



## 使用生技改良飼料原料之安全問題

汪德中

台灣杜邦公司

電話：(02)27191999；傳真：(02)27190852

e-mail：[tc.wang@twn.dupont.com](mailto:tc.wang@twn.dupont.com)

A) 科學實證 – 使用生技改良原料或傳統原料禽畜所生產的肉、蛋、奶在品質上的比較

### 一、背景資料概述

當生技改良飼料原料在 1996-2000 年間逐漸受畜牧業者採用後，肉製品工業及相關團體即開始對這些產品(肉、蛋、奶) 的品質是否會因為使同用這些新原料而有異於傳統原料所生產的飼養的產品。為此，生物科技同業收集 1999-2000 年間所有相關資料，在此為我業界提出報告。

### 二、相關研究工作的回顧

大量針對肉牛、乳牛、肉雞、豬、羊及鯰魚所做的研究皆顯示，禽畜的肉質並不會因為食用基因改良飼料而與傳統原料所飼養的禽畜有所差異，其中研究人員比較了基因改良作物及傳統作物(ie 玉米、大豆、油菜籽及甜菜)，由於只有玉米與大豆與禽畜有主要及直接關係，本篇評論將僅限於這兩項農作物的研究結果提出報告。

#### (一) 玉米

##### 1. 家禽

Aulrich *et al.* 分別使用 Bt Corn (一種生技改良抗蟲玉米) 及一般玉米來飼養蛋雞，飼養五天後，發現其營養成份、體重、消化後的有機物質、蛋白質及代謝能並沒有差異。

Brake and Vlachos 對以 Bt Corn 及一般玉米為原料飼養的肉雞

進行了 38 天的觀測，其結果顯示，在死亡率、體重、攝食量方面並沒有差異，且前者的飼料效率甚至更為改善( $p < 0.5$ )。使用 Bt Corn 肉雞的胸肉較重( $p < 0.5$ )，效果改善的原因可能是 Bt Corn 造成飼料成份的細微變化所致。

在第三項研究中，Halle *et al.* 同樣使用 Bt Corn 及一般玉米來飼養肉雞，在 35 天之飼養試驗得知，這兩組肉雞在體重，攝食量，飼料效率及蛋白質消化率方面皆無明顯的差異。

Sidhu *et al.* 也發現，無論使用抗除草劑玉米或傳統玉米，對肉雞的增重，飼料效率，攝食量或腹腔脂肪重量皆無差異。

## 2. 乳牛

Faust and Miller 分別使用 Bt Corn 或一般玉米來餵食乳牛長達 14 天之久。測量結果也顯示，這兩組牛隻的食量、產乳量、乳汁成份及乳房健康情況等並無差別。

## 3. 肉牛和綿羊

放牧於收穫後 Bt Corn 及一般玉米田野的牛隻在分別兩年期間的觀察研究之後，也發現這兩組牛隻的肉質並無差異。

Daenicke *et al.* 曾比較過使用 Bt Corn 及一般玉米所製成青儲料綿羊及小公牛，發現食物中有機物質、脂肪、纖維、無氮的萃取物等的消化率在這兩組綿羊及小公牛之間並無差異，同時在攝食量、體重、營養吸收、屠體重、屠宰率及腹部脂肪量各方面也都沒有差別。

## 4. *In-Vitro*

Faust 以 *in vitro* 試驗來比較 Bt Corn 及一般玉米所製成青儲料在兩個不同成熟階段時的消化率，根據研究結果發現，在這兩個階段中，青儲料細胞壁、乾/濕時的消化率均沒有差異。

### (二) 黃豆粕

Hammond *et al.* 以抗除草劑大豆及傳統大豆來飼養肉牛、肉雞、鱈魚及乳牛。依結果顯示，肉雞無論在攝食量、體增重、飼料效率、胸肉的成份或腹腔脂肪厚度等方面都沒有差異。在鱈魚試驗中，使用這兩種不同大豆飼料中也發現，其魚體增重、飼料

