

風險評估研究  
第二十七號報告書

## 食用植物中的天然毒素

香港特別行政區政府  
食物環境衛生署  
食物安全中心  
二零零七年三月

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署食物安全中心發表。未經食物安全中心書面許可，不得將本報告書所載全部或部分研究資料翻印，亦不得審訂或摘錄這些資料。若採用本報告書其他部分內容，須作出確認聲明。

通訊處：

香港金鐘道 66 號

金鐘道政府合署 43 樓

食物環境衛生署

食物安全中心

風險評估組

電子郵箱：[enquiries@fehd.gov.hk](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

## 目錄

	頁
摘要	2
目的	3
引言	3
研究範圍	4
概述食用植物中某些天然毒素	5
化驗研究	11
討論	19
研究的局限	22
結論和建議	23
給業界的建議	23
給市民的建議	24
參考文件	25

風險評估研究  
第二十七號報告書

食用植物中的天然毒素

## 摘要

很多植物含有天然毒素，而其中有些是日常的食物。人類如大量進食這些有毒物質或未經妥善處理便食用這些植物，可能會危害健康，引致食物中毒。

這項研究由食物環境衛生署轄下的食物安全中心進行，旨在研究香港市民普遍食用的植物所含的天然毒素，以及如何避免食用這些植物引致中毒。食物安全中心研究香港市民普遍食用的植物中甙生物鹼和氰甙這兩種天然毒素的含量，以及研究配製和烹煮過程對減低毒性的成效。

研究結果顯示，在市面上不同品種的新鮮馬鈴薯樣本中均驗出不同分量的甙生物鹼，含量介乎每公斤 26 至 88 毫克 (平均每公斤 56 毫克)，含量屬正常，即聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織聯合食物添加劑專家委員會認為每天進食也不會有問題。馬鈴薯芽部的甙生物鹼含量最高。未經烹煮的北杏、竹筍、木薯及亞麻籽樣本的氰化物含量介乎每公斤 9.3 至 330 毫克。苦木薯的氰化物含量較甜木薯為高；至於竹筍，氰化物含量在新鮮竹筍各部份分佈不同，頂端(筍尖)的氰化物含量最高，中部第二，底部含量最低。把含有氰甙的食用植物切成小塊後用沸水烹煮，可把氰化物含量降低 90%。乾燥加熱烹煮方法不能有效降低亞麻籽中的氰化物含量，把亞麻籽放入焗爐烘焗 15 分鐘，只能把氰化物含量降低約 10%。

消費者不應購買或食用已發芽、變綠、或腐爛的馬鈴薯，因為烹煮方法不能除去甙生物鹼。食用前把含有氰甙的植物切成小塊，放在沸水中徹底烹煮，可釋放氫氰酸。如採用乾燥加熱方式或很少水份烹煮含有氰甙的植物，則須限制食用。

## 食用植物中的天然毒素

---

### 目的

這項研究旨在探討香港市民普遍食用的植物所含的天然毒素，以及預防因食用這些植物引致中毒的方法。食物安全中心進行化驗研究，檢測一些食用植物的毒素含量，以及配製和烹煮方法對毒素含量的影響，並就如何揀選食物、配製和處理有毒食用植物的方法提供建議，以確保市民安全食用這些食物。

### 引言

2. 天然毒素存在於一些常見的食用植物如蔬果。天然毒素通常是植物為抵禦各種生存威脅(例如細菌、真菌、昆蟲和捕食者)而產生的代謝物<sup>1</sup>。自然進化和新培植法增強食用植物的防護系統，天然毒素亦可能因而產生。

### 含天然毒素的常見蔬果

3. 不同種類的農作物和同一株植物中的不同部分，都可能含不同種類的天然毒素。農作物的多個部分(包括葉、芽、莖、根、果實和塊莖)都可食用。食用植物的常見天然毒素包括：豆類例如青豆(四季豆、扁豆、刀豆)、紅腰豆和白腰豆中的植物血球凝集素；北杏、竹筍、木薯和亞麻籽所含的氰甙；馬鈴薯中的甙生物鹼，以及野生菇類中的毒蕈鹼。

### 降低植物毒素含量的方法

4. 某些種類的天然毒素在植物收割後經過處理和烹煮，可去除內源毒素或降低其毒性，而採用某些配製或處理方法，例如把植物切成小塊後烹煮，更能有效降低其毒性。不過，一些種類的天然毒素經過一般的配製和烹煮過程仍維持不變。因此，市民須特別小心揀選食用植物和控制進食的分量。

## 植物毒素的毒性影響

5. 攝入植物毒素後的毒性影響有急性胃腸炎，較嚴重的是中樞神經系統損傷引致死亡，例子含有氰化物或某些生物鹼的食用植物引致的中毒個案。除引致急性中毒外，一些植物毒素如吡咯聯啉生物鹼，也會引致慢性疾病、器官中毒或胚胎畸形。

## 天然植物毒素引致食物中毒

6. 植物毒素引致的中毒個案早有所聞，都是因為進食了未經徹底烹煮的豆類、某些栽培種馬鈴薯，或在野外採摘不適合人食用的有毒漿果和菇類所致。由於植物毒素引致的急性中毒症狀與其他原因引起的食物中毒徵象差不多，有時會被低估。過去曾有因進食馬鈴薯而攝入大量甙生物鹼(例如茄鹼[又稱龍葵素])引致急性中毒的個案，被誤診為微生物引起的食物中毒<sup>2</sup>。

7. 內地方面，根據衛生部的統計資料，在二零零五年，有毒動植物引起的食物中毒事件報告共有 816 宗(中毒人數 6 804 人，其中 109 人死亡)<sup>3</sup>。衛生部指出，在二零零六年第四季，由有毒動植物引起的食物中毒事件較第三季度增加了 43.1%，主要是豆類烹煮不足所致(佔所有有毒動植物引起的食物中毒事件 54%)<sup>4</sup>。

8. 這些數據顯示，天然植物毒素引起的食物中毒事件值得公眾關注。加強教導市民如何正確烹煮和配製含毒素食用植物，是預防食物中毒的關鍵。在香港，食物安全中心不時收到如何安全食用含天然毒素食物的查詢，我們有必要研究本港市面有售和市民普遍食用的食用植物所含的天然毒素，以便提出建議，教導市民預防食物中毒。

