

油條裡的化學

油條是我國的大眾化食品，大概很少人一輩子都沒吃過油條。但您可知道，製作油條所採用的化學原理，和一般泡沫滅火器大同小異。

■蘇明德



在製造香脆可口的油條過程中，可蘊藏著不少的科學道理喔！

請您先去外頭買一副新鮮、熱騰騰的油條，再來聽我說一個油條裡的化學故事。當你這一副油條吃完時，我的化學故事也該說完了。

油條一向是我國傳統的大眾化早點，不但價格低廉，而且香脆可口，老少咸宜。大概在華人世界裡，很少人一輩子都沒吃過油條。

油條的典故

油條，台灣話「油炸粿」，也有人稱作「油炸鬼」。小時候聽外省籍老師說過，傳說是因為南宋時代，英雄岳飛被奸臣秦檜害死於「風波亭」後，老百姓對秦檜恨之入骨，為表達把秦檜夫婦下油鍋的心願，於是叫這種食物為「油炸檜」。在《清稗類鈔》中就記載著：「油炸檜，長可一人，捶面使薄，以兩條絞之為一如繩，以油炸之，其初則肖人形，上二手，下二足……宋人惡秦檜之誤國，故象形似誅之也。」隨著流傳及時間的演變，很可能古代的「油炸檜」，變成了今天我們常說的「油炸鬼」。

至於油條是何人在何時何地所發明的，大概已經不可考了。只知道中國人吃油條的歷史相當久遠，根據現存資料考證，油條做為大眾化的平民食品，大約在兩千多年前的春秋戰國時代就已經普遍存在了。這可以從後漢時桓譚所撰的《新論》中得到佐證：「孔子，匹夫耳，而卓然成名家，天下莫不以牛羊雞豕而祭之，下及酒脯寒具，致敬而去。」請注意，文中有一個名詞「寒具」，就是古時候的油條。

唐代劉禹錫有一首〈寒具詩〉：「牽手搓來玉數尋，碧油煎出嫩黃深；夜來春睡無輕重，壓扁佳人纏臂金。」您瞧瞧這



照片來源：張志玲

首唐詩中的「碧油煎出嫩黃深」，生油條經過油炸，便膨脹成又黃、又香、又膨鬆的熟油條，把炸油條的意境描繪的何等生動啊！

油條的製作方法很簡單，而且從古到今也沒什麼改變。在南北朝時期的科學家賈思勰所著的《齊民要術》中，就記載著類似油炸食品的製作方法。基本上，只要用鮮酵母或老麵（酵麵）與高筋麵粉一起加水揉和，發酵後再加入適量純鹼（碳酸鈉）、食鹽和明礬進行揉和，然後切成條狀物，把每兩條上下疊好，旋轉後拉長放入熱油鍋裡炸，出來便是一條香脆爽口、口感細密的可人兒。

小小的一根油條，看起來製作似乎滿簡單的，但是仔細一分析，就會發現裡面蘊藏著不少的科學道理。等您看完這篇文章，就會忍不住為老祖宗的高等智慧喝采。

生油條經過油炸，便膨脹成又黃、又香、又膨鬆的熟油條。

候，還只是知其然，而不知其所以然。

化學反應

首先，從製作油條的配料說起：麵粉1公斤，調入水0.5公斤，明礬30公克，碳酸鈉（ NaCO_3 ）16公克，食鹽30公克。從這些配料裡，不難了解真正使油條發胖膨脹的化學物質，主要是「碳酸鈉」（俗稱「蘇打」）。

因為碳酸鈉會和麵團中的水發生化學反應，生成碳酸氫鈉（ NaHCO_3 ）及氫氧化鈉（ NaOH ），並且可以達到「可逆平衡」。接著，碳酸氫鈉被加熱後，會產生碳酸鈉、水和二氧化碳。

顯而易見，正是這些二氧化碳氣體，使得麵團裡形成許多微小氣室，當炸油條時，氣體受熱膨脹，立即使油條迅速發胖膨大。這時，所生成的碳酸鈉又繼續與水產生碳酸氫鈉和氫氧化鈉。就這樣化學反

一個最簡單的問題，就拿生油條下油鍋變胖來說吧！您或許會問，那裡面所用的發酵粉是哪一種？事實上，油條並不是用發酵粉或是小蘇打粉之類的東西來發酵的，而是用一種經過一系列化學反應後能生成二氧化碳的發泡劑。由此可見，在兩千多年前，我們的老祖宗對化學已有一定的認識，雖然在那時

應不斷循環發生，直到油條裡的碳酸鈉消耗殆盡為止。

從上述的化學反應，或許有人會擔心：那麼在油條裡豈不是留下不少氫氧化鈉嗎？氫氧化鈉是屬於強鹼的一種，如此的強鹼又怎麼能吃呢？然而，其巧妙之處也就在這裡。當油條裡出現游離的氫氧化鈉時，立即與原先配料裡的明礬（化學式是 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ）產生了複分解反應。