效率、攝食量與魚肉的成份方面均無任何差異。在針對乳牛的研究中，這兩種大豆對牠們的攝食量、產乳量、乳汁成份、消化率及瘤胃發酵最終產物也都沒有造成任何的差異。

### 三、參考資料

#### KEY REFERENCES: Performance

- (1) Aulrich, K., I. Halle and G. Flachowsky. 1998. Inhaltsstoffe und Verdaulichkeit von Maiskornen der Sorte Cesar und Verarbeitung auf die Qualität landwirtschaftlicher Produktw. 465-468.
- (5) Brake, J. and D. Vlachos. 1998. Evaluation of event 176 "Bt" corn in broiler chickens. J. Poultry Sci. 77:648-653.
- (6) Daeniche, R., D. Gaden and K. Aulrich. 1999. Einsatz von Silomais herkömmlicher Sorten und der gentechnisch veränderten Bt Hybriden in der Rinderfütterung-Mastrinder-12. Maiskolloquium. 40-42.
- (9) Faust, M. and L. Miller. 1997. Study finds no Bt in milk. IC-478. Fall Special Livestock Edition. pp6-7. Iowa State University Extension. Ames. Iowa.
- (11) Folmer, J.D., G.E. Erickson, C. T. Miltion, T. J. Klopfenstein and J. F. Beck. 2000. Utilization of Bt corn residue and corn silage for growing beef steers. Abstract 271 presented at the Midwestern Section ASAS and Midwest Branch ADSA 2000 Meeting. Des Moines, IA.
- (12) Folmer, J. D., R. J. Grant. C. T. Miltion and J. F. Beck. 2000. Effect of Bt corn silage of short-term lactational performance and ruminal fermentation in dairy cows. J. Dairy Sci.83(5):1182 Abstract 272.
- (14) Halle. I., K. Aulrich and G. Flachowsky. 1998. Einsatz von Maiskornen der Sorte Cesar und des gentechnisch veränderten Bt-Hybriden in der Broiler mast. Proc. 5. Tagung, Schweine-und Geflügelernahrung, 01,-03.12.1998, Wittenberg p265-267.
- (16) Hammond, B., J. Vicini, G. Hartnell, M.W. Naylor, C.D. Knight, E. Robinson, R.L. Fuchs, and S. R. Padgett. 1996. The feeding value of

soybeans fed to rats. Chickens. Catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. J. Nutr. 126:717-727.

(28) Padgett. S., N. Taylor, and D. Nider. 1996. The composition of glyphosate-tolerant soybean seed is equivalent to that of conventional soybeans. J. Nutr. 126:702-716.

(31) Russell, J. and T. Peterson. 1999. Bt corn and non-Bt corn crop residues equal in grazing value. Extension News, June 30, 1999. Iowa State University Extension, Ames.

(32) Russell, J. R., M. J. Hersom, A. Pugh. K. Barrett and D. Farnham. 2000. Effects of Grazing crop residues from Bt-corn hybrids on the performance of gestating beef cows. Abstract 244 presented at the Midwestern Section ASAS and Midwest Branch ADSA 2000 Meeting. Des Moines, IA.

(33) Sidhu. R. S., B. G. Hammond, R. L. Fuchs, J. N. Mutz, L.R. Holden, B. George and T. Olson. 2000. Glyphosate-Tolerant Corn: The Composition and Feeding Value of Grain from Glyphosate-Tolerant Corn is Equivalent to That of Conventional Corn(Zea Mays L.). J. Agric. Food Chem.48:12305-2312.

