

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 化學通識教育的教材—— 化學、食品與社會（1/2）

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2518 - S - 032 - 002

執行期間：89年 8月 1日至90年 7月 31日

計畫主持人：吳嘉麗

共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：淡江大學 化學系

中華民國 90年 5月 20日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 89-2518-S-032-002

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：吳嘉麗 執行機關及單位名稱：淡江大學化學系

## 一、中文摘要

本期中報告附錄了《化學 食品與社會》教科書修改後的章節目錄及第十章基因食品的文字書寫部分。其餘所收集的資料與改寫的章節限於篇幅未包含在內。

**關鍵詞：**通識化學；化學、食品與社會；基因食品

### Abstract:

The present mid-term report includes the modified table of contents of the textbook “Chemistry, Food and Society” and the text part of Chapter 10- Gene Food.

**Keywords:** Chemistry for General Education; Chemistry, Food and Society; Gene Food

## 二、緣由與目的

近年來，各大學格外加強推動通識或核心教育，針對文法商管學院，要求學生必或選修一學期「自然科學」類科目。然鑒於我們至今高中學制，仍僅要求學生修習高一—學年，即各一學期的物理，化學，生物和地球科學，而且部分學生來自五專或高職，自國中畢業後，即未再修過此類課程。學生自然科學基礎極為薄弱，且缺乏信心。另一方面理工醫農學院的老師過去只有針對本科系或相關科系的同學授課

經驗，面對背景完全不同的學生，教材與教法上均面臨挑戰。

因此如何設計合適的教材，並書寫成冊即為本計劃之目的。基於過去書寫《化學、醫藥與社會》教科書<sup>2</sup>，及多年來參與教學的經驗<sup>1</sup>，今擬再從主持人熟悉的領域，從生活的角度切入，將一些基礎化學概念，生化認知納入課程，並試將台灣社會在食品科技方面的動態與影響一併加入討論。

本教材除針對文法商修課同學學習之用外，亦可作為已具化學背景的一般人士及教師之參考。

## 三、結果與討論

本教材內容資料已大致收齊，並已著手書寫其中部分章節以及改寫過去《化學、醫藥與社會》一書中已包含之章節，以期更適合非理工科系學生的學習。

## 四、計劃成果自評

本期中報告僅附錄第十章「基因食品」各章節的文字部分，所有表、圖、結構均省略。本年度七月間將函寄各式修改的版本給諮詢委員審查，以為繼續書寫的參考。

## 五、附錄

### 《化學、食品、與社會》章節目錄

#### 第一章 基礎化學

- 1.1 原子、元素、分子、化合物  
專欄：中文化學元素譯名之演變
- 1.2 週期表  
專欄：週期表的建立者—門得列夫
- 1.3 化學鍵
- 1.4 分子的形狀
- 1.5 分子間的作用力
- 1.6 酸與鹼  
專欄：酸性食物與鹼性食物
- 1.7 有機化學淺介  
人文篇：近代化學之父—波以耳、拉瓦節、道耳吞

#### 第二章 營養化學

- 2.1 醣類
- 2.2 蛋白質
- 2.3 胺基酸
- 2.4 脂肪  
專欄：什麼是好膽固醇
- 2.5 食用油的組成  
人文篇：學校營養午餐的規畫與困境

#### 第三章 酵素化學

- 3.1 酵素的組成與性質
- 3.2 常見酵素簡介  
專欄：饅頭為什麼會長大
- 3.3 蔬果之褐變
- 3.4 酵素在食品方面之應用  
人文篇：(待訂)

#### 第四章 色香味化學

- 4.1 天然色素  
專欄：自助餐的茄紫色為何特別漂亮
- 4.2 人工著色
- 4.3 香味分子
- 4.4 酸甜苦辣  
專欄：代糖不含糖分子  
人文篇：(待訂)

#### 第五章 維他命化學

- 5.1 小分子立大功
- 5.2 維他命 A 及 一胡蘿蔔素
- 5.3 其他脂溶性維他命  
專欄：自由基
- 5.4 水溶性維他命
- 5.5 維他命 C 的生化功能
- 5.6 高劑量維他命 C 的一些立論
- 5.7 鐵、鈣及其他微量元素
- 5.8 維他命迷思：多少才夠？天然與合成  
人文篇：鮑林博士與他的社會參與

