

# 食品安全與生物恐怖主義 (*Food Safety and Bioterrorism*) 專題演講

演講者 黃耀文博士  
整理者 黃翠萍

美國於 2001 年 9 月 11 日發生世貿大樓恐怖攻擊事件後，緊接著在美國境內陸續傳出藉由信件傳送而感染炭疽病 (Anthrax) 的案例，其中並有數人死亡，這些生物恐怖事件不但嚴重衝擊美國社會，世界各國也為之震驚，同時改變了美國及世界各國在生活方式、作事方法，以及對於食品安全相關事務的思考模式。食品中毒案之檢驗分析為本局重要業務之一，其與生物恐怖事件關係密切，故於九十一年十二月間趁美國喬治亞大學食品科技學系 (Department of Food Science & Technology, The University of Georgia) 教授黃耀文博士回國期間，特地邀請其撥冗蒞臨本局進行「食品安全與生物恐怖主義 (Food Safety and Bioterrorism)」專題演講及討論。講演內容包括：生物恐怖主義 (Bioterrorism, BT) 釋義；生物戰劑的種類；美國 2002 年因應生物戰之相關法規；實驗室安全及結論等。茲整理如下：

所謂生物恐怖主義 (Bioterrorism, BT) 乃著重於恐嚇及威脅，其以生物戰劑 (BT agent) 為手段，利用細菌、病毒、寄生蟲、或其生產物質為武器，目的為使人致病或散播恐怖意識。生物恐怖主義有許多種形式，可能為大規模或零星事件，案例一：Capital Hill 的參議會官員開封的信件中含有不明粉末物質，懷疑為炭疽桿菌 (*Bacillus anthracis*) 孢子。案例二：南喬治亞州一位 52 歲老婦人求診主訴視力模糊 (blurred vision)、右手臂無力 (weakness)、口齒不清 (slurred speech)，醫師懷疑肉毒桿菌毒素中毒症 (Botulism)，向當地衛生單位及疾病管制局申請抗毒素，之後幾天內發現來自四個州共 43 個病例有類似的症狀。案例三：在 1984 年發生於 Dalles, Oregon 在 Rajneeshi 禮拜 (cult) 為選舉而演練時被故意污染沙門氏桿菌 (*Salmonella*) 於 10 個當地的沙拉吧事件，症狀為下痢，多數人沒有求醫，有 750 個病例，無人死亡。例如四：發生於

Bleckley County 有 1 個被診斷為志賀氏桿菌下痢的病例；或發生於 Eastman 有 1 個被診斷為志賀氏桿菌下痢的病例；或來自 Cochran 的 7 個人向當地藥房買 Imodium；或附近的托育中心 3 個小孩生病有下痢症狀。

如何辨識生物恐怖主義？流行疾病( epidemic disease )或犯罪罪證( crime )的分際可以利用以下方法區別：一、疾病構成犯罪事實的要件，如疾病與過去資訊比對發現病例超出預期件數時，但特殊感染症候群即使僅單一個案( case )也可以視為一個生物恐怖攻擊的跡象；二、疾病發生之時間及地點集中；三、此疾病需要快速調查及控制，然而生物恐怖主義就字面上即屬一項罪證。根據 2001 年 11 月 2 日由 19,083 份調查回應資料顯示人們對於恐怖攻擊事件最擔心的問題依次為食品供應( 59 % )、發電廠( 28 % )、機場( 7 % )、摩天大樓( 3 % )及網際網路( 3 % )。因此更突顯食品安全在生物恐怖主義瀰漫時的重要性。

