)
Onion Colors	洋蔥色素	由洋蔥 (<i>Allium cepa</i> L.) 之鱗莖取得	黃色素 (Flavonoids)
Orange Colors	橘子色素	由橘子之果皮取得	類胡蘿蔔素 (Carotenoids)
Paprika Colors	紅椒色素	由茄科之紅椒 (<i>Caprium annuum</i>) 果實取得	類胡蘿蔔素 (Carotenoids)
Peanut Colors	花生色素	由花生 (<i>Arachis hypogaea</i> L.) 果實之內皮取得	黃色素 (Flavonoids)
Perilla Colors	紫蘇色素	由紫蘇之葉取得	花青素 (Anthocyanins)
Persimmon Colors	柿子色素	由柿之可食部分經發酵、分離、加壓、褐變、過濾、濃縮、乾燥而得	多酚類 (Polyphenol)
Plum Colors	李子色素	由李子之果皮取得	花青素 (Anthocyanins)
Purple Corn Colors	紅玉蜀黍色素	由紅玉蜀黍 (<i>Maiz morado</i>) 種子之殼取得	花青素 (Anthocyanins)

Red Cabbage Colors	紫甘藍菜色素	由紫甘藍菜 (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Capitata</i> DC. ev. <i>Red Acre</i>) 之葉取得	花青素 (Anthocyanins)
Safflower Yellow	紅花黃	由紅花 (<i>Carthamus tinctorius</i>) 之花瓣取得	黃色素 (Flavonoids)
Saffron	番紅花色素	由番紅花 (<i>Crocus sativus</i> L.) 之柱頭取得	黃梔苷 (Crocetin) 及黃梔配質 (Crocetin)
Shrimp Colors	蝦色素	由蝦子之甲殼取得	類胡蘿蔔素 (Carotenoids)
Sorghum Colors	高粱色素	由高粱果實之殼取得	黃色素 (Flavonoids)
Spirulina Colors	藍藻色素	由藍藻 (<i>Spirulina</i>) 取得	藻藍素 (Phycocyanin)
Strawberry Colors	草莓色素	由草莓 (<i>Fragaria ananassa</i> DUCHESNE) 取得	花青素 (Anthocyanins)
Sweet Potato Colors	甘薯色素	由甘薯 (<i>Ipomoea batatas</i> POIR.) 之塊根取得	胡蘿蔔素 (Carotene)
Tamarind Color	大瑪琳色素	由大瑪琳 (<i>Tamarindus indica</i> L.) 之種子取得	多酚類 (Polyphenol)
Tomato Colors	番茄色素	由番茄之果實取得	番茄紅素 (Lycopene)
Turmeric	薑黃色素	由薑黃 (<i>Curcuma longa</i>) 之根莖取得	薑黃素 (Curcumin)
Vegetable carbon	植物碳	以木、纖維素、泥炭、椰子殼及果殼等原料，經高溫 (800- 1000°C) 碳化而製成之黑色粉末	
Xanthophylls	葉黃素類	由苜蓿中萃取濃縮而得	葉黃素類 (Xanthophylls)

以上天然與人工食用色素應參考「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」確認使用劑量與許可使用產業別是否包含烘焙業。而特別要提醒現今法律尚未核可的著色劑有蘇丹色素 (1 號、2 號、3 號、4 號)、二甲基黃、二乙基黃。

5. 甜味劑(Sweetening Agent)

除了天然來源的糖如蔗糖、蜂蜜、黑糖、甜菜等賦予蛋糕甜味外，還有其他如澱粉糖、人工合成甜味劑等多種選擇。澱粉糖是指由澱粉為原料，經由酵素轉化成還原糖，以產生的葡萄糖水解程度(Dextrose equivalent，DE 值)決定的，如麥芽糊精(DE 10% - 20%)、麥芽液體葡萄糖漿(DE 30% - 72%)、高麥芽糖漿與超高麥芽糖漿(DE 70%)等。

甜味劑為具有糖的甜味之添加物，甜度為蔗糖的好幾百倍，只需少量即可達理想甜度，且熱量低。這些提供甜味的添加物統稱為「甜味劑」，亦可稱之代糖。甜味是糖的重要物理性質，甜味的強弱是用甜度來表示，但甜度目前不能用物理或化學的方式定量測定，只能採用感官品評進行比較，因此所獲得的數值只是一個相對值。通常以蔗糖(非還原糖)為基準物。一般以 10% - 15% 的蔗糖水溶液在 20°C 時的甜度為 1.0，則果糖的甜度為 1.5，葡萄糖的甜度為 0.7，由於這種甜度是相對的，所以又稱為比甜度。下表七為常見糖類與甜味劑的比甜度。

表七、常見糖類與甜味劑比甜度(出自食品化學, 2006 年)

品項	甜度	品項	甜度	品項	甜度
蔗糖	1.0	乳糖	0.35	海藻糖	0.4
麥芽糖	0.46	山梨糖醇	0.6	葡萄糖	0.7
赤藻糖醇	0.8	高麥芽糖	0.82	麥芽糖醇	0.85
木糖醇	1.1	果糖	1.5	果糖	1.7
紐甜	100	阿斯巴甜	150	甜菊糖苷	200
索馬甜	400	蔗糖素	600		

6. 調味劑

在我國「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」分類上，前述所提到與鹼性膨脹劑搭配的酸化合物多分類於調味劑，除了可以幫助小蘇打膨發，產生二氧化碳讓蛋糕體積膨大，提升口感外，也可調整蛋糕體本身 pH 值，幫助其他防腐劑發生作用並且提升產品本身的保質期，如去水醋酸鈉、醋酸、己二烯酸等。

表八、酸鹼環境(pH 值)對蛋糕之影響

蛋糕	酸性環境 (pH 值低)	鹼性環境 (pH 值高)
外觀顏色	顏色淡	顏色深
味道	酸	苦味或是肥皂味
內部顏色	淺	深
體積	小	大

各烘焙產品理想 pH：

大部分香草、牛奶蛋糕或餅乾：pH 7.2

巧克力蛋糕或餅乾：pH 7.8

水果香料蛋糕或餅乾：pH 6.8

參、蛋糕類型與配方平衡

蛋糕依所用之原料、攪打方法、和麵糊性質之不同可分成三大類：(1)乳沫類(foam type)，(2)麵糊類(batter type)，(3)戚風類(chiffon type)。

一、乳沫類蛋糕(Foam Type Cake)

乳清類蛋糕又可以稱作清蛋糕，其製作原理是依靠蛋白的發泡性，蛋白在打蛋機的高速攪打下，蛋白中的球蛋白和其他蛋白受機械作用影響，產生了輕度變性，變性的蛋白加上攪打時捲入的大量空氣，形成了被變性蛋白質膠體薄膜所包圍的氣泡。隨著攪打進行，氣泡從剛開始比較大而透明的流動狀態，到後來不斷分散形成小而乳白色的較低流動狀態。越多越細密的氣泡，在烘焙階段會使蛋糕體積增大，形成越細緻的組織結構，對於成品口感越蓬鬆柔軟。製造過程如下圖五。