#### 第六章 食品添加物

- 6.1 防腐劑  
專欄：誰在為我們的食品把關
- 6.2 抗氧化劑
- 6.3 溶劑
- 6.4 乳化劑  
人文篇：消費者文教基金會的成立與成長

#### 第七章 致癌與抗癌食物

- 7.1 含硝食物
- 7.2 黃麴毒素
- 7.3 蔥蒜屬的抗癌成分  
專欄：(待訂)
- 7.4 十字花科類蔬果
- 7.5 多酚類食物  
人文篇：(待訂)

#### 第八章 飲料化學

- 8.1 紅茶與綠茶的化學成分  
專欄：生物防治
- 8.2 咖啡因的作用  
專欄：去咖啡因的咖啡
- 8.3 酒精的吸收與代謝
- 8.4 酒精的危險與傷害
- 8.5 假酒中毒與解毒  
專欄：如何才不至違反酒後駕車的規定  
人文篇：原住民與酒

#### 第九章 健康食品

- 9.1 綠茶
- 9.2 綠藻
- 9.3 幾丁聚醣
- 9.4 人蔘靈芝
- 9.5 高纖食物  
專欄：認識健康食品管理法  
人文篇：未來健康食品市場

#### 第十章 基因食品

- 10.1 基因是什麼
- 10.2 核酸與遺傳密碼
- 10.3 基因工程
- 10.4 基因食品
- 10.5 基因食品的爭議  
人文篇：基因食品應如何管理

## 10.1 「基因」是什麼

「基因」是指DNA的一小段，每一個基因負責指揮製造一種蛋白質。DNA是英文字Deoxyribonucleic Acid的縮寫。中文名為去氧核糖核酸，簡稱去氧核酸，是一個分子量很大的核酸聚合物分子。

大家都知道人類每一個細胞的細胞核內有46個、23對染色體(chromosome)。染色體是指能被染料染上顏色的遺傳物質，實際上它們主要是由DNA(占30%)與蛋白質(占60-70%)所組成(圖10-1)。每一個細胞內DNA的總長度約如一個人的高度，即150-180公分。這樣長度的DNA約含109個核 酸(nucleotide)單元，約相當於一百萬個基因。

過去科學家認為人類的基因約有5-10萬個，其他的基因或DNA片段是無用的。近年的研究則發現實際上人類有效的基因可能只有三萬個，僅為果蠅基因數目的一倍。換句話說，人類的基因非常有效，一個基因所指揮的蛋白質，根據人體需求，經由切割或合併，可能可以製造至少10種蛋白質。

## 10.2 核酸與遺傳密碼

前節述及一個細胞內DNA的長度約含109核 酸單元，核 酸又是什麼樣的分子呢？

核 酸分子由三部分組成，分別為一個磷酸根，一個五碳環糖，以及一個鹼基(圖10-2)。磷酸根與五碳糖是DNA長鍊的主軸，而鹼基則從糖分子上伸出。組成DNA的所有五碳糖和磷酸根分子結構都是一樣的，而鹼基卻有四種變化。這四個分子就以它們英文名稱的第一字母A, T, G, C來代表。

DNA這個長條的巨分子是由二條DNA鍊各形成螺旋狀後再互相吸引反向平行並列而成一種所謂的雙螺旋狀(圖10-1,10-3)。它所以以這種型態存在，當然與它的化學結構有關，關鍵就在那四個鹼基的結構。不管是一條鍊的螺旋形狀或是二條鍊的互相吸引，都是由於分子間一種弱作用力的生成。這種弱作用力稱為「氫鍵」(Hydrogen bond)，是兩個不同分子間由於特殊原子的排列而產生的一種靜電吸引，鍵強約在每莫耳5-10Kcal範圍，一般的化學鍵強度是它的十倍。

四個伸出在DNA主鍊外的鹼基，由於氫鍵的吸引，恰使二條DNA鍊上的G與C配對，A與T配對。因此當DNA以自身為模板複製另一條DNA的時候，也恰由於這種配對關係，製造出來的新DNA長鍊與原來的一條互補，首尾恰巧相反(圖10-3)。

為什麼說DNA是遺傳密碼，它如何指揮蛋白質的合成呢？蛋白質也是一種單元分子的聚合物，但是它的單元分子與DNA完全不同，是一種胺基酸分子。人體蛋白質主要是由20種不同的

