食安教育融入探究與實作

慈濟大學 醫學檢驗生物技術學系
林惠茹 副教授

20180313 普通型高級中等學校學科中心暨國家衛生研究院
107 年度精進學科中心跨領域策略聯盟成長研習實施計畫

發現問題

規劃與研究

論證與建模

表達與分享

毒理學

+

檢驗

林惠茹老師 個人小檔案

- 慈濟大學醫學檢驗生物技術學系 教師
- 慈濟大學殘留農藥檢驗中心 技術主管/品質主管
- 慈濟大學濫用藥物檢驗中心 研發技術員

- 104-106年教育部磨課師課程補助 (連續四年)
- **『現代柯南之食安大宅門』線上課程**
- (食品安全與檢驗概論)

http://goo.gl/x3giCv

課程屬性與開課平台

現代柯南之食安大宅門 (2018 春季班)

2018/03/05 開課 (8 周)

層出不窮的食品安全問題猶如人生大宅門，【現代柯南之食安大宅門】課程二大特色一次滿足學員對於知識與檢驗的好奇心，包含 (1) 從基礎概念到生活應用及(2)知識解說+實驗室實景。

慈濟大學天空學院 www.tcusky.tcu.edu.tw

http://www.xuetangx.com/courses/course-v1:TCU+tzucnshan+2018_T1/about

單元內容
六大主題

食品安全與檢驗概論

通識普羅大眾
6大主題

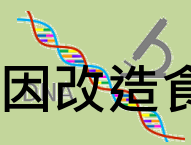
基礎毒理學

藥物動力學

殘留農藥

食品中毒

食品添加物


基因改造食品

MOOC

- **Massive open online course**
- **大規模開放式線上課程**
- 磨課師 (台灣)
- 慕課 (大陸)

★短周次
★單元時間短
★重互動

www.shutterstock.com · 375757960

www.shutterstock.com · 268450493

KHANACADEMY

可汗學院

均一
教育平台

史丹福線上高中
（Stanford Online High School）
全美國第一間能頒發合法高中學歷的EdTech（教育科技）學校

http://www.ewant.org/

www.tcusky.tcu.edu.tw

https://zh-tw.coursera.org/

食安偽新聞
網路流言解析

慈濟大學 醫學檢驗生物技術學系
林惠茹 老師

食安議題

think-pair-share
兩兩一組

寫下最想引導學生討論的
食安議題&
原因

有毒嗎? 會被毒死嗎?

三氧化二砷 (Arsenic trioxide，藥品名：Asadin），俗稱砒霜

圖片來源:維基百科

有毒嗎? 會被毒死嗎?

氯化鈉(NaCl)
食鹽的主要成分

毒理學之父

巴拉賽爾士 Paracelsus

1493-1541 瑞士煉金士

圖片來源:維基百科

- **All substances are poisons** and nothing without poison.
- **所有物質都是毒物 沒有一種不是毒物**

毒理學之父

巴拉賽爾士 Para

1493-1541 瑞士

圖片來源:維基百科

- **All substances are poisons** and nothing without poison. Solely the **dose** determines that a thing is not a poison.
- **所有物質都是毒物 沒有一種不是毒物**
- **只要劑量正確 就可以把毒物變成仙丹**

健康風險評估

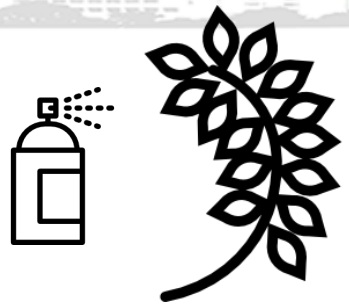
暴露劑量is the key!!

圖片來源:維基百科

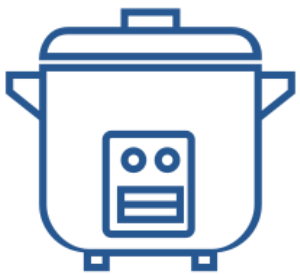
食安偽新聞
網路流言解析

慈濟大學 醫學檢驗生物技術學系
林惠茹 老師

自來水含鋁
超標恐癡呆



燕麥片驗出農藥超標



電子鍋內鍋煮飯有毒

喝酒臉紅非肝好
罹癌風險增

吃麵包也吃下瑜珈墊原料
Q彈卻恐致癌

面對流言的基本『毒家功夫』

人類健康
風險評估
1234

人體活跳跳
-藥物動力學ADME
吸收(A)、分佈(D)
代謝(M)、排泄(E)

人類健康風險評估的基本架構

1. 危害辨識
2. 劑量反應評估
3. 暴露評估
4. 風險特性描述

健康風險

- **危害 Hazard**： 食品中對健康具有潛在不良影響的生物、 化學或物理因子或狀況。
- **風險 Risk**： 食品中的危害物質對健康具有不良影響的機率與該影響的嚴重性。

1危害辨識
(Hazard identification)

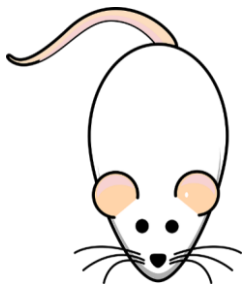
✓流行病學研究資料

19世紀英國醫師 John Snow 研究倫敦霍亂

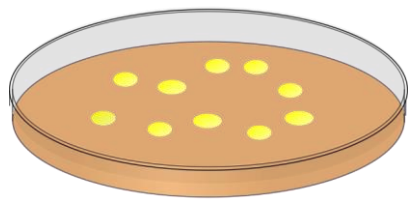
1979年台灣-米糠油中毒事件(多氯聯苯PCB)

1危害辨識
(Hazard identification)

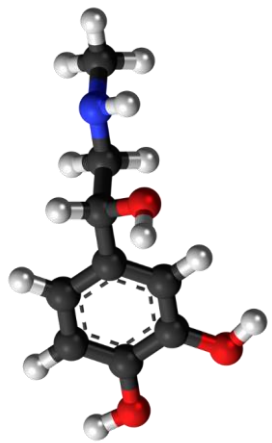
流行病學
研究資料



動物實驗
資料



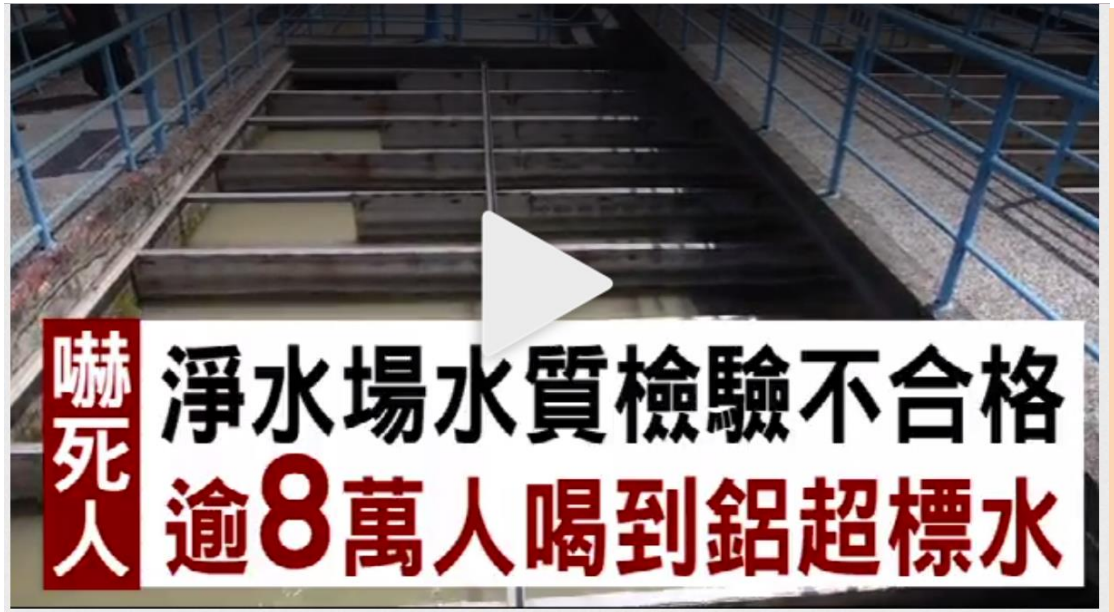
短期試驗



分子結構的
比較

NEWS
UPDATE
Subscribe
for newspaper online
World Stock Market
EXCHANGE RATE
News + Buzz
shutterstock

偽新聞實例1



http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20170301/37567961/

8.5萬人喝 鋁水
北台淨水場竟超標「喝多恐失智」
2017年03月01日

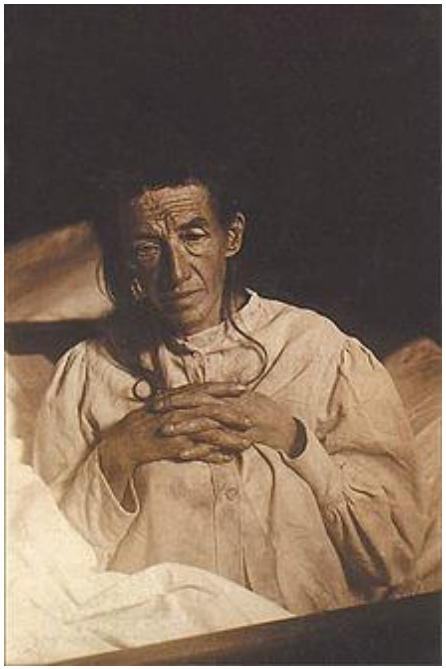
全台自來水最新飲用水質檢驗報告出爐。環保署去年委外檢驗全台362處自來水供水系統水質，結果供應基隆部分地區用水的中幅淨水場、新北市石碇淨水場、新竹關西淨水場及配水點，都驗出超標的重金屬鋁，供水影響人口約8.5萬人。**開罰複查已獲改善**

世界衛生組織曾訂出飲用水鋁含量不宜高於0.15 ppm（毫克/公升）的警戒值，歐盟也依此訂定管制標準，加拿大、澳洲及日本管制標準也在0.1至0.2 ppm。依《自來水法》，自來水水質標準中重金屬鉛含量需低於0.05ppm，鋁含量則無規範。

台水表示，在**淨水處理中，加入含鋁混膠凝劑，膠凝沉澱分離泥砂**等污物，再將水過濾消毒供民眾使用，且經由飲水所攝入的鋁生物利用性低。目前世界上大多數淨水場還是使用含鋁混膠凝劑進行淨水處理，鋁經淨水處理大多均能去除。

對於鋁的迷思

阿茲海默氏症
Alzheimer's disease

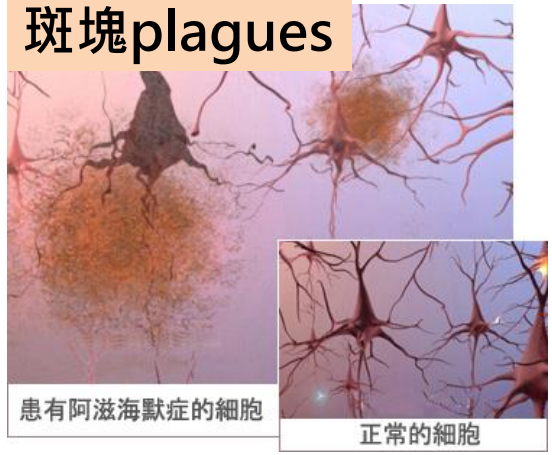


Alois Alzheimer's patient Auguste Deter in 1902. Hers was the first described case of what became known as Alzheimer's disease.

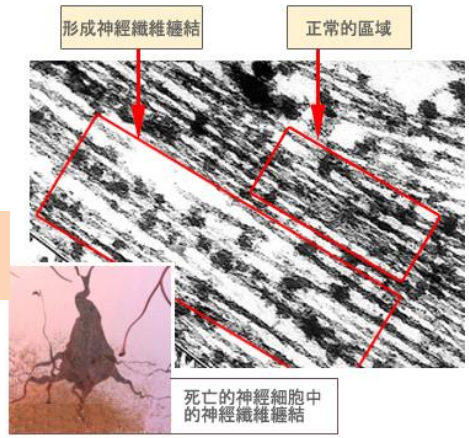
the brain of a 51-year-old female patient

Alzheimer A. Über eine eigenartige Erkrankung der Hirnrinde.. Allg. Z. Psychiat. Psych.-Gerichtl. Med. Jan 1907, 64 (1–2): 146–148（德文）

斑塊plagues



糾結tangles



http://www.alz.org/asian/about/inside_the_brain.asp?nL=ZH&dL=ZH

使用「磷酸鋁」後產生癲癇病例的兔子
腦中出現糾纏成團的蛋白纖維

很像阿茲海默症患者腦中的糾結
但在電子顯微鏡下觀察
兩者的大小與形狀不同

Wisniewski HM, Terry RD, Pe˜na C, Streicher E, Klatzo I.

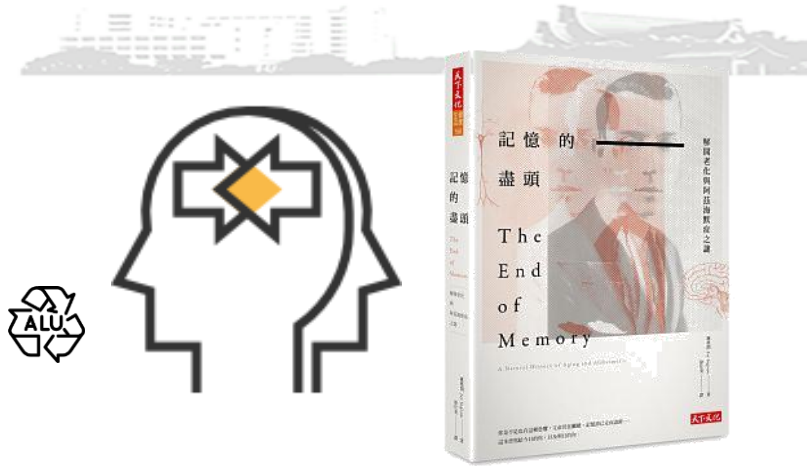
J Neuropath Exp Neurol. **1965**;24:139.

7　normal human brain
10　Alzheimer's patient brain
(50-88歲)

患者腦中的鋁是正常人的兩倍，
且在腦中糾結最多的部位，
鋁的累積最嚴重
但，鋁和斑塊的分布沒有相關性

Crapper DR, Krishnan SS, Quittkat S.

Brain. 1976 Mar;99(1):67-80.



運用**核子顯微鏡**技術無法發現斑塊中的鋁
反倒是顯露出**背景中的鋁**
要考慮阿茲海默症患者腦中所發現的斑塊是否受到**環境汙染**，或是**染料**裡就含有鋁的成份

Landsberg JP, McDonald B, Watt F.