## B) 科學實證 - 食用生技改良飼料的禽畜，其肉、乳汁、蛋的成份與品質

### 一、背景資料的概述

外界質疑飼料工業使用生技改良飼料飼養禽畜，會對肉質、乳汁及蛋(MME)的成份與品質造成影響。目前，已有三項針對家禽肉類品質的研究發表並進行指標性的測量。肉製品工業及生技工業認為使用生技改良飼料來飼養家禽並不會影響其肉質、乳汁及蛋的品質，但是仍然需要更多的實驗證據來回應對品質下降等相關問題所有可能的質疑。即使對方並未引發相關的議題，但是，以我們對市場的承諾，我們仍應就相關方面做更多的了解與準備。

## 二、相關研究工作的回顧

飼料中的部分營養會轉化為乳汁、肉及蛋。無論是傳統的作物或是基因改良作物，如果成份改變的話，肉製品的品質也有可能受到影響。唯至目前有限的相關研究資料看來，使用這兩種飼料並不會改變牛奶或是魚肉的成份。

乳牛在喂飼 Bt Corn 青料達十四天之後，其產乳量及牛肉的品質與喂飼傳統玉米青料的牛隻一樣。

乳牛使用的抗除草劑的大豆粕，牛乳之品質無異於一般牛乳。所謂的品質指標則包括乳脂肪，蛋白質，乳糖及身上的體細胞數。

在另外一項研究中，鱈魚也同樣食用了抗除草劑的大豆粕。結果同樣顯示，魚肉的水份，蛋白質，脂肪及灰份含量均無異於一般豆粕所飼喂之產品。

## 三、參考資料

### KEY REFERENCES: Composition & Quality

- (1) Dickinson, J. O. and King, R. R. 1978. The transfer of pyrrolizidine alkaloids from *Senecio jacobaea* into the milk of lactating cows and goats. In: "Effects of poisonous plants on livestock" Keeler, VanKampen and James Eds. Pp. 201-209. New York Academic Press.
- (9) Faust, M. and L. Miller. 1997. Study finds no Bt in milk. IC-478. Fall Special Livestock Edition. pp6-7. Iowa State University Extension. Ames. Iowa.
- (16) Hammond, B., J. Vicini, and G. Hartnell. 1996. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *J. Nutr.*126: 717-727.

### C) 科學實證 - 偵測肉、乳及蛋中的 DNA 及蛋白質

#### 一、背景資料的概述

由於現代的生技分析技術相當的進步，因此肉製品工業及其相關

工業皆要求驗測生技改良作物中特殊的 DNA 及蛋白質是否會經過飼料而殘留在畜禽的肉、乳汁及蛋(MME)中。

## 二、相關研究工作的回顧

在回顧與相關的研究後，我們可以提出下列一系列的問題。雖然 DNA 及 rDNA 理論上並沒有什麼不同，但為了周詳起見，我們還是假設它們之間是不一樣的，並進行個別的研究分析。以下的問題為：

- a) 生技改良作物的蛋白質是否可以在乳汁、肉或蛋中偵測到呢？
- b) DNA 及 rDNA 是否可以在乳汁、肉或蛋中偵測到呢？
- c) DNA 及 rDNA 進入家禽的體內後對動物而言是否安全呢？它們是否會進入體內的代謝路徑？是那一些代謝路徑？我們對動物或是植物 DNA/rDNA 在體內的安全性了解多少？

### 生技改良作物的蛋白質有在 MME 中偵測到嗎？

由 Novartis 所主持的四項研究中，在家禽體內並未偵測到生技改良的蛋白質。研究人員是利用 ELISA 的方式來偵測改良後的 Bt 176 蛋白質，樣本則是取自於家禽的肉、肝臟、蛋白、蛋黃和中腸組織以及牛類的牛奶、肌肉和脾臟。根據這四項研究結果顯示，這類生技改良的蛋白質皆未被測得，其中，只有針對牛奶部份所做的研究已被發表。

蛋白質會在哺乳動物的消化系統內水解成小片段，因此相當適合於這項研究的材料，完整的蛋白質原本就不會從腸道壁上被吸收，它們若非被排出體外，就是以小分子的 PEPTIDE 及胺基酸被吸收。外來的蛋白質在被基因轉殖到植物體內前，研究人員必定會事先以體外實驗的方法來了解該蛋白質在消化後的穩定性，以避免該蛋白質在植物體內發生抗原反應。