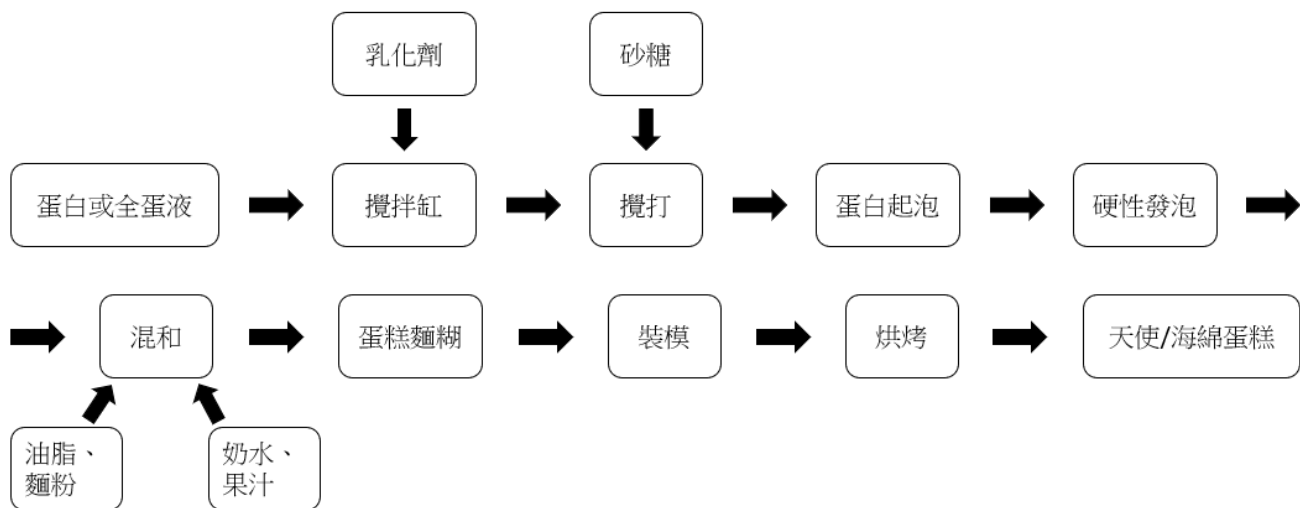


圖 五、泡沫類蛋糕之製造流程

乳清類蛋糕的特點是以配方不用油脂，屬於高蛋白、低脂肪、高糖分食品。主要依其雞蛋之特性膨發，通常不添加化學膨脹劑，否則將會影響成品的色澤與風味。依雞蛋選用之成分可分為蛋白類(meringue type)和海綿類(sponge type)，此外若使用到蛋黃可將蛋白、蛋黃分別打發再混合。蛋白類是指利用蛋白做為蛋糕膨大之主要成分，如天使蛋糕，其配方可利用下表百分比做調整應用。

表九、天使蛋糕的基本配方平衡

原料	百分比	說明
蛋	40-50%	1、天使蛋糕水分在 35~44%間，且水分完全由蛋白供給，再配合麵粉用量。 2、塔塔粉用量隨蛋白用量增加而增加。 3、鹽 + 塔塔粉 = 1%。 4、糖之百分比 = 100 - (其他原料之總百分比)。
細砂糖	30-42%	
塔塔粉	0.5-0.625%	
鹽	0.5-0.375%	
低筋麵粉	15-18%	
合計	100%	

- * 天使蛋糕的麵糊比重 0.38。如配方內還加入其他的材料，視其水分含量做修正。
- * 製作水分含量較高的天使蛋糕，配方中使用較高比率的蛋白並減低麵粉用量；反之如需要製作水分含量較低的蛋糕，配方中蛋白用量就應減少，並增加麵粉用量。
- * 可可天使蛋糕調整

製作可可天使蛋糕可用 3%~5%的可可粉以代替同量麵粉，配方內的塔塔粉應減少 25%，或以小蘇打粉 25%代替同量的塔塔粉，以增加蛋糕的可可顏色，可可粉的乾性較麵粉大，所以另外需增加蛋白用量 2%~3%。

- * 酸性原料代替塔塔粉(醋酸、檸檬酸)

醋酸和檸檬酸應謹慎使用，除非不易取得塔塔粉。代用品做出的蛋糕內部組織總不如塔塔粉的好，使用粉狀醋酸或檸檬酸代替塔塔粉時應視其酸性的程度，按一定比例使用。一般而言醋酸的濃度約為塔塔粉的 2 倍，而檸檬酸的濃度約為塔塔粉的 4 倍，醋酸和檸檬酸的酸度過強，在使用效果上不如塔塔粉理想。液體酸性原料如白醋和檸檬汁也可取代塔塔粉，其用量為 3%~5%。

另用全蛋或全蛋加蛋黃作為基本組織與膨脹原料，可稱為海綿類蛋糕(SP 蛋糕)、蜂蜜蛋糕(長崎蛋糕)，其配方可利用下表百分比做調整應用。

表十、海綿蛋糕的基本配方平衡

原料	百分比	說明
麵粉	100%	(1) 增加蛋黃 30%，至總蛋量 200%，可得較鬆軟之組織，蛋量增加，其他材料不必更動。 (2) 麵粉不變，蛋量每減少 1%，糖量減少 1%，鹽量減少 0.03%，發粉則增加 0.03%。 (3) 蛋量低於 140%時，油脂最多為 20%。
糖	166%	
蛋	166%	
鹽	3%	
沙拉油	40%	
發粉	調整	
S.P.		
合計	475%	

海綿蛋糕配方平衡的原則如下：

- (1) 糖量 $\geq$ 蛋量
- (2) 總水量=糖 $\times$ 1.25 =蛋+奶水(或果汁)
- (3) 麵粉<糖或蛋
- (4) 蛋+麵粉>糖+牛奶或水
- (5) 發粉：添加量 1~2%，同時增加奶水用量。若蛋量減為 120%，增加發粉量 $(166\%-120\%)\times 0.03=1.4\%$ 。
- (6) 蛋每減少 1%時，可調整增加發粉 0.03%和奶水 1%。
- (7) 添加 40%的沙拉油或溶解奶油來做奶油海綿蛋糕，以減低蛋糕的韌性和提高蛋糕的品質，亦可用 20%的沙拉油或奶油或 20%的奶水，可得柔軟效果。
- (8) 蛋量使用低於 140%到 110%時，油脂最多用 20%，否則無法乳化，而破壞蛋的氣泡，使蛋糕失敗。
- (9) 麵糊比重為 0.46-0.48。

蜂蜜蛋糕(長崎蛋糕)烤焙時注意事項：

- (1) 麵糊厚度較高需要較長的烤焙時間。為避免蛋糕四週受熱太快而過於焦化，因此必須在平烤盤內架上特製尺寸的木製框。
- (2) 蜂蜜蛋糕應用上火烤，下火儘量減小。烤爐溫度在開始前的 25 分鐘以上火大、小火小，爐溫 180℃，烤焙時待蛋糕麵糊脹滿框架、及表面產生顏色後，立即須將爐火溫度調弱，直到完全熟透為止。烤焙時間 45~55 分鐘。
- (3) 測試蛋糕烤熟。可用手指在蛋糕表面輕輕按下，如手指感覺堅實而有彈性即表示已經熟透應馬上出爐；如手指按下有沙沙的聲音而觸感柔軟向下陷入時，則表示尚未熟透仍須繼續烤焙。
- (4) 蛋糕出爐及冷卻。出爐的蛋糕應趁熱馬上將表面向下翻轉過來放在冷卻架上冷卻，否則蛋糕會收縮而變形。

蜂蜜蛋糕(長崎蛋糕)

相傳早期葡萄牙人將 CASTELLA 傳至日本長崎，原料為雞蛋、麵粉與砂糖，並沒有添加蜂蜜，受到日本人的喜愛，稱之為長崎蛋糕；後來引進台灣，經烘焙師添加了蜂蜜，更受歡迎，台灣也稱長崎蛋糕為蜂蜜蛋糕。蜂蜜蛋糕為海綿蛋糕(乳沫類蛋糕類)的一種。目前量產型蜂蜜蛋糕配方中，蜂蜜添加量甚少，多以蜂蜜香料代替。

表 十一、蜂蜜蛋糕的配方與製程

原料	克數	製成流程與說明
全蛋液	450	(1) 首先將蜂蜜、蛋、細砂糖倒入攪拌機中，長時間慢速攪拌備用，以增加其均勻性及穩定度，當要生產時，再打成乳白色的蛋糊。(蛋黃量增加可使蛋糕組織更綿密)
蛋黃	50-100	
細砂糖	250	
低筋麵粉	200	
中筋麵粉	50	
沙拉油	70	
蜂蜜	100	
牛奶	30	(2) 奶水乳化液態油，拌合後稍靜置，二次拌合乳化。(牛奶與液體油先行攪拌乳化備用，比直接加入品質更好)
蛋糕乳化劑	0.5~2%(麵粉%)	
味林/起司粉	依風味添加	(3) 麵粉過篩後，再分三次與奶水乳化液態油交錯拌入蛋糊內，並用打蛋器將其拌勻成麵糊，先慢速拌合，再以高速打發 15 分鐘，加入乳化劑，中速攪拌 15 分鐘。
合計	約 1200-1255g	
		(4) 當麵糊達到適當比重約 0.55 時，形成具有光澤的麵糊，若呈霧狀，代表油脂沒有完全乳化，影響外觀與品質。
		(5) 麵糊倒入四周已鋪好烘焙紙的木框中達 6 分滿，先以上下火 170℃，烤約 2 分鐘後取出
		(6) 在麵糊的表面噴上均勻的水氣，反覆 2 次。
		(7) 再以上火 160℃，下火 150℃，烘烤 20 分鐘，待表面上色後，蓋上一張蛋糕紙，防止蛋糕表面上色，再繼續烘烤 25 分鐘，即可出爐。

二、麵糊類蛋糕(Foam Type Cake)