Nature. 1992 Nov 5;360(6399):65-8.

http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20170301/37567961/

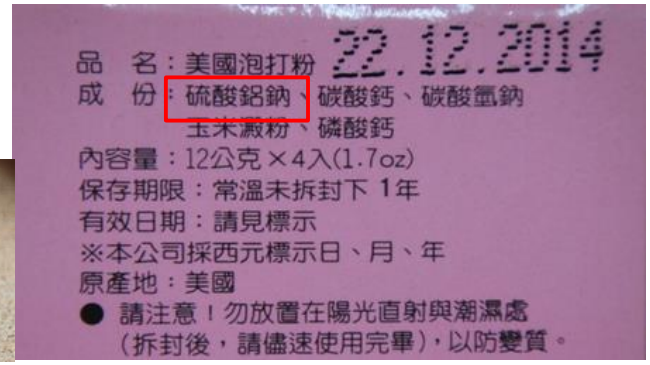
8.5萬人喝 鋁水
北台淨水場竟超標「喝多恐失智」
2017年03月01日

全台自來水最新飲用水質檢驗報告出爐。環保署去年委外檢驗全台362處自來水供水系統水質，結果供應基隆部分地區用水的中幅淨水場、新北市石碇淨水場、新竹關西淨水場及配水點，都驗出超標的重金屬鋁，供水影響人口約8.5萬人。**開罰複查已獲改善**

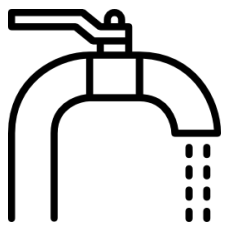
世界衛生組織曾訂出飲用水鋁含量不宜高於0.15ppm（毫克/公升）的警戒值，歐盟也依此訂定管制標準，加拿大、澳洲及日本管制標準也在0.1至0.2 ppm。依《自來水法》，自來水水質標準中重金屬鉛含量需低於0.05ppm，鋁含量則無規範。
台水表示，在**淨水處理中，加入含鋁混膠凝劑，膠凝沉澱分離泥砂**等污物，再將水過濾消毒供民眾使用，且經由飲水所攝入的鋁生物利用性低。目前世界上大多數淨水場還是使用含鋁混膠凝劑進行淨水處理，鋁經淨水處理大多均能去除。

現代柯南-食安大宅門

鋁化合物應用



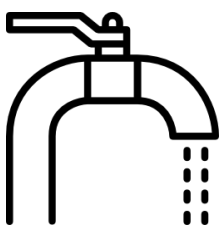
攝入量比一比



超標鋁水　抑酸劑　泡打粉　超標鋁鍋煮出的湯

硫酸鋁銨
(銨明礬)

攝入量比一比



超標鋁水

這4處超標的檢測點中
石碇淨水場的鋁含量為最高
達到0.458 ppm (~0.5 ppm)

0.5 mg/L x 2 L=1毫克

攝入量比一比

抑酸劑

吃進一顆胃乳Alugel 含$Al(OH)_3$
324 毫克(mg) (分子量78)
鋁原子量27，則吃入多少鋁?

324毫克 x 27/78=112毫克

攝入量比一比

吃進兩塊鬆餅100 公克(g)
用量以鋁殘留量300 毫克/公斤(mg/kg)
則吃入多少鋁?

泡打粉

100 公克= 0.1 公斤

0.1 公斤x 300 毫克/公斤=30 毫克

攝入量比一比

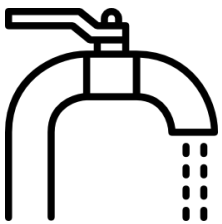
超標鋁鍋煮出的湯

喝一碗300 毫升(mL)
(假設以3%醋酸，100℃煮30分鐘，經典雙耳鋁鍋，鋁溶出量80 ppm (毫克/公升)

300 毫升= 0.3 公升

0.3 公升 x 80毫克/公升= 24毫克

攝入量比一比



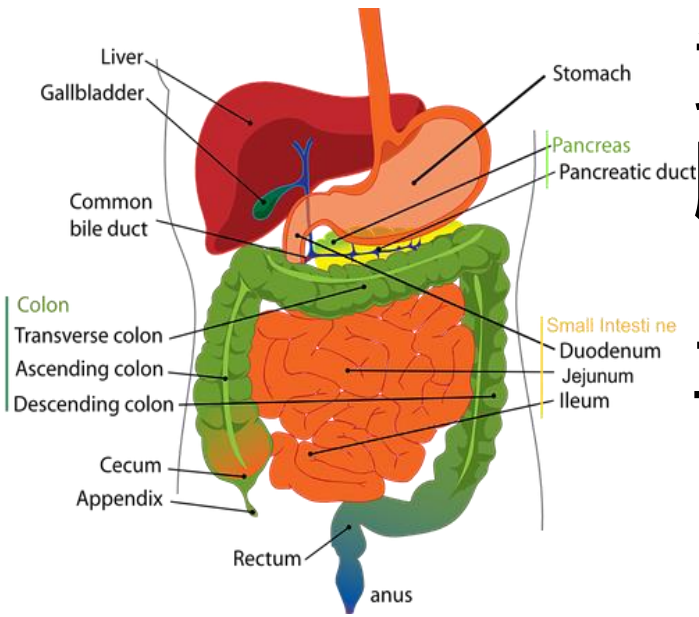
超標鋁水 1 毫克

抑酸劑 112 毫克

泡打粉 30 毫克

超標鋁鍋煮出的湯 24 毫克

體內代謝與排泄: 鋁



動物實驗

腸胃道吸收比率 < 1%

主要經由糞便和尿液排出

自來水含鋁
超標恐癡呆

小心是有用的
擔心則沒有必要

燕麥片驗出
農藥超標

偽新聞
實例2

【生活頭條】燕麥驗出農藥嘉磷塞　桂格燕麥片也中鏢

2016年05月26日

http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20160526/871246/

衛生福利部食品藥物管理署公布「105年燕麥產品抽驗計畫」抽檢報告，共抽驗市售36件燕麥片產品，其中10件檢出農藥「嘉磷塞」，不合格率約28%，嘉磷塞檢驗定量的極限為0.1ppm，而**超標產品檢出值則介於0.1至1.8ppm**。，違反食品安全衛生管理法第15條第1項第5款規定，不合格產品應下架回收，並可處6萬元以上2億元以下罰鍰。

台灣佳格食品回應，此次驗出嘉磷塞的桂格燕麥片，都是通路自行從美國進口的水貨，佳格的產品原料來自澳洲、在台製造，符合台灣農藥殘留法規，只要認明包裝上有台灣佳格食品製造等字樣，就是桂格正式授權在台銷售產品。目前美國規定燕麥的嘉磷塞殘留容許量為30 ppm，歐盟、日本為20ppm，加拿大為15ppm，澳洲為0.1 ppm

非致癌物質
2. 劑量-反應評估

3分鐘教學影片-如何訂定安全容許量

http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/video_detail.php?id=6
https://youtu.be/Tag18L06TO4

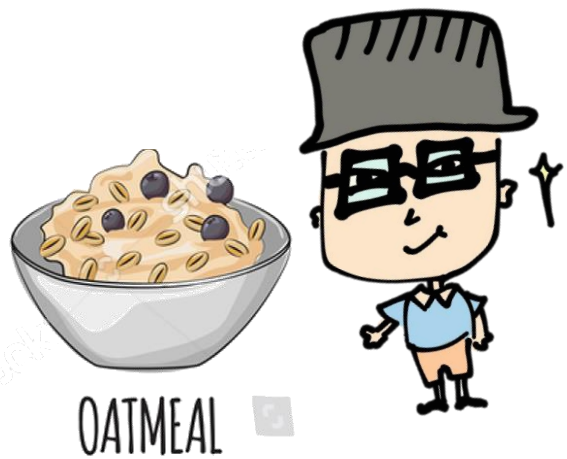
案例分析

瑪斯吃著自己最愛的燕麥早餐，咬下一口後?!

看到報紙上的報導

「燕麥中嘉磷賽(glyphosate)農藥 **超標10倍**」

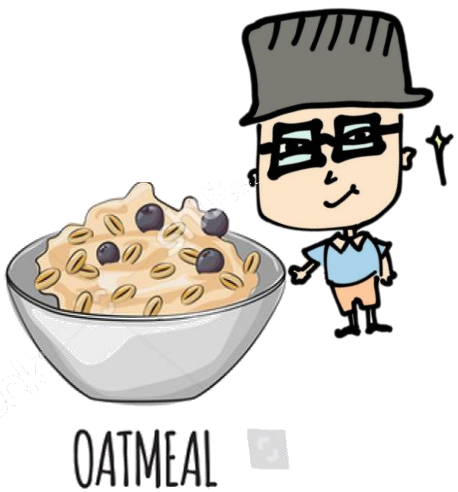
害怕自己即將中毒死去



農藥殘留容許量標準

https://consumer.fda.gov.tw/Law/PesticideList.aspx?nodeID=520

農藥殘留容許量標準 與 毒性 相關性

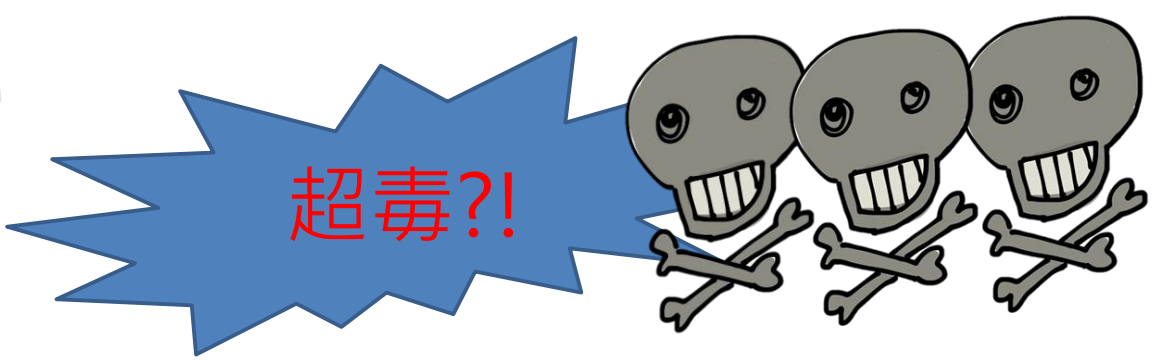


假設情境

瑪斯手上的燕麥中的**嘉磷賽**農藥**超標10倍**

表示**濃度**為=0.1毫克/公斤x **10 倍**

= **1 毫克/公斤**



毒不毒 (非致癌物風險評估)

- **每日可接受攝取量 (ADI)與參考劑量(RfD)**

  ADI: Acceptable Daily Intake

  RfD: Reference dose

- 利用毒理實驗資料訂定
- **代表在一生中每 人每天最高可攝食而不會產生健康風險之劑量**

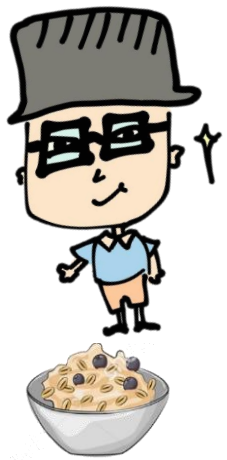
查詢嘉磷賽的參考劑量RfD

- 美國國家醫學圖書館
- TOXNET 毒物學資源網 http://toxnet.nlm.nih.gov/

嘉磷賽的**每人每天最高可攝食而不會產生健康風險之劑量是0.1 毫克/公斤**

超標=超毒?!

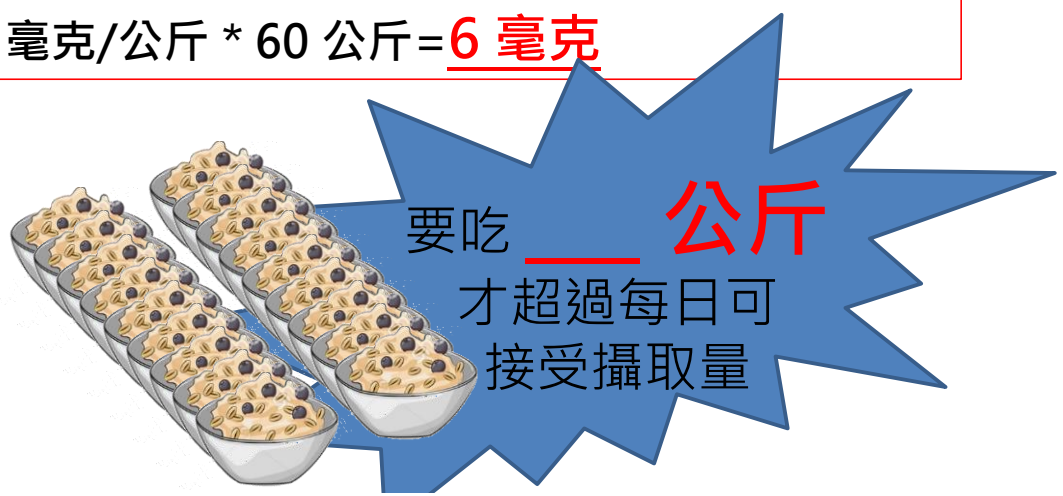
- 嘉磷賽的每 人每天最高可攝食而不會產生健康風險之劑量(RfD)是0.1毫克/公斤



瑪斯手上的燕麥
嘉磷賽濃度
1 毫克/公斤

瑪斯個人小檔案: 男性，體重 60 公斤

瑪斯每天最高可攝食嘉磷賽而不會產生健康風險之劑量是
0.1 毫克/公斤 * 60 公斤=6 毫克



超標≠超毒≠危害

毒不毒
與**暴露劑量**有關

標準制定
- 1.風險評估
- 2.行政管制點

公告檢驗方法

http://www.fda.gov.tw/TC/site.aspx?sid=42

	化學檢驗法	生化檢驗法
使用儀器	層析儀、質譜儀	分光光度計
檢驗特性	定性定量分析	快速檢驗
檢測成本	高，每件4000~5000元	低，每件300~900元以下
檢測地點	儀器無法移動，限制於實驗室內檢測	機動性佳，可於田間或拍賣市場檢測
檢測難易度	檢測過程困難	檢測容易
實驗時間	實驗耗時，需四小時	實驗快速，十五分鐘以內
報告申請時間	5~7個工作天	1~2個工作天
報告內容	表列農藥的項目及濃度	乙醯膽鹼抑制率
檢測結果數據	可知道農藥殘餘的名稱及濃度	可知農藥殘毒對乙醯膽鹼的抑制率
可檢測農藥總類	檢測範圍為政府表列的310種農藥	有機磷劑或氨基甲酸鹽的總含量，無法得知為何種農藥及個別含量的多寡
檢驗漏洞	目前檢驗的項目為政府核准的常見310種農藥，若不是檢測表列上的農藥，則無法得知是否有殘留	只知農藥的總含量，無法得知其種類及濃度，且非有機磷劑或氨基甲酸鹽的農藥也無法檢測
法律效力	可作為政府機關裁罰的依據	在買賣契約上具有法律效力

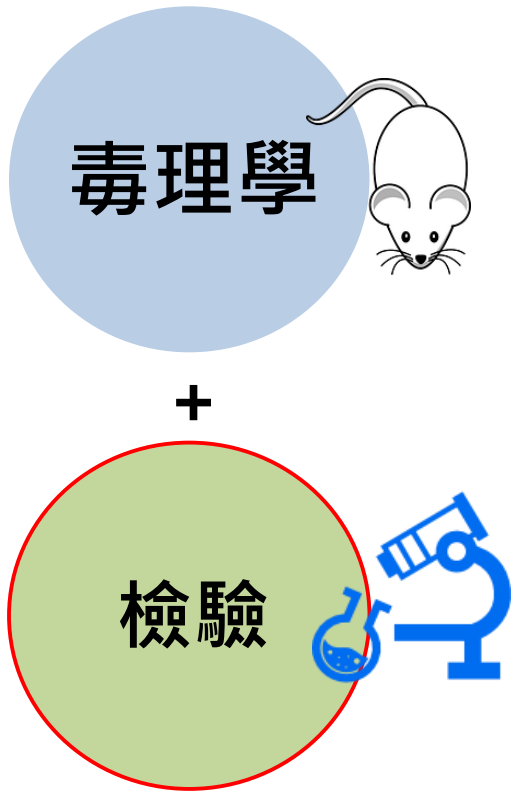
http://www.nafertino.com.tw/zh-hant/technology/276

