

## 北蔥種子含水量對其貯藏性影響之研究

王秋雁<sup>1)</sup> 宋好<sup>2)</sup>

關鍵字：北蔥、發芽率、脂肪酸、總過氧化物、MDA、SOD、CAT

**摘要：**為瞭解不同北蔥種子含水量對種子貯藏生理影響及影響種子貯藏性之因素進行本實驗。北蔥種子於 25°C、RH 82% 下經一天後，種子含水量提高至 14%，將 14% 及 5% 含水量種子以紙袋包裝貯藏於室溫及 8°C 下。含水量 5% 的種子貯藏於 8°C，種子發芽率達 80% 以上，於室溫下者，14% 含水量種子經五個月貯藏其發芽率為 0%。貯於 8°C 含水量 5% 種子內全可溶性糖及澱粉較其他處理者高出 10%，於室溫下貯藏種子內五種脂肪酸較 8°C 下者含量增加，總過氧化物與 MDA 含量顯著減少 10% 以上，SOD 及 CAT 分別增加 13% 及 25%。

### 前 言

蔥(*Allium fistulosum* L.) 屬於蔥科(Alliaceae)植物，常以一、二年生栽培，主要產區分佈在宜蘭、桃園、新竹、台中、彰化、雲林及高雄等縣市。台灣之青蔥栽培品種，以北蔥及四季蔥為主(許, 1999)。北蔥以種子繁殖為主(林等, 1980)，較耐熱、濕，忌乾旱，葉身細長，葉肉薄淡綠色，分蘗少，適合夏季栽種，為新竹以南地區夏季主要栽培品種。蔥種子為短命種子，含水量高於 10% 以上之種子，經一年貯藏後，發芽率降低或喪失，導致種子生產成本增加(高, 2002; Yin *et al.* 2000)，因此瞭解影響種子活力之貯藏環境，極為重要。

提高貯藏溫度及增加種子含水量時，使貯藏中的種子活力迅速下降，延緩種子的萌芽、苗生長慢，易受環境逆境的影響而增加感染微生物的機會，導致苗株之死亡(Parrish and Leopold, 1978)。當種子含水量在 10% 以上，會因膜之構造及種子內部酵素活性的改變，造成貯藏過程中種子活力下降的問題(Woodstock *et al.*, 1984)。

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

本試驗目的在於瞭解種子含水量對蔥種子貯藏性之影響，研究貯藏期間種子內貯藏物質及相關生理生化反應的變化，分析影響北蔥種子貯藏壽命之因子。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

北蔥種子(農友種苗公司)為供試材料，種子以鐵罐裝，貯藏於 8°C 種子貯藏庫內。

### 二、種子水化處理

於壓克力箱(32×22×12 cm<sup>3</sup>)下層加入 500 ml 的去離子水，置於 25°C 生長箱中一天，當箱內之相對溼度達 100 %時，置入北蔥種子，放置 24 小時，種子含水量可達 14%。種子以紙袋(12×7.5 cm)包裝，8 g 種子為一袋，以未處理種子(含水量 5%)裝入紙袋作為對照組，三重覆。紙袋貯藏於室溫(25±5°C/15±5°C)及 8°C 種子貯藏庫，處理後第一個月開始調查，每隔兩個月調查一次，為期五個月。

### 三、調查項目

(一) 種子含水量測定：依國際種子檢查規則( Interational Rules for Seed Testing, 1976)所定方法，將 100 粒種子稱重後，置於 103°C±2°C 之恆溫箱中，烘乾 17±1 小時後取出，稱其乾重，計算種子內水分含量佔鮮重之百分率。

(二) 發芽試驗：取 30 粒種子，置於內置濕濾紙(55 mm, Advantec)之 5.5 cm 培養皿內，加 2 ml 去離子水，於 20°C 生長箱中黑暗下進行發芽試驗。試驗期間保持濾紙濕潤，每日計算發芽粒數(以胚根突出約為種子直徑的兩倍長時視為發芽)，期間為兩週，每處理三重覆。調查項目包括最終發芽百分率[final germination percentage, FGP (%)=( $\sum$  第 i 天發芽之種子數/試驗種子數)×100, i: 1、2...至發芽調查結束日]及平均發芽天數(mean days to germination, MDG (days)= $\sum(i \times \text{第 } i \text{ 天發芽之種子數})/\sum$  第 i 天發芽之種子數)。

### (三) 種子內容物測定

1. 碳水化合物之測定：將種子取出烘乾磨粉，取 0.1 克置於 30 ml 離心管中，加入 10 ml 蒸餾水以 30°C 恆溫水浴震盪 3 小時，以 9,269 xg 室溫下離心 10 分鐘，取上清液測定全可溶性糖含量；離心下層之沉澱物，置於 80°C 烘箱過夜，以供澱粉含量測定(Yoshida *et al.*, 1976)。每處理六重複。

(1) 全可溶性糖的測定：取上述離心後的上清液 5 ml，加入 1 ml 6N HCl，放入 70°C 水浴振盪 15 分鐘，取出後迅速冷卻。取 0.2 ml 加入去離子水 4.8 ml 後振盪均勻，取 2 ml 混合液加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(UV-1201, SHIMADZU)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5  $\mu$ mole/ml D-glucose 為標準液，計算樣品全可溶性糖含量。