由於生物戰劑成本低廉，較之傳統武器、核子武器或化學武器成本低千百倍，因此有「窮人的原子彈」之稱，美國疾病控制與防治中心( Centers for Disease Control and Prevention, US-CDC )將生物戰劑分為 A、B、C 三類如表一，其中 A 類因容易藉由人跟人散播或媒介，會造成高死亡率，並可能衝擊大眾健康，或引起民眾恐慌及社會不安，對於確保大眾健康需特殊防範措施，此類生物戰劑涉及國家安全，列為第一優先，如炭疽病、肉毒桿菌毒素中毒症、鼠疫( Plague )、天花( Smallpox )、野兔病( Tularemia )及出血性病毒( Viral hemorrhagic )等。而 B 類散播容易程度普通，一般的罹病率，低死亡率，但需要特別加強疾病控制與防治中心的診斷能力及疾病監控，此類生物戰劑列為第二優先，如布魯氏症( Brucellosis )、產氣莢膜桿菌毒素( *Clostridium perfringens* toxin )、鼻疽病( Glanders )、Q 熱症( Q fever )、蓖麻毒素( Ricin toxin )及金黃色葡萄球菌腸毒素 B( Staphylococcal enterotoxin B )等。至於 C 類生物戰劑因其方便取得，容易生產、製造及散播，潛藏高罹病率、死亡率及民眾健康衝擊，此類生物戰劑列為第三優先，如漢他病毒( Hantavirus )、耐多重藥物結核症( Multidrug-resistant tuberculosis )、立百病毒( Nipah virus )、扁蝨引起病毒性腦炎( Tick borne encephalitis viruses )、扁蝨引起病毒性出血熱( Tick borne hemorrhagic fever viruses )及黃熱症( Yellow fever )等。

茲將上述重要生物戰劑個別簡介如下：炭疽病致病因子為炭疽桿菌是一種革蘭氏陽性產孢桿菌，在惡劣環境下會形成內孢子，可以在土壤、動物毛皮中存活數年，可經由皮膚、消化道或呼吸道感染使人類或草食性動物致病，人類為病原之最終宿主，潛伏期一般是在 2 天以內，依傳染途徑不同，病症分為皮膚炭疽、呼吸道炭疽(吸入性)、消化道炭疽(食入性)三類，其中皮膚炭疽最常見。通報病

例之定義為急性症狀，包括皮膚丘疹、焦痂、呼吸困難、缺氧、發燒，有些出現腹部急症、咽喉紅腫，治療方式可以 penicillin、erythromycin、tetracycline 或 chloramphenicol 等抗生素。肉毒桿菌(*Clostridium botulinum*) 為絕對厭氧革蘭氏陽性產孢桿菌，所產生之毒素不耐熱，依血清學分為 A、B、C、D、E、F、G 等七型，屬於麻痺性神經毒，其中與人類疾病有關者為 A、B、E、F 型，會引起肉毒桿菌毒素中毒症，其中 A 型毒素為目前已知毒性最強之生物毒，人類致死劑量為 1 ng/kg。潛伏期 12 至 36 小時，症狀包括噁心、嘔吐、複視、視覺模糊、眼瞼下垂、發音模糊、吞嚥困難、口乾、肌肉無力、呼吸肌肉麻痺導致窒息死亡。治療方式首先以靜脈注射抗毒血清，加上長期支持療法。鼠疫臨終病患因嚴重呼吸困難和缺氧，導致全身皮膚高度青紫，所以又稱「黑死病」，致病因子為鼠疫桿菌(*Yersinia pestis*)，屬兼性嫌氣革蘭氏陰性桿菌，宿主為嚙齒動物，可藉由節肢動物媒介或飛沫感染，一般臨床通報定義為：「曾到過疫區，出現發燒、寒顫、不適、虛脫，並有白血球增加，且伴隨一種或以上之下列臨床症狀：一、局部淋巴腺炎(腺鼠疫)；二、無明顯淋巴腺腫之敗血病(敗血型鼠疫)；三、肺鼠疫：腺鼠疫或敗血型鼠疫經血液感染(繼發性)或吸入飛沫感染(原發性)；四、咽喉炎或頸部淋巴腺炎：由於暴露於較大感染性飛沫或食入感染的動物組織(咽喉鼠疫)」。感染早期進行抗菌治療如 streptomycin 和 tetracycline 或 streptomycin 加 chloramphenicol 預後良好，若病程晚期治療則任何藥物均無效。天花是由天花病毒所引起，於 *Orthopoxvirus* 有 *variola* (smallpox)、*vaccinia*、*monkeypox*、*cowpox* 等四種病毒可以在人類造成不同程度的感染。潛伏期平均約 12 天，發病時 2~3 天會發疹，接著有高燒、疲勞、頭痛及背痛的症狀出現。最早出現在口腔與咽喉潰瘍，唾液中有大量的病毒，而在臉、手臂及腿出現濃密的疹子呈圓形緊繃並深深包埋於皮膚中，進而轉成膿泡，出疹第 2 週病變開始變乾，約 3 至 4 週結痂處剝離脫落留下深陷性疤痕。對於天花病患僅能給予症狀療法，並以抗生素治療續發性感染。天花病毒之所以被認為極具潛力的生物戰劑主要有列因素：一、天花病毒之遺傳序列已解開，容易透過基因工程改變性狀及毒性使疫苗保護效果大減；二、天花病毒傳染力高，人與人近距離接觸時即可透過吸入具感染性的空氣飛沫散播；三、天花病毒在環境中相當穩定，感染所需劑量又少，一旦其懸浮微粒釋放後散播範圍可以很廣；四、世界衛生組織 1980 年正式宣布全世界天花根除，因此目前大部分人口都可能因未曾接受預防注射而感染。美國疾病控制與防治中心將天花列為最有可能被使用的生物戰劑之一，目前已實施疫苗接種措施。