麵糊蛋糕又可以稱為油蛋糕，其製作原理是利用油脂具有攪打融合氣體之特性，當油脂被攪打時能融合大量空氣，形成無數氣泡，而這些氣泡被油膜包圍不會逸出。隨著攪打不斷進行，油脂融合的空氣越來越多，體積逐漸增大，並與水、糖等互相分散，形成乳化狀泡沫體的柔軟組織。當配方中之油脂含量達麵粉的 60% 以上時，可不需使用化學膨脹劑來幫助蛋糕體的膨脹。這類蛋糕具有高蛋白、高熱量的特性，質地滋潤且膨鬆，可帶有油脂的風味，保存期限更長，適合禮品或長途運輸。製造過程如下圖六。

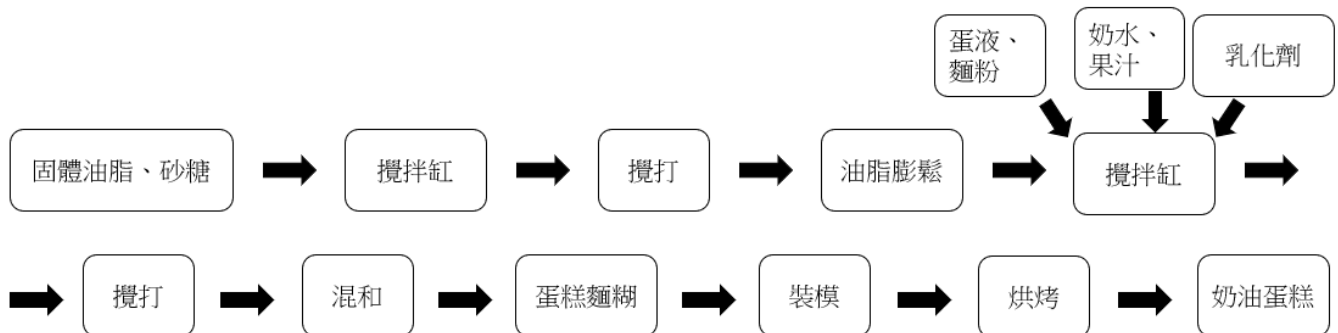


圖 六、麵糊類蛋糕之製造流程

麵糊蛋糕主要有兩種調製方法，分別為糖油拌合法與粉油拌合法。糖油拌合法所製造的蛋糕體積較大且組織鬆軟，作法是先將糖和油拌合好，溶入較多空氣，而後分次加蛋打發至乳白色(充分乳化狀態)，最後再依序將剩餘材料加入。另外的粉油拌合法所製

造的蛋糕組織則較綿密，作法是將蛋液和糖分次加入打發至乳白色狀態，最後再依序將剩餘材料加入。

麵糊蛋糕有分為高成分配方與低成分，以糖與麵粉添加的相對百分比為區分，如下表十二。此外在平衡重奶油蛋糕的發粉與總水量之間使用要參考到係數，如下表十三。

表 十二、麵糊蛋糕種類與配方平衡原則

種類 材料		重奶油蛋糕	輕奶油蛋糕			
			黃蛋糕	白蛋糕	魔鬼蛋糕	
麵粉		100%				
糖	低成分 ≤100%	75~100%				
	高成分 >100%	101~125%	101~140%	101~160%	糖按照可可粉 比率增加 101~180%	
油脂		40~100%	30~60%			
蛋		油脂 x1.1				
		蛋白=全蛋 x1.25				
鹽		糖量≤100 時鹽用 2%；糖量>100%時鹽用 3%				
發粉 B.P.		油量(%)	B.P.(%)	油量(%)	B.P.(%)	新 B.P= 原 B.P-小蘇打
		81~100	0~0.5	50~60	3~4	
		71~80	0.5~1.5	40~50	4~5	
		60~70	1.5~3.0	40%以下	5~6	
塔塔粉		--		0.5%	--	
小蘇打		--			可可粉 x7%	
總水量		糖量+係數=蛋+奶水				
非基準糖量 100%或 120% 之水總量		蛋+奶= (實際糖量+係數)+(基準糖數-實際糖量)/2 水			蛋+奶水= (實際糖量+15) +(基準糖量-實 際糖)/2+(1.5× 可可粉)	

表十三、麵糊類蛋糕高成分與低成分配方制定原則

高成分配方	低成分配方
1、糖量>麵粉量	1、麵粉量 $\geq$ 糖量
2、總水量=蛋量+奶水量	2、總水量=蛋量+奶水量
3、總水量>糖量	3、總水量 $\geq$ 糖量
4、蛋量 $\geq$ 油量	4、蛋量=油量

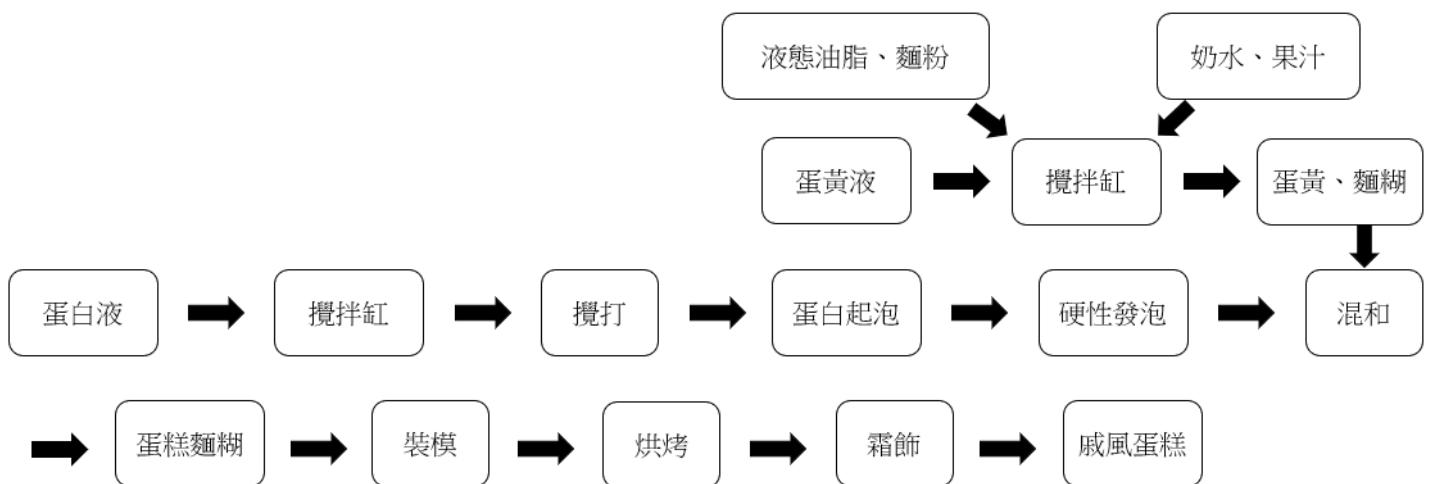
糖用量為標準時，低成分配方糖用量應為麵粉用量的 100%，高成分配方糖用量應為麵粉用量的 120%。

表十四、重奶油蛋糕之分類及係數之選用

基準糖量使用 100%	油	81-100	61-80	40-60
	發粉 B.P.	0-0.5	0.5-1	1-2
	係數	10	5	0

三、戚風類蛋糕(Chiffon Cake)

戚風類蛋糕是麵糊類和乳沫類之綜合，其特色為使用液態油。戚風蛋糕的製作是將蛋白與小部分的糖，依天使蛋糕的作法打到硬性發泡(可加入檸檬汁或白醋)。另外將蛋黃和部分的糖先混勻，再倒入植物油至完全融合，而後加入過篩後麵粉、鹽等輕輕攪拌至無顆粒即可，將已經打發完成的蛋白泡沫分次加入蛋黃為主的蛋糕麵糊中，再經裝模、烘烤即可製成組織鬆軟和久存不易乾燥之戚風蛋糕。



圖七、戚風類蛋糕之製造流程

表 十五、戚風蛋糕的基本配方平衡

材料		%	備註
麵糊部分	低筋麵粉	100	
	蛋黃	50	
	油	50	等於蛋黃重
		45	少於蛋黃重 1/10
	B.P	2.5~5	
	奶水(果汁)	65~75	較大較厚者用 65%左右 較小空心烤模者用 75%
	糖	70	巧克力時用 104%
	鹽	2	
乳沫部分	蛋白	100	最高可用到 200%
	糖	66	
	塔塔粉	0.5	

注意事項:

- (1) 所用器具必須清潔無有油脂，宜用不鏽鋼製器具。蛋白攪拌不可太過，以免影響烤好後的蛋糕組織粗糙。
- (2) 先製備蛋黃麵糊，再製備蛋白麵糊，以免蛋白麵糊放置太久使蛋白麵糊氣泡溢出。
- (3) 蛋黃麵糊與蛋白麵糊拌合。切忌左右旋轉或用力過猛，不可拌和時間過長，避免蛋白部分接觸油脂太久消失氣泡，而導致失敗。
- (4) 測試蛋糕是否烤熟，可用乾淨的竹籤插入蛋糕再抽出觀察，如竹籤潔淨光滑無黏著物，則為烤熟。
- (5) 把混合均勻的麵糊裝入事先鋪好的油紙的模具中，裝入六成滿即可。
- (6) 烤焙的爐溫為 180~220℃，烘烤時先低溫後高溫的方法，烘烤時間根據模具大小而定，大的約 30min，小的約 15min。

戚風捲(平烤盤蛋糕坯)，上火為 170~180℃、下火為 130~150℃。烤約 30 分鐘。

戚風波士頓派，9 吋派盤 480g/個，爐溫 177℃，烤約 35~40 分鐘。

新月水果蛋糕，以擠花袋擠在烤盤紙上約直徑八公分大，間隔距離三公分。爐溫 220℃，上火大，下火小，烤約 15 分鐘。

以下另附上不同含蛋量、風味與造型的戚風蛋糕配方百分比。

表 十六、戚風蛋糕(低、中、高蛋量)配方

材料名稱	香草戚風蛋糕(低蛋)		香草戚風蛋糕(中蛋)		香草戚風蛋糕(高蛋)	
	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)
低筋麵粉	100	349	100	316	100	274
發粉	4	14	3.5	11	2.5	7
細砂糖 A	75	262	35	111	35	96
鹽	2	7	2	6	2	5
沙拉油	50	175	42	133	55	151
蛋黃	50	175	75	237	100	274
奶水	73	255	60	190	60	165
香草水	1	3	1	3	1	3
蛋白	100	349	150	474	200	548
細砂糖 B	60	210	100	316	100	274
塔塔粉	0.5	2	0.75	2	1	3
合計	515.5	1800	569.25	1800	656.5	1800

* 備註：配方重量為 600g × 3 顆之量。

表 十七、風味不同之戚風蛋糕配方

材料	橘子戚風蛋糕		草莓戚風蛋糕		香蕉戚風蛋糕	
	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)
低筋麵粉	100	352	100	334	100	348
發粉	4	14	3.5	12	4	14
細砂糖 A	75	264	70	234	78	272
鹽	2	7	2	7	3	10
沙拉油	50	176	40	134	50	174
蛋黃	50	176	60	200	50	174
蛋白	100	352	120	401	100	348
塔塔粉	0.5	2	0.5	2	0.5	2
細砂糖 B	60	211	60	200	57	198
橘子汁	70	246	0		0	
奶水	0		43	144	28	97
草莓	0		40	134	0	
香蕉	0		0		46	160
香蕉香料	0		0		0.5	2
合計	511.3	1801	539	1800	517	1800

* 備註：配方重量為 600g × 3 顆之量。

表 十八、各種口味戚風蛋糕配方

材料	檸檬戚風蛋糕		櫻桃戚風蛋糕		咖啡戚風蛋糕	
	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)
低筋麵粉	100	352	100	337	100	390
發粉	4	14	4	13	4	16
細砂糖 A	75	264	65	219	70	273
鹽	2	7	2	7	2	8
沙拉油	50	176	50	169	50	195
蛋黃	50	176	50	169	50	195
蛋白	100	352	100	337	100	390
細砂糖 B	60	211	60	202	0.5	2
水	50	176	51	172	18	70
檸檬汁	20	70	0		0	
檸檬皮屑		一顆	0		0	
櫻桃汁	0		14	47	0	
蘭姆酒	0		2	7	0	
堅果碎	0		35	118	0	
塔塔粉	0		0.5	2	0.5	2
奶水	0		0		63	246
咖啡精	0		0		3	12
合計	511	1800	533.5	1800	461	1800

* 備註：配方重量為 600g × 3 顆之量。

表 十九、造型戚風蛋糕配方

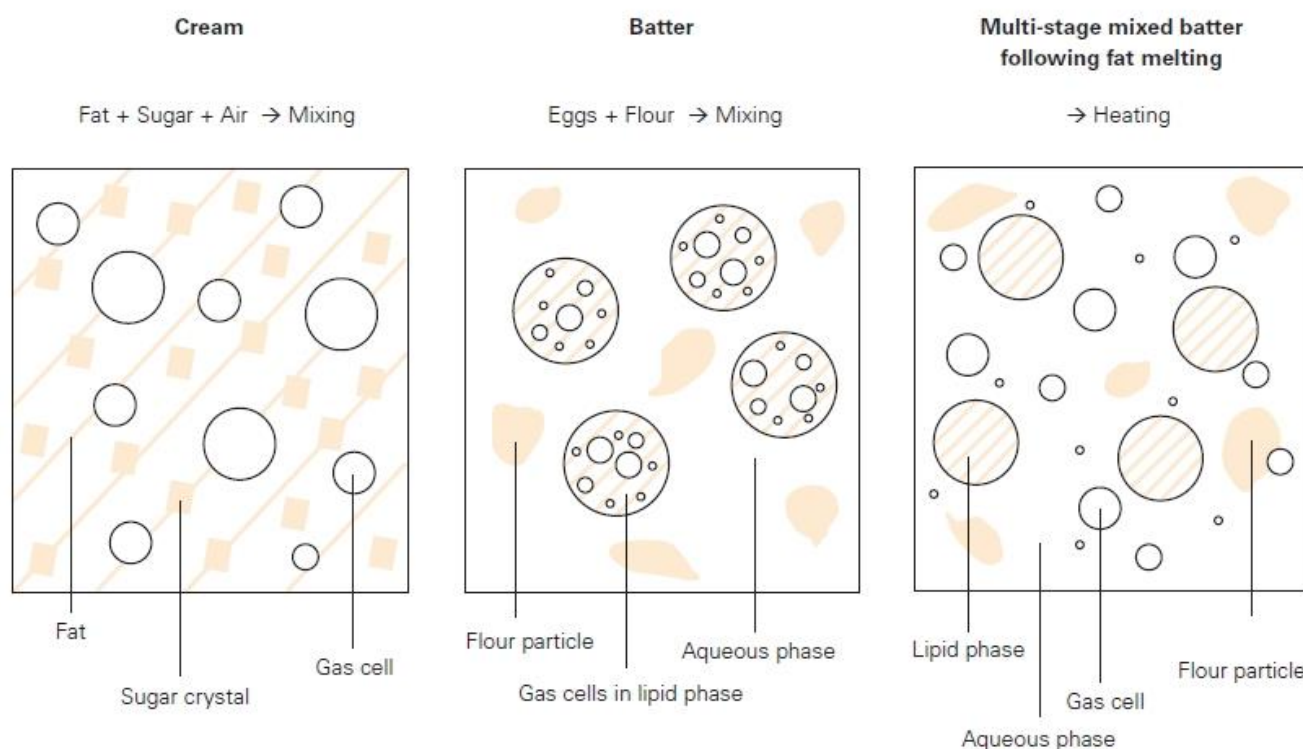
材料	戚風捲		戚風波士頓派		新月水果蛋糕	
	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)	百分比	重量(g)
低筋麵粉	100	400	100	400	100	200
發粉	1	12	2	8	4	8
細砂糖 A	50	200	60	240	50	100
鹽	1	4	2	8	1	2
沙拉油	60	240	30	120	40	80
蛋黃	100	400	60	240	50	100
奶水	50	200	50	200	50	100
香草水	1	4	1	4	1	4
蛋白	200	800	120	480	100	200
細砂糖 B	100	400	60	240	0.5	120
塔塔粉	0.5	2	0.5	2	60	1
合計	665.5	2662	485.5	1942	456.5	915

* 備註：戚風捲、新月水果蛋糕為一盤量，波士頓派為 480g × 4 個量。

肆、蛋糕乳化的技術原理與製程

不能互相融合的兩種物質，如常見的水與油為例，用攪拌等方式將兩個混合一起，在靜置數分鐘後，油與水兩者小分子將會互相尋找相同顆粒，而逐漸形成更大的水分子與油分子，最終兩者將會分離，形成油上水下的穩定狀態。但是如果在油水混合時加入乳化劑(Emulsifier)後再攪拌，這時候的油將會以微小滴液型態分散於水中，而形成一個均勻溶液，這個就叫做乳化作用(emulsification)。蛋糕烘焙中經常運用到乳化技術，將原本不能互溶的水與油均勻分散於蛋糕麵糊。