## 研究範圍

9. 天然毒素和含天然毒素植物的種類多不勝數。這項研究集中探討香港市民普遍食用的植物中含有可能引致急性中毒的毒素，特別是那些可採取措施預防因食用引致中毒的植物類別，以便就食用量或如何降低毒素提供建議。不適合人食用、但時常因隨意採摘或錯誤辨認而在食用後引致中毒的野生植物類別，不屬這項研究的範圍。因此，這項研究範圍不包括野生菇類或野芋等引致急性中毒的野生植物。

10. 這項研究分為兩部分：

a) 研究香港市民普遍食用的植物所含的多種天然毒素，包括攝入這些毒素引致的毒性影響、如何降低毒素含量，以及如何避免食用這些植物引致中毒。

b) 化驗研究兩種天然毒素(甙生物鹼和氰甙)，以檢測一些本港有售的食用植物中這些毒素的含量，以及配製和烹煮過程對降低毒性的成效。

## 概述食用植物中一些天然毒素

### 背景

11. 源於植物的有毒食物成分可能是低分子量內源毒素或次級代謝物。初級代謝物用於能量代謝，例如光合作用、生長和繁殖，植物中的宏量營養素和微量營養素屬初級代謝物。次級代謝物屬該品種所特有，令植物具個別特徵，包括植物的色素、氣味和用以保護植物的化合物，如食入一些次級代謝物會令人中毒。這些物質可能是生長抑制劑、神經毒素、致癌物質和致畸劑<sup>5</sup>。

12. 常見的植物毒素類別包括生物鹼(例如吡咯聯啞生物鹼和甙生物鹼)、氰甙、植物血球凝集素、皂甙及抗營養素。下文闡述其中一些毒素。

### 生物鹼

13. 生物鹼廣泛存在於植物中，味苦，大多具藥理特性。生物鹼通常是鹼性含氮化合物，與酸可形成鹽，主要是植物的次級代謝物。

14. 在植物科屬中，至少約有 40%其中的成員的根、種子、葉或樹皮分離到生物鹼。生物鹼含量特別豐富的植物科包括石蒜科、菊科、豆科、百合科、罌粟科和茄科<sup>6</sup>。

### 植物和常見食物所含的生物鹼

15. 吡咯聯啞生物鹼是一種廣泛存在於植物的生物鹼，多達 6 000 個植物品種或 3%的開花植物含有這類化學物，而含有這些化合物的植物遍布世界各氣候區<sup>7,8</sup>。



16. 人類通常因進食受污染的農作物而攝入吡咯聯啉生物鹼，含有這類生物鹼的植物可能像雜草般與糧食作物(例如小麥或粟米)一同生長，可能與穀物一併被收割。另一食入這類毒素的途徑，是食用含這些毒素的草本食品和製劑。要預防中毒，應減少進食含這類生物鹼的食品和草本製劑，並在農業方面採取有效措施，減低糧食作物受含吡咯聯啉的植物污染的機會。

17. 其他例如甙生物鹼的植物生物鹼常見於食用植物，有抵禦一般害蟲的天然除蟲作用。常見的有茄鹼和番茄鹼；馬鈴薯含少量茄鹼，番茄則含番茄鹼。

### 甙生物鹼

18. 甙生物鹼是由一個甾體生物鹼與一個或以上的單糖結合而成。所有茄科植物都產生甙生物鹼毒素。馬鈴薯所含的甙生物鹼主要是 $\alpha$ -茄鹼和 $\alpha$ -卡茄鹼，是由周皮的薄壁組織細胞和塊莖皮層產生。這些化學物對昆蟲和動物具毒性，用以保護植物免受捕食者侵害。一般而言，所有馬鈴薯塊莖都含少量甙生物鹼，薯皮和代謝活動較強的部分的含量則較高，例如芽眼。在變綠或壞的馬鈴薯中甙生物鹼含量較高，而芽部的甙生物鹼含量可以相當高。清洗、浸泡或烹煮都不能把毒素降低；茄鹼含量高的馬鈴薯在煮熟後有苦味，食用後會令咽喉有燒灼感。

### 毒性

19. 新鮮且沒有損壞的可食用植物的甙生物鹼含量，一般不會引致中毒。不過，攝入大量甙生物鹼則會產生毒性反應。

### 急性毒性

20. 甙生物鹼的急性毒性影響最令人關注。根據記錄，因進食變綠、損壞或已發芽的馬鈴薯引致攝入大量甙生物鹼而導致人類中毒(甚或死亡)的個案為數不少。按人類每公斤體重計算，如攝入超過 2.8 毫克甙生物鹼，便會出現急性中毒症狀<sup>9,10</sup>。症狀可在進食含毒性的馬鈴薯後數分鐘至兩天內出現，較嚴重個案的潛伏期一般較長<sup>11</sup>。

21. 輕微中毒的症狀有急性腸胃不適，伴有腹瀉、嘔吐和嚴重腹痛。茄屬生物鹼對中樞神經系統的膽鹼酯酶活性有強烈抑制作用<sup>12</sup>。多種生

物鹼可以模仿或阻斷神經遞質的傳導，導致急性中毒。中毒較嚴重的人可能出現的神經系統症狀包括昏睡、反應冷淡、思維混亂、疲乏和視力模糊，繼而失去意識，有些甚至死亡<sup>2</sup>。

22. 甙生物鹼亦具有類似皂甙的特性，能破壞胃腸道黏膜的功能，導致出血。如胃腸道壞死的程度遠較抑制乙酰膽鹼酯酶活性的效果嚴重，足以引致死亡<sup>13</sup>。

### *慢性毒性*

23. 由於缺乏有關馬鈴薯的甙生物鹼引致慢性中毒的數據，所以未能充分評估其最大無不良作用劑量，亦未能確定人體每日可容忍的攝入量<sup>11</sup>。

### 聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織聯合食物添加劑專家委員會(專家委員會)的評估

24. 專家委員會認為，儘管人類長久以來進食含甙生物鹼的植物，但以現存有關人類流行病學和實驗動物研究的病理學和實驗數據，不足以確定安全的攝入量。

25. 根據已有人類中毒的數據，專家委員會認為，按人類每公斤體重計算，攝入甙生物鹼總量 3 至 6 毫克可能會令人死亡，超過 1 毫克至 3 毫克則會令人中毒<sup>11,14</sup>，兒童或較成人易受甙生物鹼影響。有問題的馬鈴薯可能因其他因素，令所含的甙體甙生物鹼的毒性產生變化。