食品中毒案件也可能是有心人士利用病原菌作為生物戰劑而刻意製造，因此我國行政院衛生署食品衛生處亦請各縣市衛生局及食品衛生工作同仁，加強轄內

食品工廠、餐飲場所之稽查管理，及發生食品中毒案件時之流行病學調查，並提高警覺，加強防治。一旦發現有人為之故意，甚至可能是傳染病菌之污染時，除應儘速對媒介之飲食物品做必要之處置外，並應儘速通報疾病管制局及當地檢警調單位，俾使其施行適當處置，以維護民眾之安全。美國在 1990 及 1975 至 1995 年列為重要的食品病原菌 ( food borne pathogens ) 如表二，其中葡萄球菌食品中毒 ( Staphylococcal food poisoning )、曲狀桿菌 ( *Campylobacter jejuni* )、腸炎沙門氏桿菌 ( *Salmonella enteritidis* )、產 Shiga 毒素之大腸桿菌 ( Shiga toxin-producing *E. coli* 0157:H7, 0111:NM, 0104:H21 )、李斯特菌 ( *Listeria monocytogenes* )、肉毒桿菌 ( *Clostridium botulinum* )、耶辛尼氏桿菌 ( *Yersinia enterocolitica* ) 亦名列我國食品衛生管理法之食品病原菌監控範圍。表三有關重要生物戰劑與食品中毒的相關性，可作為預備防範措施參考，如炭疽症及鼠疫極少發生於食品中毒案，可能為生物恐怖主義之活動造成。而表四則明列 1900 年至 1999 年生物戰劑被利用的情形，多數 ( 約佔 3/4 案件 ) 僅屬威脅或惡作劇，真正取得並使用者有 21 件 ( 佔 12 % )。至於散播生物戰劑的技術，包括噴霧氣化 ( aerosol )、直接注入 / 局部 ( direct injection/topical )、經食品 ( food )、水 ( water )、或昆蟲 / 自然界載體 ( insect/natural vectors )，在 1900 年至 1999 年實際應用情形如表五，其中發生次數最多者為藉由食品，其次為直接注入。

由於 911 事件的發生，迫使美國加強國家安全防衛策略，美國總統布希於 6 月 12 日簽署國會通過之 2002 年大眾健康防衛及生物恐怖主義戰備及回應法令 ( Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act of 2002, The Bioterrorism Act )，共分為五個主題 ( Titles )，內容包括前言、針對生物恐怖主義與其他大眾健康緊急事件之國家戰備(I)、危險的生物性試劑與毒素之內容加強(II)、確保食品及藥物供應之安全及防衛(III)、飲用水的安全及防護(IV)以及附加條款(V)。食品與藥物管理局 ( Food and Drug Administration, FDA ) 配合此法令的補充包括：Title I 如動物試驗 ( animal trials )；Title III 分為 Subtitle A ( 食品供給維護 ) 有 Section 301、302、303 ( 行政扣留權 ) 305 ( 註冊登錄 ) 306 ( 文件檢閱及保存 ) 307 ( 預先知會 ) 308 ( 上市 )，以及 Subtitle B ( 藥品供給維護 ) 有 Section 321、322；Title V 如處方藥使用者手續費規定 ( Prescription drug user fee act ) ( Title III 為 FDA 主要負責 )