一、蛋糕乳化的結構



圖八、蛋糕的複合乳化結構(出自 BakelsSweden_Aromatic-Booklet)

以戚風類蛋糕製作流程為例，先將空氣混入油脂與糖進行打發後(圖四左: Cream)，再加入以蛋黃作為主要乳化劑的蛋糕麵糊中混合(圖四中: Batter)，這時的蛋糕麵糊因乳化作用使油脂在水相蛋糕麵糊中呈現均勻分散的小分子，而油脂的內部空氣也因而避免凝集(coalescence)，再次經過攪拌後，更多空氣氣泡結合至蛋糕麵糊中(圖四右: Multi-stage)，最終經烘焙而完成蛋糕中細密的結構，使其具有綿密而蓬鬆的口感。

二、打發蛋白對結構之影響

打發指的是將空氣打入的動作，包含在油脂、蛋白、或蛋糕麵糊等打入空氣。蛋糕品質都因攪拌時能拌入更多細小的空氣氣泡而獲得改善，而打發程度不僅影響蛋糕體的口感，也影響後續烘焙與保存過程的老化，因此可視為關鍵步驟。

蛋白打發是影響蛋糕結構的關鍵因素，然而打蛋過程中會受到以下許多因素影響，而改變最終蛋糕結構與品質。

表 二十、影響蛋白打發的因素

因素	說明
容器	以乾燥、無水、無油之不銹鋼盆最佳。
攪拌方法	攪打蛋白時，開始階段應採用快速攪打起泡，而在最終階段則改為中速攪打，以保留蛋液體中較多分佈均勻的空氣。蛋白之泡沫體積達至最大前能得最大的安定性。攪拌時間延長能增大泡沫體積，但蛋糕體積不增加。
溫度	蛋白在室溫者較冷藏者起泡快。蛋白在 17-22°C 的情況下其膠黏性維持最佳的狀態，溫度過高，蛋白變得很稀薄，膠黏性太差，無法保留拌入之空氣，如溫度過低，蛋白的膠黏性又太濃，在攪拌時又不易拌入空氣。
酸	蛋白的起泡性在白蛋白，pH = 4.8 時最佳。若加入少量的酸性物質，如塔塔粉(Cream tartar)，使蛋白質軟化而幫助泡沫形成，具有穩定之作用。蛋白添加酒石酸鉀，醋酸或有機酸時，能改進其泡沫之安定性。蛋白 pH 調為 6.5 時，能增加熱之安定性。蛋白添加檸檬汁能改進其起泡性。
液體	包括水、牛乳等液體增加，有助於泡沫的形成，但穩定性較差。一般而言，添加水分不得超過 40%。
糖	攪拌早期加入糖，會有延緩泡沫形成之作用，但若後期加入，則能穩定且增加泡沫的濃稠度。多數實作證明蛋糖的比例約 1:1 為最佳比例，若糖比例小於蛋時，所形成的蛋白中氣泡較不牢靠易散失；若糖比例大於蛋時，所形成的蛋液黏度太大而不足以混入足夠空氣。
鹽	加少許約 2.3%，可增加泡沫的韌性和潔白度，但若添加過量則有降低泡沫之作用。
油脂	會阻止泡沫之形成，不得高於 0.2%。
蛋之新鮮度	稀蛋白(舊蛋)含量多者，較易形成泡沫，但穩定性低。
蛋黃含量	蛋黃內含油脂，若添加量高於 0.1%則不易發泡。
無機鹽	添加無機鹽將使蛋白的起泡性增加，但若蛋白液調至酸性，則無機鹽的影響變小。

蛋白在攪拌過程中可以分為四個階段，第一個階段是蛋白經攪打後成液體狀態，表面浮起很多不規則的氣泡。第二階段蛋白經攪拌後漸漸因蛋白質微變性而凝固起來，表面不規則的氣泡消失，而變成許多均勻的細小泡沫，蛋白潔白而具有光澤，用手指勾起時呈

現細長尖峰，留置指上而不會滴下，此階段為濕性發泡。接著繼續攪拌，蛋白逐漸硬挺，此階段稱為中性發泡。再將蛋白持續攪打至完全無法看出氣泡組織，顏色雪白而無光澤，用手指勾起時呈現堅硬的尖峰，即使將尖峰倒置也不會彎曲，此階段為乾性發泡。最後一階段，蛋白已完全成球形凝固狀，用手指無法勾起尖峰，呈現棉花狀態的消泡狀態，應避免將蛋白打發至此步驟。



圖九、蛋白的打發狀態(出自蘿卡好食, <https://locagoodfood.com/whipping-egg-whites/>)

三、麵糊溫度對結構的影響

溫度對於蛋糕麵糊來說是很重要的影響因子，適宜的麵糊溫度(約 15°C - 20°C)能維空氣與油水的乳化狀態，還能控制快發膨脹劑(發粉)的反應速率，進而穩定入烤爐之前麵糊的黏度。在產線中有效率的維持適宜的麵糊溫度，可參考一下計算方法。

- (1) 理想水溫 = (6 × 需要麵糊之溫度) — (室內溫度 + 麵糊溫度 + 糖溫度 + 油溫度 + 蛋溫度 + 機械磨擦增加溫度)
- (2) 機械磨擦增加溫度 = (6 × 攪拌後麵糊之溫度) — (室內溫度 + 麵糊溫度 + 糖溫度 + 油溫度 + 蛋溫度 + 水溫度)
- (3) 冰的需要量 =
$$\frac{\text{配方內水的總量} \times (\text{實際水溫} - \text{理想水溫})}{\text{實際水溫} + 80}$$

四、烘焙對結構之影響

在烘烤階段，蛋糕麵糊溫度升高，造成原本穩定的乳化液開始發生轉變，破壞原本蛋糕麵糊的多重乳化結構。如在高脂肪的蛋糕麵糊中，油脂融化，使空氣氣泡離開油脂滴液，遷移到蛋糕麵糊的水相中。另外，溫度的升高也使氣泡開始膨脹，造成結構不均勻地破壞。最後，水分隨者溫度升高而流失，蛋糕內外結構凝固成型。為了維持蛋糕最

佳的質地，蛋糕麵糊的多重乳化結構需要盡量保持，多數廠商會使用食品添加劑，使油脂均勻而細緻的分散在水相中且不聚結，以及空氣氣泡有更好的穩定性與均勻膨脹。

適合的烘烤溫度與時間能保持蛋糕體積的膨大，組織的細密與彈性，降低水分散失所造成的蛋糕出爐後收縮。像蛋白含量多的乳沫類蛋糕，容易因為爐內溫度與出爐後溫度遽變而快速的收縮，所以蛋糕出爐後應立即翻轉過來，使正面向下，來防止蛋糕的過度收縮。

表 二十一、蛋糕類型與烤焙溫度

種類	溫度
乳沫類，輕奶油蛋糕	190～230℃
戚風類、重奶油蛋糕	170～190℃
水果和大型蛋糕	160～170℃
平烤盤類	上火 175～180℃，下火 160℃
450 克以上麵糊類	上火大>180℃，下火小<180℃

五、保存過程對結構之影響

在蛋糕保存過程中，蛋糕的結構會面臨一系列變化過程，稱之為老化(staling)。這些過程之一是澱粉回凝(starch retrogradation)，蛋糕中直鏈澱粉(amylose)和糊化澱粉的支鏈澱粉(amylopectin)，分子之間自行排列，重新相互結晶，造成澱粉部分釋放了結合水(bind water)，顯著改變蛋糕的柔軟度和濕潤度。此外，隨著水分蒸發，蛋糕再次失去柔軟和濕潤，蛋糕口感與品質變差。最後隨著時間的推移，黴菌大量生長，導致蛋糕不適合食用。通過減緩或防止上述的種種變化過程，可以提高蛋糕的品質與保質期。