就消化能力而言，可將食用性蛋白質分為兩部分，即可消化蛋白質及不可消化蛋白質。可消化蛋白質幾乎可以溶解在水中或酸中，而不可消化蛋白質一般而言是不會溶解的，因為它們本身會與糖分子或是纖維形成鍵結。在胃裡，鹽酸及胃液素會把溶解的蛋白質變形。之後，由胰臟所分泌的蛋白酶會在小腸中把蛋白質鏈切成許多的小片

段，從數百個至數千個胺基酸不等，形成獨立的胺基酸或是 Peptides (即是二至六個胺基酸連接在一起)。部分的 Peptides 會直接由腸道壁上的細胞所吸收，但一般而言，大部分的蛋白質必須分解為胺基酸後才能被動物體吸收，並進入血液中。

動物會使用血液中所吸收到的蛋白質來製造體內所需的蛋白質。其他多餘的胺基酸則會降解成含碳及氮的廢物，降解過程中也能產生能量為動物所用。氮會被肝臟轉換為尿素(家禽為尿酸)後排出體外。雖然大部分不可消化蛋白質在經過消化道時不被吸收，但它卻能做為大腸細菌發酵作用的原料來源。消化時所分泌的酵素及酸，能夠分解食物中的蛋白質以避免其進入體內干擾動物本身的代謝作用。

#### 在 MME 中有偵測到 DNA 及 rDNA 嗎？

無論是世界衛生組織或是美國食品藥物管理局皆已證實，吃進體內的 DNA 並不會對身體造成任何危害，這當然包括基因改良飼料中的 DNA。他們的依據是，哺乳動物常從植物、動物、細菌、寄生蟲及病毒中攝入大量的 DNA。

在實驗室的兩項研究中發現，動物白血球內有植物的 DNA 片段，但在牛奶中則沒有，同時 rDNA 在動物組織中並沒有被偵測到。雖然如果將實驗的敏感度再提高的話，理論上應該可以在動物的組織或是體液中偵測到 rDNA 的片段，但科學的證據都一致顯現吃進體內的 DNA 在任何情況下都不會與動物體內的細胞相結合，因此對健康應毫無影響，這在 rDNA 和 DNA 的情況是一樣的。

#### DNA 及 rDNA 進入動物體之後的安全性為何？它們的代謝路徑為何？

DNA 對所有生物而言都是極重要的。因此，它會出現在所有的食物中。所有的生物皆必須藉由 DNA(去氧核糖核酸)來傳達指令。進行體內的正常功能，攸關個體的存活，同時也會把這些遺傳訊息傳給下一代。生技改良的農作物只比傳統種植的農作物多出 0.001% 的 DNA。當然，這些經過生技改良的 DNA 和一般的 DNA 基本化學成份一樣，皆含有胞嘧啶、胸腺嘧啶、鳥嘌呤及腺嘌呤這四種核苷酸。

由於生技改良的 DNA 並未添加任何的化學分子，所以正常的消化系統應該有能力消化它。更確切的說，假設在不正常的情況下，牛隻所吃的生技改良 DNA 變得不穩定時，表示吃玉米飼料的牛隻，其消化系統每天有可能暴露在 6.8  $\mu\text{g}$  的 DNA 之下，在‘自然’的飲食中，牠一天吃下的食物中卻含有 680 mg 的 DNA。無論核苷酸所形成的 DNA 序列是什麼，它所轉錄生成的新生蛋白質並不會對消化過程造成任何的影響。事實上，DNA 序列必須要在植物體細胞內被活化後，才會生成蛋白質。換句話說，單純只是 DNA 的片段對動物來說並不會造成任何的影響。至於生技改良的 DNA 序列以及生成蛋白質的安全性問題，則會在以下分析。