胺基酸（簡稱胺酸）排列組合而成（圖10-4）。最小的蛋白質可能是只含有個位數的胺酸，大的蛋白質則含數十萬個胺酸。不同的蛋白質所含的胺酸數目及排序皆不同，類似功能的蛋白質可能大部分的胺酸排序都一樣，只有小部分的差異。

DNA的鹼基排列暗示了胺酸的排序。DNA每三個鹼基的排序代表了某一個胺酸，例如TTG，GTT，GAC分別代表a1，a2，a3三種不同的胺酸。四個鹼基有 $4^3=64$ 種不同的排列，代表20個胺酸，綽綽有餘。事實上，有些胺酸的確有二種以上的密碼組，如圖10-5之所示。所以DNA上面鹼基的排序決定了某一蛋白質的胺酸排序，當鹼基發生突變，如受到紫外光的照射，分子結構發生變化時，就可能影響氫鍵的生成，造成複製時的錯誤，以及指揮會成有缺陷的蛋白質。

每一個細胞的雙螺旋DNA約共含三十億（ $3 \times 10^9$ ）個鹼基對，與老鼠相若。如果每一個蛋白質平均含有1000個胺酸，30億個鹼基對代表了十億（ $10^9$ ）個胺酸密碼，可以合成百萬個（ $10^6$ ）蛋白質。今天我們已經知道DNA上大部分密碼是無意義的，真正有意義的基因大約只有三萬個。「人類基因組計畫」的完成只是知道了DNA上鹼基的排序。基因的位置與那一個基因指揮那一個蛋白質等問題仍只有部分瞭解。

## 10.3 基因工程

「基因工程」顧名思義，就是針對「基因」的一種加工操作。當我們瞭解DNA在細胞內複製、修補轉譯密碼、指揮蛋白質的合成等工作尚需要數種RNA(ribonucleic acid，核糖核酸)、啟動子基因、終止子基因、以及各種剪、接酵素後，這些化學反應就可以在實驗室來進行了。

例如利用大腸菌來製造糖尿病患需要的荷爾蒙胰島素蛋白質。首先當然是已確知人類細胞核裡那一個染色體的那一段基因正是指揮胰島素的基因，將之剪下，插入大腸菌的DNA中，這裡的剪、接工作都是利用適當的酵素（ ）來做。細菌約每20分鐘就繁殖一代。過去自豬或牛的胰島腺提取，每1000磅才能提煉10克的胰島素，而今只需要2000升的發酵液就可獲得同量的化合物。

不僅很多藥物，諸如干擾素、生長激素、B肝疫苗等可以利用大腸菌、酵母菌等來生產，其他如在食品工業、農業改良、化學製品、乃至醫療、能源等各個領域都在利用這樣的技術生產改良。基因工程是生物工程的一部分，在二十一世紀裡必然扮演著更重要的角色。

## 10.4 基因食品

基因食品就是經過基因剪接修飾後所生產出來的作物，英文簡稱為GMF(Genetically Modified Food)。

1994年在美國市場上出售的一種蕃茄，是第一種上市的基因改造作物。通常蕃茄都在仍呈青綠色，尚未轉紅時即予採收運送，上架前再以乙烯(ethylene, H<sub>2</sub>C=CH<sub>2</sub>)氣體催熟。蕃茄一旦轉紅後，即變軟易爛。這種經過基因改造的蕃茄，可以在轉紅時才採收，由於延後軟化，成熟時間拉長，較不易潰爛，在商品架上的時間也可以延長。經由各種生化分析，它的營養價值與味道與未經基因改造的蕃茄完全一樣，甚至更加美味。

基因玉米，又稱星連玉米(Star Link Corn)，「星連」是它的商標。這種玉米也稱為Bt-玉米，「Bt」是一種蘇力桿菌的學名縮寫(*Bacillus thuringensis*)。蘇力菌會合成一種殺蟲蛋白，人工繁殖的蘇力菌噴灑在農作物上，可以抗蟲，以減少殺蟲劑的使用。如今找到了控制這個蛋白質的基因，將其剪接在玉米基因上，因此Bt玉米抗蟲害效果特別好。但是這種抗蟲害的蛋白質對某些人似乎會引起過敏反應，雖然這項過敏的爭議仍未定論，美國食品藥物管理局仍核定Bt-玉米只能當飼料用，不可供人食用。