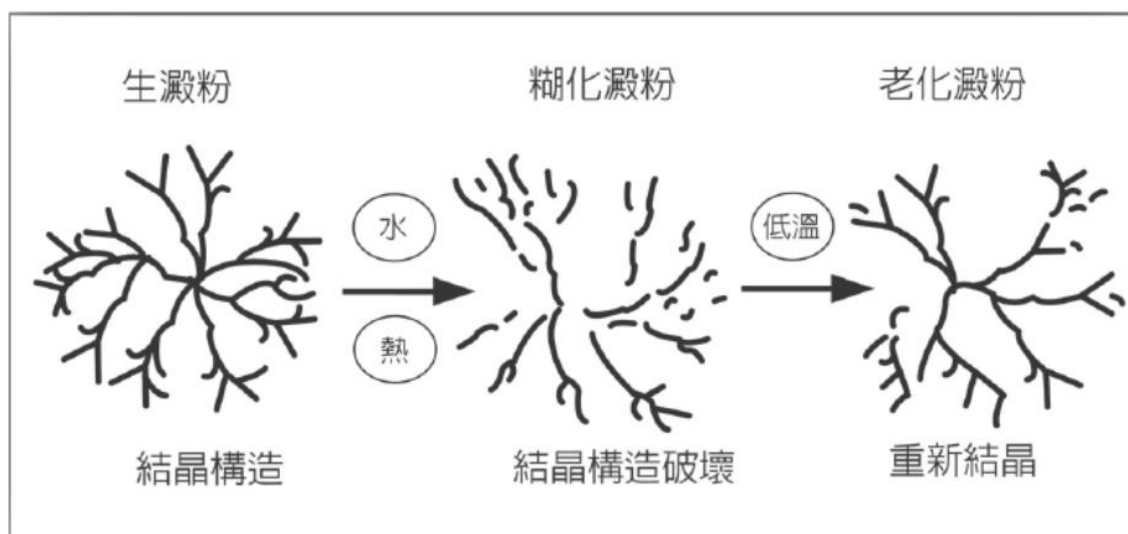


圖 十、澱粉回凝(starch retrogradation)的過程(出自食品化學, 2006 年)

伍、蛋糕連續式生產製程

食品添加物的出現與工業製造的革新，改變了傳統工藝方法和配方，使現今工廠能面對人口老化造成的勞力不足，降低人力製造成本，大量生產穩定且品質良好的蛋糕。參考如瑞士的 Bühler Group 和義大利的 Gorreri 等許多國外大廠提供蛋糕連續式生產機械所規劃的生產工作站如下。

一、連續式生產與管制點

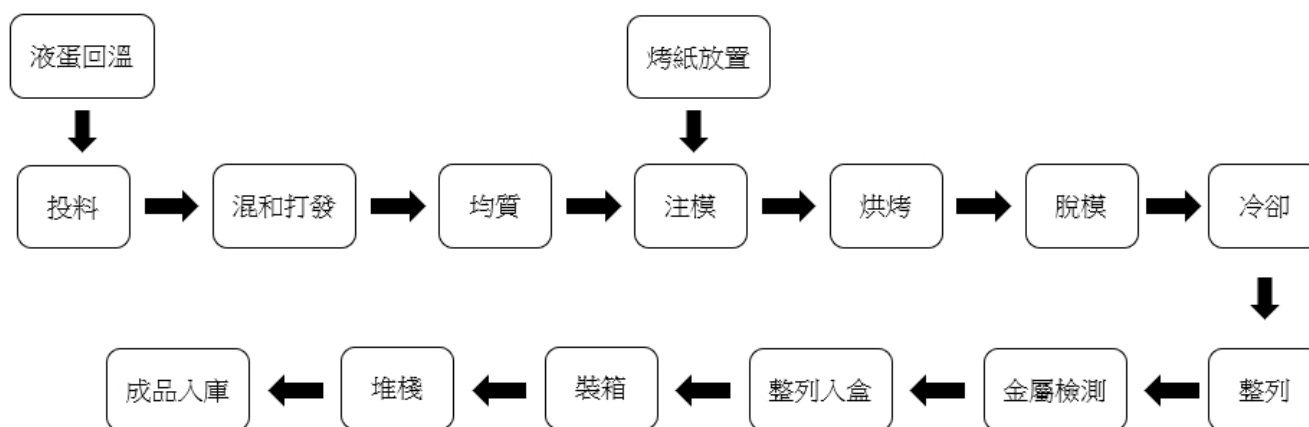


圖 十一、杯子蛋糕連續式生產流程圖

以下表將每個工作站的相關控制參數做列表統整。每個製程參數中會影響工作站之間的產能平衡最為重要，除了影響到彼此銜接達到連續式生產的順暢度，亦會影響產能和蛋糕品質。蛋糕連續式生產的烘烤步驟與一般放入烤箱中有極大差異，蛋糕麵糊注糊後，輸送帶直接進入隧道式烤爐，在有限的距離裡，依靠溫度(如上火與下火)、抽風系統以及輸送帶速率等參數調整，一般連續式烤爐的效能遠高一般批次式烤爐，可調整的參數比較多。所以隧道式烤爐通常會可透過上下火的控制與抽風多寡，調正蛋糕膨脹的高度以及水分，烤爐的最後段通常有獨立控制溫度裝置，以方便調整產品的表面色澤。

此外，混和完成的蛋糕麵糊越早進入烤爐烘烤越能保持住其均勻的氣泡結構，若因後續製程與調配麵糊的速率不合，在暫存位置放置過久將會造成麵糊中氣泡散逸，使蛋糕成品品質較差。

表二十二、杯子蛋糕連續式製程的重要管制點

工作站	製程管制點	參數
投料	原料投料之符合性	原料項目 數量 次序 回溫溫度與時間
混和打發 (批次或連續式)	蛋溫管制 控制參數	溫度 轉數 流數(連續式)
均質	控制參數 測量點	溫度 出料流數 均質壓力 出料流數 比重
注模	注料狀況	每排重量 每盤重量 定位點 烤盤速度
烘烤	控制參數 烘烤狀況	各段溫度控制 各段排風狀況 烘烤時間 每盤間距 表面色澤 中心溫度
脫模	產品狀況	產品完整性 數量
冷卻	檢測 參數監控	入口表面溫度監測 入口溫度監測 出口中心溫度 環境溫度 輸送帶速度 (rpm or 時間) 冷風溫度與風速
整列	參數監控	每列個數
金屬檢測	異物檢測	有異物產品排除
整列入盒	正確性	數量
枕頭包包裝	完整性	背封與兩頭封口是否完整 無漏氣 空包排除
裝箱	參數監控	每箱數量
堆棧	參數監控	每版箱數與堆棧方式(勾 丁) 外圍保鮮膜固定
入庫	倉儲定位	先進先出 數量

筆者依據上述杯子蛋糕生產流程圖為例，展開每個作業工作站大約所需人工勞動力

和製程關鍵條件，並以每班生產 7 小時的作業時間，進行產能模擬計算如下。

表二十三、杯子蛋糕連續式製程條件與產能計算

作業流程	人工	製程條件與規格	產能
配料	0.5		
投料	1		
混合打發		低速攪拌 10 分鐘 高速打發 15 分鐘	每鍋 100 公斤(含運送)2 鍋/小時
均質		溫度 28-32℃ 轉速 200rpm	流速 200 公斤/小時
暫存		28-32℃ 不能超過 30 分鐘	
注模	1	烤盤 8*5=40 個 直徑 7 公分、間距 2 公分、 邊 4 公分 每個杯子蛋糕模可含 25 公克 (烤盤大小 78 公分*51 公分)	充填投:一排 10 個 注湖速度:10 次/分鐘(每次 6 秒)
烘烤	1	前 180℃/180℃、中 200℃ /200℃、後 150℃/180℃ 烘烤 30 分鐘 烘烤完 0.0225 公斤/個	10 個/次 x 10 次/分鐘 = 100 個/分鐘 烤爐有效距離: 1 公尺/分鐘 x 30 分鐘 = 30 公尺
脫模		夾具夾起	
冷卻		25℃ 冷風 30 分鐘 冷卻至中心溫 40℃	1 公尺/分鐘 1 公尺/分鐘 x 40 分鐘 = 40 公尺
整列		10 個/列	
整列			
入盒	1	每盒 8 個	12.5 盒/分鐘，每班生產 7 小時 12.5x60x7=5250 盒
封模			12.5 盒/分鐘(膠捲長度換算重量)
裝箱		10 盒/箱	1.25 箱/分鐘，1.25x60x7=525 箱
堆棧	1	25 箱/板	含入庫 525 箱/25 箱/板=10.25 板

二、蛋糕充氣均質機

前面有重複強調，蛋糕最終品質與麵糊的打發息息相關，原因在其所構成的乳化結構能保存多少均勻的氣泡。國外 Bühler Group 所新開發的 Mondomix 是一個充氣均質機器，別於一般打蛋機，可以調控流入麵糊量、內部壓力、內部溫度、剪切混和速率與液氣比例，從而穩定提升大量蛋糕麵糊的空氣含量，達到更加理想口感。