(2) 澱粉之測定：取上述烘乾之樣品粉末，加入 2 ml 去離子水，放入 100°C 水浴振盪 15 分鐘，取出後迅速冷卻。加入 2 ml 9.2N HClO<sub>4</sub> 振盪 15 分鐘後，加入 6 ml 去離子水，定量至 10 ml。於 25°C 以 13,226 xg 離心 10 分鐘後，取上層液 0.05 ml 加入 1.95 ml 去離子水。將 2 ml 混合液加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(UV-1201, SHIMADZU)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5 μmole/ml D-glucose 為標準液，計算樣品澱粉含量。

#### (四) 脂肪酸含量測定

1. 粗脂肪：採用黃(2002)之方法經部分修飾後進行分析，取蔥粉末約 1 g(S)置於圓筒濾紙中，將圓筒濾紙裝入 Soxhlet 萃取裝置(Pyrex)之萃尿管中，Soxhlet 萃取裝置置於電熱包上，加入 150 ml 正己烷，連續萃取 5 小時，萃取完畢後，卸下冷凝管取出圓筒濾紙，迅速把冷凝管裝在圓底瓶上，在電熱包上繼續加溫。當圓底瓶內的正己烷約剩 10 ml 移至冷凝管後，卸下圓底瓶，指型瓶先稱重(W<sub>0</sub>)，將圓底瓶內的正己烷裝於指型瓶中，放在 70°C 烘箱內約 1 小時，使正己烷完全揮發後，冷卻，稱重(W<sub>1</sub>)。

$$\text{粗脂肪(mg/g FW)} = (W_1 - W_0) / S \times 1000$$

W<sub>0</sub>：指型瓶的重量(g)

W<sub>1</sub>：脂質萃取後指型瓶的重量(g)

S：試樣的稱取量(g)

2. 脂肪酸之甲基化：取出的粗脂肪加入 1 ml 內標(0.25 g Heptadecanoic acid 加入 50 ml 乙醚)後，將乙醚吹乾，加入 3 ml 乙醚溶解定量，再加 2 ml 20%的 Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH)/ Methanol 反應 10 分鐘，加水 1 ml 停止反應，取上層液加入無水硫酸鈉去水，再取上層液以 GC(HP 5890 Series II)進行氣相層析。層析條件為：管柱 Rtx 2330 (30 m × 0.25 mm × 0.2 μm)；氮氣流速 1.5 ml/min (splitter ratio=1:30)；檢測器為火焰離子檢測器(FID)；氮氣流速 30 ml/min、空氣流速 300 ml/min；管柱溫度：150°C (5mins)~ 200°C，昇溫速率為 2.5°C/min，脂肪酸種類分析以 Fatty acid standards (100 mg, Supelco)作為標準品，以內標之面積計算脂肪酸含量。

(五) 呼吸率之測定：取 0.1 克種子浸潤 16 小時，將種子取出置入 5 ml 塑膠管中，並以血清蓋封住，密封靜置 120 分鐘，以 1 ml 塑膠針筒抽取氣體 1 ml 樣品，利用紅外線二氧化碳分析儀(Shimadzu GC-8A 型)檢視內含 CO<sub>2</sub> 量，偵測器及注射孔溫度設為 200°C，析離管為 150°C，載體為氫氣，以求種子之相對呼吸量。

計算公式={[(測得樣品-空瓶)/標準樣品]×容器體積×倍率×標準樣品濃度}/(樣品重量×時間)

#### (六) 種子抗氧化作用之分析

1. 總過氧化物含量：取 0.2 g 種子浸潤 10 小時後，種子加入 2 ml 5% trichloroacetic acid (TCA)溶液下冰浴研磨，於 4°C 下 12,000 xg 離心 20 分鐘，取上清液分析下列項目。

(1) 過氧化物含量(Total peroxide)：依據 Sagisaka (1976)方法部分修正，取 1 ml

之萃取液，加入 1.1 ml 的反應試劑( 0.4 ml 50 % (w/v) Trichloroacetic acid (TCA), 0.4 ml 10 mM ferrous ammonium sulfate, 0.3 ml 2.5 mM potassium thiocyanide), 總反應體積為 2.1 ml, 均勻混合後，迅速於波長 480 nm 下測定吸光值變化，並以 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 為標準樣品，計算 Total peroxide 之含量。

(2) 脂質過氧化物(Malondialdehyde, MDA)：依據 Heath and Packer (1968)的方法部分修正，將 1 ml 之萃取液，加入 4 ml 反應試劑( 0.5%(w/v)TBA, 內含 20%(w/v)TCA )，於 95°C 水浴 30 分鐘後，迅速移入冰中冷卻終止反應。待其冷卻後，以 3,000 xg 離心 10 分鐘，於波長 532 及 600 nm 下測定吸光值變化差，以吸光係數 155 mM<sup>-1</sup>cm 估算 MDA 之含量。

## 2. 過氧化酵素的活性

(1) 超氧歧化酶( superoxide dismutase, SOD, EC 1.15.1.1)：依據 Paoletti *et al.* (1986)的方法部分修正，取 0.2 克浸潤 12 小時之種子，加入 2 ml Sodium Phosphate buffer (50 mM, pH 7.4)溶液在冰浴中研磨萃取，於 4°C 下 15,000 xg 離心 30 分鐘，將 0.1 ml 抽出液，加入 2.73 ml 反應液(內含 1.6 ml triethanol amine diethanolamine (Tea-Dea) (100 mM, pH7.4)，80 $\mu$ l 7.5 mM reduced form nicotin- amide adenine dinucleotide (NADH)，50  $\mu$ l 100 mM/ 50 mM ethylenediaminetetra- acetic acid (EDTA)/ MnCl<sub>2</sub> (pH7.0)，1 ml 10 mM 2-mercaptoethanol)，均勻混合後，於波長 340 nm 下測定吸光值變化，以吸光係數 6.22 mM<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup> 估算，酵素活性以每克鮮重所具有之單位活性表示，每單位活性定義 SOD 抑制 50% NADH 氧化速率所需的量。