「未檢出」背後的神秘面紗

N. D. (non-detected)

我是瑪斯

我是惠茹老師



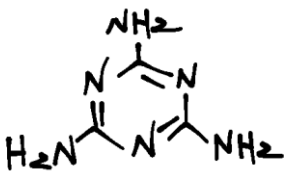
案例背景

小華媽媽為未來的寶寶
尋找 **安全的奶粉**，
發現檢驗報告中常出現
「三聚氰胺」：**「未檢出」**。

1.檢驗儀器之偵測極限

LC-UV
液相層析-紫外光檢測法

2.5 ppm



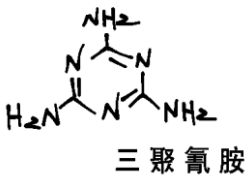
三聚氰胺

偵測能力
差異達50倍

LC-MS/MS
液相層析-串聯質譜法

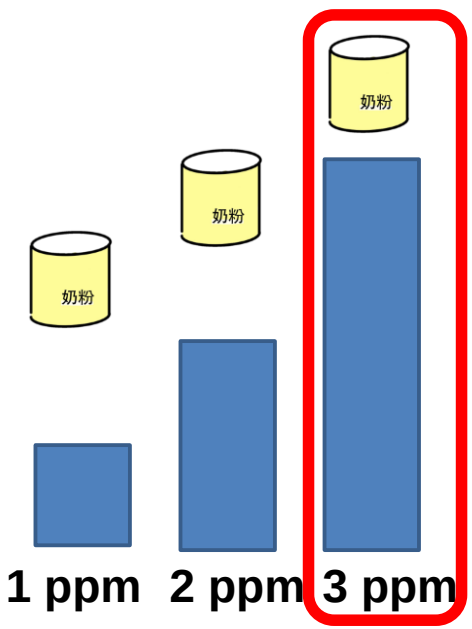
0.05 ppm

1.檢驗儀器之偵測極限



LC-UV
液相層析-紫外光檢測法

2.5 ppm

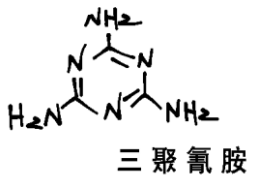


奶粉一號:
1 ppm 低於**檢驗儀器之偵測極限**

奶粉二號:
2 ppm 低於**檢驗儀器之偵測極限**

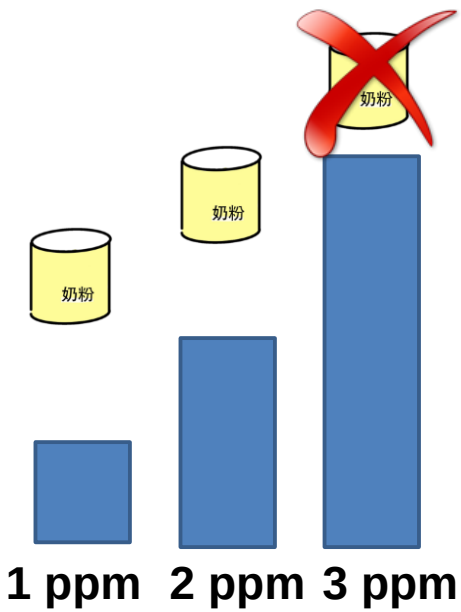
奶粉三號:
3 ppm 高於**檢驗儀器之偵測極限**

1.檢驗儀器之偵測極限



LC-UV
液相層析-紫外光檢測法

2.5 ppm



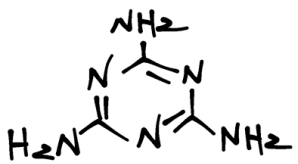
奶粉一號:
1 ppm 低於**檢驗儀器之偵測極限**

奶粉二號:
2 ppm 低於**檢驗儀器之偵測極限**

奶粉三號:
3 ppm 高於**檢驗儀器之偵測極限**

1.檢驗儀器之偵測極限

假設情境



0.1 ppm

LC-UV
液相層
(偵 限 2.5 ppm)

奶粉0.1 ppm 低於 檢驗儀器的偵測極限

檢驗結果:
「未檢出」

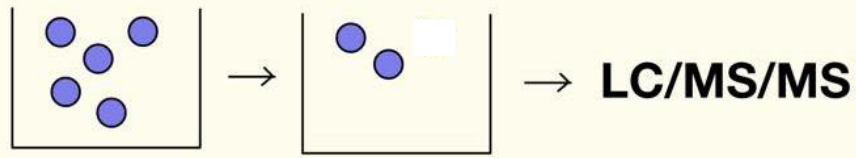
LC-MS/M
液相
(偵 限 0.05 ppm)

奶粉0.1 ppm 高於 檢驗儀器的偵測極限

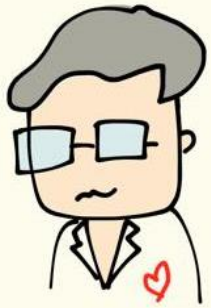
檢驗結果:
「0.1 ppm」

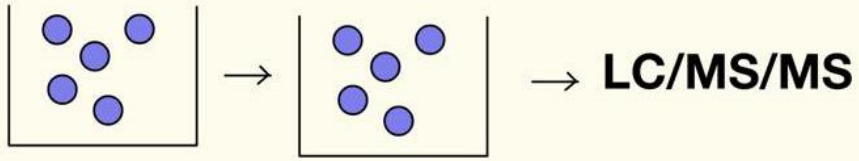
2.萃取方法回收率

假設情境



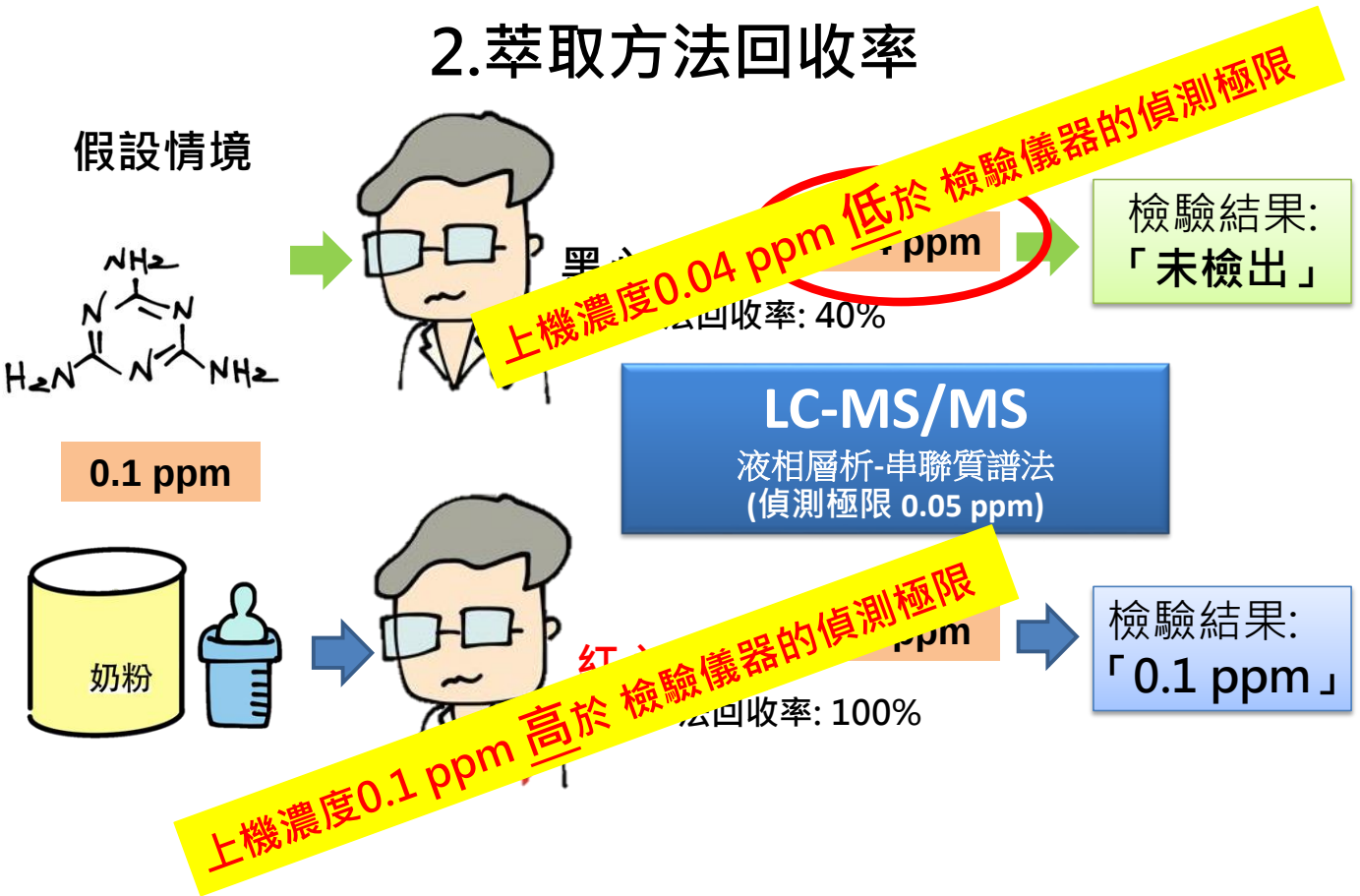
黑心檢驗商　　萃取方法回收率: 40%





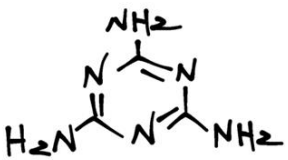
紅心檢驗商　　萃取方法回收率: 100%

2.萃取方法回收率


假設情境
0.1 ppm
奶粉
ppm
回收率: 40%
上機濃度0.04 ppm 低於 檢驗儀器的偵測極限
檢驗結果:
「未檢出」
LC-MS/MS
液相層析-串聯質譜法
(偵測極限 0.05 ppm)
ppm
回收率: 100%
上機濃度0.1 ppm 高於 檢驗儀器的偵測極限
檢驗結果:
「0.1 ppm」

2.萃取方法回收率

假設情境



黑心檢驗商

萃取方法回收率: 40%

0.04 ppm

檢驗結果:
「未檢出」

LC-MS/MS
液相層析-串聯質譜法
(偵測極限 0.05 ppm)

0.1 ppm

紅心檢驗商

萃取方法回收率: 100%

0.1 ppm

檢驗結果:
「0.1 ppm」

「未檢出」背後的神秘面紗
N. D. (non-detected)

1.檢測儀器(偵測極限)
2.萃取方法(回收率)

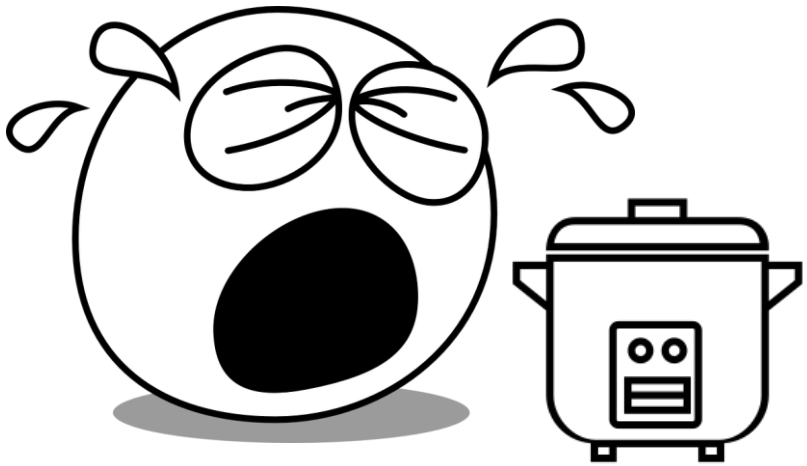
「未檢出」和「零檢出」誰厲害

我是瑪斯

我是惠茹老師

NEWS
UPDATE
Subscribe
for newspaper online
World Stock Market
EXCHANGE
RATE
News + Buzz
shutterstock

偽新聞
實例3



電子鍋內鍋煮飯有毒？婆媽崩潰：已經服毒好多年了！

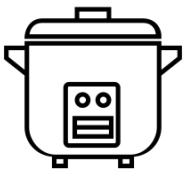
電子鍋的內鍋多是鋁製品，內鍋的表面會塗上**鐵氟龍防止飯粒沾黏**，而鐵氟龍在**加熱後會釋放毒性**，讓白飯變成毒飯。美國已在2006年證實，添加在鐵氟龍中的「**全氟有機酸(PFOA)**」對人類有潛在**致癌**作用，且在生物體內至少有四年的半生存在期，台灣消基會也於同年發佈『鐵氟龍』的塗層，經檢測證實有毒！

2015年08月27日

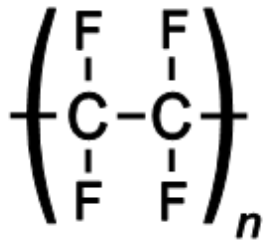
http://www.ettoday.net/news/20150827/554875.htm?from=fb_et_news

3分鐘教學影片-致癌物分級介紹(上)

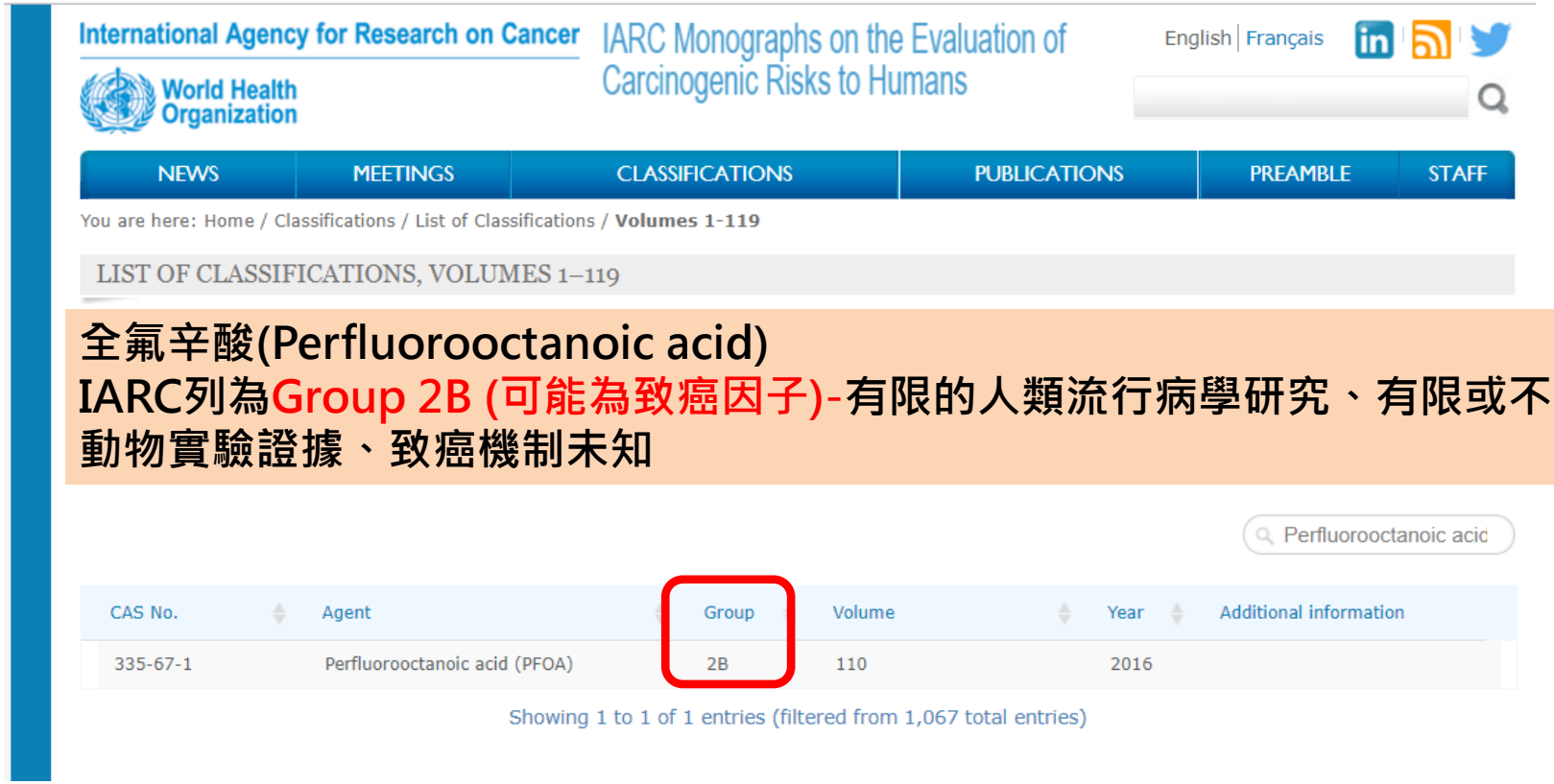
http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/video_detail.php?id=3
http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/video_detail.php?id=4



不沾鍋內鍋 主成分



- ✓ **鐵氟龍** PTFE (**Teflon**, polytetrafluoroethylene)
- ✓ 鐵氟龍不致癌
- ✓ 在攝氏250度以下使用，理論上都是**安全**的
- ✓ 過熱產生的煙會讓人產生類似感冒 的症狀 (polymer fume fever)，**450度**以上產生的煙含 Perfluoroisobutene (PFIB)會造成肺損傷，對鳥具有高毒性，致死。