簡單地說，所加入的明礬可以中和鹼性的氫氧化鈉，複分解反應的結果是消除了大部分的氫氧化鈉，產生了含酸鹼兩性的氫氧化鋁（ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ），並剩下硫酸鈉（ Na_2SO_4 ）和硫酸鉀（ K_2SO_4 ），這二者都是中性鹽。其中，氫氧化鋁呈膠體狀態，

能包裹二氣化碳使麵團更具伸縮性。

值得一提的是，從反應動力學的角度來看，加入明礬的另一個目的，是由於它會和氫氧化鈉作用而有助於生成碳酸氫鈉，增加二氣化碳的生成量。

事實上，在高中化學課本裡就曾提到現代鹼式泡沫滅火器（主要成分是碳酸氫鈉和硫酸鋁）所採用的化學反應，也是由碳酸氫鈉與硫酸鋁反應產生二氣化碳。顯然，炸油條的化學反應和鹼式泡沫滅火器的化學原理非常相似，有著異曲同工之妙。

當然，油條的膨脹率會這麼大，除了與產生龐大體積的二氣化碳有關外，還和油條的製作過程有相當大的關聯性。也就是說，在按比例調配好油條原料後，接著



鹼式泡沫滅火器的化學原理和炸油條的化學反應非常相似，有著異曲同工之妙。

揉成麵包糰，先切成約厚1公分、長10公分、寬2公分左右的帶狀物，然後在帶狀物表面抹上乾麵粉，再把每兩條帶狀物上下疊好，用細木條在中間壓一下，使得兩條合而為一束，接著一邊扭轉，一邊抓住兩邊拉長，放入熱油鍋去炸。

不信的話，在下次買油條時，您可以仔細觀看工作人員的製作過程。就這樣，在整個油炸過程中，兩根油條合併的地方會比較軟，使得不斷產生的二氧化碳有了充分的膨脹空間，因此油條可以炸得又鬆又脆。

假若是把單根生油條直接投入熱油鍋，您就會發現所炸的油條又瘦又硬，乾扁扁像四季豆一樣。這是因為當單根生油條在進入熱油時，雖然會因生成二氧化碳而引起膨脹作用，但在這同時，它所有的表面都被熱油給炸熟了，很快地結成了一層硬殼，限制了油條的充分膨脹。因此，在您吃油條時，想必早已注意到，一定是兩根連在一起，而非只有單根油條。前面說過，正因為油條都是以雙根形式出現，古人就把雙根油條聯想成秦檜夫婦，而叫油條為「油炸檜」（油炸鬼）。

油條與健康

在炸油條的化學過程中會生成氫氧化鋁，事實上，就西藥而言，氫氧化鋁是胃藥的主要成分。因為它能中和過多的胃酸，具有保護胃壁黏膜的功效。因此有的中醫處方會提到：油條對胃酸有抑制作用，並且對某些胃病有一定的療效。

附帶一提的是，油條雖然味道鮮美，特別是剛出油鍋時，更是香脆可口。但是在製作時，免不了要放入一定量的明礬，



鹼式泡沫滅火器所採用的化學反應，是由碳酸氫鈉與硫酸鋁反應產生二氧化碳。

而明礬的主要成分是硫酸鉀鋁，含有大量的鋁。因此要是吃多了油條，長年累月下來，除排泄一部分之外，積存在體內的鋁就可能相當可觀了。

根據研究指出，人體含鋁量過高，會造成種種傷害，尤其是對腦部組織和智力的損害更為明顯。主要表現是神經系統特有的神經纖維病變，引起老年癡呆症，精神與神經功能混亂，記憶力減退，智力退化和行動混亂。食物中鋁的含量過多，還會降低飲食中磷的吸收，使糞便內磷的排泄量增加，更造成人體內的血磷及骨骼含鈣量減少，嚴重時甚至容易發生骨折。

不能多吃油條的另一個原因是：用高溫的油炸油條時，容易使油產生化學變化，而可能生成多種具有毒性的物質。尤其是國人一向節儉成性，喜歡把炸過食品的油留著，待下次使用，而捨不得丟掉。這種反覆長期使用過的回鍋油中，原先的不飽和脂肪酸會產生聚合現象，生成環狀二聚體、三聚體等有毒的物質。長期食用這種回鍋油，主要症狀是發育遲緩、肝功能不正常，嚴重的甚至會導致癌症及影響生殖能力。

雖然可能已無法考證是誰發明了油條，然而在當時尚無化學工業的時代，油條發泡劑的使用是何等神奇而巧妙啊！如果說使用至今的鹼式泡沫滅火器，在西方已發明了一百多年，那麼我國油條裡的無機發泡劑可要比它早上兩千多年呢！

這一段油條裡的化學故事，就在這裡結束。您買的油條，也應該快吃完了吧！□

蘇明德
嘉義大學應用化學系