(2) 過氧化氫酶(catalase, CAT, EC 1.11.1.6)：依據 Kato and Shimizu (1987)的方法部分修正，取 0.2 克浸潤 12 小時之種子，加入 2 ml Sodium Phosphate buffer (50 mM, pH 6.8)溶液在冰浴中研磨萃取，於 4°C 下 12,000 xg 離心 20 分鐘，將 0.2 ml 抽出液，加入 2.8 ml 反應液(內含 2.7 ml 0.1M Sodium phosphate buffer (pH 7.0)，0.1 ml 1M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)混合均勻後，於波長 250 nm 下測定吸光值變化，以吸光係數 40 mM<sup>-1</sup>cm 估算，酵素活性為單位時間消耗 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量之變化。

## 結 果

### 一、種子的發芽情形

含水量不同之北蔥種子包裝於紙袋中分別於室溫及 8°C 下貯藏的發芽情形如表一，當種子貯藏於室溫下，經一個月貯藏之後，含水量 5%者貯於 8°C 之發芽率達 96.7%，與室溫者無顯著差異，但其顯著高於含水量 14%者貯藏於兩溫度下。於三、五個月後，貯藏 8°C 種子發芽率可維持於 70%以上，於室溫下兩含水量的種子發芽率皆下降至 10%以下，至五個月時已無發芽率。貯藏一個月之平均發芽天數以含水量 5%種子貯於二溫度下者顯著

最短，於 8°C 下二含水量種子也無顯著差異，以貯於室溫 14% 含水量種子者最長需 3.2 天。貯藏室溫三個月時，種子平均發芽天數顯著最長需 7.3~8 天，於 8°C 者，則需 3.3~4.1 天。

種子經貯藏後含水量改變情形如(圖一)，種子含水量 14% 貯藏一個月之含水量迅速下降至 10%，而 5% 者則上升至 9.35% 及 10.31%，兩者有顯著差異。種子經三個月的貯藏後，四處理種子含水量為 8%。貯藏期間種子的二氧化碳產生量會受到種子發芽率下降而減少(圖二)，當種子貯藏於室溫下，三個月後，5% 及 14% 含水量的種子二氧化碳產生量顯著降低，至貯藏五個月後，種子二氧化碳產生量分別為 90 及 78.75  $\mu\text{CO}_2/\text{g hr}$ ，二者間有顯著差異。種子貯藏於 8°C，含水量 5% 之種子經五個月的貯藏，二氧化碳產生量由 229  $\mu\text{CO}_2/\text{g hr}$  降低至 201.56  $\mu\text{CO}_2/\text{g hr}$ ，含水量 14% 的種子則由 218.31  $\mu\text{CO}_2/\text{g hr}$  降至 180.47  $\mu\text{CO}_2/\text{g hr}$ 。於 8°C 貯藏的種子二氧化碳產生量顯著較貯藏於室溫下者的高兩倍以上。

## 二、種子內部成分的變化

種子內的碳水化合物含量變化情形如圖三，於 8°C 下貯藏一個月，含水量 5% 的種子全可溶性糖含量顯著最高，14% 種子內全可溶性含量次之，於室溫下貯藏的種子全可溶性糖含量最低(圖三 A)。經五個月的貯藏，於 8°C 下含水量 5% 的種子全可溶性糖含量為 59.54

表 1. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 下五個月之發芽情形

Table 1. The germination of welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months.

種子含水量 (%)	發芽率(%)			MDG <sup>x</sup> (day)		
	一個月	三個月	五個月	一個月	三個月	五個月
室溫						
5±1%	92.5ab <sup>z</sup>	8.3c	0c	2.4c	7.3a	-
14±1%	88.3b	2.5d	0c	3.2a	8.0a	-
8°C						
5±1%	96.7a	91.7a	82.5a	2.5bc	3.3b	3.7b
14±1%	89.2b	81.7b	70.8b	2.9ab	4.1b	4.6a
溫度	ns <sup>y</sup>	**	**	ns	**	**
含水量	*	**	**	*	ns	**
溫*含	ns	ns	**	ns	ns	**

<sup>z</sup> Means in each column follows by the same letter are not significantly different by LSD test at 5% level.

<sup>y</sup> ns, \*, \*\*: nonsignificant or significant at p=0.05 or 0.01, respectively.

<sup>x</sup> MDG: Mean days to germination.

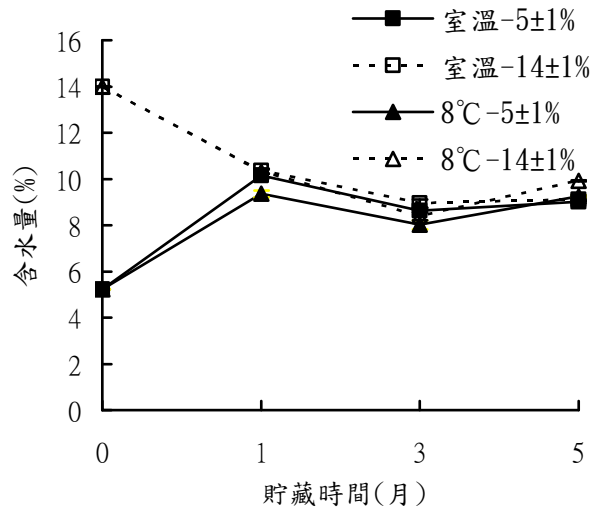


圖 1. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 下五個月之含水量變化情形

Fig. 1. The water content in welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I : standard error.