全氟辛酸(Perfluorooctanoic acid)
IARC列為Group 2B (可能為致癌因子)-有限的人類流行病學研究、有限或不足的動物實驗證據、致癌機制未知

2 全氟辛酸(PFOA)

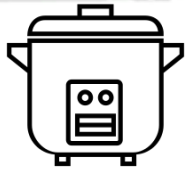
2 全氟辛酸(PFOA)

- IARC Group 2B
- 動物實驗:肝癌及睪丸、胰腺、乳房
- 人類在職業暴露族群:膀胱癌腎癌風險較高
- **內分泌干擾**: 女性素受體致效劑和甲狀腺受體拮抗劑
- **持久性和生物累積性**

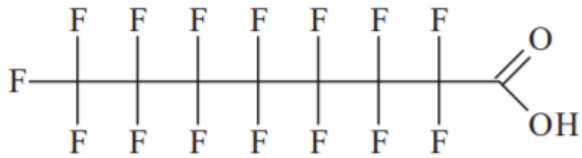
  全氟辛酸滯留於人體的半衰期約3.5年

Environ Health Perspect. 2007 Sep;115(9):1298-305

2 全氟辛酸(PFOA)



✓ 全氟辛酸(Perfluorooctanoic acid)
並不是鐵氟龍的主要成分
而是生產中的**添加助劑 (配角)**
僅殘留少許在鐵氟龍之中



Molecular formula: $C_8HF_{15}O_2$
Relative molecular mass: 414

✓ 不沾鍋**不是**全氟辛酸主要來源

2 全氟辛酸(PFOA)

全氟辛酸哪裡來?
一項橫跨九國，檢驗了473名志願者的血液
結果顯示，全部的參與者血液中都驗出了全氟辛酸
美國與波蘭人驗出最高含量，韓國人次之，印度人最低。
Environ Sci Technol. 2004 Sep 1;38(17):4489-95.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15461154

- **全氟辛酸來自家庭用品和環境污染。**

美國EPA提出了PFOA Stewardship計劃(PFOA自主削減計劃)，即至2010年PFOA排放減少95%，2015年減少100%，即零排放。

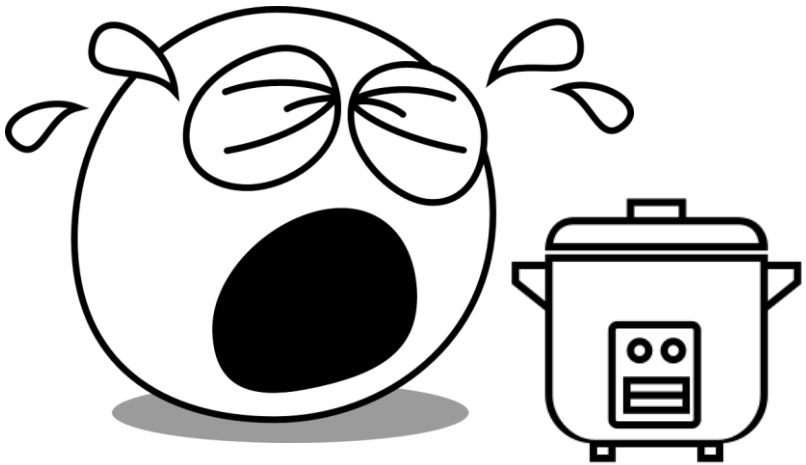
Participating companies included:

- Arkema
- Asahi
- BASF Corporation (successor to
- Clariant
- Daikin
- 3M/Dyneon
- DuPont
- Solvay Solexis

https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/risk-management-and-polyfluoroalkyl-substances-pfass#tab-3

美國環境保護署於2016下修飲水中針對全氟辛酸和全氟辛烷磺酸的健康公告數值(health advisory levels)為0.07 ppb

https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/drinking-water-health-advisories-pfoa-and-pfos



電子鍋內鍋煮飯有毒？
婆媽崩潰：已經服毒好多年了！

全氟辛酸(PFOA)

喝酒臉紅非肝好
罹癌風險增50倍

偽新聞
實例4

喝酒臉紅非肝好　罹癌風險增

2015年08月11日

美國史丹福大學研究發現，喝酒臉紅是因體內缺乏「乙醛去氫酶」酵素，這種人長期飲酒罹食道癌風險將大增。資料照片【飲酒過量，有害健康】

http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150811/667750/

喝酒臉紅非肝好
罹癌風險增

藥物代謝反應
實例1-喝酒臉紅

酒精
(乙醇)

ADH
乙醇去氫酶

乙醛

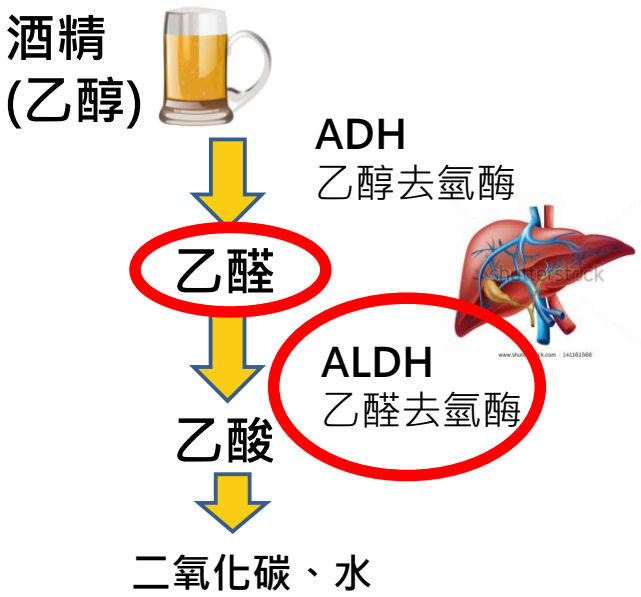
ALDH
乙醛去氫酶

乙酸

二氧化碳、水

乙醛刺激
肥大細胞(mast cell) 和
嗜鹼性白血球(basophil)
釋放**組織胺**
使血管舒張
才會全身通紅

藥物代謝反應
實例1-喝酒臉紅



人類有19種乙醛去氫酶
其中代謝酒精產生的乙醛
最重要的是**乙醛去氫酶2** (ALDH2)

台灣人屬於**乙醛去氫酶2**基因突變型的比率高達47%，居世界第一，且多出現在**漢族**身上

藥物代謝反應
實例1-喝酒臉紅

乙醛去氫酶2 (ALDH2) **基因突變型**

追溯這個突變可能是起源於
兩三千年前中國東南沿海以米食為主的漢人
之後遷徙傳到韓國日本和台灣

因此稱之”Asian flush”

喝酒臉紅 好嗎?

modernlifesurvivalist.com

乙醛被列為一級致癌物

致癌機率

酒精成癮

給我零風險!

美國環保署 (US EPA)風險等級

風險發生率	風險發生率	風險發生率
$<10^{-6}$	10^{-6}-10^{-4}	$>10^{-4}$
小於百萬分之一	百萬分之一到萬分之一	大於萬分之一

致癌風險度
標的危害商數（target cancer risk, TR）

風險度=終生平均每日總暴露劑量 x 斜率因子

Risk = $LADD_{total}$×SF

$LADD_{total}$：經由各暴露途徑加總之終生平均每日總暴露劑量(mg/kg/day)

S F：Slope factor，斜率因子，(mg/kg/day) -1

風險度= 濃度 x 單位風險度

適用有濃度值之風險計算：

Risk = C × Unit Risk

C：環境介質中致癌物質之濃度(mg/Nm3，mg/L，mg/kg)

Unit Risk：單位風險度，暴露於每濃度單位致癌物質會導致癌症的風險。

學會降低相對風險

1 危害辨識

2 劑量反應評估

3 暴露評估

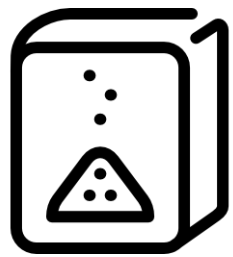
4 風險

高	高	高	避免
高	低	中	降低
低	高	中	
低	低	低	可接受

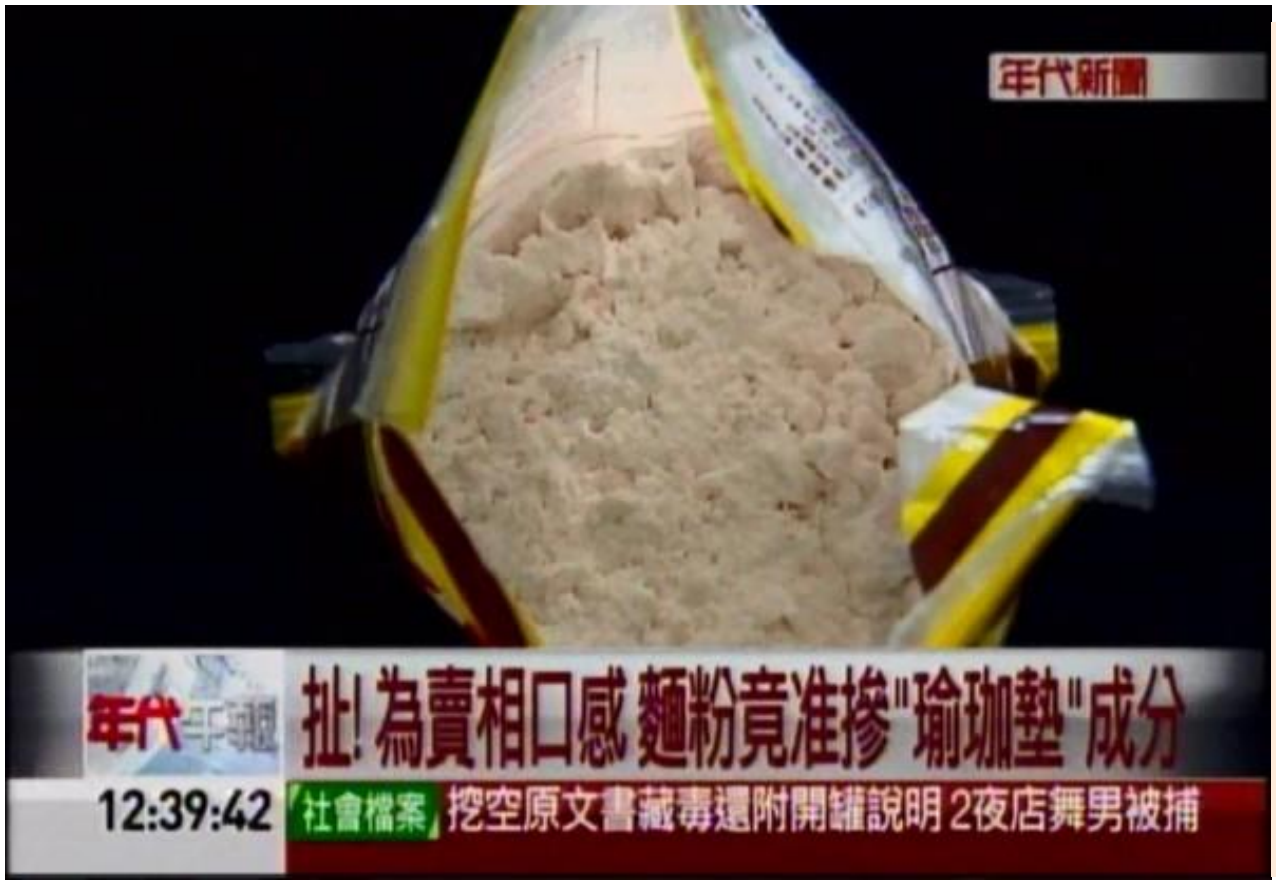
喝酒臉紅 好嗎?

modernlifesurvivalist.com
乙醛
高致癌
危害性
暴露量
低
致癌風險
低
ASIAN FLUSH:
More toxic than cute.
Learn more about the DANGERS of acetaldehyde.

NEWS
UPDATE
Subscribe
for newspaper online
World Stock Market
EXCHANGE RATE
News + Buzz
shutterstock



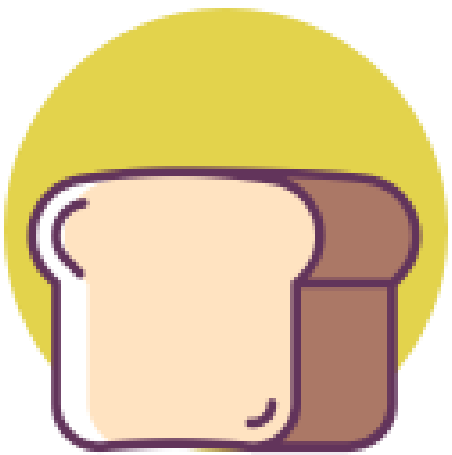
偽新聞
實例5



《年代新聞台》報導
九成以上麵粉
都有被添加
偶氮二甲醯胺（ADA）和
過氧化苯甲醯（BPO）
兩種化學材料，
此兩種化學物質不僅能讓
麵粉變白
且增加Q彈口感，
偶氮二甲醯胺甚至還是
製造瑜珈墊和橡膠鞋墊的
工業原料

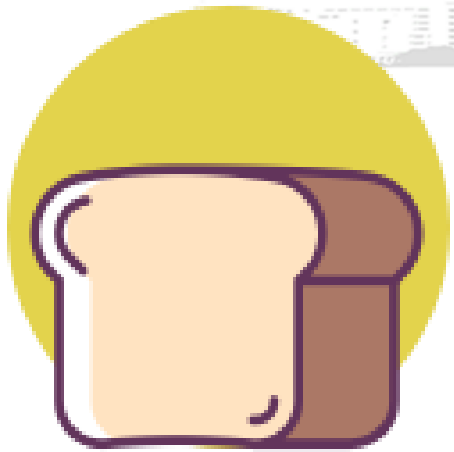
2016-07-24 http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1773006

麵粉添加瑜珈墊原料
真的假的?