蛋糕液體與乾粉原料混合時，使麵糊中混入空氣，原料攪拌混合後通過蛋糕充氣均質機使麵糊包含更多空氣。混入的空氣量取決於混合方法、配方與製程，而膠類質、乳

化劑、油脂特性與通氣量，皆影響蛋糕麵糊的可塑性與黏稠度。

使用蛋糕充氣均質機以連續式生產線製作蛋糕時，可利用蛋糕麵糊的比重(specific gravity)作為充氣後的品質管制點，操作人員可以在最後充氣階段混合 10 分鐘期間，每 2-3 分鐘檢查一次比重，判定蛋糕麵糊黏度是否合宜。

$$\text{麵糊比重} = \text{相同容積之麵糊重} / \text{相同容積之水重}$$

蛋糕麵糊通過曝氣，比重通常在 0.40 至 0.80 之間。比重接近 1.0 表示麵糊中含氣泡較少，反之則氣泡較多。麵糊比重影響蛋糕品質，比重太高(氣泡體積不足，麵糊黏度低)，蛋糕體積則較小和組織密實。但麵糊比重太低(表明麵糊的氣泡過多且麵糊粘度較高)，則蛋糕會產生大型孔洞，成品易碎口感偏粗糙。依據蛋糕的類型，建議使用不同的比重。以下是不同類型蛋糕的建議比重：

表二十四、常見蛋糕品質管制的比重數值(出自 Baker pedia,
<https://bakerpedia.com/processes/specific-gravity-cakes/>)

品項	比重	品項	比重	品項	比重
天使蛋糕	≐ 0.38	戚風類蛋糕	≐ 0.43	海綿蛋糕	≐ 0.46
蜂蜜蛋糕	≐ 0.55	輕乳酪蛋糕	≐ 0.55	魔鬼蛋糕	≐ 0.70
香草或蛋黃蛋糕	≐ 0.70	鮮奶油夾心蛋糕	≐ 0.85	麵糊類蛋糕	≐ 0.85
巧克力蛋糕	≐ 0.90	紐約乳酪蛋糕	≐ 0.92	重乳酪蛋糕	≐ 0.95
中濃乳酪蛋糕	≐ 1.00				

如果蛋糕體組織孔洞不均勻，則應調整比重，其方法是改變通充氣時間或增加乳化劑使用。乳化作用有助於降低比重，因此在大量連續式生產時，使用乳化劑蛋糕凝膠(cake gel)能有助於充氣均質機器進行充氣步驟和有效降低比重。另外，原料混合前先冷藏有助於充氣。

陸、蛋糕常見缺陷原因與校正方法

綜合來說，蛋糕從各種製作方式、原料特性、配方比例，打發與烘烤細節等種種因素都會對蛋糕的成敗有明顯影響。因此，參考中華穀類食品工業技術研究撰寫的蛋糕與西點書中所總整常見的問題與解決方式，以達自我檢視之幫助。

一、 蛋糕外表缺陷

1. 蛋糕表皮顏色太深

原因：

- (1) 配方內糖的用量過多或水用量太少
- (2) 烤爐溫度過高，尤其上火太強

校正方法：

- (1) 檢查糖的用量與總水量是否適當
- (2) 降低烤爐上火溫度

2. 蛋糕表皮有黑色斑點

原因：

- (1) 糖顆粒太粗
- (2) 攪拌不均勻
- (3) 低筋麵粉未事先過篩
- (4) 蛋在加熱時不慎燙熟
- (5) 蛋黃在冰箱內已經產生膠質
- (6) 烤爐中蒸氣太多
- (7) 蛋糕第一批進爐，爐內閃熱太強

校正方法：

- (1) 改成細砂糖
- (2) 注意攪拌，缸底未拌勻之麵糊須隨時刮均
- (3) 低筋麵粉使用前須必須過篩
- (4) 蛋在加熱時須經常攪動，尤其邊緣部分以免燙熟
- (5) 蛋黃最好使用新鮮的，冷凍蛋黃應注意避免有膠質產生
- (6) 確認烤爐加熱方式
- (7) 烤第一批蛋糕時，可先放一盆水進爐，以減少爐內閃熱

3. 蛋糕外皮太厚

原因：

- (1) 使用低溫烤焙，時間過久
- (2) 配方糖的用量太多
- (3) 爐溫太高
- (4) 蛋糕烤盤太大或太高
- (5) 麵粉筋度低或是蛋黃用量太多

校正方法：

- (1) 略為增加烤爐溫度，縮短烤焙時間
- (2) 減少配方中的糖用量
- (3) 降低爐烤溫度
- (4) 烤盤不應超過2吋
- (5) 注意配方平衡與選用適當原料

4. 蛋糕表面破裂

原因：

- (1) 麵粉用量太多或筋度太高，以及攪拌不當造成出筋
- (2) 爐烤溫度太高
- (3) 配方中柔性原料，如糖、油、發粉等其中一種用料不夠，造成麵糊太乾

校正方法：

- (1) 選用適合之低筋麵粉，必要時可摻用部分玉米澱粉或小麥麵粉，注意配方平衡與攪拌方法
- (2) 使用適當爐烤溫度
- (3) 注意配方中原料之平衡

5. 蛋糕體積膨脹不夠

原因：

- (1) 蛋攪拌過發或不到適合打發程度
- (2) 蛋不新鮮
- (3) 化學膨脹劑用量不夠，或儲藏太久已經受潮結塊，失去效用
- (4) 油脂使用不當，包含熔點太高或太低，可塑性不良，融合性不佳
- (5) 海綿蛋糕中油份用量太多
- (6) 配方中柔性原料太多
- (7) 麵糊攪拌不當
- (8) 麵糊攪拌後放置時間太久

校正方法：

- (1) 蛋在攪拌時應注意是否在適當的溫度中打發，並隨時掌握打發速度，以調整達到最適合的狀態
- (2) 製作蛋糕前，打開一顆蛋觀察其氣室大小與稠度，以確保蛋的新鮮度
- (3) 增加膨脹劑用量，並確保其儲存在良好環境內
- (4) 使用純度高，可塑性和融合性好的油脂
- (5) 低成分海綿蛋糕中不可用油，高成分海綿蛋糕用油最多不超過 50% 為原則
- (6) 檢查配方平衡有無錯誤
- (7) 麵粉加入蛋液中攪拌時不可用力攪，更不可攪拌過久，最後油和奶水加入時更應小心輕輕拌勻即可，不可拌的太久
- (8) 麵糊均勻攪拌後應快速放置烤爐中，或添加適當乳化劑添加物

- (9) 麵糊進烤爐前溫度太低或太高
- (10) 烤爐溫度太高
- (11) 麵糊裝盤數量太少，未按照比例裝至一定高度

- (9) 確認麵糊攪拌後溫度接近 20°C 左右
- (10) 確認爐火溫度，定期校正
- (11) 麵糊裝盤量建議為烤盤之六分滿

6. 蛋糕在烤焙過程中收縮或下陷

原因：

- (1) 麵糊中膨脹原料如發粉用量太多
- (2) 糖油拌合的時間太長，使麵糊拌入太多空氣
- (3) 麵糊中柔性原料，如糖或是油的用量太多
- (4) 蛋不新鮮或用量不夠
- (5) 麵粉筋度太低或總水量不足，缺乏蛋白質鍵結
- (6) 烤爐溫度太低
- (7) 蛋糕在烤焙過程中尚未完全烤熟，因受移動或其他震動而下陷

校正方法：

- (1) 減少或剷除化學膨脹劑
- (2) 改麵粉油脂拌合法或調整配方比例
- (3) 酌量減少糖和油的用量，確認糖的用量與蛋的比例
- (4) 挑選新鮮的雞蛋，增加配方中蛋的比例
- (5) 調整麵粉與水的使用量，或部分替換高筋麵粉
- (6) 提升烤爐溫度且均勻受熱
- (7) 蛋糕進爐後應盡量少移動，以免受震動而下陷

7. 蛋糕出爐後收縮

原因：

- (1) 配方內糖或油的用量過多
- (2) 配方內水分太多(水線)
- (3) 配方溫度太低，而烤爐溫度過高
- (4) 麵粉筋度太強
- (5) 麵糊裝盤數量太少
- (6) 膨脹劑用量太多
- (7) 出爐後並未立即從烤盤取出倒置