26. 專家委員會認同，要確定安全攝入量需要經驗證的數據支持，這方面的發展仍需努力。不過，專家委員會認為，人類差不多每天進食馬鈴薯，說明只要馬鈴薯是妥善種植和處理，以及塊莖的甙生物鹼含量正常(每公斤 20 至 100 毫克)，應不會有問題<sup>11</sup>。

### **氰甙**

27. 含氰甙的植物至少有 2 000 個品種，其中不少品種可以食用。氰甙是由氨基酸衍生的植物成分，是次級代謝物。已知的氰甙約有 25 種。不同的含氰甙食用植物所含的氰甙種類或有不同，例如竹筍含紫杉氰甙，木薯則含亞麻苦甙<sup>15</sup>。

## 來源

28. 世界上有些地方以含氰甙的食物(例如木薯和高粱)作為主食，其他含氰甙的可食用植物包括竹筍、亞麻籽、核果(例如杏和桃)的種子、豌豆和豆(例如利馬豆)的種子，以及黃豆的殼。其他可能含氰甙的食物包括一些用作調味的美食配料，例如杏仁粉等。這些食物都是氫氰酸的潛在來源。

## 毒性

29. 含氰甙的植物令人中毒，是由於在進食這些植物時產生氰化物。含氰甙的植物品種，通常都含有一種相應的水解酶( $\beta$ -葡萄糖苷酶)。無毒的氰甙遇水會被酶水解，產生氰醇，而氰醇會迅速分解為有毒的氫氰酸。這樣，含氰甙的植物便可免受捕食者的侵害。氰甙、氰醇和氫氰酸一般統稱為氰化物。

## 急性毒性

30. 人類急性氰化物中毒的臨床症狀包括呼吸急速、血壓下降、脈搏急速、暈眩、頭痛、胃痛、嘔吐、腹瀉、精神錯亂、神情呆滯、發紺伴有顫搐和間歇性抽搐，繼而陷入長期昏迷<sup>15</sup>。

31. 當氰化物攝入量超過個人的解毒上限，便會令人氰化物中毒死亡。進食含氰化物的食物會否導致氰化物中毒，視乎個人的體重而定。舉例說，兒童或體重較輕的人進食未經徹底烹煮的木薯或竹筍後，或許不能解除這些食物中的氰化物。以人類而言，按每公斤體重計算，攝入0.5至3.5毫克氫氰酸足以導致急性中毒死亡，大約50至60毫克游離氰化物可令一名成年男子死亡<sup>15</sup>。

## 慢性毒性

32. 從膳食中攝入氰化物導致慢性疾病的情況並不常見。不過，對於患原發性營養缺乏(例如攝取蛋白質及/或碘不足)的人，可能會有不良影響。例如，因缺乏碘而患甲狀腺腫或呆小症的人，如長期從膳食中攝入氰化物，病情或會惡化。

33. 有報告指，生活在以木薯為主要食糧地方的人，如果從膳食攝取蛋白質及/或碘不足，會患上神經系統疾病，例如麻痺疾病(Konzo)和

熱帶性共濟失調神經系統疾病。麻痺疾病屬於上行運動神經元疾病，病人會突然發病，出現不可逆轉但非進行性的對稱痙攣性下肢輕癱；熱帶性共濟失調神經系統疾病則是嚴重的神經系統綜合病症，臨床症狀包括視神經萎縮、口角炎、感覺性步態共濟失調和感覺神經性耳聾<sup>15</sup>。

### 氰甙的安全性

34. 專家委員會曾於一九九二年評估氰甙的安全性，但因欠缺數據，不能估計氰甙的安全攝入量<sup>15</sup>。

### **植物血球凝集素**

35. 植物血球凝集素是非免疫源性蛋白或糖蛋白，具多個高度特異與碳水化合物結合的位點。人類最初在蓖麻子中發現植物血球凝集素，現在已知普遍存在於植物界，包括穀物製品。植物血球凝集素在豆類的種子中含量特別高，並證實會導致人類出現胃腸炎、噁心和腹瀉症狀。多種豆類都含植物血球凝集素，包括青豆、紅腰豆和白腰豆。

### 毒性

36. 急性中毒症狀包括嚴重胃痛、嘔吐和腹瀉。植物血球凝集素能破壞胃腸道的上皮細胞；干擾細胞的有絲分裂；導致局部出血；損害腎、肝和心臟，以及引起紅血球凝集。

### 減低毒性的方法

37. 把植物放在水中烹煮，可降低植物血球凝集素的毒性。因此，只要徹底烹煮，食用含植物血球凝集素的植物，亦無須擔心。不過，在海拔高的地方(水的沸點會下降)、採用低溫烹煮方法或熱力傳送不均，烹煮含植物血球凝集素的食物時，便須加倍小心。

38. 要去除毒素，豆類必須以清水浸透和徹底烹煮。由於低溫烹煮不能除去毒素，因此不應以低溫(如使用瓦煲)烹煮豆類。

## 皂甙

39. 皂甙是植物中的水溶性成分，即使濃度低，也能產生肥皂般的泡沫。皂甙是配醣體，含一個稱為皂甙元的非醣甙元部分。皂甙味苦，可使紅血球溶解。根據其化學性質，皂甙可分為兩大類：甾體皂甙和三萜皂甙。

40. 很多植物，包括植物的各個部分都會含皂甙，但濃度會因植物品種和生長階段不同而有別。黃豆、甜菜、花生、菠菜、蘆筍、西蘭花、馬鈴薯、蘋果、茄子、苜蓿和人參都含皂甙。

## 毒性

41. 皂甙可破壞紅血球，引致腹瀉和嘔吐，其毒性影響與表面張力下降有關。除非大量攝入，否則皂甙一般不會對哺乳動物和其他溫血動物造成危害，因為身體有能力降解小量皂甙，即腸道菌群可破壞這些毒素，而血漿亦能起抑制作用。不過，如大量攝入，皂甙會刺激胃腸道，引致嘔吐和腹瀉。

## 食用

42. 只宜適量進食含皂甙的植物。

## **其他能引起中毒的含有毒素食品**

### 銀杏的果實(白果)

43. 在中國、日本和韓國，市民經常食用銀杏的果實(白果)。白果含多種植物毒素，包括氰甙和 4'-甲氧基吡哆醇，而 4'-甲氧基吡哆醇一直被認為是有問題的主要活性成分。白果所含的毒素主要影響神經系統，因此很危險。