偶氮二甲醯胺
(Azodicarbonamide, ADA)

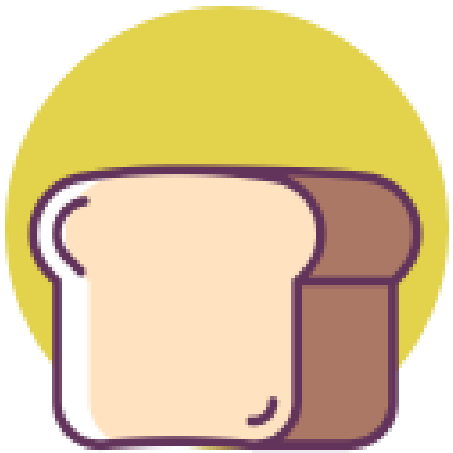
偶氮二甲醯胺在加熱時，會釋放氮、一氧化碳、二氧化碳以及氨等**氣體**，故工業上做為塑膠或橡膠之**發泡劑**。



偶氮二甲醯胺
（Azodicarbonamide, ADA）

台灣：依第（七）類 品質改良用、釀造用及食品製造用劑準則， ADA可使用於麵粉；用量為45 mg/kg以下。限於食品製造或加工必須時使用。

資料來源: TFDA/健康風險評估資料專區



偶氮二甲醯胺
（Azodicarbonamide, ADA）

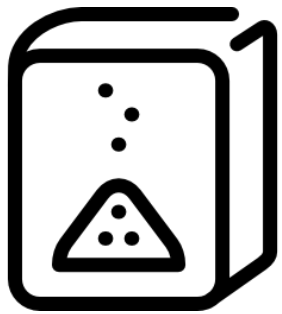
ADA自身與麵粉不起作用
當將其添加於麵粉中加水攪拌成麵團時
能快速釋放出活性氧(速效氧化劑)

此時麵粉蛋白質中胺基酸的硫氫基（-SH）被氧化成二硫鍵（ - S - S）
使蛋白質鏈相互連結而構成立體網狀結構

改善麵團的彈性、韌性、均勻性
從而改善麵製品的組織結構和物理操作性質，使生產出的麵製品具有較大的體積和較好的組織結構。

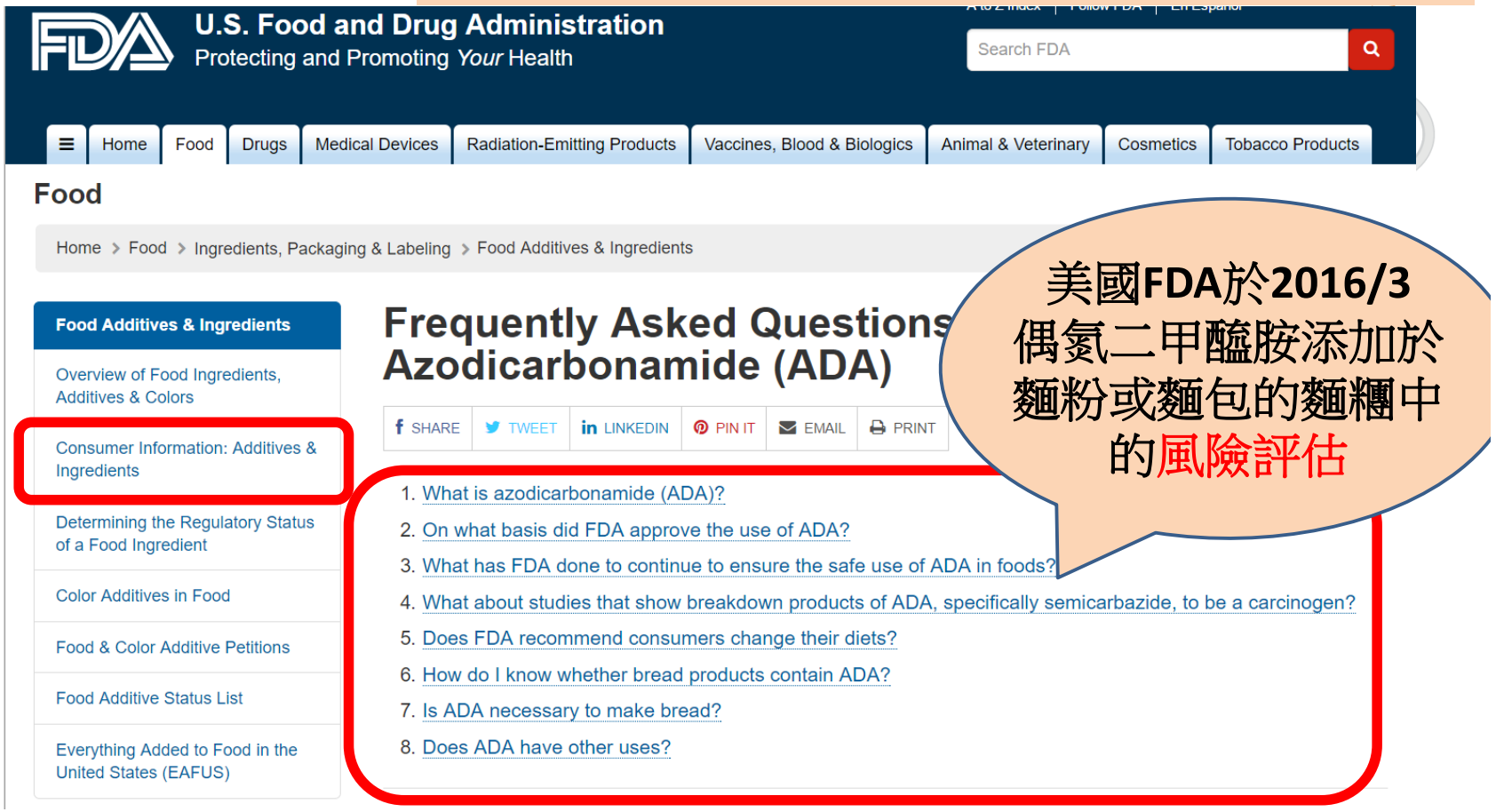
資料來源: TFDA/健康風險評估資料專區

麵粉添加偶氮二甲醯胺ADA

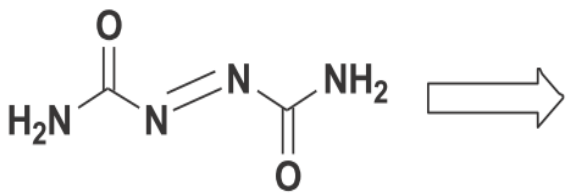


吃麵包也吃下瑜珈墊原料
Q彈卻恐致癌

http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm094210.htm



美國FDA於2016/3偶氮二甲醯胺添加於麵粉或麵包的麵糰中的風險評估



ADA

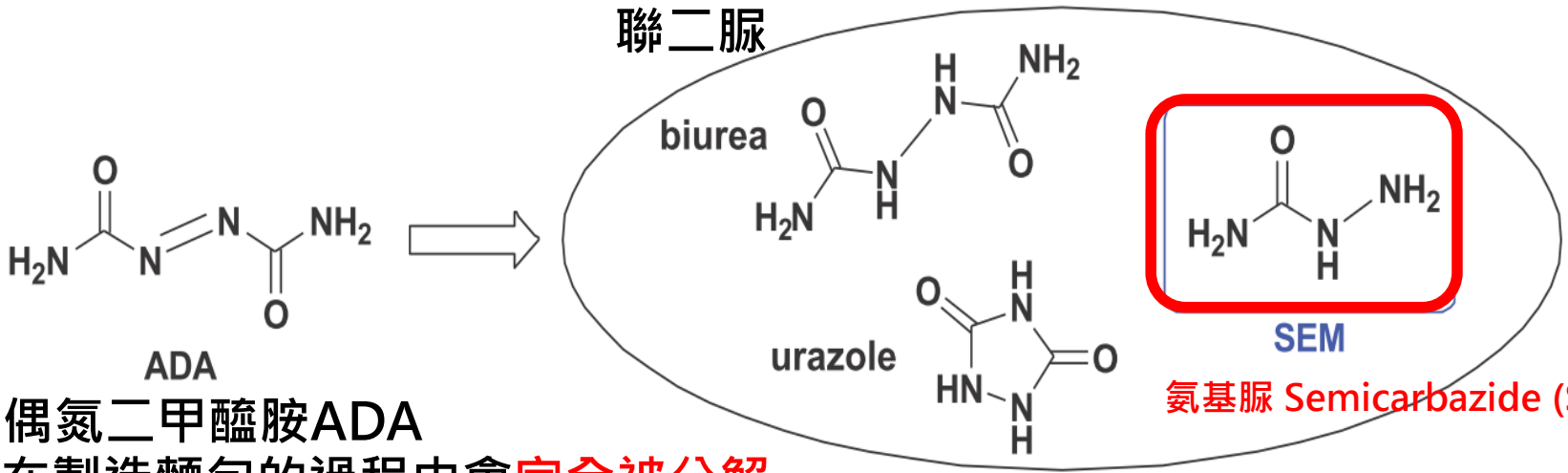
偶氮二甲醯胺ADA
在製造麵包的過程中會完全被分解

Figure 1: Thermal decomposition of ADA during baking forms biurea, semicarbazide (SEM), and urazole.

http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/UCM497223.pdf

主要經尿液排泄，並不會在體內累積

聯二脲



ADA

偶氮二甲醯胺ADA

在製造麵包的過程中會完全被分解

氨基脲 Semicarbazide (SEM)

Figure 1: Thermal decomposition of ADA during baking forms biurea, semicarbazide (SEM), and urazole.

http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/UCM497223.pdf

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization
IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

English | Français

NEWS | MEETINGS | CLASSIFICATIONS | PUBLICATIONS | PREAMBLE | STAFF

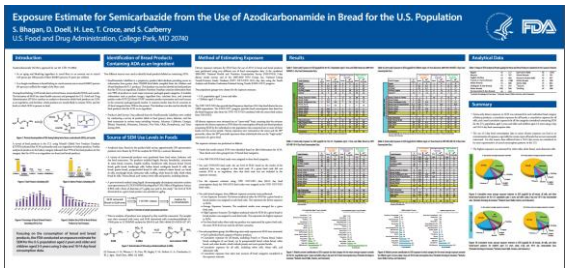
You are here: Home / Classifications / List of Classifications / **Volumes 1-116**

LIST OF CLASSIFICATIONS, VOLUMES 1–116

氨基脲Semicarbazide (SEM)
在高劑量下，曾經被發現增加雌性小鼠產生腫瘤的機會，
但是不影響雄性小鼠或大鼠。
IARC列為Group 3 (不確定是否為人類致癌物)

CAS No.	Agent	Group	Volume	Year	Additional information
563-41-7	Semicarbazide hydrochloride	3	12, Sup 7	1987	

http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php


Exposure Estimate for Semicarbazide from the Use of Azodicarbonamide in Bread for the U.S. Population

S. Bhagan, D. Doell, H. Lee, T. Coons, and S. Carberry

U.S. Food and Drug Administration, College Park, MD 20740

美國FDA於2016/3 偶氮二甲醯胺添加於麵粉或麵包的麵糰中的風險評估

氨基脲 Semicarbazide (SEM)

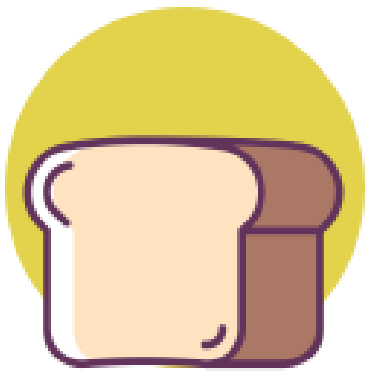
over 250 representative bread and bread products

aged 2 years and older

Children aged 2-5 years

food consumption data

http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/UCM497223.pdf

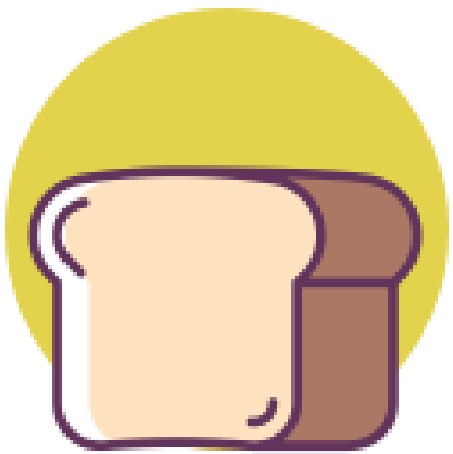


偶氮二甲醯胺ADA

美國FDA根據最敏感族群孩童攝食量的估算，進行氨基脲(SEM)的風險評估，結論並不建議其國人改變飲食習慣。

也就是說一般人每日攝取添加偶氮二甲醯胺(ADA)麵包的曝露量，所產生的氨基脲危害健康的風險很低，是可以忽略的。

吃麵包也吃下瑜珈墊原料
Q彈卻恐致癌



純屬標題殺人

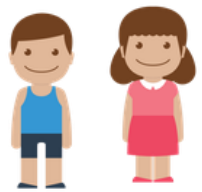
風險評估

1 危害辨識

2 劑量反應評估

3 暴露評估

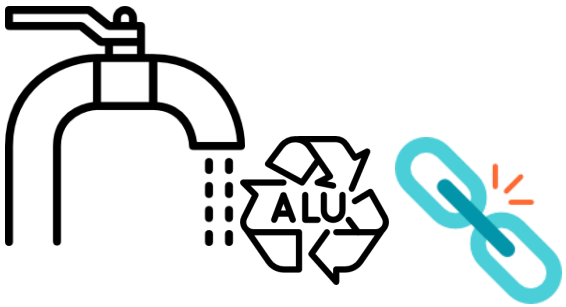
對象: 分解產物 (SEM)



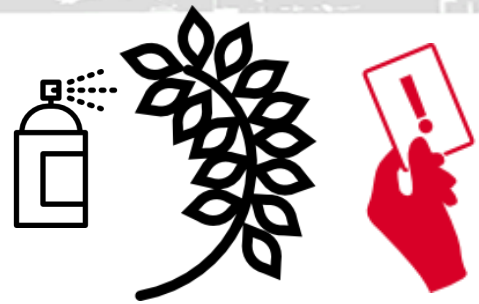
4 風險特性描述

食安偽新聞
網路流言解析

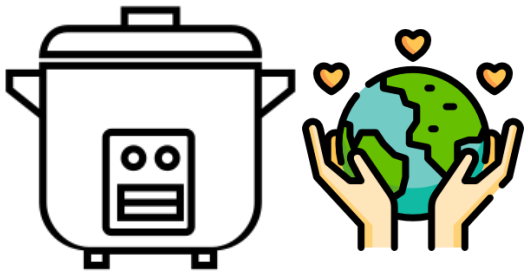
慈濟大學 醫學檢驗生物技術學系
林惠茹 老師



自來水含鋁
超標恐癡呆



燕麥片驗出農藥超標



電子鍋內鍋煮飯有毒

喝酒臉紅非肝好
罹癌風險增

吃麵包也吃下瑜珈墊原料
Q彈卻恐致癌

面對流言的進階『毒家內功』

國家衛生研究院

環境毒物資料庫
(國家環境毒物中心
/ATSDR)

食品藥物管理署

健康風險評估
資料專區

FB 粉絲專頁

毒家機密
@toluene9

現代柯南環遊檢驗世界
@modern.conan

Q&A

129萬戶自來水含「鋁」超標　恐痴呆
https://www.youtube.com/watch?v

喝酒臉紅非肝好　罹癌風險增50倍

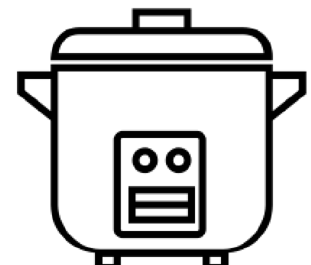
美國史丹福大學研究發現，喝酒臉紅是因體內缺乏「乙醛去氫酶」酵素，種人長期飲酒罹食道癌風險將大增。資料照片【飲酒過量，有害健康】

中華民國101年9月19日/星期三　A6生活新聞　中國時報

蔬菜殘留硝酸鹽 吃素吃到中毒

消基會、主婦聯盟籲農委會列入常規檢驗、訂標準含量　建議民眾勿長期只吃同一種類的菜

【生活頭條】燕麥驗出農藥嘉磷塞　桂格燕麥片也中鏢



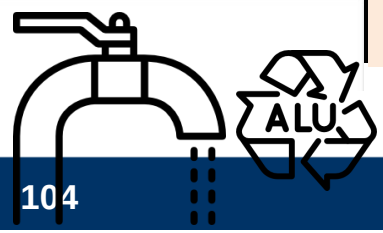
電子鍋內鍋煮飯有毒？婆媽崩潰：已經服毒好多年了！

Tzu Chi University

129萬戶自來水含「鋁」超標　恐痴呆
https://www.youtube.com/watch?v=e16UcHWN1yQ
2012年4月4日

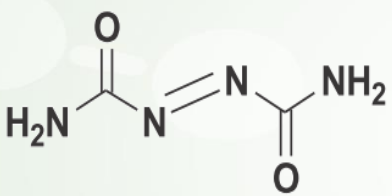
《中國時報》報導，台水公司委託成功大學水質研究中心採樣檢驗全台59座淨水處理廠，結果發現有**18所淨水廠的鋁含量超過**建議警戒值（**0.15ppm**），主要集中在雲嘉南地區：台南市6所、雲林與嘉義合計6所、台中與南投也合計6所，民眾如長期攝取，恐怕有導致老年癡呆症的可能。

台水表示，在**淨水處理中，加入含鋁混膠凝劑，膠凝沉澱分離泥砂**等污物，再將水過濾消毒供民眾使用，且經由飲水所攝入的鋁生物利用性低。目前世界上大多數淨水場還是使用含鋁混膠凝劑進行淨水處理，鋁經淨水處理大多均能去除。



