

科學講堂

逢星期三見報

加熱氨基酸產新化合物 解構焦糖燒焦秘密

煮肉變色 「美拉德」作祟

市面上有許多秘方食譜，從特別食材以及醬料，到以木屑製作煙燻效果，包羅萬有，道出煮食奧妙。不過，使肉類產生最大滋味的卻是爐火的熱力。高溫煮食會令肉類的表面變成棕色，而且散發香氣及使味道更佳，這個變棕色的過程，我們稱為美拉德反應 (Maillard reaction)。

烤牛排釋逾600香氣味道

我們大多自肉類吸收蛋白質，蛋白質

由氨基酸組成。1912年，法國科學家美拉德 (Louis Camille Maillard) 發現把某些氨基酸及糖加熱後，會產生出新的化合物。這種化合物有些為棕色，有些會釋放芳香味道。這個反應以發現者的姓氏命名，稱為美拉德反應。一般來說，肉類內約有5種糖及20種氨基酸，可以產生大約100種化合物。有研究均顯示，烤牛排更會產生超過600種香氣及味道。

4要素影響煮食效果

如果希望食物更加美味，應如何有效控制美拉德反應呢？以下為4個主要因素：

一、烹調時間恰到好處

美拉德反應需要一定時間才能完成，然而烹調時間過長則會把食物煮老。

二、鹼性下更快 落油助「索」味

調味料如檸檬汁及鬆肉粉可以改變蛋白質的特性，使肉類更鬆軟。然而，美拉德反應在鹼性狀態下才会有更快的作用，故此，檸檬汁的酸性會干擾反應，而鹼性的梳打粉則會加快作用。另外，食用油亦可以融解某些香草與香料，使芳香味道滲入肉中。

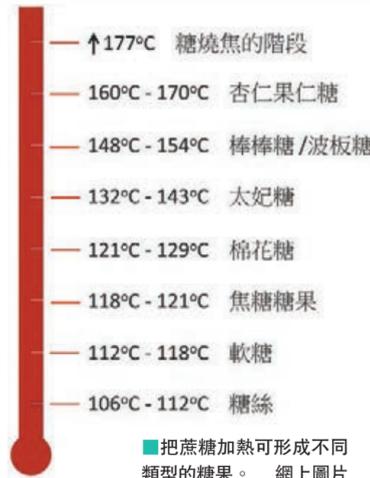
三、結構簡單氨基酸及糖反應快

分子結構較簡單的糖比分子結構複雜的糖會有更快的反應，例如五碳糖 (pentose) 會比六碳糖 (hexose) 更快完成美拉德反應；單糖如葡萄糖、半乳糖或果糖的化學反應又會比由兩個單糖分子組成的雙糖如蔗糖、乳糖或麥芽糖快。不過，代糖如山梨糖醇 (sorbitol) 及木

糖醇 (xylitol) 均不能產生美拉德反應。食物本身的氨基酸與糖的比例，亦會影響美拉德反應，產生獨一無二的香味。因此，烤麵包包起來不會像烤肉或煎魚，即使這些食物的香味都來自美拉德反應。

四、控制水分溫度

在一般情況下，熱能可以增加化學反應的速率，並加快水的蒸發，故此高溫可以加速美拉德反應。然而，怎樣才可以稱為高溫？如果食物很濕潤，溫度必須高於水的沸點才能產生美拉德反應。因此，控制溫度及食物表面的濕度就可以控制美拉德反應的速率，避免把肉類過度烹調，影響肉質。若在烤肉前，先把肉的表面印乾或在低溫下風乾，盡可能去除表面多餘的水分，並確定燒鍋或燒烤爐超過100°C。必須注意的是，如溫度高於180°C，食物會開始燒焦及產生苦澀味，影響我們對食物的觀感包括視覺及味覺。更重要的是，進食太多炭化食物可能會增加致癌風險，燒烤食物還是少吃為妙。