## 毒性

44. 白果的急性毒性影響最令人關注。受影響的人通常在進食後 1 至 12 小時內會出現嘔吐、煩躁、持續或陣攣性抽搐等典型症狀，兒童最容易因進食白果而食物中毒。進食大量白果或易感個體或嚴重中毒的人，可能會失去知覺，甚至死亡。

45. 有報告指人類一次進食 10 至 50 顆煮熟的白果，可引致急性中毒<sup>16</sup>；亦有報告指有人因進食 15 至 574 顆白果而死亡<sup>17</sup>。

46. 進食白果引致身體抽搐的病理生理學機理至今仍然不明。在藥理上，由於 4'-甲氧基吡哆醇與維他命 B6(即谷氨酸脫羧酶的輔助因子)競爭，因而被認為可能是導致抽搐的物質<sup>18,19</sup>。4'-甲氧基吡哆醇被認為間接抑制谷氨酸脫羧酶的酶活性，導致腦部的 $\gamma$ -氨基丁酸水平下降，引致抽搐。

47. 有報告指，未成熟和未經烹煮的白果的毒性較強。雖然 4'-甲氧基吡哆醇是對熱穩定的物質，烹煮不會降低其毒性<sup>20</sup>，但用水烹煮白果會影響白果中其他對熱不穩定的毒素(例如氰甙)，從而降低白果的毒性。

### 給消費者的建議

48. 消費者(尤其是兒童)和易受白果毒素影響的人，一次最多只可吃幾顆白果；食用前應先烹煮以降低毒性。

## 化驗研究

### 目的

49. 我們進行化驗研究以分析甙生物鹼和氰甙這兩類天然毒素，研究的目的是：

- (1) 檢測在本港有售和香港市民普遍食用植物中這兩類天然毒素的含量，以及
- (2) 配製和烹煮過程對降低其毒性的成效。

## I. 甙生物鹼

### 背景

50. 變綠和已發芽的馬鈴薯含甙生物鹼，新鮮馬鈴薯(茄屬塊莖植物)也含這種天然毒素，但含量較少。這些毒素對熱相當穩定，烹煮、蒸、

焗、煎 / 炸或微波處理等方法不能分解毒性<sup>21</sup>，有苦味，且不易溶於水。

51. 光線照射、不適當的貯存環境、碰撞損傷，以及由真菌或細菌導致腐爛等因素，都可能使這些毒素快速產生<sup>5, 11</sup>。

### 馬鈴薯變綠

52. 馬鈴薯變綠是指馬鈴薯在受到光線照射後產生葉綠素，以進行光合作用，預備進入生長期的另一階段。另一方面，光線照射會使馬鈴薯在有葉綠素的部分產生大量甙生物鹼。甙生物鹼集中在薯皮下的部分，是提供保護作用的化學物。雖然馬鈴薯變綠的程度不能直接代表其甙生物鹼含量，但是變綠的馬鈴薯所含的甙生物鹼，一般較沒有變綠的為高。

### 馬鈴薯發芽

53. 馬鈴薯塊莖在休眠期過後，就能進入生長期的另一階段。如環境情況有利生長，例如環境暖和，塊莖便會迅即發芽。塊莖芽眼長出幼芽並向上生長。在這個過程中，芽眼周圍產生大量甙生物鹼和集中在幼芽部分。如貯存的環境保持清涼，馬鈴薯的休眠期可以延長。

## 研究方法

54. 我們進行以下化驗的目的，是檢測在香港市面常見的馬鈴薯品種和已發芽馬鈴薯的甙生物鹼、 $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼的含量和分布情況。

### 抽取和處理樣本

55. 食物安全中心人員於二零零六年八月在長沙灣副食品批發市場和西區副食品批發市場，抽取香港市面常見的馬鈴薯品種樣本，並分析下列五個品種：(a)新品馬鈴薯 / 新薯、(b)褐色馬鈴薯 / 焗薯、(c)紅皮馬鈴薯、(d) 黃皮馬鈴薯和(e) 黃皮腰薯。

56. 我們把樣本送往食物研究化驗所分析。所有馬鈴薯樣本在分析前先清洗。每項化驗是以每個品種共 10 個樣本合成一組進行檢測，以確定薯皮(佔整個馬鈴薯塊莖重量約 20%)和薯肉(去皮後的剩餘部分)的兩種甙生物鹼(即  $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼)含量。

57. 我們讓紅皮馬鈴薯發芽，以檢測其芽部和薯肉的甝生物鹼(即  $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼)的含量。

## 化驗分析

### 檢測馬鈴薯的毒素( $\alpha$ -茄鹼和 $\alpha$ -卡茄鹼)含量

58. 化驗分析是按 AOAC 法定方法 997.13 進行<sup>22</sup>。我們把十個馬鈴薯塊莖去皮，把薯皮和薯肉磨碎後以液態氮均化，然後以稀釋醋酸萃取均質樣本，再以固相萃取法做淨化。最後，以高效液相色譜儀配合紫外光檢測器，波長設在 202 納米進行檢測，得出 $\alpha$ -茄鹼和 $\alpha$ -卡茄鹼含量。 $\alpha$ -茄鹼和 $\alpha$ -卡茄鹼含量的檢測限均為每公斤 10 毫克。

## 結果

### 1. 新鮮馬鈴薯

59. 檢測結果顯示，不同品種馬鈴薯的甝生物鹼含量有別。以整個馬鈴薯來說，不同品種的甝生物鹼含量，由每公斤 26 毫克至 88 毫克不等(平均為每公斤 56 毫克)(見表 1)。

60. 甝生物鹼集中在薯皮部分，薯肉則檢測不到甝生物鹼。不同品種的馬鈴薯的薯皮， $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼的平均含量分別為每公斤 66 毫克(每公斤 20 至 120 毫克)和 176 毫克(每公斤 70 至 300 毫克)(見表 1)。

表 1：不同品種馬鈴薯的薯肉和薯皮(以每公斤計算)的  $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼含量(毫克)

品種	$\alpha$ -茄鹼		$\alpha$ -卡茄鹼		甝生物鹼*
	薯肉	薯皮	薯肉	薯皮	
新品馬鈴薯 / 新薯	未檢出	120	未檢出	200	72
褐色馬鈴薯 / 焗薯	未檢出	20	未檢出	70	26
紅皮馬鈴薯	未檢出	30	未檢出	110	36
黃皮馬鈴薯	未檢出	100	未檢出	300	88
黃皮腰薯	未檢出	60	未檢出	200	60

