

甘藍低活力種子之探討¹

劉政道 華愛瑪 柯俐荷 卡森²

摘要 商業用甘藍品種奧斯卡(Oscar)之種子 (*Brassica oleracea* L. *Capitata* group) 經 1—6 年儲存後，於 20~30°C 變溫之標準發芽試驗下顯示幾乎可以全部發芽。調控劣變試驗時，將種子之含水量提升至 21%，並於 45°C 處理 24 小時，結果顯示各批種子之活力有極顯著之差異。種子之發芽與萌芽無論在控制環境之實驗室，人工氣候室與田間試驗均顯示其發芽或萌芽速率之減緩、幼苗鮮重之減少以及異常幼苗數目之增加與種子之低活力有顯著之關係。低活力為導致田間萌芽不良的主要原因之一。

種子為大多數作物生產之起始點，甘藍亦不例外。種子品質優劣是決定作物生產成功與否的最主要因子之一，傳統上優良品質種子之標準必須具備純潔度高，不含雜草種子，發芽率高，健康以及高種子活力等先決條件，這些種子無論在有設施保護之溫網室或田間均能表現幼苗萌芽整齊及獲致作物最高產量之特性。許多試驗研究已指出作物種子之發芽、田間萌芽及成株等受到種子品質與種子活力之影響很大。使用優良品質與高活力種子通常可預期獲致高的發芽百分率、成株與產量^(3,4,9,10,11,12,13,14,15,18)。

採收前與採收後之種子老化為導致商業用種子低活力的主要原因為一般人所公認^(1,2,7)。所有器官之老化係指導致器官最後死亡的整個劣變過程之總和，種子被認為死亡乃種子在沒有休眠並且在最適當之發芽環境條件下失去發芽能力而言。通常種子在失去發芽能力前之整個老化過程中有幾個先驅徵兆會出現^(5,17)，其中最明顯者為老化種子之發芽速率降低，其次是種子族羣中產生小苗及不正常苗之比例增加⁽⁸⁾，另外，類似大粒種子如豆類與玉米等之種子於浸水後其內容物如糖與鉀等物質之保存能力降低等均為種子老化之明顯徵狀⁽¹⁶⁾，因此，種子老化係一系列導致失去種子活力之衰退過程。

本文係以五批不同年齡與活力之甘藍種子進行探討低活力種子之特性。種子之發芽測定係在標準環境條件下進行，並利用加速老化處理（調控劣變處理）種子進行比較，幼苗萌芽測定係在人工氣候室與田間進行，除了調查發芽及萌芽百分率外，在各試驗中亦進行考量幼苗之品質；而種子發芽溫度範圍之測定則在溫度梯度板發芽器中進行。

材料與方法

一、種子材料

本研究係利用 Royal Sluis 種子公司所提供五批來自三種不同採收年期之商業用雜交一代甘藍品種奧斯卡 (Oscar) 種子為材料，其中二批種子係於 1984 年採收之新鮮種子，另三批自然老化之種子係各採自於 1979 與 1980 年，這五批種子之千粒重如表一所示。各批種子於採收後均在 20°C 及 40% 相

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1484 號，本文為第一作者博士論文之一部份。

2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所副研究員兼經營利用系主任；依次為荷蘭農業大學園藝系講師，國家種子試驗所研究員，農業大學植物生理系教授。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

表1. 不同採收年期甘藍種子千粒重

Table 1. The 1000 seed weight of cabbage seeds harvested in different years.

Year of harvest	1000-seed weight, g
1984—1	5.37
1984—2	3.51
1980	3.11
1979—1	3.15
1979—2	2.94

LSD_{0.05}=0.70

對濕度之商業用儲藏條件下保存，至1984年9月再移存於5°C及30%相對濕度之冷藏庫中以減緩種子繼續老化直至使用。本系列試驗在1984與1985年進行。

二、標準發芽試驗

標準發芽試驗係判別各類種子發芽能力之最基本方法，甘藍種子之標準發芽試驗係利用紙質發芽床之方法(Top of paper method)於荷蘭國家種子試驗所之傑考森發芽箱(Jacobsen germinator)進行，溫度採用變溫方式即於20°C暗期16小時，30°C光期8小時，發芽進行中記錄發芽百分率，並依國際種子檢查規則之標準於幼苗發芽後7—10天評估幼苗之發育並將幼苗分為正常苗與異常苗。

