

# 臭氧層破壞對植物的影響

國中組地球科學科第二名

屏東縣立中正國民中學

作者：張森博

指導教師：陳欽賢、陳秋花



## 一、研究動機

近幾年來報章雜誌大幅報導地球的外圍，生命的防護罩——臭氧層產生破洞，人類正處於一種潛在性的危機而不自覺，或有所知，而無動於衷，爲了讓人們了解臭氧層破洞的形成，對地球上生物影響的嚴重性，因此興起了本研究的動機。

## 二、研究目的

- (一)把抽象的理論用實際的生物呈現出來，以喚醒大眾對臭氧層被破壞有所警覺。
- (二)證明臭氧層會被冷媒之類的氟、氯、碳化合物所破壞。
- (三)探討臭氧減少而喪失應有的功能——影響農作物之生長情形。

## 三、研究設備器材

- (一)壓克力箱四個、壓克力架四個。

1. 二個密閉式壓克力箱裝有紫外線燈及底面裝有石英玻璃（如下圖所示的設計）其中第一號箱供做臭氧層保護組實驗用，第二號箱供做臭氧層破壞組實驗用。

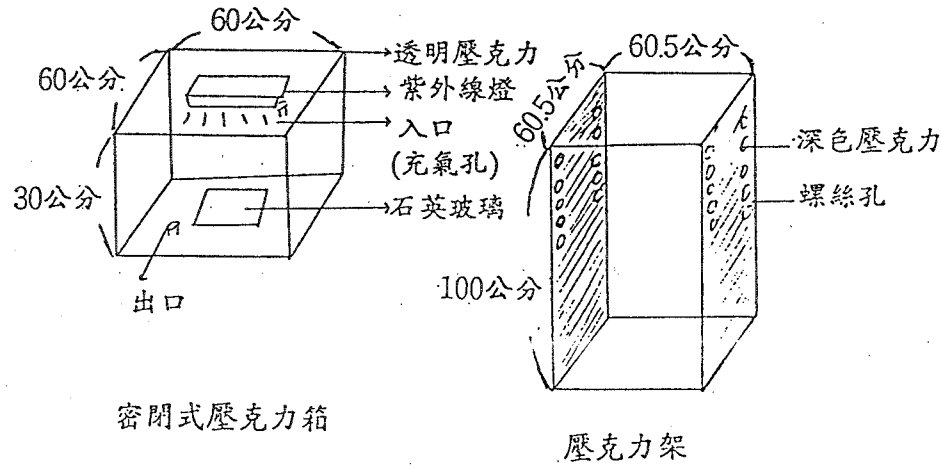
2. 第三號箱裝有紫外線燈，但底面不裝壓克力，供做無臭氧層實驗用。

3. 第四號箱不裝紫外線燈及底面壓克力，供做自然環境生長實驗用。

說明：(1) 密閉式壓克力箱裝氣體用，架子兩旁栓入四支螺絲，用以支撐箱子及調整高度，架子底下放置植物，密閉式壓克力箱內裝有紫外線燈及石英玻璃。

(2) 紫外線可以透過石英玻璃（參考資料(二)）。

(3) 室外另設備透明塑膠布，以防雨淋。



(二) 冷媒（參考資料(四)(六)(七)）、氧氣、二氧化碳等各一桶，石英玻璃（30公分x27.5公分）二塊，紫外線燈管（15瓦270毫微米波長）三組，碘化鉀澱粉試紙。

(三) 延長線、記錄簿、直尺、標織紙、溫度計、量杯、照相機。

(四) 玉米及小黃瓜種子、育苗杯、培養土。

#### 四、研究過程

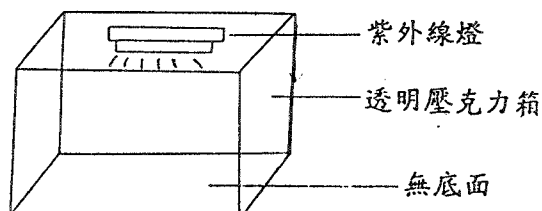
(一) 將玉米及小黃瓜種子一批分別播種在十六個育苗杯生長十天後，依實驗項目分組如表一

(二) 以二氧化碳灌入第一號箱內，將箱內之空氣趕走，再灌入適量的氧氣後，將紫外線燈打開，照射二十四小時，使氧氣變成臭氧，以潮濕的碘化鉀澱粉試紙檢驗臭氧，當碘化鉀澱粉試紙變藍色，表示已有臭氧，此為臭氧層保護組。