食物的正常消化過程已被研究得相當清楚，此處不再贅述，但我們會摘要性地略述 DNA 及核苷酸的消化過程。動物的腸胃道時常暴露在源自食物中的 DNA(包括腸道細菌的 DNA)中。這些 DNA 是在食物被消化後才釋放出來的。吃進體內的食物會完全被分解，而釋放出來的 DNA 則會被酵素所切割(核苷酸分解酶，尤其是唾液或胰液所分泌的核苷酸酶 I)，並在經過胃酸的水解後，成為 DNA 小片段，之後才轉化成單核苷酸分子。各種的磷酸水解酶和去胺基酸酶會把游離的 DNA 完全破壞。而在植物飼料中的 DNA 會在前三分之一的腸道處降解一半。到迴腸終端時，食物中 80% 的 DNA 已消失無蹤。食物中的 DNA 在進入腸道四小時之後，就會被分解為單核苷酸分子了，這些核苷酸在食物中的比例甚高，超出食用者及其腸道內細菌的營養需求量，而部份被吸收的 DNA 分子會用來做為細胞合成所需的材料，因此我們才會在血液及組織中偵測到它的存在。但是，就完整的 DNA 分子而言，它們並不屬於動物身體所需的營養。核苷酸在被身體吸收之前會先去胺，然後才被分解為鹼基、自由基和代謝分子，其中包括糖分子和磷酸鹽。這些基本物質可以做為細胞合成的材料。有趣的是，由於腸道壁上的上皮層細胞必須時常更新，因此會利用特殊的路徑來使用這些游離的核苷酸，而且明顯地特別需要它們。其他沒有被吸收的微小多核苷酸分子將會被巨細胞噬食，並由細胞酵素或是核苷酸分解酶所分解。

轉殖到油菜籽 PAT 基因的 DNA 會在一小時內(溫度 37°C，酸鹼值為 1.5)在豬、雞和牛的消化液中完全分解為核苷酸。這個分解速率和

其他被研究過的 DNA 相同，生技改良 DNA 的穩定性就是用這種方法來證明的。

除此之外，青儲料(儲存到冬天以供牛羊食用)內所含的生技改良 DNA 的穩定性也經過類似的研究。在儲存的過程中，只有前五夭能夠偵測到完整的轉殖 DNA，即使採用高敏感度的 PCR 分析法也只偵測到小片段的 DNA(約 200 個鹼基對)，因為青儲料在儲存的過程中會先剝成小段，造成組織破裂、細胞質流出(包括 DNA)、並暴露在核苷酸分解酶和微酸的環境下(自然發酵過程)。因此，動物因為食用青儲料而暴露在生技改良 DNA 的程度遠比一般新鮮飼料少，對消化系統的正常分解作用所造成的影響更是微乎其微。

來自生技改良飼料中外來 DNA 所引發的安全顧慮都一直被持續關注著，當 DNA 重組的新技術在 1970 年代中期被研發出來後，這個問題就已經開始被提出了。Maturin 及 Curtiss 在進行 DNA 重組的實驗中，研究無功能細菌的 DNA 如何被分解。他們研究大腸桿菌 DNA 及環狀 DNA 在腸道內的狀態與分解速度。細菌 DNA 在小腸內的分解相當快速(開始時為 24 分鐘)，主要歸功於胰臟的核苷酸分解酶、胃酸或是膽囊所分泌的膽汁；而環狀 DNA 的分解速度更是快速，這也許是因為它的分子相當小又不穩定的緣故。