三、溫度梯度板發芽器試驗

本試驗係利用溫度梯度板發芽器上之不同溫度範圍進行測定甘藍種子之發芽情形，並求其發芽特性曲線，試驗係在荷蘭農業大學植物生理系進行，溫度梯度板發芽器(Thermogradient plate)為發芽床，溫度差異範圍為10—34°C，試驗採逢機完全區集設計三重複，相鄰的兩行之間溫度相差3°C，種子播於紙質發芽床上並覆蓋鐘形罩(bell jar)於開始發芽後之頭7天，每天算計發芽之種子數二次，以後則每天一次，至發芽後之第21天截止。

四、調控劣變試驗

各批甘藍種子之活力差異係利用調控劣變(controlled deterioration test)試驗⁽⁶⁾測定之，試驗係在荷蘭國家種子試驗所進行，種子含水量係以低恆溫烘箱法測定之 $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ， 17 ± 1 小時)，測定種子含水量時，每次使用5公克種子為樣品，共三重複。另將其它20公克種子置於容器中適度加水將種子之含水量調升至預定之24%，調升後將種子置於20°C之旋轉盤上至少滾動2小時，並儲藏於10°C二天以使種子含水量達到平衡，處理結束後再重行測定種子之含水量是否為24%，種子含水量之差異不超過0.5%，為使調控劣變試驗達到適度，含水量達到平衡後，一半之種子以鋁箔密封並置於45°C之溫水處理24小時，另一半則於5°C之恆溫箱過夜，處理後這兩種不同處理之種子於實驗室內進行標準發芽試驗。

五、人工氣候室試驗

甘藍種子之萌芽以及幼苗之活力測定於荷蘭農業大學園藝系之人工氣候室內進行，其間分別於9、13、17、21及25°C中測定，試驗採裂區設計，四重複，每處理播種子50粒於底層含有泥炭土上覆三分河沙之容器中，播種後另覆0.4公分河沙，萌芽期間土壤保持適當濕度，幼苗生長期間，光源為高壓鈉燈及水銀燈強度約 35Wm^{-2} ，每日光照8小時，當幼苗之子葉呈水平展開時即算為萌芽，並於達到一半最高萌芽率後之第19天採收調查幼苗，並將其分級為強壯苗(>0.5g)，中苗(0.25—0.5g)及弱苗(<0.25g)。

六、田間試驗

田間試驗係於荷蘭農業大學園藝系之試驗農場進行，五批甘藍種子分別於1985年6月7日，7月11日，8月16日以及9月25日分四次播種，試驗採逢機完全區集設計四重複，小區播種200粒種子，當幼苗之子葉伸出土壤表面時，算為萌芽，幼苗萌芽百分率於試驗進行中記錄之，幼苗之生長與發育則於達一半最高萌芽百分率後之第19天進行評估，其分級標準與人工氣候室之試驗相同。

結 果

一、標準發芽試驗

標準發芽試驗結果顯示全部五批種子之發芽百分率均高達90%以上(圖1)然而老化種子之發芽速率表現遲緩且正常苗之百分率亦因老化而顯著降低，如1979年生之種子所獲之正常苗數僅49%左右。