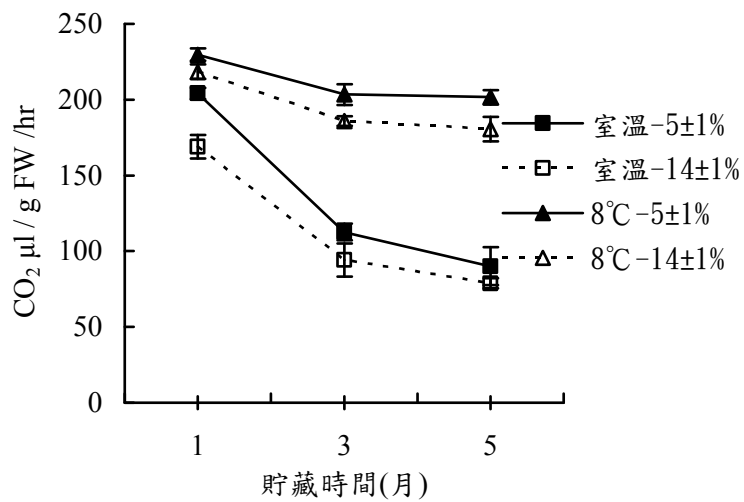


圖 2. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 下五個月之二氧化碳產生量的變化

Fig. 2. The amount of CO<sub>2</sub> producing from welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I : standard error.

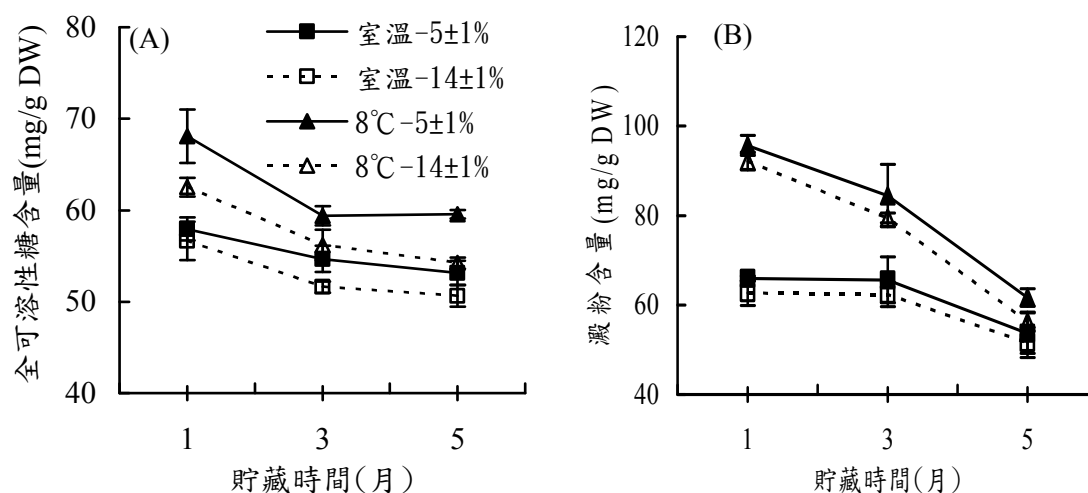


圖 3. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 下五個月之(A)全可溶性糖及(B)澱粉含量的變化情形

Fig. 3. The total contents of soluble sugar (A) and starch (B) in welsh onion seeds having different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I : standard error.

mg/g DW，顯著較其他處理高，而貯於 8°C 含水量 14% 的種子及室溫下兩含水量的種子間的全可溶性糖含量無顯著差異。就澱粉而言(圖三 B)，於 8°C 貯藏一個月及三個月的種子的澱粉含量顯著比室溫下貯藏者提高 46% 及 28%，貯藏五個月時，澱粉含量以 8°C 下 5% 含水量者為 61.66 mg/g DW，仍顯著最高，其他三者間無顯著差異。

種子內的粗脂肪含量於貯藏五個月之變化如圖四，5% 含水量的種子粗脂肪含量比 14% 含水量的種子高，其中以貯藏於 8°C 的種子含量最高，經五個月貯藏，粗脂肪含量由 123.33 mg/g FW 降低至 102 mg/g FW，而室溫下 14% 含水量的種子則由 115.67 mg/g FW 減少至 18.47 mg/g FW，顯著低於其他之處理。種子內的飽和脂肪酸含量於貯藏時之變化情形如圖五，種子內的棕櫚酸及硬脂酸以貯藏於室溫下的種子含量顯著比貯藏 8°C 的種子提高，貯藏於二個溫度下三個月時，14% 含水量的種子飽和脂肪酸含量也較 5% 含水量者高，經五個月貯藏，則兩者無差異。於室溫下高含水量的種子，經一個月貯藏後，油酸的含量迅速增加，至貯藏第三個月時，油酸含量顯著增加 5.92 mg/g FW，經五個月貯藏後，於兩溫度之種子油酸含量無顯著差異，以 5% 含水量貯藏 8°C 的種子油酸含量最低。種子內的亞油酸含量隨貯藏時間的增加，其含量逐漸下降，貯藏於 8°C 下的種子含量顯著比貯藏於室溫的種子高出一至兩倍。亞麻酸的變化趨勢與棕櫚酸及油酸相似，於室溫下貯藏的種子含量顯著比貯藏於 8°C 者高，含水量間差異不顯著。