Doerfler 研究室所發表的一系列文獻提出了消化後 DNA 的後續問題。在之前的研究工作中，Doerfler 團隊利用噬菌體(M13，大小約 7.2 kb)的 DNA 來餵食小老鼠，並偵測到 DNA 的小片段。這些 DNA 片段出現在糞便中的大小約為 200~400 個鹼基對(可達 1.7 KB)，在血液中可達 0.5 KB，這些 DNA 片段只在餵食後的 2-7 個小時內出現過，在所有身體組織及糞便中所發現的 DNA 片段，只占了餵食 M13 的 2-4%，而其中只有 0.01% 在血液中。其他的 DNA 有可能已被完全且快速地分解為更小的片段，無從偵測。再者，從體外實驗的血液研究中可發現處於潛伏期的完整 M13DNA 會在 6 小時內被完全去除。這項具有開創性的研究工作所做出的結論符合預期的假說-DNA 只是一種營養物質，正如作者提到「DNA 會隨機混合，基因片段、動物、植物或是微生物的完整基因千百年來不曉得已被多少的生物排出體外，也沒有因為這樣而對生物本身或是演化造成任何令人意外的影響。在這廿年來，許多的實驗皆想要了解，重組 DNA 是否會造成生物上的影

響，而結果也證實我們無須對線性 DNA 片段感到困惑」，之前所提到的相關研究也都證明 DNA 會迅速而完全地在腸道內分解。

在 Doerfler 研究室所發表的其他文獻中也使用了 M13DNA 做為後續的研究。他們不但在血液中找到了 M13 的 DNA (這一次高達 1kb)，而且在小腸壁的上皮層細胞、周邊的白血球、脾臟和肝臟內也找到了 M13 的 DNA，而且時間是在進食後的 24 小時內。甚至，在重新析離脾臟 DNA 的實驗中也發現，在一千萬個細胞株中發現了一個 M13 的 1.3 kb DNA 片段。更嚴重的是，這個 DNA 片段竟然與一個有 80 個核苷酸的片段形成共價鍵，而這一個片段和 IgE 接受體基因有 70% 的同源性。其他有可能出現的 M13DNA 片段也與細菌性的 DNA 及重組後的  $\lambda$ DNA 連接在一起(作者認為這是來自腸道的正常細菌)。這些發現引發了相當的關注，並且認為那有可能是在析離複製 DNA 時的污染(當 Maniatis 在成立基因文庫時即曾被警告過)。但是，這些關注和問題的本身並不相干。我們想要知道的是，為什麼在同一株內會發現到「改變過」的 IgE 序列。

至於 DNA 是否會轉移到腸道的細菌體內呢？這種情況會使外來 DNA 永久的留存在哺乳動物的體內。環狀 DNA 透過正常的生物過程，進入腸道細菌 DNA 內的可能性是微乎其微，因為在實驗室中所使用的環狀重組 DNA 並不會與其他生物的 DNA 結合。再者，在沒有適當的條件下，外來 DNA 會轉移(游離的 DNA 進入細菌內)到細菌 DNA 內的機率也很低。而且，除了轉移時的重重困難之外，最關鍵的因素還是缺乏穩定性的老問題。環狀 DNA 在腸道內轉移到細菌體的可能性低於百萬份之一。很明顯的，這些條件都說明了環狀 DNA 在進入動物體內，比較有可能會維持游離的狀態，而不會轉移到細菌的 DNA 內。另一方面，就算環狀 DNA 要結合到宿主的基因中，也必須要有一樣的片段，並且要與宿主的 DNA 同源才有可能。

最近的研究則顯示，吃進體內的外來 DNA 會與染色體接合，並且透過胎盤進入胎兒的體內。這項結果也使得作者提出，外來 DNA 有可能是一種突變原的說法！這項最新的研究所使用的 M13 環狀 DNA 含有綠螢光蛋白(pEGFP-C1)，並因此而證實 DNA 片段(最大可達 0.82 kb)會留存在腸道上，甚至進入腸道壁內。他們所做的進一步研究，利用定點雜交的方式，發現細胞核內有這種 DNA 片段，甚至

同時出現在親代及子代的染色絲內。他們甚至報導說，在胚胎內的 M13DNA 片段會存留 3 個月，而另外一項不同主題的研究則指出，DNA 無法穿透胎盤。而且在沒有添加脂多胺(合成添加物)時，是不會被胎兒所吸收的。