經由基因轉殖的作物越來越多，其他如大豆、棉花、馬鈴薯、油菜花、黃金米等。黃金米是一種結合三種基因，在內胚乳部分富含β-胡蘿蔔素，外表成金黃色的米。β-胡蘿蔔素在人體內會轉化成二分子的維他命A，所以黃金米在碾米過程中也不會損失β-胡蘿蔔素，在營養價值上是一項傑出的成就。目前在落後地區，由於維他命A的缺乏，每年有50萬個眼盲的病例。

## 10.5 基因食品的爭議

過去植物經由花粉的傳播，嫁接等過程而交換基因，其實已經是一種基因改造的作物。只是自然的基因交換，難以預期結果，實驗無法精準，又需經過長時間的等待與演變，而且只有近似的物種間才可能作基因交換。而今天的基因科技，卻跨越了物種的限制，可以把細菌的某一個基因，動物的某一個基因，剪接到植物的基因上面，要它開出紅花或綠花來增加商業價值，指揮它合成某一種物質來抗蟲害或增加營養，或不要它合成某一種本來是它特色的物質，如去尼古丁的菸草，去咖啡因的咖啡豆。本來看似一件成功又令人興奮的科技，為什麼又聽到這麼多限制和撻伐的聲音呢？

### 一、Bt-玉米引起人體過敏

歐洲阿凡替(Aventis)公司商品又名星連(Star Link)玉米引入一種可以抗蟲害的蘇力桿菌(*Bacillus thuringensis*)的基因，此種所謂的Bt-玉米會合成一種抗蟲害

的蛋白質，因此可以減少殺蟲劑的使用。但是 2000 年底時有一報告指出，這種蛋白質在高溫下很穩定，在胃酸中也不易被分解，這些特性與其他會引起過敏的蛋白類似，所以它也可能會引起人體過敏反應。為了慎重起見，美國管理單位僅核准了 Bt-玉米作畜牧飼料，不得供人食用。但是不幸在處理過程中，有些與食用玉米混在一起，而且還在連鎖店做成食物販售了，因此引起軒然大波。持不同意見的人認為固然引起過敏的物質常是蛋白質，但通常濃度都很高，而 Bt-玉米的這種抗蟲蛋白濃度很低，應不致引起過敏。更何況過敏因個人體質而異，有人對牛奶、雞蛋、黃豆等蛋白都會過敏，難道都必須禁售嗎？

## 二、Bt-玉米花粉危害鳳蝶的存在

康乃爾大學的一位教授 1999 年在自然(*Nature*)雜誌上發表一報告，指出在實驗室裡他們將 Bt-玉米的花粉灑在鳳蝶幼蟲(Monarch Butterfly)採食的牛奶草(milkweed)上，發現幼蟲因此呈現病態，甚至死亡。牛奶草常生長在玉米田邊，是鳳蝶幼蟲唯一的食物來源。因此環保人士與反基因食品人士大加撻伐。

經由進一步的田間試驗，發現田間花粉濃度比實驗室低多了，再加上雨水的沖刷，實際上危害鳳蝶幼蟲的可能性極小。事實上 Bt-玉米田附近的昆蟲種類遠比一般玉米田還多。一年後，美國環保署已正式宣佈目前並無 Bt-玉米田危害鳳蝶幼蟲生存的證據。

## 三、其他質疑

雖然目前很多國家對基因作物都有標示的規範，但是除去包裝後，一般人無法認定，如何保證它不會被私下繁殖？基因作物的花粉很可能被風、蟲等自然力傳播，如何控制與其他一般作物之雜交？基因改造是一種不可逆的操作，一旦播種後，就已難以掌控其後果。誰說基因改造技術將可解決農業問題，是貧窮的救星？它只會打擊傳統產業，讓一般小農無法生存，只有大財團才有能力操控基因，提高農產品價格，中飽私囊。所以有人說基因改造是違反自然與天爭利。

推動基因改造作物最積極的美國孟山都(Monsanto)公司不得不承認，科技的腳步真的太快，超過了一般消費者的認知，引起一種不確定的恐慌。科學家應該要花更多的時間與耐心來與消費者溝通。