### 三、種子過氧化作用及相關酵素之活性

不同含水量的種子於室溫及 8°C 下貯藏五個月，種子內的總過氧化物及脂質過氧化物 (MDA) 含量如圖六。種子於室溫貯藏，總过氧化物的含量(A)顯著較貯藏於 8°C 的種子高出一倍，其中以 14% 含水量的種子總過氧化物含量顯著最高，由 1.02  $\mu\text{mol/g}$  增加至 1.25  $\mu\text{mol/g}$ ，貯藏溫度間無顯著差異。於 MDA 含量上(B)，含水量及貯藏溫度均會顯著影響，14% 含水量種子於室溫下貯藏者含量顯著最高，經五個月後 MDA 含量會顯著增加 13  $\text{nmol/g}$ 。貯藏於室溫下含水量 14% 者為 30.62  $\text{nmol/g}$  顯著較其他處理高，室溫下含水量 5% 的種子 MDA 含量 27.03  $\text{nmol/g}$  次之，以 8°C、5% 含水量的種子 MDA 含量 24.18  $\text{nmol/g}$  最低。

不同含水量之北蔥種子於不同溫度下經五個月的貯藏，種子內超氧歧化酶(SOD)及過氧化氫酶(CAT)之活性如圖七所示，經一至五個月貯藏期間，於 8°C 下貯藏者顯著高於室溫下者，於二環境下，皆以 5% 含水量之活性高於 14% 者。種子內 CAT 活性變化與 SOD 相似，貯藏一個月時，8°C、5% 含水量種子內 CAT 活性為 0.68  $\text{unit/g}$  顯著最高，貯藏五個月後，種子內的 CAT 活性降低至 0.34  $\text{unit/g}$ ，於室溫下 14% 含水量種子的 CAT 活性於貯藏一個月時，與 8°C、5% 及室溫下 5% 含水量的 CAT 活性無顯著差異，經五個月貯藏後，其 CAT 活性顯著降低至 0.18  $\text{unit/g}$ ，貯於 8°C 14% 含水量種子者為 0.27  $\text{unit/g}$ ，顯著高於室溫下二含水量者。

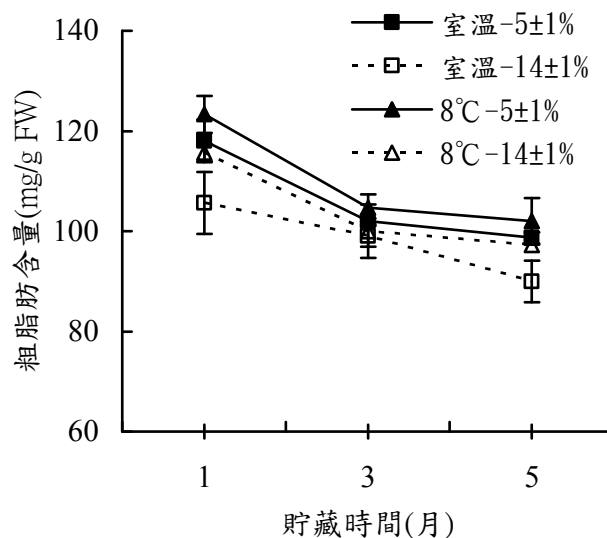


圖 4. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 下五個月之粗脂肪含量的變化

Fig. 4. The crude fat content in welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I : standard error.