此法令 ( The Bioterrorism Act ) 對於進口食品之影響包括：一、進口食品之行政扣留權：FDA 對於稽查、檢驗或調查中發現可靠證具顯示該食品中帶有嚴

重危害健康或造成人或動物死亡的因子則可扣押該進口食品；二、限制進口者：對於個人或公司行號，如曾被判有關食品進口之重罪，或涉及進口專利與提供進口食品為劣質攙假品，潛藏嚴重危害健康或造成人或動物死亡者，FDA 有權限制其進口之最高期限為五年；三、註冊登記：法案促使 FDA 對於所有提供美國人消費之食品製造、加工、包裝、倉儲等機關實施註冊登記，對於外國機關之所有人、經營者、經銷商及在美國之經銷商名稱均需登錄；四、文件檢閱及保存：當 FDA 對某食品持有合理的質疑其為劣質攙假品，潛藏嚴重危害健康或造成人或動物死亡者，每個食品製造者、加工者、包裝者、運銷者、收受者、倉儲者及進口此食品者將被要求查閱所有相關的文件；五、預先知會：進口美國之任何食品均需事先知會 FDA，食品證明含製造者與運輸者、生產者(如果已知)、原生產國、運輸目的地及預定進入之港口。

美國食品安全聯合監管各機構所扮演角色分述如下：美國衛生部 (U.S. Department of Health and Human Services) 食品與藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 監管各州貿易中出售的國內生產及進口食品，包括帶殼的蛋類食品，但不包括肉類和家禽；其中食品安全暨應用營養中心 (Center for Food Safety and Applied Nutrition, CFSAN) 目前負責的部分食品安全業務包括生物病原體(如細菌、病毒、寄生蟲)；自然產生的毒素(如黴菌毒素、甲藻魚毒素、麻痺性甲殼類毒素)；飲食補充物(如麻黃素)；殺蟲劑殘留物(如戴奧辛)；有毒金屬(如鉛、水銀)；分解和污物(如昆蟲殘骸)；食品過敏原(如蛋、花生、小麥、牛奶)；營養品問題(如維生素 D 服用過量、嬰兒鐵中毒)；飲食成份(如脂肪、膽固醇)等。疾病控制與防治中心 (US-CDC) 監管所有食品，與地方、州及其他聯邦官員一起調查由食品傳染的疾病之病源，管理全國食品傳染病監視系統，制定和宣傳旨在預防食品傳染疾病的公共衛生政策，進行研究以防止食品傳染疾病，訓練地方和州的食物安全監管人員。美國農業部 (U.S. Department of Agriculture, USDA) 食品安全與檢查局 (Food Safety and Inspection Service, FSIS) 監管國內生產與進口的肉類、家禽及相關產品、蛋類加工產品。執行與國內生產和進口的肉類及家禽產品有關的食品安全法律，如採集和分析食品樣品，檢查是否有細菌、化學污染物、傳染病菌及毒性物質；檢查並確定向美國出口的所有外國肉類和家禽加工廠都達美國標準。美國總統並將農業列入國土防衛計畫之重要部門，在 2003 年預算增加 146 百萬美元於新的開銷，同時撥 328 百萬美元作為防衛專款，利用增設稽查員、電腦科技、 $\gamma$ -ray 設備、新的稽查狗大隊、重點實驗室之研究革新等來達到保衛國土的目的。在國土防衛架構下美國農業部國土防衛會 (USDA Homeland Security Council) 成立 3 個下屬機構—防護食品供給及農業生產 (Protection of the Food Supply and Agriculture Production,

PFSAP)、防護 USDA 設施及其他下部組織(Protecting USDA Facilities and Other Infrastructure)、防護 USDA 人員及緊急戰備 (Protecting USDA Staff/Emergency Preparedness)。而 PFSAP 主管食品製造、加工、儲存及分配；快速回應對於農業部門的威脅；邊界監督和保衛以防範動植物及疾病入境，關於禽畜肉品及蛋品檢測、實驗室支援、研究計畫、教育宣導及食品中毒案件引發疾病等食品安全相關的活動。美國環境保護署 (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) 監管飲用水，食品安全權限包括制定飲用水安全標準。