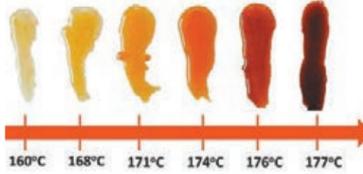
把蔗糖加熱可形成不同類型的糖果。網上圖片



煮食肉類的過程涉及美拉德反應。網上圖片

港式西多士炒飯也見端倪

除了燒烤肉類以外，港式茶餐廳供應的西多士 (或法式吐司)、炒飯、炸薯條、正規



焦糖形成過程發生於120°C至170°C。網上圖片

西餐廳的法式洋葱湯、咖啡廳的咖啡豆或可可豆的烘焙，均是利用了美拉德反應來提升味道。西多士的麵包或是炒飯中米飯內的糖，與蛋漿內的氨基酸，加熱時產生美拉德反應。

「煮」蜂蜜成不同糖果

燒烤時，我們會塗一層蜜糖在肉類的表面，再燒幾分鐘，讓表面變成焦糖。蜂蜜是一種帶甜味的可溶性漿狀液體，由於它的含水量低，還具有葡糖酸 (gluconic acid) 及

少量過氧化氫 (hydrogen peroxide)，這些因素都不利微生物生長，所以蜜糖不會容易變壞。

蜂蜜主要成分為蔗糖，蔗糖又稱白砂糖，是葡萄糖和果糖組成的雙糖。把糖加熱至不同溫度後，當中的水分會蒸發，糖分子會分解並重新連結，產生不同的顏色、味道和質感，從而製造不同類型的糖果 (上左圖)。焦糖形成過程發生於120°C至170°C，焦糖的顏色 (左圖) 逐漸由透明變至淺棕色，最後變成深褐色。

小結

化學就在我們日常生活之中，廚房也可以成為實驗室。世界本來就是由化合物組成，水就是別名為一氧化二氫的化合物，所以聽到「化合物」並不可怕。學習與認識科學，了解當中的過程，才是最重要。 ■吳俊熙博士

作者簡介：畢業於加州大學洛杉磯分校 (UCLA)，曾在加州的州立大學教授化學，現任教於香港大學。聯絡：www.facebook.com/drbenning。

奧數揭秘

逢星期三見報

逆向思考識變通

上回提到小英如何運用逆向思考來找出「拿石子遊戲」的必勝策略 (winning strategy) (詳見6月22日香港文匯報A28版)。經過若干個回合後，小明看穿了小英的策略，於是建議新的遊戲規則：

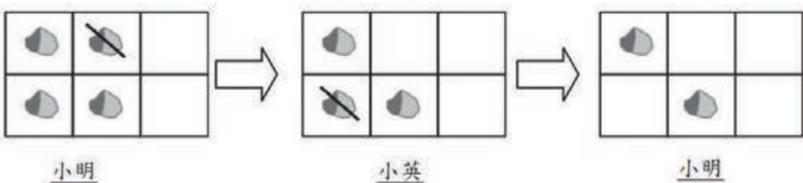
- 1. 把60顆石子排成一個任意的矩形，由一人決定形狀，另一人則先拿石子。
2. 兩人輪流拿取石子，數目不限，但必須最少1顆；位置也不限，但必須在同一橫行或同一直行。

- 3. 拿到最後一顆石子的便是勝利者。規則變仍必勝？

遊戲開始，由小英負責把石子排成一個5x12的矩形，而小明則先拿石子。遊戲規則改變了，究竟是否依然先拿石子的必勝？是否每行留下相同數量的石子依然是必勝策略？於是小英運用逆向思考，想想遊戲終結前的可能情況。

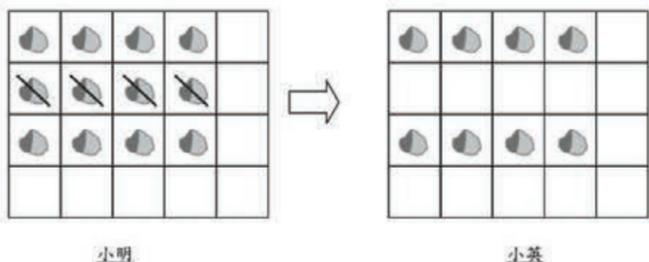
情況一

輪到小明拿石子時，剩下4顆，小英最後可獲勝。



情況二

輪到小明拿石子時，剩下12顆，若他這樣拿，小英便會輸。



由以上可知，先拿石子的未必一定勝出，每行留下相同數量的石子也不再是必勝策略。那麼，這個新遊戲的必勝策略究竟是什麼呢？

對稱性質成致勝關鍵

同學們可運用逆向思考，想想遊戲終結前的各種情況，來找出致勝之道。這個遊戲的必勝策略就是要令剩下的石子排列成一個只有旋轉對稱

(rotational symmetry) 性質，而沒有反射對稱 (reflectional symmetry) 性質的圖形；並且要在自己拿取石子後，令對手沒法留一個帶有旋轉對稱性質的局面給你。