表一·玉米、小黃瓜幼苗之實驗分組

組別	玉米株數	共計	小黃瓜株數	共計	
實驗區	臭氣層保護組	4	16	4	16
	臭氣層破壞組	4		4	
對照區	無臭氣層組	4		4	
	自然環境組	4		4	

- (三)取第二號箱製備臭氣層後，加入少許冷媒，以資破壞箱內的臭氣、此為臭氣層破壞組。
- (四)取第三號箱底面不裝壓克力，讓紫外線直接照射植物，此為無臭氣層組（如下圖所示的設計）



- (五)將玉米及小黃瓜幼苗置於第一、二、三號箱下，每天定時照射紫外線六小時。
- (六)第四號箱是自然環境組，其架子是以深色壓克力隔開，以防受紫外線的散射。
- (七)每天下午六時三十分定時定量澆水，連續八天。
- (八)每兩天測量並記錄玉米、小黃瓜的株高、蔓長、葉片數、葉片長度、寬度等生長情形。

## 五、實驗結果

- (一)玉米播種後十天之幼苗移入實驗箱重覆四次，測量其株高、葉片長、葉片寬，平均生長情形如表二。

說明：※實測值係每組四株之實測平均數。

※※指數以實驗開始時為100

生長指數之計算為：原來的高度（長或寬度）為分母，後來的為分子再乘以100，例：玉米株高為10.9公分，兩天後為17.6公分則生長指數為  $\frac{17.6}{10.9} \times 100$  得161。

表二 臭氧層之破壞與否對玉米生長之影響

調查時間	調查項目	實 驗 區				對 照 區			
		臭氧層保護組		臭氧層破壞組		自然環境組		無臭氧層組	
		* 實測值 (公分)	** 指 數	* 實測值 (公分)	** 指 數	* 實測值 (公分)	** 指 數	* 實測值 (公分)	** 指 數
實 驗 開 始 時	株 高	12.5	100	11.2	100	10.9	100	11.0	100
	葉片長度	7.9	100	7.9	100	6.8	100	7.1	100
	葉片寬度	1.6	100	1.7	100	1.6	100	1.6	100
實 驗 後 第 二 天	株 高	18.5	148	17.8	159	17.6	161	16.4	149
	葉片長度	14.8	187	13.5	171	12.6	185	12.1	170
	葉片寬度	1.7	106	1.7	106	1.8	113	1.6	100
實 驗 後 第 四 天	株 高	28.3	226	22.7	203	24.9	228	19.6	178
	葉片長度	18.3	232	17.6	223	18.9	278	12.7	179
	葉片寬度	1.9	119	1.8	106	1.9	119	1.6	100
實 驗 後 第 六 天	株 高	33.5	268	25.1	224	29.2	268	20.4	185
	葉片長度	24.2	306	19.7	249	21.8	321	13.2	186
	葉片寬度	2.1	131	1.6	94	2.1	131	1.4	88
實 驗 後 第 八 天	株 高	36.5	292	25.3	226	33.2	305	20.7	188
	葉片長度	27.3	246	21.1	267	25.7	378	13.5	190
	葉片寬度	2.1	144	1.5	88	2.4	150	1.4	88

由表二得知：

1. 臭氧層之破壞對玉米有明顯的影響，玉米之生長情形，以株高、葉片長、葉片寬表示，亦即株高愈高，葉片愈長，葉片寬愈寬，表示該株玉米愈旺盛，植株愈強壯優異，否則生長緩慢，植株弱小，生長愈差。
2. 各實驗組之株高比較，實驗後兩天，各組間無明顯的差異，到第四天，無臭氧層組與臭氧層破壞組之植物生長組緩慢，到第八天後幾乎停止生長狀態。
3. 玉米葉片長度生長情形與植株生長情形相同。
4. 葉片寬生長情形，無臭氧層組與臭氧層破壞組，不但無生長反而有縮小現象，而自然環境組與臭氧層保護組之葉片寬生長較實驗開始時有