沒有證據可以證明，腸道內的細菌或是我們吃的食物會把完整的 DNA 轉移到人體內，其實不管食物的來源為何，在消化過後所剩餘的 DNA 是各種很小的 DNA 片段，因此，生技改良的 DNA 並不是問題所在，問題的關鍵在於這些 DNA 是否會結合到宿主的細胞內並且具有功能。事實上，胃酸的水解作用應該會降低大部份腺苷酸與鳥苷酸的純度，而這一些不成形的 DNA 序列就已經不再是問題了。

Doerfler、Klotz 及 Einspanier 的研究工作已被謹慎的評估過，並且因為實驗方法和使用裸露 DNA 而備受質疑。特別是利用過量的 DNA 來餵食小老鼠的方式令人質疑他的正當性。並且在方法上可能出現的誤差包括：只有很少量的 M13DNA 被觀察到，有趣的是，即使在實驗中使用了高劑量的外來 DNA(M13)，對食用者本身並不會造成任何危害，而且這些片段是否在自然的消化過程中本來就應該會出現？根據 Klotz 及 Einspanier 的研究顯示，在食用了生技改良飼料及非生技改良飼料後，可在白血球中偵測到葉綠體的 DNA 片段(即葉綠體的酵素，而非生技改良的 DNA)因此我們當然可以合理的懷疑這些 DNA 片段是因為噬食細胞(白血球的一種)的吞噬所致。

最後一個會被提出來的問題是：如果天然或是源自生技改良的 DNA 可結合到細胞裡，這將會造成什麼不良的後果呢？首先，這些經過生技改良的 DNA，必須以一個完整的片段嵌入宿主的細胞內，而且宿主細胞能夠有一套機制來表現它，進而生成蛋白質，但這樣的情形從未被發現過，並且我們必須考慮到，我們在平時吃進大量的植物及肉類，其中也含有許多的 DNA，沒有證據可以證明這些 DNA 分子會嵌入哺乳動物的細胞內，而且這些天然的產物也不曾對人體造成任何的損害。為了更加徹底的解決這個議題，人類基因圖譜工程可說是一大佳音，這項工程已經定出了人類的所有基因序列，所以如果這些植物的 DNA 倘若已嵌入人體的 DNA 裡，那麼我們應該可以在人類的 DNA 序列中找到植物的基因。

### 三、參考資料

#### KEY REFERENCE: Composition & Quality

- (2) Beever, D.E. and C.F. Kemp. 2000. Safety issues associated with the DNA in animal feed derived from genetically modified crops. A review of scientific and regulatory procedures. Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding. 70:175-182.
- (3) Behr, J., Demeneix. B., Loeffler. J. and Perez-Mutul, J. Efficient gene transfer into mammalian primary endocrine cells with lipopolyamine-coated DNA. Proc. Natl. Acad. Sci(USA)86:6982-6986, 1989.
- (4) Beringer, J.E. 2000. Releasing genetically modified organisms: will any harm outweigh any advantage? Journal of Applied Ecology 37:207-214.
- (8) Doerfler. W., R. Schubbert, H. Heller, C. Kammer., K. Hilger-Eversheim, M. Knoblauch, and R. Remus. 1997. Integration of foreign DNA in its consequences in mammalian systems. Tibtech 15:297-301.
- (9) Faust, M. and L. Miller. 1997. Study finds no Bt in milk. IC-478. Fall Special Livestock Edition. pp6-7. Iowa State University Extension, Ames, Iowa.
- (13) Genetically Modified Pest-Protected Plants: Science and Regulation. National Academy Press, Washington DC., 2000, Appendix B.
- (15) Hamer, D.H. 1977. Interbacterial Transfer of Escherichia coli-Drosophila melanogaster Recombinant Plasmids. Science 196:220-221.
- (17) He, Y., I.R. Sanderson, and W.A. Walker, W.A. 1994. Uptake, Transport and Metabolism of Exogenous Nucleosides in Intestinal Epithelial Cell Cultures. J. Nutr.124: 1942-1949.
- (18) Hupfer, C., J. Mayer, H. Hotzel, K. Sachse, and K. Engel.1999. The effect of ensiling on PCR-based detection of genetically modified Bt

maize. *Eur Food Res Technol* 209:301-304.