實驗室對於食品安全系統環節的聯繫扮演重要角色，也是生物戰劑取得可能的來源，因此對於實驗室有特別的加強規定，尤其需特別注意與食品相關的人事。運送與接受規定除了本身重複之相關規定外對於病原菌包括細菌、真菌、病毒及立克次體等，尤其許多細菌性的物質在一般食品檢測實驗室裡是非常常見的，因此在運送與接受上規定更加嚴緊。對於特定生物試劑及毒素，如病毒(伊波拉病毒、黃熱症)、細菌(炭疽症)、立克次體(Q 熱症)及毒素(肉毒桿菌毒素、蓖麻毒素)必需遵循 CDC 出版的“微生物與醫學生物實驗室生物安全”指導手冊之規定。合法的收授特定試劑必需是登錄在允許的品目或經過 CDC 同意，而且必需有處置特定試劑之符合生物安全等級第 2-4 的設施。而這些機構會收到一組註冊登錄的識別號碼，用於附加檢閱(任意或指定)以確保其處置能力，然而實際上大多數實驗室並不處理任何法律上特定的試劑。2002 年大眾安全防護、生物戰劑戰備與回應法規包括：食品相關設施的註冊登錄；FDA 新賦予的管理權責及強制權力；新的法令違反規定(statutory violations)；臨床與診斷實驗室設施的註冊登錄；關於持有特定試劑的資格；處理特定試劑適當的訓練與良好的技術；適合的實驗室設施以保存及處置特定試劑；保全及防護方法避免外人接近特定試劑；接觸管制試劑的人員需經檢察總長(Attorney General)篩選。另外為防止實驗室有害物質(微生物的或化學性)被利用透過食物而散播，CFSAN 及 USDA/FSIS 規定實驗室人員不可直接接觸將分佈的食品，而食品工廠人員不可直接接觸實驗室。其他實驗室及試劑儲存安全之措施包括：一、嚴格管制實驗室(如使用門禁刷卡)；二、除了取樣或其他正當活動所需外，嚴禁實驗物質移至實驗室；三、利用上鎖、封籤、警鈴及門禁刷卡等方法管制敏感性物質(如試劑、細菌、藥物及毒素之正對照用標準)；四、指定權責實施正對照標準考核個人能力資格；五、追蹤管理試劑及正對照標準；六、立即調查遺失之試劑及正對照標準或其他超出正常變動範圍之異常現象，並留意當地法律案件懸疑未解的問題。由於針對實驗之相關管制措施，對於外國人士進入 FDA 實驗室均需施以深入之背景調查(約 6 個月)。

美國國會 2002 年 11 月 19 日通過，布希總統 11 月 25 日簽署立法成立國土安全防衛部門 (The Homeland Security Department)，預計三年內完成法案相關內容。國土安全防衛預警系統分為五級，依緊急狀態輕重分別以綠色、藍色、黃色、橙色及紅色警告表示，綠色訊息則準備及演練防衛措施，確保相關人員接受 HSAS、特殊部門或特定機關之訓練，定期評估相關設施的缺點並設法降低。藍色訊息則檢查指定緊急回應或指揮地點間的通連，複審並更新緊急回應程序及提供大眾必需的資訊。黃色訊息則提高重要地區監測，進一步評估當前威脅訊息與背景間之防衛性檢測，施行意外事故與緊急回應計畫。橙色訊息則統合軍事與執法機關進行必需的防衛性工作，特別小心處理群眾事件，準備工作於替代位置或被強制安排的工作崗位，並管制入口局限必要人員進入。紅色訊息則組織緊急應變小組及部署特種部隊，監測、更改或管制大眾運輸系統，關閉大眾及政府設施，增加或人事異動以因應特殊緊急需求。

總之，防衛食品安全對抗使用生物戰劑的恐怖威脅，必需擬定含蓋範圍廣泛的食品安全計畫；民間業者與政府管理機關亦需持續共同努力；並且需重新評估新的或現存的(如 GAP 及 HACCP)食品衛生與食品安全及實際的策略評價的計畫；為確保食品安全而對抗恐怖主義的檢測將影響食品及加工品自國外的進口。