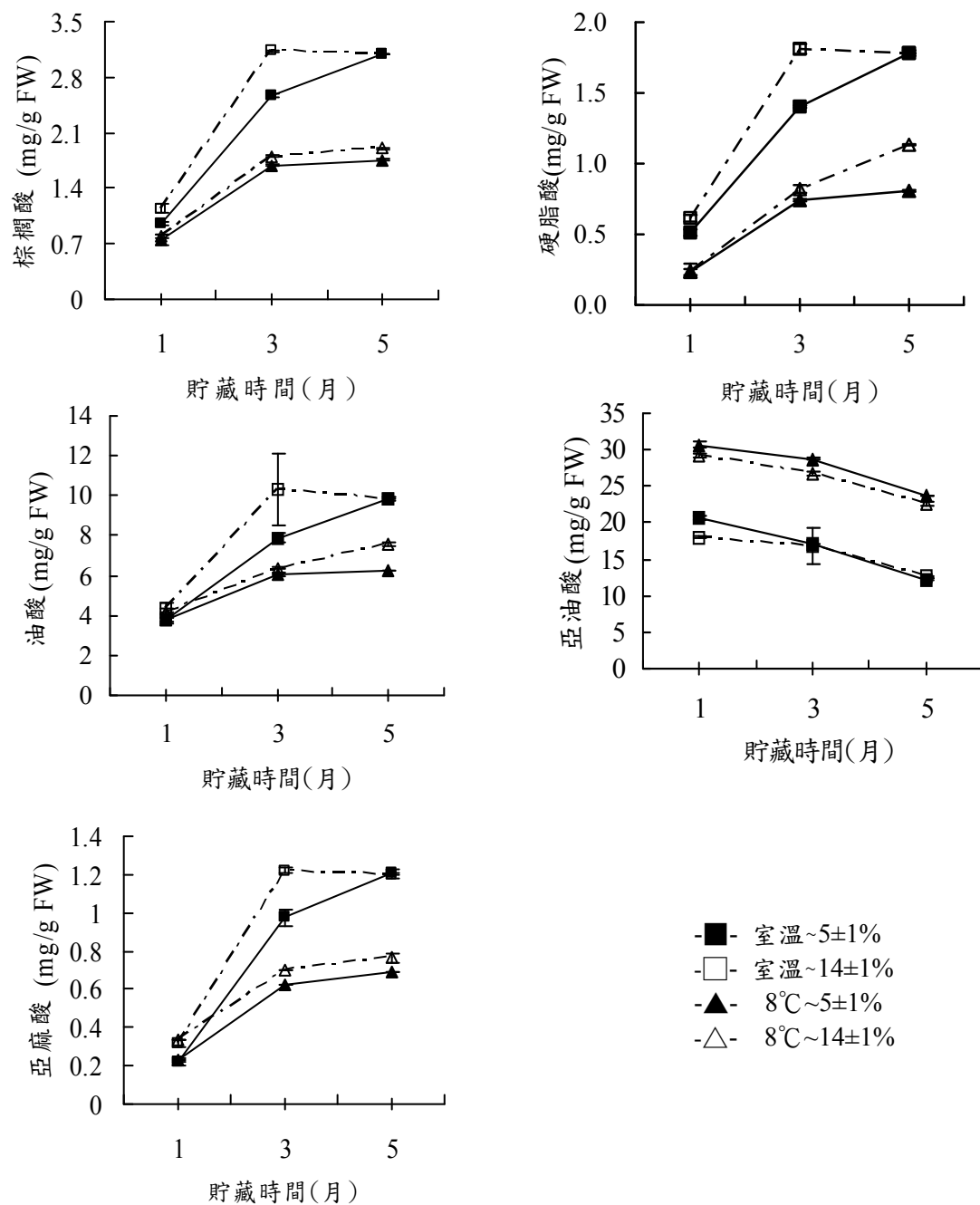


圖 5. 不同含水量之北蔥種子於紙袋包裝貯藏於室溫及 8°C 五個月之各種脂肪酸含量變化  
Fig. 5. The fatty acid content in welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I : standard error.

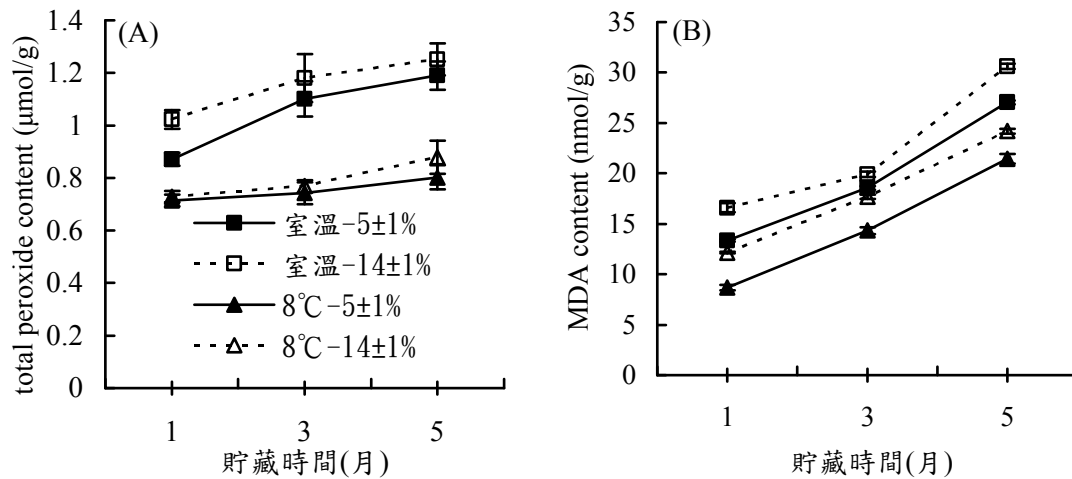


圖 6. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 五個月之(A)總過氧化物及(B)丙二醛含量變化

Fig. 6. The content of total peroxide (A) and malondialdehyde (MDA) (B) in welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I: standard error.

## 討 論

種子含水量和貯藏溫度是影響種子在貯藏期間生活力與活力保持的關鍵因素，種子含水量越高，其發芽率受溫度影響越大(汪等，2001；高，2002)。本試驗中，北蔥種子含水量提高至 14%，於室溫下貯藏三個月後，種子的發芽率由 88.3%降低至 2.5%，種子的平均發芽天數也隨貯藏時間增加而延長，至貯藏第五個月時，發芽率為 0%。當紙袋包裝種子貯藏於 8°C 下，經五個月貯藏後，種子含水量由 5%增加至 9.25%，發芽率為 82.5%，種子含水量 14%的則與平衡至 9.91%，種子發芽率也維持在 70.8%。可知於 8°C 貯藏時，含水量 9-10%，發芽率有 70%以上，因此，建議北蔥種子貯藏的安全含水量為 6-10%。

'章丘'大蔥種子於室溫下貯藏三年後，含水量 12.1%種子的發芽率隨著貯藏時間的增加而快速下降，而含水量 5%及 9%的種子經貯藏後，其發芽率也下降至 60%左右。當種子貯藏於 6°C，經一年貯藏後，含水量 12%的種子仍可維持其發芽率達 80%，但貯藏三年後，發芽率仍降低至 33%，含水量 5%及 9%的種子經三年貯藏後，種子發芽率仍維持在 70%左右(Yin *et al.* 2000)。含水量 11-18%的大麥、大豆及豌豆種子貯藏於 3、25 及 45°C 三溫度下，顯示當三種子的種子含水量提高至 18%並貯藏於 25 及 45°C 時，會快速生成大量的異常染色體，且造成種子生活力迅速下降。當北蔥種子於高相對溼度下(70-90% RH)平