增加，生長欣欣向榮。

(二)小黃瓜播種後十天之幼苗移入各實驗箱重覆四次，測量其蔓長，葉片數、葉片寬，平均生長情形如表三

註：(1)上列實測數係每組四株之實測平均數。

(2)指數以實驗開始時為100。

表三 臭氧層之破壞與否對小黃瓜生長之影響

調查時間	調查項目	實驗區				對照區			
		臭氧層保護組		臭氧層破壞組		自然環境組		無臭氧層組	
		* 實測值 (公分)	** 指數	* 實測值 (公分)	** 指數	* 實測值 (公分)	** 指數	* 實測值 (公分)	** 指數
實驗開始時	蔓長	2.4	100	2.4	100	2.5	100	2.4	100
	葉片數	3.0	100	3.0	100	3.0	100	3.0	100
	葉片寬	2.0	100	2.0	100	2.3	100	2.0	100
實驗後第二天	蔓長	2.8	117	2.6	108	2.9	161	2.6	108
	葉片數	3.0	100	3.0	100	3.0	100	3.0	100
	葉片寬	2.7	135	2.0	100	2.6	113	2.0	100
實驗後第四天	蔓長	3.2	133	2.8	117	3.4	136	2.8	117
	葉片數	3.3	110	3.0	100	3.3	110	3.0	100
	葉片寬	3.3	165	2.0	100	3.0	130	2.0	100
實驗後第六天	蔓長	3.6	150	2.8	117	4.0	160	2.8	117
	葉片數	4.0	133	3.0	100	4.0	133	3.0	100
	葉片寬	4.1	205	2.0	100	3.3	143	2.0	100
實驗後第八天	蔓長	4.1	171	(死亡)		4.7	188	(死亡)	
	葉片數	4.0	133			4.3	143		
	葉片寬	4.8	240			3.8	165		

由表三得知：

1. 臭氧層之破壞對小黃瓜生長亦有明顯的影響。小黃瓜之生長以蔓長、葉片數、葉片寬表示，亦即蔓長愈長，葉片數愈多，葉片愈寬，表示該株小黃瓜生長愈旺盛，否則生長愈差，此情形與表二玉米相同。
2. 實驗組之蔓長比較，無臭氧層與臭氧層破壞組，蔓長生長到第二天略差，到第四天明顯的緩慢，到第六天似乎在停止生長之狀態，到第八

天植株則呈枯死狀態。

- 3.葉片數比較，無臭氧層組與臭氧層破壞組，始終均無增加，但自然環境組與臭氧層保護組，到第四天均增加10%，到第六天亦各增加33%，到第八天，前者增加33%，後者增加43%，生長旺盛。
- 4.葉片寬度之生長，無臭氧層組與臭氧層破壞組，自實驗開始至枯死，均無增寬，但是自然環境組與臭氧層保護組均有明顯的增寬。
- 5.臭氧層之破壞與否對玉米及小黃瓜兩種植物影響程度，小黃瓜較為明顯，實驗後第八天，小黃瓜即枯死。

## 六、討論

(一)研究期間遭受了不少困難，現在把克服之經過簡述如下：

- 1.第一次做預備實驗分兩組：A組有壓克力板擋住，B組則直接照射紫外線，則B組全部枯萎，而A組生長正常，可以說是相當成功。此以預備實驗的目的是要探討多強的紫外線照射多久，可以使植物致死，以便將來做正式實驗時做對照組用，以瞭解具有殺傷力的紫外線，若有臭氧層隔絕，觀察是否具有保護植物的功能。
- 2.因紫外線只能透過石英玻璃（小博士教室、動物篇，民國78年）所以在第二次做預備實驗時，採用石英玻璃裝在密閉式壓克力箱之底面，讓紫外線能夠通過，能殺傷到植物。這次實驗分為三組，以臭氧製造機所造出之臭氧直接灌入箱內，為臭氧層保護組；冷媒加入臭氧層保護組內為臭氧層破壞組；以及對照組（又分為紫外線直接照射及自然環境生長組），結果除了自然環境組外，其他無論那一組的玉米及小黃瓜植株全部枯萎，檢討原因，是臭氧製造機所製造的臭氧不純，量也不夠。依大氣中含有10 PPM算出總量須用0.72公升的臭氧（參考資料(四)）。
- 3.第三次做預備試驗則翻遍了許多資料，採用氧氣桶將純氧直接灌入箱內，並以紫外線照射二十四小時使其產生臭氧（參考資料(三)），再行重覆於上述之分組試驗，結果臭氧層保護組與臭氧層破壞組有明顯的差異，對照組亦呈現良好的結果，於是進入正式的實驗。