#### 資料來源：

1. 黃耀文博士演講內容及講義。
2. 美國疾病控制與防治中心網站：<http://www.bt.cdc.gov/agent>
3. 美國食品藥物管理局網站：<http://www.fda.gov>
4. 美國生物危害網站：<http://www.biohazardnews.net/>
5. 行政院衛生署疾病管制局網站：<http://www.cdc.gov.tw>

**Table 1. Biological Diseases/Agents**

---

#### Category A

---

- » Anthrax (*Bacillus anthracis*)
  - » Botulism (*Clostridium botulinum* toxin)
  - » Plague (*Yersinia pestis*)
  - » Smallpox (*variola major*)
  - » Tularemia (*Francisella tularensis*)
  - » Viral hemorrhagic fevers (filoviruses [e.g., Ebola, Marburg] and arenaviruses [e.g., Lassa, Machupo])
-

---

Category B

---

- » Brucellosis (*Brucella* species)
  - » Epsilon toxin of *Clostridium perfringens*
  - » Food safety threats (e.g., *Salmonella* species, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella*)
  - » Glanders (*Burkholderia mallei*)
  - » Melioidosis (*Burkholderia pseudomallei*)
  - » Psittacosis (*Chlamydia psittaci*)
  - » Q fever (*Coxiella burnetii*)
  - » Ricin toxin from *Ricinus communis* (castor beans)
  - » Staphylococcal enterotoxin B
  - » Typhus fever (*Rickettsia prowazekii*)
  - » Water safety threats (e.g., *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum*)
- 

Category C

---

- » Emerging infectious disease threats such as Nipah virus and hantavirus
- 

Source:<http://www.bt.cdc.gov/agent>

**Table 2. Emergence of Foodborne Pathogens**

1900	1975-1995
Botulism	<i>Norwalk-like viruses</i>
Brucellosis	<i>Campylobacter jejuni</i>
Cholera	<i>Salmonella Enteritidis</i>
Hepatitis	<i>Shiga toxin-producing E. coli</i>
Scarlet fever ( <i>streptococcus</i> )	O157:H7, O111:NM, O104:H21
Staphylococcal food poisoning	<i>Listeria monocytogenes</i>
poisoning	<i>Clostridium botulinum</i> (infant)
Tuberculosis	<i>Vibrio cholerae</i> 0139
Typhoid fever	<i>Vibrio vulnificus</i>
	<i>Yersinia enterocolitica</i>
	<i>Arcobacter butzleri</i> •Hepatitis E
	<i>Cryptosporidium parvum</i>
	<i>Giardia lamblia</i>
	<i>Cyclospora cayetanensis</i>
	<i>Toxoplasma gondii</i>
	BSE prion
	<i>Nitzschia pungens</i> (dinoflagellate)

---

**Table 3. Critical Biological Agents for Preparedness**

Agent	Syndrome	Food borne
Anthrax	gi & pharyngeal	rare
Botulism	paralysis	common
Plague	pharyngeal(?)	rare
Smallpox	variola major	none
Tularemia	oro-pharyngeal	common
Viral hemorrhagic fevers	(eg., Ebola)	rare?
<i>Coxiella burnetti</i>	Q fever	(?)
<i>Brucella</i> species	Brucellosis	common
<i>Burkholderia mallei</i>	Glanders	
Ricin toxin	gi syndrome	common
Epsilon toxin	gi syndrome	<i>C. perfringens</i>
<i>Staph.</i> enterotoxin B	gi syndrome	common

**Table 4. Confirmed Uses of Illicit Biological Agent Activity, 1900-1999**

	Terrorist	Criminal	Other/uncertain	Total
Acquire & Use	5	16	0	21
Acquire	3	7	2	12
Interest	6	4	0	10
Threat/Hoax	13	29	95	137
Total	27	56	97	180

**Table 5. Dissemination Techniques, 1900-1999**

	Terrorist	Criminal	Other/uncertain	Total
Aerosol	2	0	0	2
Direct Injection/Topical	6	10	0	16
Food	1	20	1	22
Water	4	0	2	6
Insect/Natural vectors	0	1	1	2