因此，當你在決定矩形的形狀時，要避免排出一些單數直行或單數橫行的矩形，例如：1x60、3x20、4x15和5x12。相反，排出2x30及6x10這兩種矩形，才是致勝關鍵。(之二) ■蔡欣楡

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



科技暢想

逢星期三見報

無障礙車輛惠有需要人士

現時香港的無障礙設施仍然不足，一些肢體殘障、聽障、視障人士和長者是在社會上被忽略的一群，對他們的日常生活或社交帶來影響。他們可以選擇的交通工具並不多，而現時的交通工具亦未全面照顧殘障人士，能夠接載殘障人士的車輛只有少量，供不應求。

而Uber (優步) 計劃在香港推出的uberASSIST (關懷優步)，可以針對肢體殘障、聽障或視障人士，以及長者所需，解決他們外出時會遇到的不便問題。uberASSIST的司機均受嚴格調查和專業培訓，確保乘客可以安全到達目的地。

審查背景再培訓 選拔標準嚴

要成為這計劃的司機並不容易。首先需要接受背景調查，通過第三方背景和公共記錄調查，去查證該司機過往是否有不良的交通記錄及其他違法記錄，如有不良記錄是不能夠成為uber司機。

接受背景調查後，司機需要接受專業培訓，為殘障人士和長者提供專業的服務。

除此之外，更有嚴謹的司機選拔標準，司機評分必須高於4.7 (5.0分為滿分)，於平台完成多於100個行程和熟悉應用程式運作，並有扶助傷健人士的愛心和耐心才

可成為這計劃的司機。透過一系列嚴格的司機調查、培訓和挑選，有助減低人為意外風險。

有保險覆蓋更安心

這項新服務最特別的地方是與一些關愛殘障人士協會合作，定期舉辦培訓，教懂殘障人士如何使用。乘客整個車程都有保險覆蓋，讓乘客得到安心保障。有意見認為，這計劃與其他香港交通工具相比，於幫助殘障人士和長者方面是比較全面。

殘障人士於香港搭乘交通工具不容易，uberASSIST的出現或可以幫助社會上被忽略的殘障人士和長者，讓香港無障礙運輸可以做得更好，更多人可以受惠；不但讓乘客的家人放心，更改變他們的生活方式。

■香港新興科技教育協會 洪文正

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。

有問有答

隔星期三見報

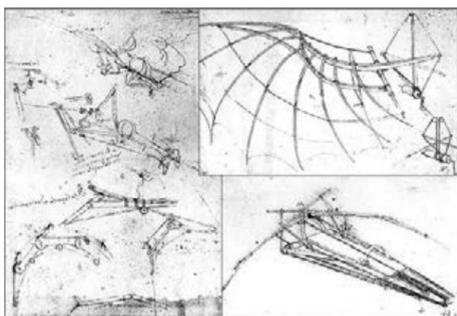
飛機不如鳥兒撲翼飛？

因為固定翼能產生較大的升力，從而實現高效的飛行。

人類看到飛行的鳥類和昆蟲後才有了飛行的嚮往，所以一開始人們認為只有模仿鳥類那樣擺動翅膀才能飛行。達·文西、阿代爾等都進行過撲翼機的研究，但首先飛上天並進入實用階段的不是撲翼機而是固定翼飛機。

固定機翼升力較大

大型飛機使用固定翼並靠發動機來獲得動力。通過固



達·文西的撲翼機草圖。網上圖片

定翼能產生較大的升力，從而實現高效的飛行，如果採用撲翼形式必須要使用足夠結實的材料並解決操縱控制問題。目前有較好實用性的撲翼機還都是微型的飛行模型，主要用於執行在狹小空間內的飛行任務，如複雜地形和建築物內的偵查、監視，危險環境探測等。

加州理工南京航大有研究

世界上多個國家都在進行撲翼機的研究，如美國加州理工學院與航空環境公司合作研製的「微型蝙蝠」，其機翼模仿蝙蝠的翅膀，由鈦合金骨架和複合材料薄膜製成，重約12.5克；德國費斯托公司的「智能鳥」，大小與海鷗相當，無論外形還是飛行動作都酷似真鳥，重450克。

中國也有一些機構和大學在進行撲翼機的研製，如南京航空航天大學製造了一種形似鷹的撲翼機，能穿越狹窄的空間，進行空中盤旋，可用於偵察和機場驅鳥。

《十萬個為甚麼 (新視野版) 航空與太空I》

資料提供：香港教育圖書公司