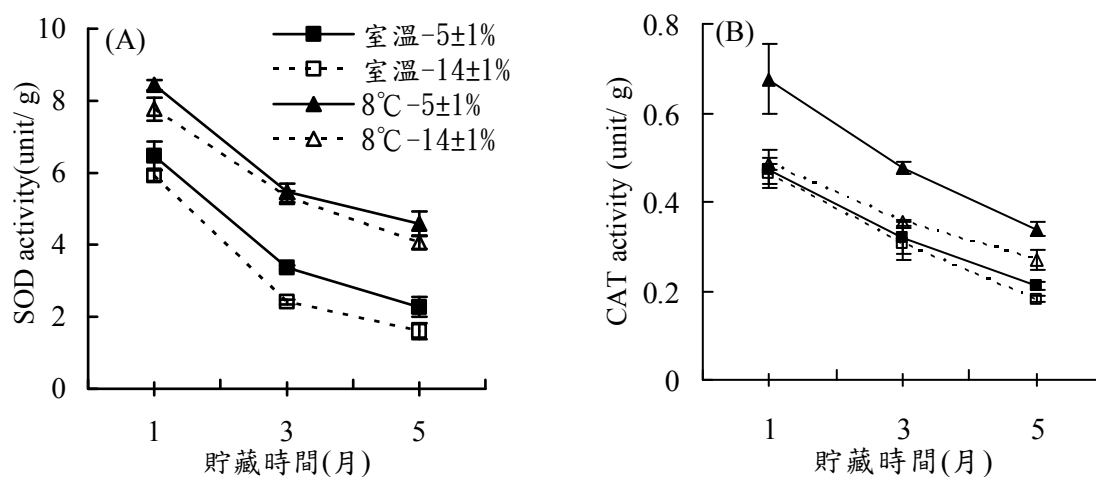


圖 7. 不同含水量之北蔥種子貯藏於室溫及 8°C 下五個月之(A)超氧歧化酶及(B)過氧化氫酶活性變化。

Fig 7. The activity of superoxide dismutase (SOD) (A) and catalase (CAT) (B) in welsh onion seeds with different moisture contents stored at ambient temperature and 8°C for five months. I : standard error.

衡種子含水量至 15% 以上，置於室溫下貯藏，使造成蔥種子在貯藏過程受到真菌的感染，而小麥種子於 25°C、85% RH 下平衡種子含水量為 13%，造成種子在貯藏期間受到真菌的感染，促使種子發芽能力下降(Martinez *et al.*, 1998)。

貯藏期間，種子內可溶性碳水化合物含量的改變，會造成其活力及發芽能力下降。本試驗中，於室溫貯藏 5% 及 14% 含水量的北蔥種子，經五個月貯藏後，種子內的全可溶性糖分別降低 8 及 12%，澱粉含量均隨貯藏時間的增加而下降 23 及 21%。於 8°C 下貯藏不同含水量的種子，全可溶性糖及澱粉含量也有顯著下降的情形。此含量下降原因，推測與呼吸作用有關，北蔥種子的二氧化碳產生量也隨貯藏時間增加而有下降的現象。於室溫下經三個月貯藏，含水量 14% 的種子呼吸率快速下降 79%，至貯藏第五個月，呼吸率顯著較貯藏一個月時降低兩倍。當種子含水量及貯藏溫度增加時，可能會促進澱粉水解酶的活性及呼吸作用，進而造成老化的紅苜蓿及黑麥草種子內的可溶性糖及澱粉含量減少(Ching, 1961; Ching and Schoolcraft, 1968)。玉米種子在貯藏期間，種子內的轉化酶將蔗糖水解，而蔗糖的形成導致棉籽糖被水解，導致棉籽糖含量下降，造成種子的活力及發芽率下降(Lugo and Leopold, 1992)。呼吸作用為進行能量轉換，供發芽所需，呼吸率可作為種子活力之指標(Cantrell *et al.*, 1972)，種子衰化時呼吸作用變弱，最後造成種子失去發芽能

力(曾, 1997)。

不飽和脂肪酸的過氧化作用是造成種子衰化的原因之一, 當過氧化作用發生時, 種子內的多元不飽和脂肪酸會提高(Trawatha *et al.*, 1995)。本試驗中, 不同含水量的北蔥種子於室溫下貯藏五個月, 兩含水量的種子內的棕櫚酸(16:0)含量顯著提高約三倍, 硬脂酸(18:0)含量也分別增加 3 及 3.5 倍, 油酸(18:1 $\Delta$ 9)增加 2-3 倍, 亞麻酸(18:2 $\Delta$ 9,12)含量也有顯著增加的現象, 而種子內的亞油酸含量以 5%含水量之種子下降顯著下降 60%, 而 14%含水量之種子也下降 32%。於 8°C 下貯藏兩含水量之種子內棕櫚酸、硬脂酸、油酸及亞油酸含量隨貯藏時間有些微增加的趨勢, 而亞油酸含量方面, 兩含水量種子均則降低 29%。因此, 種子含水量及溫度是一個重要的因子, 當含水量提高時會增加過氧化作用的傷害(Stewart and Bewley, 1980)。溫度會影響種子內脂肪酸的變化, 主要是去飽和酶(desaturase)的活性, 當種子置於室溫時, 酵素活性提高, 使油酸(18:1)因去飽和作用轉移醯基進而提高亞油酸(18:2)的含量(Sarmiento *et al.*, 1998)。