檢測限 = 每公斤 10 毫克



\*整個馬鈴薯的甙生物鹼含量，是以薯皮(以重量計佔 20%)和薯肉(以重量計佔 80%)的  $\alpha$ -茄鹼含量和  $\alpha$ -卡茄鹼含量的總和計算。至於薯肉檢測不到  $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼，是以檢測限的一半數值計算。

## 2. 已發芽的馬鈴薯

61. 在紅皮馬鈴薯樣本的芽部發現  $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼的含量很高，分別達每公斤 3500 毫克和 4100 毫克(見表 2)。

表 2：紅皮馬鈴薯芽部和薯肉(以每公斤計算)的  $\alpha$ -茄鹼和  $\alpha$ -卡茄鹼含量(毫克)

品種	$\alpha$ -茄鹼		$\alpha$ -卡茄鹼	
	薯肉	芽部	薯肉	芽部
發芽的紅皮馬鈴薯	未檢出	3500	未檢出	4100

檢測限 = 每公斤 10 毫克

## II. 氰甙

### 背景

62. 在香港多種食物含有氰甙，例如中式湯常用的北杏、中菜和亞洲菜餚常用的竹筍。雖然木薯並非香港人的主要食糧，但市面有苦木薯出售，而供應泰國和東南亞菜式的食肆通常以甜木薯製作甜品。香港人食用木薯，通常是食用木薯的加工製品，例如木薯粉和木薯粉圓。木薯粉是常用的材料，而木薯粉圓多用於中式甜品和台式茶坊飲品。亞麻籽含豐富木質素和奧米加 3 脂肪酸，近年被推廣為健康食品，有越來越多人食用。因此，我們分析了這些食品的氰化物含量。

63. 氰甙本身沒有毒性。不過，當植物的細胞結構被破壞，氰甙便會與相應的  $\beta$ -葡萄糖苷酶結合，繼而分解成糖分和氰醇。氰醇會迅速分解成乙醛或酮，並釋出有毒的氫氰酸。這個過程遇水便會發生。人咀嚼植物時會把有毒的氰化物釋出，同樣，在配製食物時把植物切成小塊，有毒的氰化物亦會釋出。由於產生的氫氰酸是易揮發的氣體，只要把植物放在水中烹煮，便可輕易把氫氰酸清除。

### 研究方法

64. 我們進行以下化驗，以檢測各種食用植物和其製品釋出的氰化物含量，以及採用不同方法處理食物所能降低的氰化物含量。

### 抽取和處理樣本

65. 我們研究了下列由已知含氰甙的食用植物及其加工製品：1)北杏；2)新鮮竹筍及其加工製品；3)新鮮木薯及其加工製品，包括木薯粉和木薯粉圓，以及4)亞麻籽。

66. 上述每種食品的樣本送往食物研究化驗所，以分析釋出的氰化物含量。所有樣本在進行分析前先清洗，這些樣本是在未經烹煮的情況下或按下文載述的配製過程處理或烹煮後分析。我們把每種食品至少三個樣本合成一個樣本進行檢測，以確定有關食品的平均游離氰化物含量。

### **食品 1：北杏**

67. 把北杏在未烹煮前及放在沸水中分別烹煮 15 分鐘、30 分鐘、60 分鐘和 120 分鐘，然後檢測其游離氰化物含量。

### **食品 2：竹筍**

#### (1) 檢測來自不同產地的生竹筍的氰化物含量

68. 在處理前，先削去竹筍底部的纖維部分和剝去皮葉，然後檢測整個生竹筍的游離氰化物含量。

#### (2) 比較竹筍底部、中部和頂端的氰化物含量

69. 在處理前，先削去竹筍底部的纖維部分和剝去皮葉，然後檢測各佔竹筍三分之一的底部、中部和頂端的游離氰化物含量。

#### (3) 用水烹煮對竹筍的影響

70. 在烹煮前先把竹筍切片，放在沸水中分別烹煮 15 分鐘、30 分鐘和 60 分鐘，然後在各時點檢測游離氰化物含量。

#### (4) 檢測竹筍加工製品的游離氰化物含量

71. 不經進一步處理，檢測每種竹筍加工製品(罐頭竹筍、包裝竹筍和竹筍乾)的游離氰化物含量。

### 食品 3：木薯

#### (1) 檢測苦木薯和甜木薯樣本的游離氰化物含量

72. 在分析前先把木薯樣本去皮，然後檢測未經烹煮的苦木薯和甜木薯的游離氰化物含量。

#### (2) 用水烹煮對木薯的影響

73. 在烹煮前把苦木薯樣本去皮和切粒，放在沸水中分別烹煮 20 分鐘和 35 分鐘，然後在各時點檢測游離氰化物含量。

#### (3) 檢測木薯製品的游離氰化物含量

74. 不經進一步處理，分別檢測木薯粉和木薯粉圓的游離氰化物含量。

### 食品 4：亞麻籽

#### (1) 檢測亞麻籽樣本的游離氰化物含量

75. 不經進一步處理，檢測購自零售市場的整顆亞麻籽和亞麻籽粉(即磨碎的亞麻籽)樣本的游離氰化物含量。

#### (2) 以乾燥加熱方式烹煮對亞麻籽的影響

76. 把整顆亞麻籽和亞麻籽粉樣本放入焗爐，以攝氏 177 度焗 15 分鐘的乾燥加熱方式處理，然後檢測游離氰化物含量。

### 化驗分析

77. 檢測樣本經磨機磨碎作均化處理後，立即在密封系統內以 $\beta$ -葡萄糖苷酶進行酶水解。在產生化學反應時，由氰甙產生的氫氰酸會被吸收於 0.1 M 氫氧化鈉溶液中，然後混入巴比妥酸溶液，以吡啶比色法檢測