自來水含鋁
超標恐癡呆

Biurea 惰性物質：毒性很低，在消化道裡不被消化酶破壞，可以很快通過糞便和尿液排出



ADA

偶氮二甲醯胺ADA

在製造麵包的過程中會完全被分解

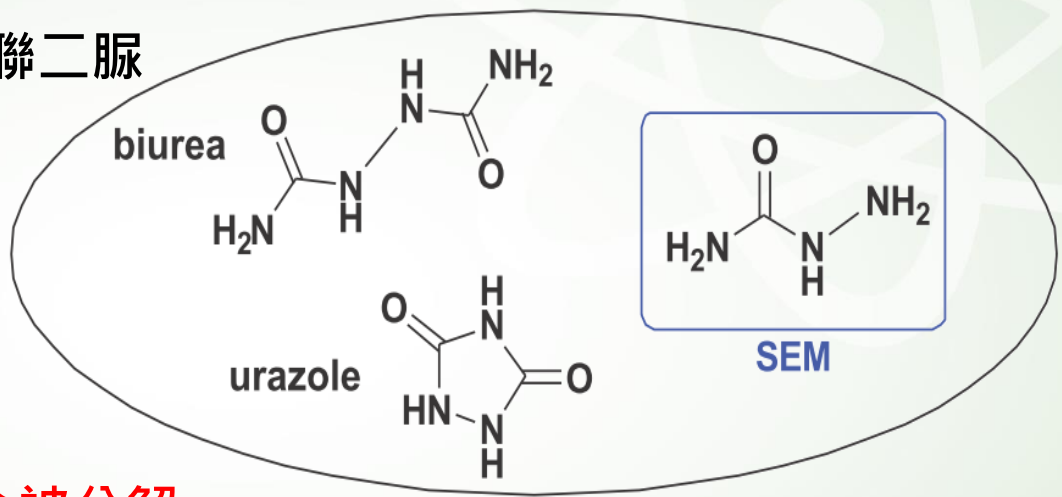


Figure 1: Thermal decomposition of ADA during baking forms biurea, semicarbazide (SEM), and urazole.

http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/UCM497223.pdf

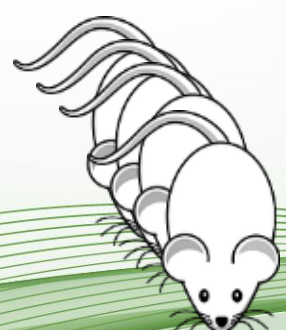
第1類　確定為致癌因子
第2A類　極有可能為致癌因子
第2B類　可能為致癌因子
第3類　無法歸類為致癌因子
第4類　極有可能為非致癌因子

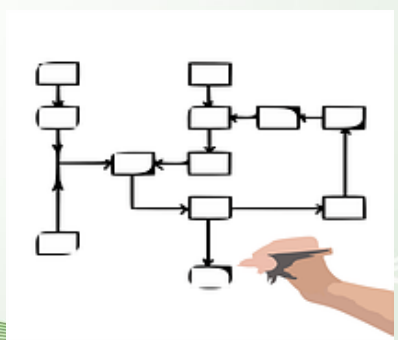
國際癌症研究所 IARC

(International Agency for Research on Cancer)

致癌物質分級

流行病學證據　　動物實驗證據　　致癌機制





Appendix 1. Role of mechanistic data in the overall evaluation

Group 1

- Sufficient evidence in humans OR
- Sufficient evidence in animals AND ***strong evidence in exposed humans*** *that the agent acts through a relevant mechanism*
- *Clearly belongs, based on mechanistic considerations, to a* ***class of agents*** *for which one or more members have been classified in Group 1*

Group 2A

- Limited in humans AND sufficient in animals
- Inadequate in humans AND sufficient in animals AND ***strong evidence*** *that the carcinogenesis is mediated by a mechanism that also* ***operates in humans***
- *Clearly belongs, based on mechanistic considerations, to a* ***class of agents*** *for which one or more members have been classified in Group 2A*

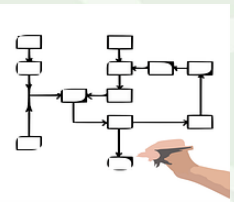
Group 2B

- Limited in humans AND less than sufficient in animals
- Inadequate in humans BUT sufficient in animals
- *Inadequate in humans AND less than sufficient in animals AND* ***supporting evidence*** *from mechanistic and other relevant data*

Group 3

- Inadequate in humans AND inadequate/limited in animals
- Inadequate in humans AND sufficient in animals AND *strong evidence that the mechanism of carcinogenicity in animals* ***does not operate in humans***

IARC Monographs
Instructions to Authors
Updated 14 September 2015



	流行病學研究	動物實驗	致癌機制
第一類	人群流行病學研究已證實為致癌物，並且已有致癌機制佐證		
第二類-A	有限	證據足夠	有
第二類-B	有限	有限或不足	無
第三類	無足夠人群、動物或致癌機制研究，供分類是否為致癌物		
第四類	根據現有資料足以認定為非致癌物		

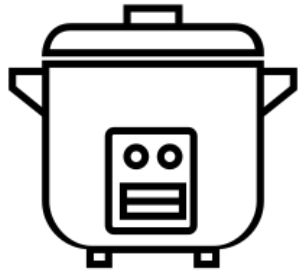
自來水含鋁
超標恐癡呆

喝酒臉紅非肝好
罹癌風險增50倍

吃麵包也吃下瑜珈墊原料
Q彈卻恐致癌

蔬菜殘留硝酸鹽
吃素吃到中毒

燕麥片驗出農藥超標



電子鍋內鍋煮飯有毒

ATSDR Agency for Toxic Substances & Disease Registry

A-Z Index A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z #

Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances

- Toxic Substances Portal
- Substances List
- Substances Resources
- Substances Map
- Health Effects of Exposure to Substances and

Toxic Substances Portal > Toxicological and Health Professionals > Minimal Risk Levels

Minimal Risk Levels (MRLs) List

MRL List – June 2017 (PDF) [55 KB]

ATSDR Minimal Risk Levels (MRLs) - June 2017

Route	Duration	MRL	Factors	Endpoint	Draft/ Final	Cover Date	CAS Number
PERFLUOROOCTANOIC ACID (PFOA)							
Oral	Int.	0.00002 mg/kg/day	90	Hepatic	Draft	08/2015	355-67-1
PERMETHRIN							

http://www.bookzone.com.tw/event/ws099/list4-3.asp

網路流言

寶特瓶重複用，當心癌症上身？

- 裝溫水會產生毒素，而且沒開封的飲料，或是寶特瓶裝的白開水，在車裡曬太陽，也會把銻給曬進喝的水裡，現在很流行的運動水壺，也是別曬太陽、別裝溫熱水，自行車族請注意囉。

除了避免裝溫熱水、曬太陽，寶特瓶也不要拿來裝汽水，酸性的汽水、鹼性的檸檬汁，會讓瓶子釋放一種環境荷爾蒙，叫「雙酚A」，小吃店給的塑膠刀叉，也有這種毒素存在，不但會致癌，還會造成免疫系統失常。

事實:瓶裝水含甲醛、乙醛和銻

- 溫度和二氧化碳增加甲醛、乙醛和銻的釋出。
- 寶特瓶裝水淬出物並不會引起細胞毒性、基因毒性、內分泌干擾物質。
- 長時間吸入含有高濃度銻之空氣會使肺部與眼睛發炎，進而導致肺部、心臟或胃部的健康問題。
- 銻不是人類致癌物質
- 英國的飲用水銻含量安全標準是5μg/L
- 依據美國所做的銻每日安全接受量2.3 mg/kg，以一個體重六十公斤的人推估，每天可攝取銻的安全含量約為一百五十毫克。

農藥

殘留容許量

現代柯南－食安大宅門

農藥殘留容許量標準

https://consumer.fda.gov.tw/Law/PesticideList.aspx?nodeID=520

附表一 農藥殘留容許量標準表

國際普通名稱	普通名稱	作物類別	容許量	備註
Glyphosate	嘉磷塞	毛豆	0.2	
Glyphosate	嘉磷塞	大豆	10	
Glyphosate	嘉磷塞	大漿果類	0.2	
Glyphosate	嘉磷塞	小麥	5	
Glyphosate	嘉磷塞	小漿果類	0.2	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	玉米	1.0	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	甘蔗類	0.1	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	米類	0.1	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	杏仁	1.0	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	小扁豆(乾)	5.0	殺草劑
Glyphosate	嘉磷塞	柑桔類	0.1	殺草劑

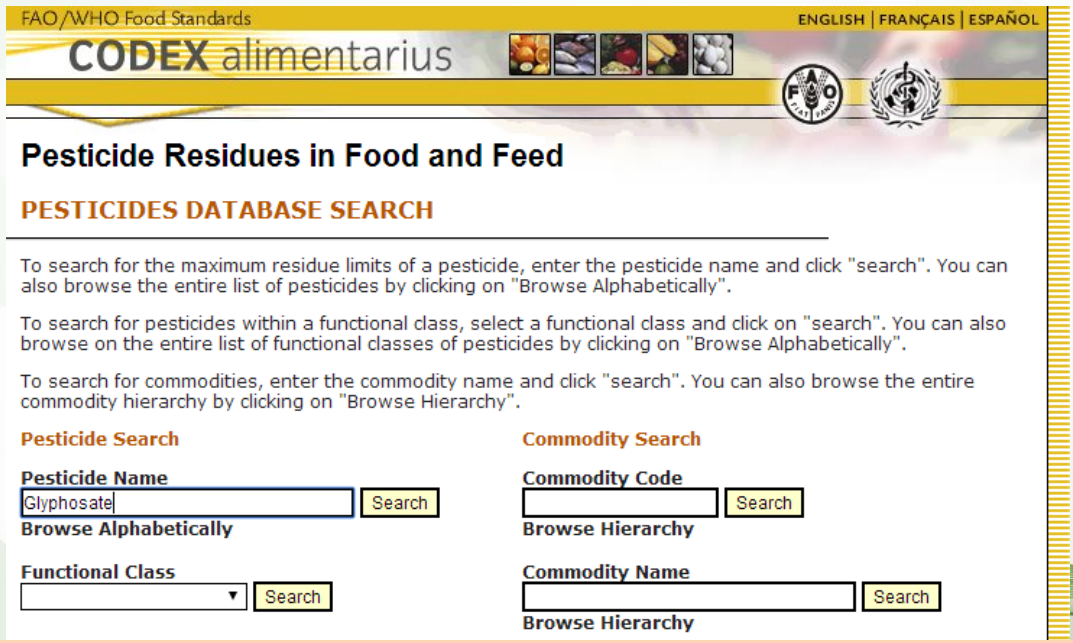
ppm (mg/kg)
毫克/每公斤作物

https://consumer.fda.gov.tw/Law/PesticideList.aspx?nodeID=520

大陸農業部藥檢所-農藥最大殘留限量數據庫，除大陸標準外可同時比對查詢多個國家/地區之容許量。

農藥殘留容許量 標準

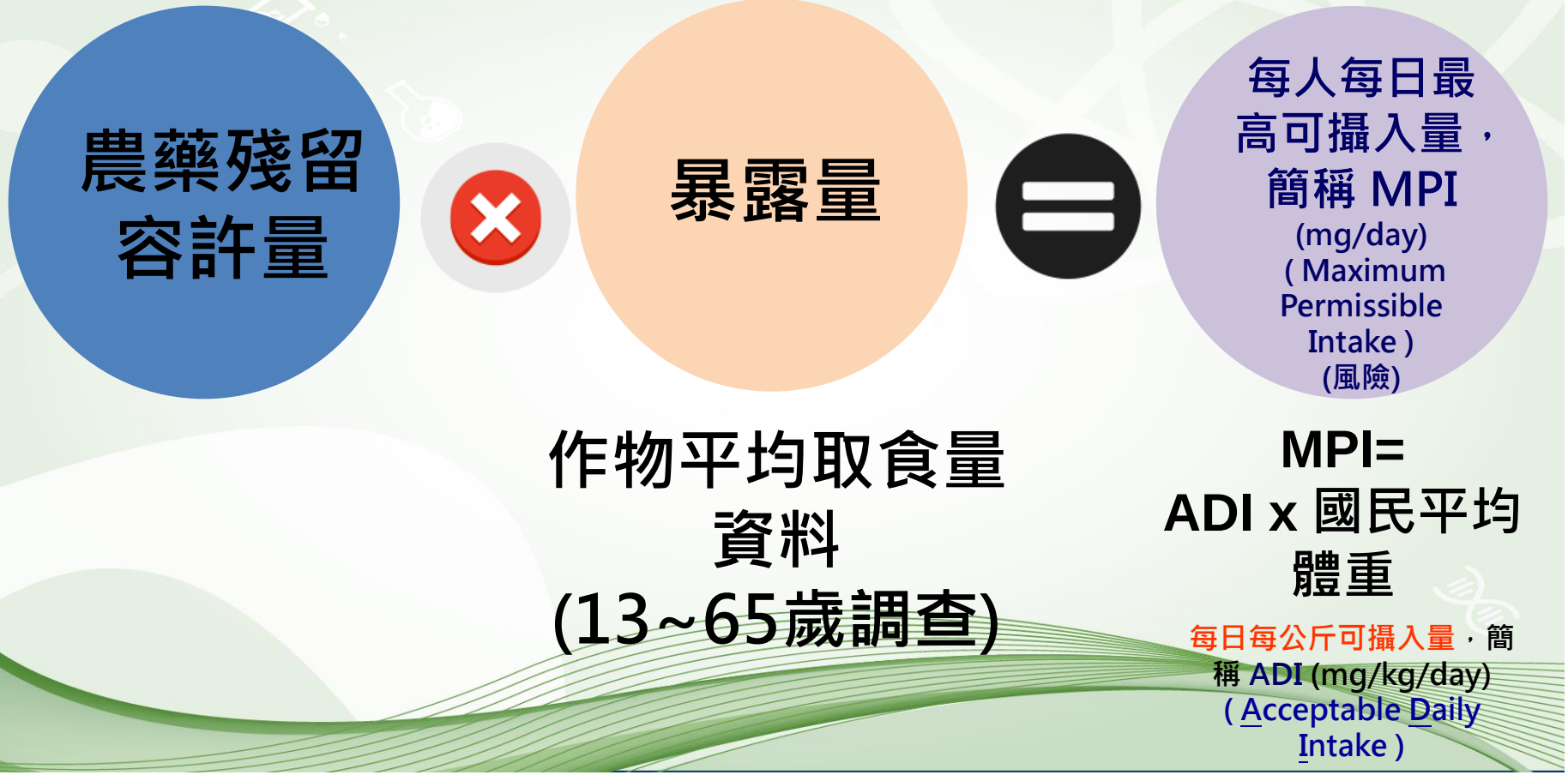
- 世界食品法典委員會（Codex Alimentarius Commission）
- 農藥殘留容許量 MRL (Maximum Residue Limit)



http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides/search.html?lang=en

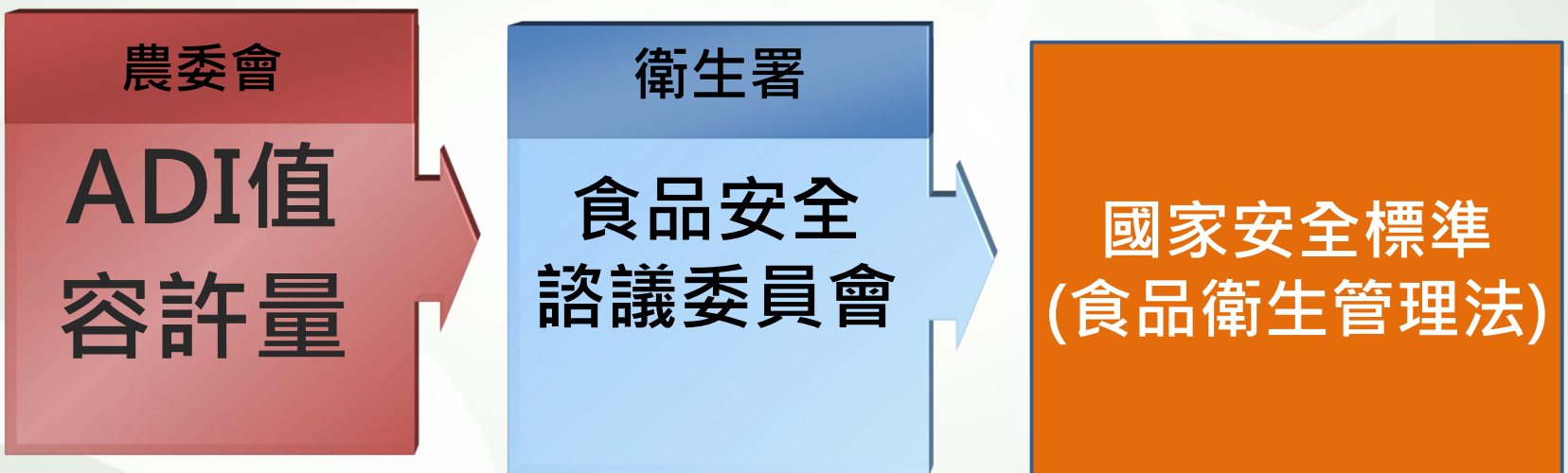
農藥殘留容許量制訂要件

農藥殘留容許量制訂要件



農藥殘留容許量制訂要件

農產品中農藥殘留最高容許量之訂定
Maximum residue limit (MRL)