(20) Klinedinst, D. and N. Drinkwater. 1992. Mutagenesis by Apurinic sites in Normal and Ataxia Telangiectasia Human Lymphoblastoid Cells. *Molecular Carcinogenesis* 6:32-42.

(21) Klotz, A. and R. Einspanier. 1998. Nachweis von "Novel-Feed" im Tier?

(22) Klotz, A. and R. Einspanier. 2000. Detection of chloroplast-and Bt-maize-DNA in farm animals fed transgenic plants: Methods and first results. AOAC International, GDCh, DVG Joint Conference on Genetically Modified Organisms in the Food Chain. Munich, Germany, 17-18 May 2000.

(23) Levin, B. R. and F. M. Stewart. 1997. Probability of Establishing-Chimeric Plasmids in Natural Populations of Bacteria. *Science* 196:218-220.

(24) Maniatis, T., Fritsch, E., and J. Sambrook. 1982. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York.

(25) Maturin Sr., L. and Curtiss. 1997. Degradation of DNA by Nucleases in Intestinal Tract of Rats. *Science* 196: 216-218.

(26) McAllan, A.B. 1980. The degradation of nucleic acids in and the removal of breakdown products from the small intestines of steers. *Br. J. Nutr.* 44:99-112.

(27) McAllan, A.B. 1982. The fate of nucleic acids in ruminants. *Prac. Nutr. Soc.*41:309-317.

(29) Rasche, E. 1998. Rapeseed with Tolerance to the Non Selective Herbicide Glufosinate Ammonium. *Plant Oils Fuels, Proc. Symposium*, 211-221.

(30) The Royal Society. Genetically modified plants for food use. 1998.(Reference-web page)

(34) Schubbert, R., C. Lettmann, and W. Doerfler. 1994. Ingested foreign(phage M13)DNA survives transiently in the gastrointestinal tract

- and enters the bloodstream of mice. *Mol. Gen. Genet.* 242:495-504, 1994.
- (35) Schubbert, R., D. Renz, D. Schmitz, and W. Doerfler. 1998. On the fate of orally ingested foreign DNA in mice: chromosomal association and placental transmission to the fetus. *Mol Gen Genet* 259:569-576.
- (36) Schubbert, R., D. Renz, B. Schmitz, and W. Doerfler. 1997. Foreign(M13)DNA ingested by mice researches peripheral leukocytes, spleen, and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci(USA)*:961-966.
- (37) Sonoda, T. and M. Tatibana. 1978. Metabolic fate of pyrimidines and purines in dietary nucleic acids ingested by mice. *Biochemica et. Biophysica Acta* 521:55-66.
- (38) Tsukamoto, M., T. Ochiya, S. Yoshida, T. Sugimura, and M. Terada. 1995. M. Gene transfer and expression in progeny after intravenous DNA injection into pregnant mice. *Nature Genetics* 9:243-248, 1995.
- (39)U.S. Food and Drug Administration. Statement of Policy: Foods Derived from New Plant Varieties: Notice, Federal Register. 57:104. 22984-23005
- (40) Watson J.C. and W.F. Thompson .1998. Purification and restriction endonuclease analysis of plant nuclear DNA. *Methods for Plant Molecular Biology*. Eds: Weissbach, A. and Weissbach, H., Academic Press. San Diego.
- (41) World Health Organization. 1991. Strategies for Assesing the Safety of Foods Processed Biotechnology. Report of a joint FAO/WHO Consultation. World Health Organization, Geneva.
- (42) Yu, V. Y. H. 1998. The role of dietary nucleotides in neonatal and infant nutrition. *Singapore Med. J.* 39:143-150.