樣本的游離氰化物含量。分析游離氰化物含量的檢測限為每公斤 0.1 毫克。

## 結果

78. 在未經烹煮的北杏、竹筍、木薯和亞麻籽樣本中，全部都檢測到氰化物。

### 食品 1：北杏

79. 未經烹煮的北杏樣本的平均游離氰化物含量為每公斤 330 毫克。在沸水烹煮 15 分鐘後，可去除 98%游離氰化物含量(見表 3)。

**表 3：北杏在沸水中烹煮後的氰化物含量**

北杏	在沸水中烹煮(分鐘)				
	0	15	30	60	120
氰化物(毫克 / 公斤)	330	7.3	6.8	3.4	1.0

### 食品 2：竹筍

#### **(1) 在不同地區種植的竹筍**

80. 在不同地區種植的兩個竹筍樣本的平均氰化物含量，分別為每公斤 25 毫克和每公斤 40 毫克。

#### **(2) 竹筍不同部分的氰化物含量**

81. 竹筍底部、中部和頂端的氰化物含量不同，頂端含量最高(每公斤 120 毫克)，中部第二，底部含量最低(見表 4)。

**表 4：竹筍不同部分的氰化物含量**

竹筍	底部 (佔 1/3)	中部 (佔 1/3)	頂端 (佔 1/3)
氰化物(毫克 / 公斤)	1.1	12	120

### (3) 烹煮對竹筍氰化物含量的影響

82. 竹筍切片後放在沸水中烹煮 15 分鐘，氰化物含量降低了 91% (見表 5)。

表 5：烹煮對竹筍氰化物含量的影響

竹筍	在沸水中烹煮(分鐘)			
	0	15	30	60
氰化物(毫克 / 公斤)	40	3.7	1.9	未檢出

檢測限 = 每公斤 0.1 毫克

### (4) 加工竹筍的氰化物含量

83. 罐頭竹筍樣本和包裝竹筍樣本的氰化物含量，介乎未檢出到每公斤 5.3 毫克。所有竹筍乾樣本均檢測不到氰化物。

## 食品 3：木薯

### (1) 不同品種的新鮮木薯的氰化物含量

84. 在苦木薯和甜木薯中檢測到的氰化物含量不同，分別為每公斤 120 毫克和每公斤 9.3 毫克。

### (2) 烹煮對苦木薯氰化物含量的影響

85. 在沸水中烹煮苦木薯可降低氰化物含量。在沸水中烹煮 20 分鐘，氰化物含量降低了 97%(見表 6)。

表 6：烹煮對苦木薯氰化物含量的影響

苦木薯	在沸水中烹煮時間(分鐘)		
	0	20	35
氰化物(毫克 / 公斤)	120	3.3	0.5

### (3) 加工木薯製品的氰化物含量

86. 在包括木薯粉和木薯粉圓的八種加工木薯製品中，只有一種木薯粉圓檢測到氰化物，含量為每公斤 0.1 毫克。

## 食品 4：亞麻籽

### (1) 整顆亞麻籽和亞麻籽粉的氰化物含量

87. 整顆亞麻籽和亞麻籽粉的平均氰化物含量，分別為每公斤 200 毫克和 230 毫克。

### (2) 以乾燥加熱方法處理對整顆亞麻籽和亞麻籽粉氰化物含量的影響

88. 以攝氏 177 度焗 15 分鐘的乾燥加熱方法處理，只可把整顆亞麻籽和亞麻籽粉樣本的氰化物含量降低約 10%(見表 7)。

表 7：以乾燥加熱方法處理對亞麻籽氰化物含量的影響

亞麻籽	加熱前	以攝氏 177 度焗 15 分鐘
整顆亞麻籽(氰化物，毫克 / 公斤)	200	180
亞麻籽粉(氰化物，毫克 / 公斤)	230	210

## 討論

### I. 馬鈴薯中的甙生物鹼

89. 馬鈴薯的甙生物鹼含量視乎其所屬品種或栽培種而定，並受種植情況影響<sup>11</sup>。這項研究檢測了五個品種馬鈴薯，其甙生物鹼含量( $\alpha$ -茄鹼和 $\alpha$ -卡茄鹼的總和)介乎每公斤 26 至 88 毫克，含量屬正常，因為妥善種植和處理的馬鈴薯塊莖中正常甙生物鹼含量為每公斤 20 至 100 毫克。專家委員會認為，只要馬鈴薯的甙生物鹼含量在這個範圍內，每天食用不會有問題。因此，在市場抽取用於這項研究的馬鈴薯可以安全食用。

90. 五個品種的馬鈴薯的檢測結果都顯示，甙生物鹼( $\alpha$ -茄鹼和 $\alpha$ -卡茄鹼)主要集中在薯皮，在薯內的含量很少，而芽部的甙生物鹼含量最高。

91. 為減低甙生物鹼的毒性風險，消費者應棄掉已發芽的馬鈴薯，亦不應食用變綠、腐爛或損壞的馬鈴薯。

92. 馬鈴薯的苦味是因茄鹼的含量高所致。

## II. 食用植物中的氰甙

### 含氰甙的植物的潛在毒性

93. 含氰甙的植物的潛在毒性，主要在於動物或人類在食用時產生的氫氰酸令其中毒。含氰甙的植物的潛在毒性，是以每公斤食品釋出多少毫克的氰化物來表示。至於每個人最終攝入多少氰化物毒素才會中毒，則取決於很多因素，例如個人對毒素的吸收程度，以及營養狀況，以及配製和處理食用植物的方法。

### 食品中的游離氰化物含量

94. 我們在這項研究中檢測到一些未經烹煮食品的游離氰化物或釋出的氰化物含量，與已公布的結果一致。這項研究結果顯示，苦木薯和甜木薯的平均氰化物含量分別是每公斤 120 毫克和 9.3 毫克，與其他國家有關木薯的氰化物含量的研究結果相若(苦木薯每公斤含 15 至 400 毫克；甜木薯每公斤含 15 至 50 毫克)<sup>23</sup>。一般認為，苦木薯的氰化物含量可高達每公斤 1 克，而甜木薯的氰化物含量則大約是每公斤 20 毫克。

95. 這項研究結果顯示，在兩個不同地區種植的竹筍的氰化物含量並不相同。這結果是在意料之內，因為一般而言，竹筍的氰化物含量會因不同品種和不同的種植情況而大有差別。有報告指出，竹筍在收割後的氰化物含量會大幅下降。我們的研究結果顯示，氰化物含量集中在竹筍頂端，與已公布的研究結果一致，但含量較一些報告所載為低，可能是由於用作分析的竹筍頂端樣本佔整個竹筍的比例不同。

### 以烹煮和其他處理方法降低氰化物含量

96. 我們的研究結果顯示，用水烹煮食品，可把其氰化物含量降低。在檢測的各種食品樣本中，未經烹煮的北杏的氰化物含量最高，以沸水烹煮能降低超過 90% 的氰化物含量。