強制性食品衛生安全標準之意義

- 行政上的管制點
- 行政處理的依據
- 不是會造成健康危害的臨界點

超量
未登記
禁用
不合格

現代柯南－食安大宅門

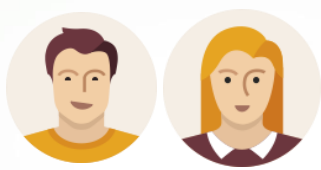
健康風險評估

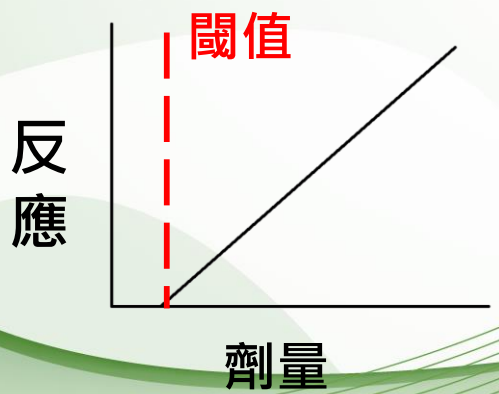
參考劑量

2劑量-反應評估

非致癌物質

參考劑量 (mg/kg/day)





參考劑量

Rfd (reference dose)

估算一般人口每天暴露的水準(level)
終其一生沒 有可見的有害影響

參考劑量
Rfd
(reference dose)

每日可接受攝取量
ADI
Acceptable Daily Intake

每日可接受攝取量

ADI

Acceptable Daily Intake

每日容許攝取量

TDI

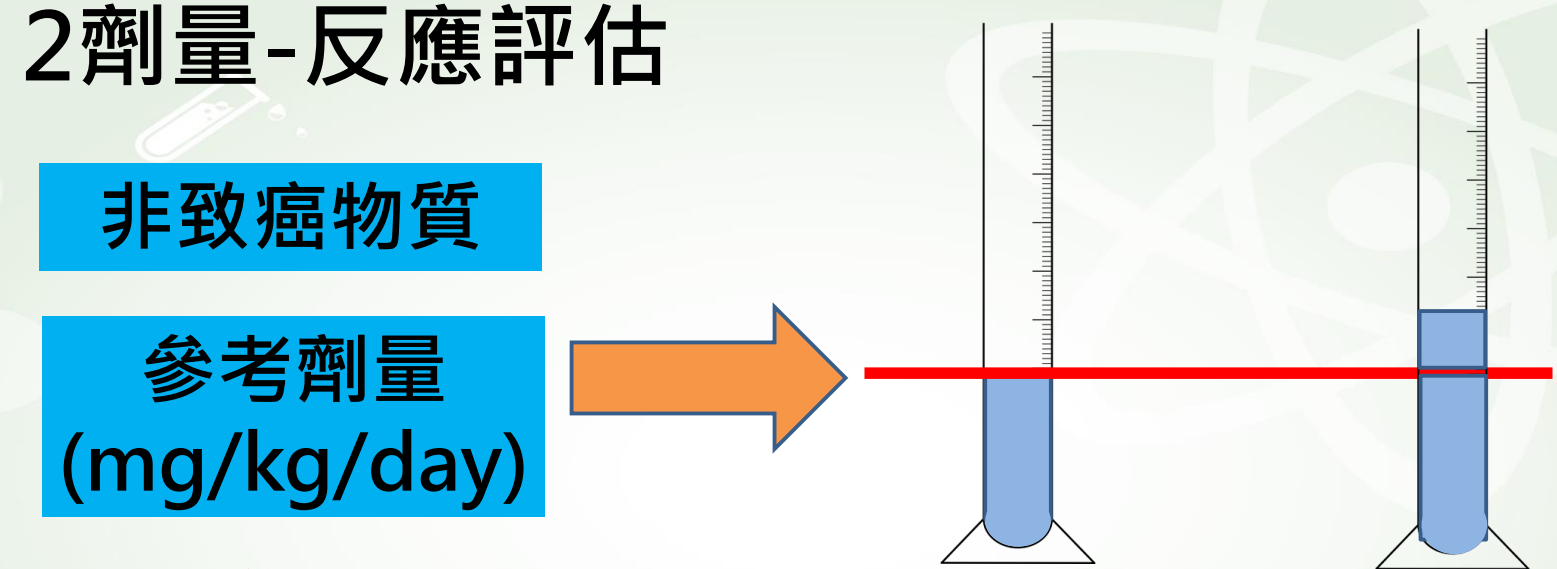
Tolerable Daily Intake

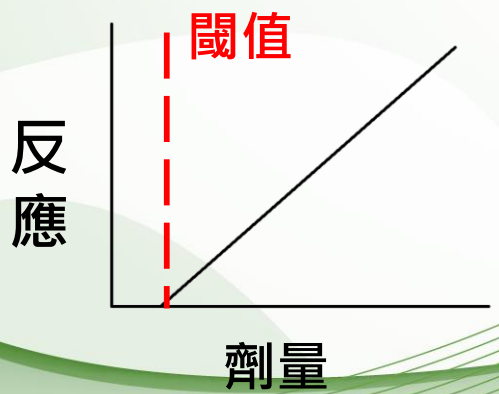
污染物質

2劑量-反應評估

非致癌物質

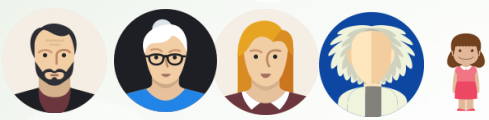
參考劑量 (mg/kg/day)



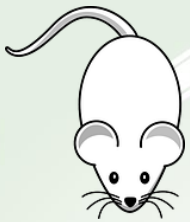


參考劑量

Rfd (risk reference dose)



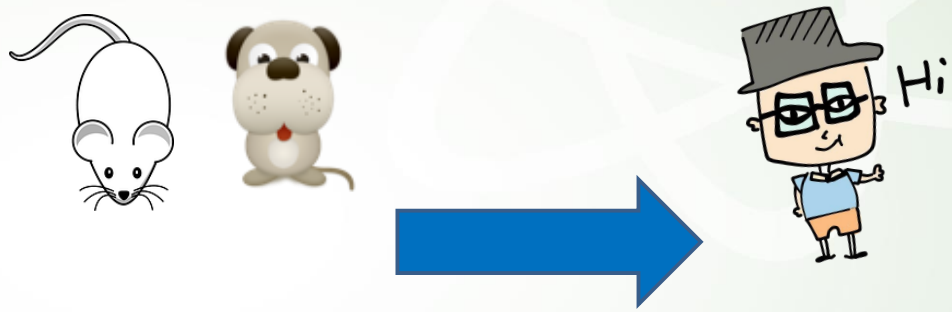
- $Rfd = \frac{NOAEL}{\text{安全係數}}$



動物實驗的毒性數據用在人體

有那些安全係數要考量呢?

物種差異



NOAEL

LOAEL

(安全係數= 10)

人體差異性 (個體差異)

(安全係數= 10)

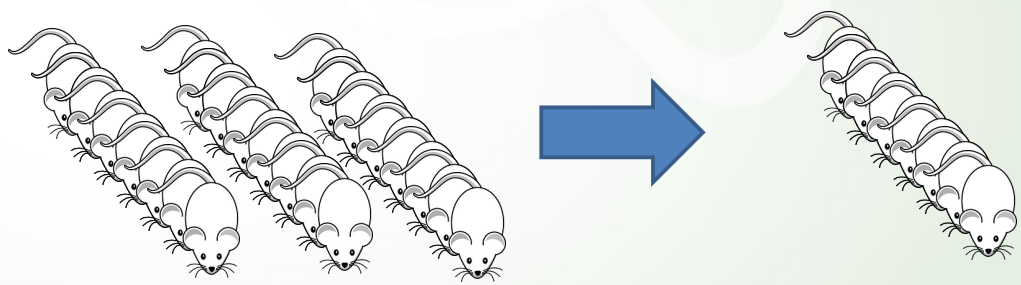
劑量-反應評估

慢性試驗

(安全係數= 10)

劑量-反應評估

資料庫不足

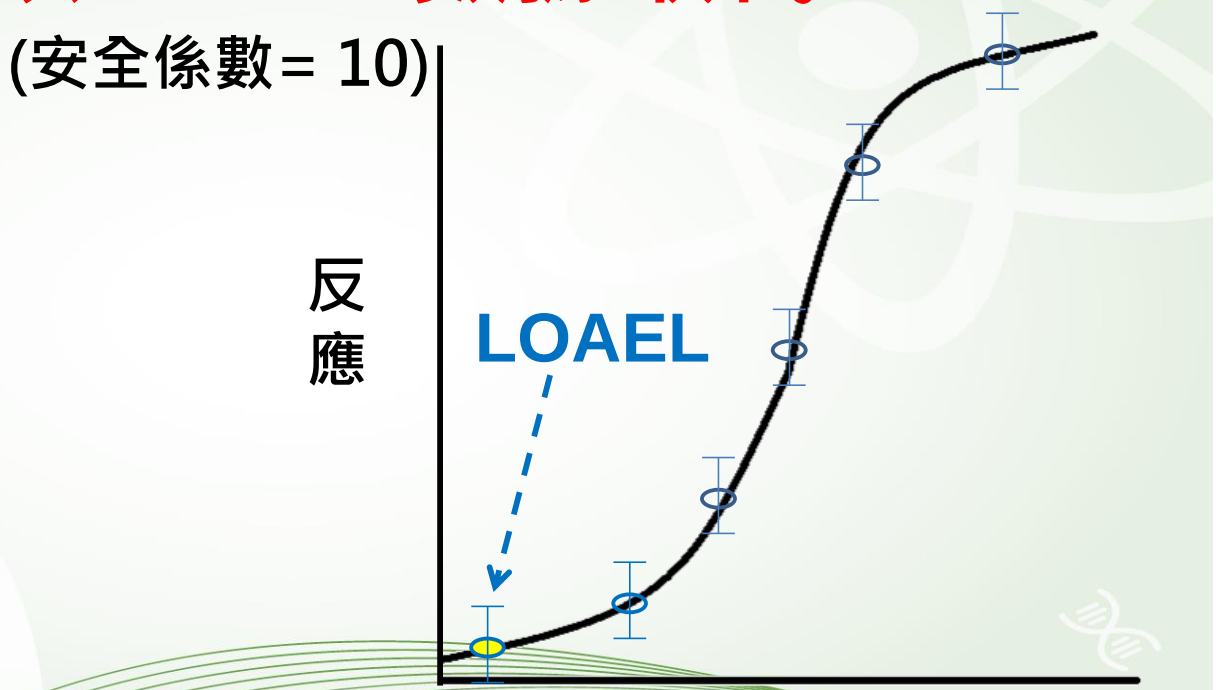


(安全係數= 10)

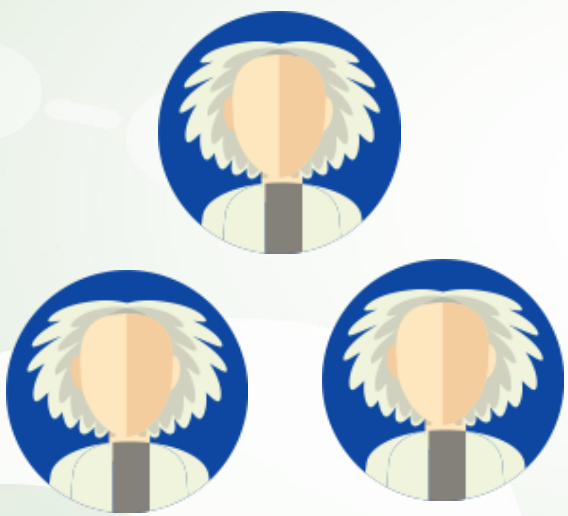
劑量-反應評估

以LOAEL數據取代NOAEL

(安全係數= 10)



修正因子
(modifying factor/MF)



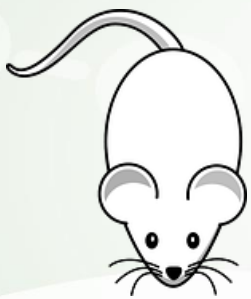
專家額外再加入的不確定係數

0-10

		安全係數
不確定因子 (Uncertainty factor/UF)	物種差異 interspecies	10 A
	人體變異性 Human variability	10 H
	亞慢性-慢性 Subchronic-chronic	10 S
	資料庫不足 Database insufficiencies	10 D
	以LOAEL數據取代NOAEL	10 L
修正因子 (modifying factor/MF)	專家額外再加入的不確定係數	0-10

參考劑量 (非致癌物質)
Rfd (risk reference dose)

- $Rfd = \dfrac{NOAEL}{\text{不確認因子} \ x \ \text{修正因子}}$



Hi

Hi
NOEAL
LOEAL
Rfd
參考劑量

參考劑量

現代柯南-食安大宅門

現代柯南－食安大宅門

健康風險評估

致癌物質分級

致癌物質

國際癌症研究所

IARC

(International Agency for Research on Cancer)

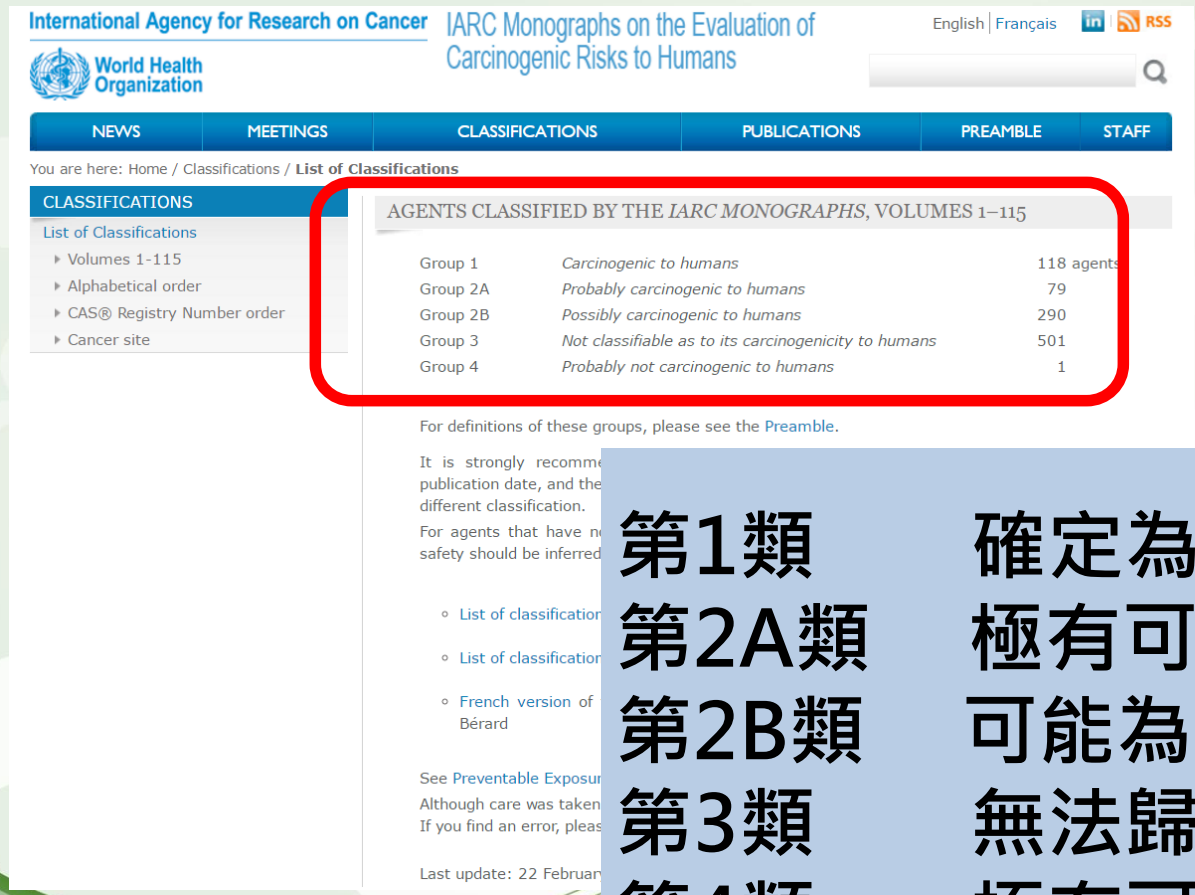
致癌物質

國際癌症研究所

IARC

(International Agency for Research on Cancer)