(二)實驗後第六天，無臭氧層組及臭氧層破壞組產生枯萎，生長指數下降，顯然是由於紫外線妨礙其生長所致。

(三)臭氧層保護組於實驗結束後雖無枯萎，但生長指數仍遜於自然生長組，可能由於本實驗的臭氧保護組的設計不符合自然狀態。

(四)本實驗經過多次修正設計，遭受許多困難之後才得以完成，深感做一件實

驗工作實在不簡單，但是在實驗過程中找資料增加許多知識；例如多強的紫外線可以傷到植物呢（參考資料(八)）。多少的臭氧才保護得住植物呢？用什麼植物來表現最好呢？為什麼？紫外線要照多久呢？我經過多次的預備試驗，並承受失敗後，再經修改以及資料的蒐集才得以完成。

(五)本實驗以淺顯易懂的實驗結果呈現在大眾面前，期能喚醒社會大眾重視臭氧層的重要。

## 七、結論

- (一)自然環境生長組沒有外界因子干擾，植物生長欣欣向榮。
- (二)臭氧層確有保護植物避免紫外線之傷害，植物生長旺盛。
- (三)由實驗結果證實臭氧會被冷媒之類的氟、氯、碳化物所破壞。
- (四)臭氧層之破壞與否對玉米及小黃瓜兩種植物影響程度，小黃瓜較為明顯，實驗開始後第八天即枯死。
- (五)臭氧層對於我們地球上的生物具有保護作用，若臭氧層嚴重被破壞後，有害紫外線長驅直入地球，首先食物鏈中的生產者—植物就無法生存，即無食物來源，動物何以為生？因此可以說沒有臭氧層就沒有生命。
- (六)國際上有「蒙特婁公約」「赫爾辛基宣言」（日本環境廳原著，79年）等保護臭氧宣言，但國際組織究竟對各簽約國有多少約束力？何況許多國家基於經濟及政治因素的考量尚未簽約。拯救臭氧層是世界性的，理應全世界的國家都要全力配合。
- (七)臭氧洞有益形擴大的趨勢，而其速度又較預估為快，保護臭氧層已刻不容緩，全人類不應再短視近利，要更客觀，更超然地立刻起來保護臭氧層。因為保護臭氧層就是保護生命啊！否則地球將成為死寂的星球。
- (八)保護臭氧層除澈底限制或停止生產氟、氯、碳化物外，另尋找價廉而無毒的代用品，亦為可行之道，讓我們共同來努力。

## 八、參考資料

- (一)日本環境廳原著，於幼華審訂（民國79年7月初版）以實體（植物）之受害情形表示臭氧層的重要性，環保小百科，台灣新聞雜誌社，第28~29頁。
- (二)小博士教室，物理篇（民國78年出版）紫外線只能透過石英玻璃，智揚出版社，第191頁。

- (三)曾國輝編著（民國78年1月修訂版）氧氣照紫外線變臭氧，大氣，一流出版社，第9頁。
- (四)曾國輝編著（民國78年1月修訂版）大氣中（對流層）臭氧最大含量約10 P P m（體積），大氣，一流出版社，第9頁。
- (五)牛頓雜誌（民國78年5月號）破壞臭氧的元凶是含有氯的有機化合物，其代表物為冷氣機的冷媒，牛頓雜誌社，第92期94頁。
- (六)日本環境廳原著，於幼華審訂（民國79年7月初版）每一個氯原子約可破壞一萬以上的臭氧分子，環保小百科，台灣新聞雜誌社，第27頁。
- (七)牛頓雜誌（民國74年5月號），C F C被紫外線照射後氯離子游離，然後會破壞臭氧，牛頓雜誌社，第72期92~93頁。
- (八)牛頓雜誌（民國79年5月號），平流層的臭氧能吸收波長230~350nm的紫外線，使生物免於紫外線的侵襲，牛頓雜誌社。
- (九)日本環境廳原著，於幼華審訂（民國79年7月初版），國際性保護臭氧層之措施：①1989年「蒙特婁公約」。②1989年「赫爾辛基宣言」。環保小百科，台灣新聞雜誌社第189~190頁。
- (十)牛頓雜誌（民國78年5月號），尋找代用品，牛頓雜誌社第72期94~97頁。
- (十一)國立編譯館主編（民國77年8月、78年2月），國中生物上、下冊，台灣書店。
- (十二)國立編譯館主編（民國79年8月）國中地球科學上册，台灣書店。

## 評語

- 1.本作品以「實驗操作」的科學態度進行臭氧層有無之試驗。
- 2.思考過程有系統，也合乎科學精神與邏輯。
- 3.本作品之創作意念平平，但頗具教學價值。
- 4.本作品唯一之缺點是自然環境組之試驗仍加壓克力板，似乎沒有必要。
- 5.建議繼續研究，並做不同季節與植物之長期試驗。