校正方法：

- (1) 注意攪拌打發狀況及配方平衡
- (2) 調整配方內總水量
- (3) 校正烤爐溫度，或降低內外溫差
- (4) 選用低筋麵粉或部分摻入玉米澱粉
- (5) 裝盤時麵糊應及烤盤三分之二滿
- (6) 減少膨脹劑用量
- (7) 蛋糕出爐後應馬上覆轉冷卻

8. 蛋糕容易生黴

原因：

校正方法：

- (1) 蛋糕出爐後長時間放置在熱和潮濕的環境下
- (2) 蛋糕存放處易被灰塵汙染
- (3) 新鮮蛋糕與陳舊蛋糕放置在一起，而遭受黴菌汙染
- (4) 工作者手部和操作時的機械器具未完善清潔
- (5) 包裝用的器材放置在不清潔的環境下，或是包裝器材本身不乾淨
- (6) 工作環境悶熱而不清潔
- (7) 蛋糕未完全烤熟
- (8) 蛋糕未完全冷卻而予包裝
- (9) 蛋糕中水分太多

- (1) 蛋糕冷卻後應馬上予以霜飾處理，或包裝後置於冰箱內
- (2) 存放蛋糕的架子或櫥窗應注意清潔
- (3) 陳舊的蛋糕與新鮮的不應放置在一起，須避免交叉汙染
- (4) 注意工廠衛生與工作人員個人衛生，並加以訓練
- (5) 包裝器材應放在乾淨的地方，並隨時注意包裝器材本身的衛生情形
- (6) 工作環境應通風良好，光線充足
- (7).(8).(9) 蛋糕應完全烤熟，並注意配方平衡

二、 蛋糕內部缺陷

1. 蛋糕過於鬆軟、組織粗糙

原因：

- (1) 配方內糖和油的用量過多
- (2) 配方內使用化學膨脹劑
- (3) 麵粉筋度太低
- (4) 麵糊攪拌不均勻
- (5) 油與蛋比例不符，蛋的用量過少
- (6) 使用糖油拌合法，打得過於鬆發
- (7) 水果未經處理
- (8) 麵糊溫度過高
- (9) 麵糊水分過少

校正方法：

- (1) 減少配方中糖與油的用量
- (2) 減少膨脹劑用量，或剔除不用
- (3) 使用高筋麵粉，或摻入高筋麵粉
- (4) 攪拌麵糊時，缸底必須隨時刮勻
- (5) 注意麵糊配方平衡，增加蛋的用量
- (6) 改用麵粉油脂拌合法
- (7) 脫水水果需先泡水，骯髒的水果應先洗淨
- (8) 保持麵糊溫度為 20°C 左右
- (9) 增加蛋的用量，或稍微添加奶水

2. 蛋糕韌性太強，組織過於緊密

原因：

- (1) 配方中膨脹劑的用量不夠

校正方法：

- (1) 必要時增加膨脹劑用量，但需要注意配方風味平衡

- (2) 使用之發粉屬於快速反應型，麵糊在進爐前已經開始作用，進爐後無力膨大
- (3) 配方中水分太多
- (4) 麵粉筋度太強
- (5) 使用過多轉化糖漿
- (6) 配方中糖和油的用量太少
- (7) 麵粉攪拌太久或太快，使麵粉出筋
- (8) 麵糊類蛋糕中，蛋超過油的用量太多
- (9) 烤爐溫度太高
- (10) 麵糊攪拌不夠鬆發

- (2) 改變選用之發粉配方
- (3) 降低配方中水分，注意配方平衡
- (4) 改用低筋麵粉，必要時可摻入部分小麥澱粉/玉米澱粉
- (5) 降低配方中轉化糖漿比例，注意配方平衡
- (6) 增加配方中糖與油的用量
- (7) 注意攪拌方式與時間
- (8) 依據配方屬性，蛋量不要超過油量的 10%
- (9) 依蛋糕體積與厚薄決定烘焙溫度
- (10) 使用麵粉油脂拌合法時油脂用量不低於 60%，應用槳狀拌打氣打至鬆發

三、一般性的過失

1. 蛋糕香氣與品質不良

原因：

- (1) 配方使用的香料品質不良或太多
- (2) 油脂品質不良或已酸敗
- (3) 使用不良水果或已酸敗之堅果仁
- (4) 烤盤不乾淨
- (5) 如採用木框烤盤，木質被烤焦
- (6) 蛋不新鮮或麵粉儲存過久而發黴
- (7) 蛋糕儲放在不乾淨的地方
- (8) 配方內未加鹽

校正方法：

- (1) 選用有品質認證的香料且酌量使用
- (2) 使用新鮮良好品質之油脂
- (3) 使用良好水果與新鮮堅果仁
- (4) 烤盤出爐冷卻後即抹拭乾淨
- (5) 盡量避免使用木框烤盤，即使使用木框烤盤，除底部外避免與烤盤接觸
- (6) 選用新鮮雞蛋，麵粉儲放時應避免通風與潮濕
- (7) 出爐後之蛋糕應存放在乾燥乾淨的地方
- (8) 原料配方內應添加食鹽

2. 蛋糕保存時間不長(易乾)

原因：

- (1) 配方內使用太多膨脹劑
- (2) 配方內糖量太少
- (3) 配方內油量太少
- (4) 總水量不足
- (5) 工廠或是店內濕度太低
- (6) 蛋糕成品未經包裝
- (7) 蛋糕在烤爐內烤焙太久
- (8) 爐溫太低
- (9) 蛋糕冷卻不當，或用電扇吹風使之加速冷卻
- (10) 烤爐內無蒸氣設備
- (11) 水果未經處理

校正方法：

- (1) 減少膨脹劑使用
- (2).(3).(4) 增加配方中糖、油和水的使用量，確認配方平衡
- (5).(6) 注意周圍環境對蛋糕體影響，將蛋糕進行包裝
- (7).(8) 注意適當爐溫，勿使蛋糕烤焙過久
- (9) 蛋糕冷卻時不可用風吹或設於太過通風之處
- (10) 使用雙重烤盤加水烤焙
- (11) 水果在加入攪拌時須經處理

3. 蛋不易打發

原因：

- (1) 攪拌缸或打蛋器有油
- (2) 蛋不新鮮
- (3) 蛋溫度太低
- (4) 攪拌缸大而蛋量太少
- (5) 蛋黃產生膠質
- (6) 油脂香料與蛋一起攪拌
- (7) 攪拌機速度不夠快
- (8) 蛋在加熱時被燙熟

校正方法：

- (1) 攪拌器具應確實清理乾淨
- (2) 選用新鮮的蛋
- (3) 蛋需加熱到 42°C
- (4) 攪拌數量不可少於攪拌缸之二分之一
- (5) 冷凍蛋黃盡量避免使膠質產生，如已有膠質應將膠質丟棄
- (6) 做海綿蛋糕最好不用油質香料，如使用油質香料應在麵粉加入後在加入麵糊中均勻
- (7) 攪拌時應使用快速，但不過度打發
- (8) 蛋加熱時應注意避免燙熟

柒、參考資料

- Bakels Sweden. Aromatic – The cake manufacturing guide.
- Desrochers, J.l., K.d. Seitz, and C.e. Walker. “CAKES | Chemistry of Baking.” Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (2003): 760-65. Web.
- Edoura-Gaena, Roch-Boris, Irène Allais, Gilles Trystram, and Jean-Bernard Gros. “Influence of Aeration Conditions on Physical and Sensory Properties of Aerated Cake Batter and Biscuits.” Journal of Food Engineering 79.3 (2007): 1020-032. Web.
- Jyotsna, R., P. Prabhasankar, D. Indrani, and G. Venkateswara Rao. “Improvement of Rheological and Baking Properties of Cake Batters with Emulsifier Gels.” Journal of Food Science J Food Science 69.1 (2004): n. pag. Web.
- O’Brien, Richard D. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. Boca Raton: CRC, 2009. Print.
- Suas, Michel. Advanced Bread and Pastry: A Professional Approach. Detroit: Delmar Cengage Learning, 2009. Print.
- 闕建全、駱錫能、盧義發、邱思魁、吳柏青、陳振芳。食品化學(第三版)。新文京開發出版。
- 徐華強、顧德材、黃登訓。蛋糕與西點。台灣：財團法人中華穀類食品工業技術研究所。
- 施明智、蕭思玉、蔡敏郎。食品加工學。五南圖書出版。
- 蘭毅峰。焙烤食品加工工藝與配方。化學工業出版社。
- 李明清、施柱甫、徐能振、楊書瑩、盧榮錦、顏文俊編著，圖解小麥製粉與麵食加工實務。五南圖書出版。