致癌物質



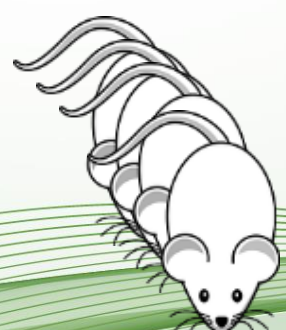
第1類　確定為致癌因子
第2A類　極有可能為致癌因子
第2B類　可能為致癌因子
第3類　無法歸類為致癌因子
第4類　極有可能為非致癌因子

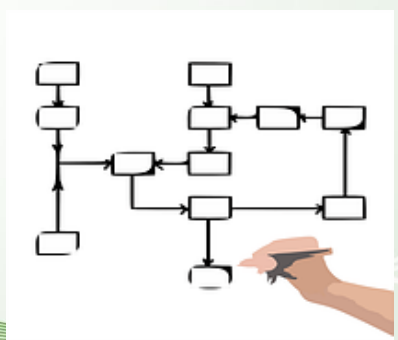
國際癌症研究所 IARC

(International Agency for Research on Cancer)

致癌物質分級

流行病學證據　　動物實驗證據　　致癌機制





Appendix 1. Role of mechanistic data in the overall evaluation

Group 1

- Sufficient evidence in humans OR
- Sufficient evidence in animals AND ***strong evidence in exposed humans*** *that the agent acts through a relevant mechanism*
- *Clearly belongs, based on mechanistic considerations, to a* ***class of agents*** *for which one or more members have been classified in Group 1*

Group 2A

- Limited in humans AND sufficient in animals
- Inadequate in humans AND sufficient in animals AND ***strong evidence*** *that the carcinogenesis is mediated by a mechanism that also* ***operates in humans***
- *Clearly belongs, based on mechanistic considerations, to a* ***class of agents*** *for which one or more members have been classified in Group 2A*

Group 2B

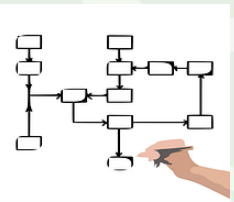
- Limited in humans AND less than sufficient in animals
- Inadequate in humans BUT sufficient in animals
- *Inadequate in humans AND less than sufficient in animals AND* ***supporting evidence*** *from mechanistic and other relevant data*

Group 3

- Inadequate in humans AND inadequate/limited in animals
- Inadequate in humans AND sufficient in animals AND *strong evidence that the mechanism of carcinogenicity in animals* ***does not operate in humans***

IARC Monographs
Instructions to Authors
Updated 14 September 2015

IARC
致癌物分類



	流行病學研究	動物實驗	致癌機制
第一類	人群流行病學研究已證實為致癌物，並且已有致癌機制佐證		
第二類-A	有限	證據足夠	有
第二類-B	有限	有限或不足	無
第三類	無足夠人群、動物或致癌機制研究，供分類是否為致癌物		
第四類	根據現有資料足以認定為非致癌物		

致癌風險度
標的危害商數（target cancer risk, TR）

風險度=終生平均每日總暴露劑量 x 斜率因子

Risk = $LADD_{total}$×SF

$LADD_{total}$：經由各暴露途徑加總之終生平均每日總暴露劑量(mg/kg/day)

S F：Slope factor，斜率因子，(mg/kg/day) -1

風險度= 濃度 x 單位風險度

適用有濃度值之風險計算：

Risk = C × Unit Risk

C：環境介質中致癌物質之濃度(mg/Nm3，mg/L，mg/kg)

Unit Risk：單位風險度，暴露於每濃度單位致癌物質會導致癌症的風險。

致癌物質風險評估

標的危害商數(TR) = 暴露量 x 斜率因子

Target cancer risk = Exposure dosage x slope factor

TR

$>10^{-6}$

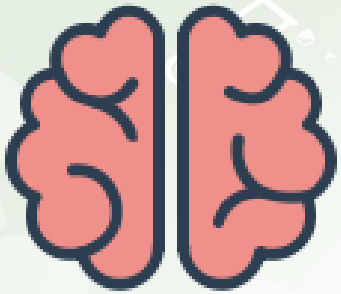
有致癌風險

$<10^{-6}$

無致癌風險

美國環保署 (US EPA)風險等級

可忽略風險	可接受風險	不可接受風險
風險發生率 $<10^{-6}$	風險發生率 10^{-6}-10^{-4}	風險發生率 $>10^{-4}$
小於百萬分之一	百萬分之一到萬分之一	大於萬分之一



體重: 60 kg

以地下水為飲用水的村落
地下水含『苯』之濃度為
6 ppb (微克/公升) (μg/L)
請問瑪斯之終生致癌風險?

風險評估

1. 危害辨識
2. 劑量反應評估
3. 暴露評估
4. 風險特性描述

1危害辨識

『苯』(Benzene)：

致癌物質

IARC 歸類 第1級

流行病學證據充足

2劑量反應評估

『苯』(Benzene)
斜率因子=
5.5×10^{-2} per
mg/kg/day

Quantitative Estimate of Carcinogenic Risk from Oral Exposure (PDF) (45 pp, 261 K
Oral Slope Factor: 1.5×10^{-2} per mg/kg-day to 5.5×10^{-2} per mg/kg-day
Drinking Water Unit Risk: 4.4×10^{-7} per µg/L to 1.6×10^{-6} per µg/L

3暴露評估

體重: 60 kg

『苯』之濃度為

6 ppb (微克/公升) (μg/L)

3暴露評估

體重: 60 kg

『苯』之濃度為6 ppb (微克/公升)

假設每天喝水量為 2 公升

口服吸收率為50%

◆暴露量計算

6 (微克/公升) * 2 L/ day* 50%= 6 µg (微克)

◆單位轉換

6 µg=0.006 mg (毫克)

◆換算成濃度

0.006 mg / 60 kg (體重)=0.0001 mg/kg

4風險特性描述

終生致癌風險= 暴露量 x 斜率因子

終生致癌風險=

$0.0001\ mg/kg \times 5.5 \times 10^{-2}\ mg/kg/day^{-1}$

$=0.0001 \times 0.055$

$=0.0000055$

$=5.5 \times 10^{-6}$

可接受風險

現代柯南-食安大宅門

體重: 60 kg

以地下水為飲用水的村落
地下水含『苯』之濃度為
6 ppb (微克/公升) (μg/L)
請問瑪斯之終生致癌風險?

超標≠超毒

燕麥片驗出
農藥超標

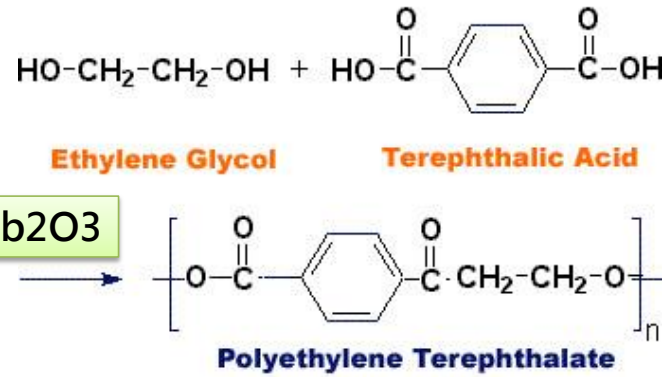
標準制定
- 1.風險評估
- 2.行政管制點

喝水要警"鋅"! 瓶裝水曝曬致命

2010年7月2日

https://youtu.be/-OWFwjxow_4

寶特瓶



- 聚乙烯對苯二甲酸酯
- Polyethylene terephthalate (PET)
- 乙二醇+對苯二甲酸

- 目前業界使用的有銻、鍺或鈦系金屬當作PET製程中的催化劑時
  其中90%為**三氧化二銻[Sb_2O_3]**或**醋酸銻[Sb(CH3COO)3]**
  也因此銻的成份就會混雜在PET材質中
  當製作成寶特瓶後，寶特瓶中的銻就會逐漸溶入瓶裝飲料中。

銻 Sb

- 長時間吸入含有高濃度銻之空氣會使肺部與眼睛發炎，進而導致肺部、心臟或胃部的健康問題。
- 銻不是人類致癌物質
- 美國消費者產品安全委員會（CPSC）所訂之每日容許攝取量(ADI)為：2.3 mg/kg bw。

2, 6, and 10 days

Effect of sunlight exposure on the release of intentionally and/or non-intentionally added substances from polyethylene terephthalate (PET) bottles into water: chemical analysis and in vitro toxicity.

Food Chem. 2014 Nov 1;162:63-71.

溫度和二氧化碳增加
甲醛、乙醛和**銻**的釋出

寶特瓶裝水淬出物
不會引起細胞毒性、基因毒性、內分泌干擾物質。

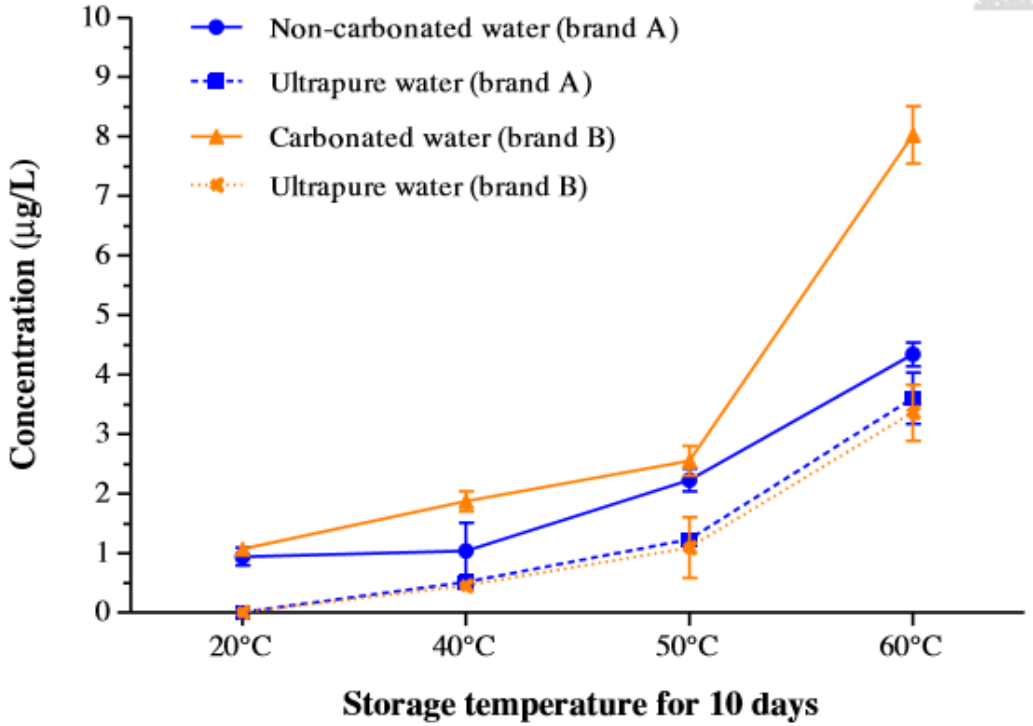
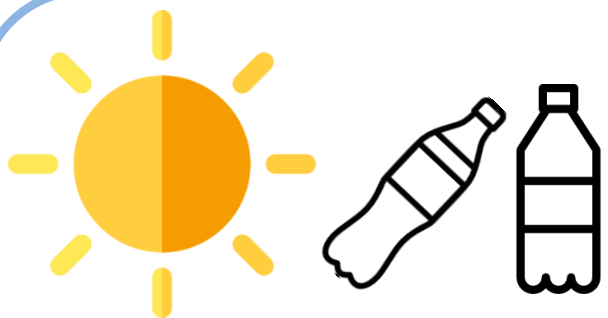


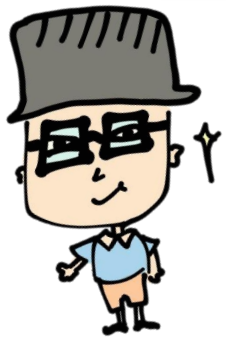
Fig. 3. Sb mean concentrations ± standard deviation (SD) in mineral (carbonated or non-carbonated) or ultrapure water packaged in PET bottles from brands A and B after 10 days of exposure at 40 °C, 50 °C and 60 °C. Exposition at room temperature was arbitrarily fixed at 20 °C. All analyses were performed in quintuplicate (water from five different bottles). The method's LOQ for Sb was 0.2 µg/L.

Food Chem. 2013 Aug 15;139(1-4):672-80

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23561160



Sb: 10 μg/L
= 0.01 mg/L



體重 60 kg

每日容許攝取量(ADI)為：2.3 mg/kg bw

2.3 mg/kg x 60 kg = 138 mg (毫克)

13.8 公噸

台灣

飲用水水質檢測標準，銻含量不得超過0.01 ppm
寶特瓶等塑膠原料，銻含量必須低於5 ppm
寶特瓶（PET材質)**溶出試驗**，銻含量應在0.05 ppm以下
飲料類的衛生標準，銻之最大容許量為0.15 ppm
乳品用之合成樹脂積層容器包裝與內容物直接接觸之部分為聚對二苯二甲酸乙二酯**溶出試驗**，銻含量應在0.025 ppm以下

資料來源: TFDA/健康風險評估資料專區

喝水要警"鋅"! 瓶裝水曝曬致命

2010年7月2日

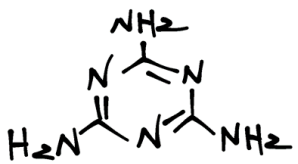
https://youtu.be/-OWFwjxow_4

寶特瓶重複用
銻中毒

偽新聞
實例2

1.檢驗儀器之偵測極限

假設情境



0.1 ppm

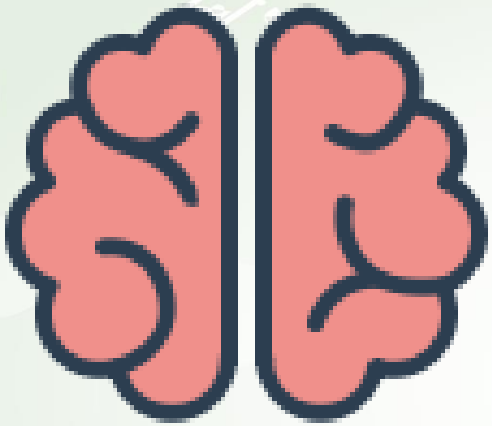
LC-UV
液相層析-紫外光檢測法
(偵測極限 2.5 ppm)

檢驗結果:
「未檢出」

LC-MS/MS
液相層析-串聯質譜法
(偵測極限 0.05 ppm)

檢驗結果:
「0.1 ppm」

IARC
致癌物質
分級會不會變？



IARC
致癌物質
分級會不會變？

0

現代柯南-食安大宅門

致癌物質分級

現代柯南-食安大宅門

致癌物質風險評估