97. 烹煮前處理有助降低食用植物的氰化物含量。把竹筍切開和切片可釋放氫氰酸，以沸水烹煮可把氫氰酸除去。這種處理方式亦適用於木薯。在烹煮前把木薯去皮和切成小塊，能破壞植物的細胞結構，繼而釋出氫氰酸。

98. 加工食品(例如罐頭竹筍、竹筍乾、木薯粉和木薯粉圓)在製造過程已釋放氫氰酸，因此氰化物含量一般較低。

99. 必須注意的是，即使是同一品種含氰甙的植物，其氰化物含量亦大有差別(須視乎內源因素和外源因素(例如環境)的影響)，而某些品種植物可能需要烹煮較長時間，才能有效地降低其氰化物含量。木薯和竹筍的氰化物含量可高達每公斤 1000 毫克，須特別小心處理。在烹煮前，把木薯和竹筍切成小塊，烹煮較長時間有助降低其毒性。

100. 亞麻籽一般是不經烹煮，拌入沙律或放在暖水中食用，或在烘焙時(例如焗製鬆餅或薄脆片)以少許水或不加水混入亞麻籽。在這項研究中，我們研究了乾燥加熱方式對降低氰化物含量的成效，結果發現不加水以乾燥加熱方式處理亞麻籽不能有效降低氰化物含量，只能把亞麻籽和亞麻籽粉樣本的氰化物含量降低約 10%。這與早前的其他研究結果一致，即乾燥加熱方法只能降低約 16 至 18% 的氰化物含量，成效遠低於用水烹煮相若時間的效果<sup>24,25</sup>。

### III. 風險特徵描述

101. 在這項研究所檢測的食品中，馬鈴薯是最普遍食用的食物。一般來說，只要馬鈴薯的塊莖在適當的情況下種植，存放時間不太長，其甙生物鹼含量一般偏低，正常食用應不會危害健康。我們檢測了多個常見馬鈴薯品種，結果顯示其甙生物鹼含量都在專家委員會認為每天進食也不會有問題的安全範圍。因此，我們的結論是，只要我們食用新鮮的馬鈴薯，避免食用變綠、損壞或已發芽的，則沒有證據顯示食用馬鈴薯會對香港市民構成特定風險。

102. 在香港，含氰甙的植物一般不是主要食糧。雖然中菜常以新鮮竹筍和北杏入饌，但市民普遍只小量或適量食用。雖然越來越多香港人食用亞麻籽，但大多只是進食小量。以沸水烹煮亞麻籽可大大降低其氰化物含量(充分烹煮可去除 90% 以上的氰化物含量)，所以高消費量人士的健康風險都是低。不過，如大量進食未經烹煮的亞麻籽，情況則不一



樣。罐頭竹筍、竹筍乾、木薯粉和木薯粉圓等加工製品的氰化物含量有限，不會影響市民健康。

103. 由於良好作業守則或優良務農規範不能降低天然毒素含量，要減低因進食含天然毒素植物中毒的風險，必須在食用前以適當的方法配製。至於以任何處理方法也不可能降低其毒性的食物，則應限制食用分量。

104. 這項研究檢測的多種天然毒素，其中不少的毒素含量經烹煮後可以降低，例如北杏、木薯和竹筍。在以沸水烹煮前，把植物(例如木薯和竹筍)切成小塊有助釋放氫氰酸。由於氫氰酸是易揮發的氣體，因而容易除去。按照食譜(即烘焗 15 分鐘)以低水份烹煮含氰甙的植物(例如亞麻籽)，只能去除 10% 毒素，可見乾燥加熱方法不能有效降低氰化物含量，因此每次只可小量進食有關食品。

105. 木薯、竹筍、北杏和亞麻籽含有氰甙，在  $\beta$ -葡萄糖苷酶的作用下分解，產生氫氰酸，可導致人類急性和慢性中毒。由於香港人一般不會大量進食上述食品，只要市民在食用前徹底烹煮，在本地發生氰化物急性中毒個案的風險不高。氰化物慢性中毒則與個人營養不良和長期食用含氰化物的食物(例如在人口營養不良和以木薯作為主要食糧的地方)有關，但這種情況在本港並不常見。

106. 我們難以估計香港市民在膳食方面對天然植物毒素的暴露量，是因為這些毒素本身的性質，例如毒素含量會因品種、種植情況和地域因素不同而有很大分別。市民對植物毒素的暴露量也取決於膳食模式，以及各種烹煮程序。

107. 個人除了經膳食攝入毒素外，還有其他因素決定健康會否因而受到不良影響，包括個人對某種天然毒素的吸收程度等。因此，攝取多少毒素才會損害健康，不但因人而異，而且差距可能很大。普遍的意見認為，只要採取必須的安全措施(例如小心揀選、配製和以適當的方法烹煮)，適量進食含甙生物鹼和氰甙的食用植物的益處，遠超過食用這些食物的風險。

## 研究的局限

108. 研究樣本的數目受到現有資源限制。如能增加每種食品的樣本數目，評估數值會更為準確。

## 結論及建議

109. 可食用的植物營養豐富，對身體有益，但有些含天然毒素。只要採取適當措施，如小心揀選、處理和烹煮時間充足，並限制食用量，這些食用植物可安全食用。

110. 在香港市面上抽取用於這項研究的食用植物樣本中，發現多種天然毒素，例如馬鈴薯含甙生物鹼；北杏、竹筍、木薯和亞麻籽則含氰甙。

111. 在香港市場抽取的五個品種馬鈴薯的甙生物鹼含量均在每公斤100毫克之內，屬專家委員會認為每天進食也不會有問題的安全範圍。甙生物鹼集中在馬鈴薯的薯皮，而芽部的甙生物鹼含量最高。

112. 苦木薯的氰化物含量較甜木薯為高。竹筍頂端的氰化物含量最高，中部第二，底部含量最低。把木薯和竹筍切成小塊後以沸水烹煮，能除去九成以上的氰化物含量。乾燥加熱方式不能有效降低亞麻籽的氰化物含量，因此應小量進食。

113. 進食多少含天然毒素的食用植物會引致食物中毒，視乎多個因素而定，如個人易感性和吸收程度、烹煮方法，以及植物的毒素含量(含量可因品種和地域環境不同而有異)。市民(特別是兒童和長者)應限制進食食用植物的分量，並採取減低毒素含量的安全方法配製這些食物，才可進食。至於患病或身體欠佳者，可徵詢醫生的意見。