本試驗中, 以 5%及 14%含水量之北蔥種子於室溫下貯藏五個月, 種子內的總過氧化物含量分別增加 37%及 22%, MDA 含量均提高兩倍, 於 8°C 下貯藏兩含水量之種子總過氧化物及 MDA 顯著較室溫貯藏者低。於室溫下貯藏五個月, 5%及 14%含水量之北蔥種子內 SOD 活性顯著下降 1.8 及 2.7 倍, CAT 活性則降低 1.25 及 1.5 倍, 而種子貯藏於 8°C, 較能維持。種子含水量是影響脂質自動氧化的一各重要因素, 當種子含水量小於 6%時, 包圍大分子(如酵素)的單層水膜成為不連續, 使得酵素等大分子可與脂質直接接觸引起脂質自動氧化, 產生自由基和過氧化氫, 而含水量高於 14%時, 會造成脂氧合酶(lipoxygenase)作用催化使氧分子加入不飽和脂肪酸, 而使自由基增生, 導致種子發生脂質過氧化作用(曾, 1997), 而種子發生脂質過氧化作用及自由基清除酵素活性降低, 容易導致種子貯藏壽命下降(Sung and Chiu, 1995)。

## 參 考 文 獻

- 汪曉峰、景新明、鄭光華。2001。含水量對種子貯藏壽命的影響。植物學報 43: 551-557。
- 林茂維、張武男。1980。蔥屬種間雜交之研究( I )低溫對蔥抽苔之影響。中國園藝 26: 173-176。
- 高維恒。2002。貯藏溫度和種子含水量對洋蔥種子發芽率的影響。植物生理學通訊 38 339-340。
- 曾美倉。1997。種子貯藏生理-種子壽命與退化。蔬菜種原保育技術訓練專刊 69-94。
- 黃麗如。2002。台灣大豆品種品質性狀遺傳育種行為之研究。國立嘉義大學農學研究所。
- Cantrell, R. R., H. F. Hodges, and W. F. Keim. 1972. Relationship between plant respiration and seedling vigor in *Zea mays* L. Crop Sci. 12: 214-216.

- Ching, T. M. 1961. Respiration of forage seed in hermetically sealed cans. *Agron. J.* 51: 680-684.
- Ching, T. M and I. Schoolcraft. 1968. Physiological and Chemical differences in aged seeds. *Crop Sci.* 8: 407-409.
- Heath, R. L. and L. Paker. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry to fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125: 189-198.
- Kato, M. and S. Shimizu. 1987. Chlorophyll metabolism in higher plants. VII. Chlorophyll degradation in senescing tobacco leaves: phenolic dependent peroxidative degradation. *Can. J. Bot.* 65: 729-735.
- Lugo, I. B. and A. C. Leopold. 1992. Changes in soluble carbohydrates during seed storage. *Plant Physiol.* 98: 1207-1210.
- Martinez, E. M., A. Rivera, and M. V. Badillo. 1998. Effect of fungi and fungicides on the preservation of wheat seed stored with high and low moisture content. *J. Stored Prod. Res.* 34: 231-236.
- Paoletti, F., D. Aldinucci, A. Mocali, and A. Capparini. 1986. A sensitive spectrophotometric method for the determination of superoxide dismutase activity in tissue extracts. *Anal. Biochem.* 154: 536-541.
- Parrish, D. J. and A. C. Leopold. 1978. On the mechanism of aging in soybean seeds. *Plant Physiol.* 61: 365-368.
- Sagisaki, S. 1976. The occurrence of peroxide in perennial plant, *Populus gelrica*. *Plant Physiol.* 57: 308-309.
- Sarmiento, C. R. Garcés. 1998. Oleate desaturation and acyl turnover in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed lipids during rapid temperature adaptation. *Planta* 205: 595-600.
- Stewart, R. R. C. and J. D. Bewley. 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. *Plant Physiol.* 65: 245-248.
- Sung, J. M. and C. C. Chiu. 1995b. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes of naturally aged soybean seed. *Plant Sci.* 10: 45-52.
- Trawatha, S. E., D. M. TeKrony, and D. F. Hildebrand. 1995. Relationship of soybean seed quality to fatty acid and C6-aldehyde levels during storage. *Crop Sci.* 35: 1415-1422.
- Woodstock, L. W., K. Furman, and T. Solomos. 1984. Changes in respiratory metabolism during aging in seeds and isolated axes of soybean. *Plant Cell Physiol.* 25: 15-26.
- Yin, Y., R. Gao, Q. Sun, and S. Li. 2000. Vigour of welsh onion seeds in relation to storage temperature and seed moisture content. *Seed Sci. Technol.* 28: 817-823.
- Yoshida, S., F. Dpuglosa, C. Janosh, and Gwaachai. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Phillipines. p.46-49.

## Effect of Seed Moisture Content on Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) Storability

Chiu-Yen Wang<sup>1)</sup> Yu Sung<sup>2)</sup>

Key words: Welsh onion, moisture content, total peroxide content, MDA, SOD, CAT

### Summary

The objective of this research was to approach the effect of seed moisture content on welsch onion seed longevity. Welsh onion seeds with 5% or 14% moisture content were stored for five months at 8°C or at room temperature [25±5°C/15±5°C]. Germination of seeds stored in a paper package at room temperature was significantly lower around 80% than that of seeds stored at 8°C. For seeds with 5% moisture content stored at 8°C, germination was greater than 80% after stored for 5 months, CO<sub>2</sub> production was 210µl/ g FW/ hr, and soluble sugar content were 60 mg/g DW. For three seeds, total peroxide and malondialdehyde (MDA) content were 10% lower, superoxide dismutase (SOD) activity was 13% higher, and catalase (CAT) activity was 25% higher than in seeds stored at 8°C with 14% moisture content.

---

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.