114. 市民應保持飲食均衡和多樣化，包括進食各類營養豐富的新鮮水果和蔬菜，只要依照上述建議便可安全食用。

## 給業界的建議

1. 把馬鈴薯放在陰涼、乾燥和避光的地方，不要存放太久。
2. 每天貨架只放少量馬鈴薯。
3. 把已發芽、變綠、損壞或腐爛的存貨棄掉。
4. 不要使用已發芽、變綠或損壞的馬鈴薯配製食品。

## **給市民的建議**

### **購買食物**

1. 不要購買已發芽、變綠、損壞或腐爛的馬鈴薯。

### **貯存**

1. 把馬鈴薯從膠袋中取出，放在家中陰涼、乾燥和避光的地方。
2. 在家中只存放小量馬鈴薯。
3. 把已發芽、變綠、損壞或腐爛的馬鈴薯棄掉。

### **配製和食用**

#### **馬鈴薯**

1. 不要進食已發芽、變綠、損壞或腐爛的馬鈴薯。

#### **含氰甙的植物**

1. 食用前把含氰甙的植物切成小塊，用沸水徹底烹煮以釋放氫氰酸，有助減少毒素的含量。由於氫氰酸是易揮發的氣體，開蓋烹煮有助除去氫氰酸。
2. 如採用乾燥加熱方式或以很少水烹煮含氰甙的植物，則須限制食用分量。

## 參考文件

<sup>1</sup> Wink M. Plant breeding importance of secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. *Theor Appl Genet* 1988; 75: 225-233.

<sup>2</sup> McMillan M, Thompson JC. An outbreak of suspected solanine poisoning in schoolboys: examination of criteria of solanine poisoning. *Q J Med* 1979; 48: 227 – 443.

<sup>3</sup> 2006 年中國衛生統計年鑒 Available from URL: [www.moh.gov.cn/newshtml/17221.htm](http://www.moh.gov.cn/newshtml/17221.htm)

<sup>4</sup> 中華人民共和國衛生部通報 2006 年第四季度食物中毒情況 Available from URL: [www.moh.gov.cn/newshtml/17595.htm](http://www.moh.gov.cn/newshtml/17595.htm)

<sup>5</sup> Omaye ST. Animal Toxins and Plant Toxicants. In: *Food and Nutritional Toxicology*. CRC Press; 2004.

<sup>6</sup> Petterson DS, Harris DJ, Allen DG. Alkaloids. In: D’Mello JPF, Duffus CM, and Duffus JH, editors. *Toxic Substances in Crop Plants*. The Royal Society of Chemistry; 1991. p.148-149.

<sup>7</sup> World Health Organization (WHO). *Pyrrrolizidine Alkaloids, Environmental Health Criteria 80*. Geneva: WHO; 1988. Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc080.htm>

<sup>8</sup> Australia New Zealand Food Authority. *Pyrrrolizidine Alkaloids in Food. A toxicological review and risk assessment. Technical Report Series No.2*. ANZFA; 2001. November. Available from URL: [www.foodstandards.gov.au/\\_srcfiles/TR2.pdf](http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/TR2.pdf)

<sup>9</sup> Maga JA, Potato alkaloids. *CRC Crit Rev Toxicol* 1980; 12: 371-405.

<sup>10</sup> Jadhaw SJ, Sharma RP, and Salunke JK. Naturally occurring toxic alkaloids in foods. *CRC Crit Rev Toxicol* 1981; 13:21-103.

<sup>11</sup> World Health Organization (WHO). *Solanine and Chaconine. WHO Food Additives Series 30*. Geneva: WHO; 1993. Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je19htm>

<sup>12</sup> Patil BC, Sharma RP, Salunkhe DK, and Salunkhe K. *Food Cosmet Toxicol* 1972; 10: 395

- <sup>13</sup> Baker DC, Keeler RF, and Garfield WP. Toxicol Pathol 1988; 16: 333
- <sup>14</sup> Harvey MH, Morris BA, McMillan M, Marks V. Measurement of potato steroidal alkaloids in human serum and saliva by radioimmunoassay. Hum Toxicol 1985; 4: 503-512
- <sup>15</sup> World Health Organization (WHO). Cyanogenic Glycosides. Toxicological evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants. WHO Food Additive Series 30. Geneva: WHO; 1993. Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je18.htm>
- <sup>16</sup> China National Health Inspection 中國衛生監督 衛生部衛生法制與監督司編. 食物中毒預防與控制 華夏出版社一九九九年 第八十五頁
- <sup>17</sup> Kajiyama Y, Fujii K, Takeuchi H, Manabe Y. Ginkgo Seed Poisoning. Pediatrics 2002; 109: 325 -327
- <sup>18</sup> Wada K, Ishigaki K, Ueda M et al. An Antivitamin B6, 4'-methylpyridoxine, from the seed of *Ginkgo biloba*. Chem Pharm Bull 1985; 33: 3555-7
- <sup>19</sup> Wada K, Ishigaki K, Ueda M, et al. Studies on the constituents of edible and medicinal plants. I. Isolation and identification of 4'-O-methylpyridoxine, toxic principle from the seed of *Ginkgo biloba* L. Chem Pharm Bull 1988; 36:1779-82.
- <sup>20</sup> Miwa H, Iijima M, Tanaka S and Mizuno Y. Generalised Convulsions After Consuming a Large Amounts of Ginkgo Nuts. Epilepsia 2001; 42(2): 280-281.
- <sup>21</sup> Bushway, RJ, Ponnampalam R. alpha-chaconine and alpha-solanine content of potato products and their stability during several modes of cooking. J Agric Food Chem 1981; 29: 814-817.
- <sup>22</sup> AOAC. AOAC Official Method 997.13 Glycoalkaloids ( $\alpha$ -Solanine and  $\alpha$ -Chaconine) in Potato Tubers. Liquid Chromatographic Method First Action 1997. Natural Toxins. AOAC Official Methods of Analysis 2005; Chapter 49, p.82.
- <sup>23</sup> Food Standards Australia New Zealand. Cyanogenic glycosides in Cassava and Bamboo shoots. A human Health Risk Assessment Technical report series No. 28. FSANZ 2004 July. Printed 2005 January.

<sup>24</sup> Feng D, Shen Y, Chavez ER. Effectiveness of different processing methods in reducing hydrogen cyanide content of flaxseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2003; 83: 836-841

<sup>25</sup> 楊宏志，毛志懷. 不同處理方法降低亞麻籽中氰化氫含量的效果. *中國農業大學學報* 2004; 9: 65-67