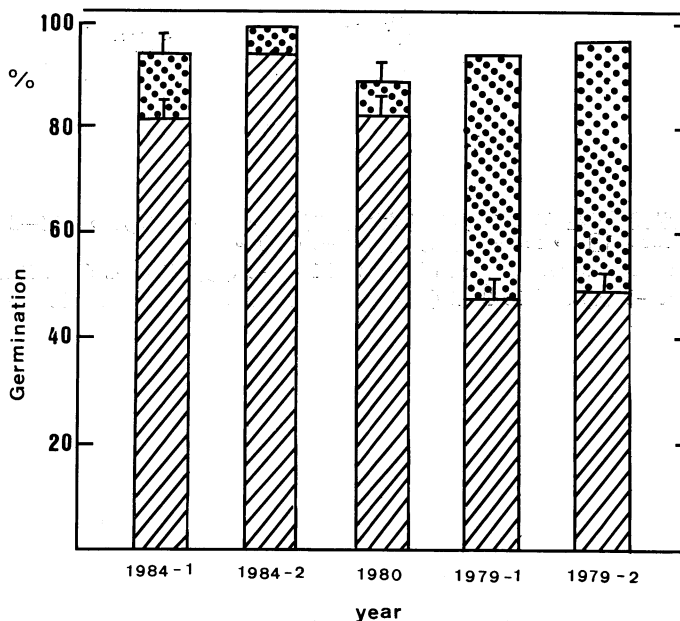


圖1. 五批甘藍種子在 20/30°C 變溫標準發芽試驗之發芽百分率，幼苗分類為正常 (////) 或異常 (·:·:·) 苗。

Fig. 1. Percentages germination (upper line of bars) of seeds of 5 lots in the standard laboratory germination test at alternating temperatures 20°C—30°C. Seedlings were classified as normal (////) or abnormal (·:·:·). Single vertical bars indicate standard deviations > 3%.

二、溫度梯度板發芽器試驗

溫度梯度板發芽器試驗結果顯示無論新鮮或老化之種子在 16—31°C 之間其最後發芽百分率均在 80—95%之間(圖2)如溫度低於 16°C時，1984 年生之種子發芽百分率減低之幅度較1979年之老化種子緩慢。

發芽速率是以達一半最高發芽百分率之時間倒數值來計算以便區別各批種子之優劣，結果發現1979年之種子發芽速率比新鮮種子緩慢，而1980年之種子則居於1979與1984種子之間(圖3)。

三、調控劣變試驗

調控劣變試驗結果顯示未經處理直接進行發芽之種子與種子含水量調升至 24%儲存5°C之種子其

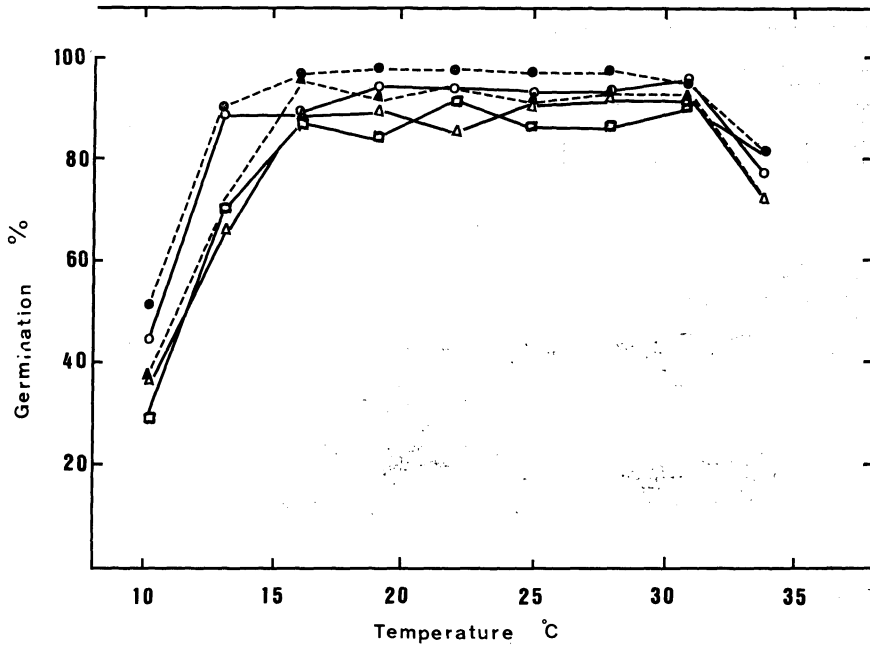


圖2. 五批甘藍種子10到35°C溫度範圍之發芽百分率，1984—1 (○)，1984—2 (●)，1980 (□)，1979—1 (△) 及1979—2 (▲)。

Fig. 2. Percentages germination of seeds of 1984—1 (○), 1984—2 (●), 1980 (□), 1979—1 (△) and 1979—2 (▲) at temperatures ranging from 10° to 35°C.

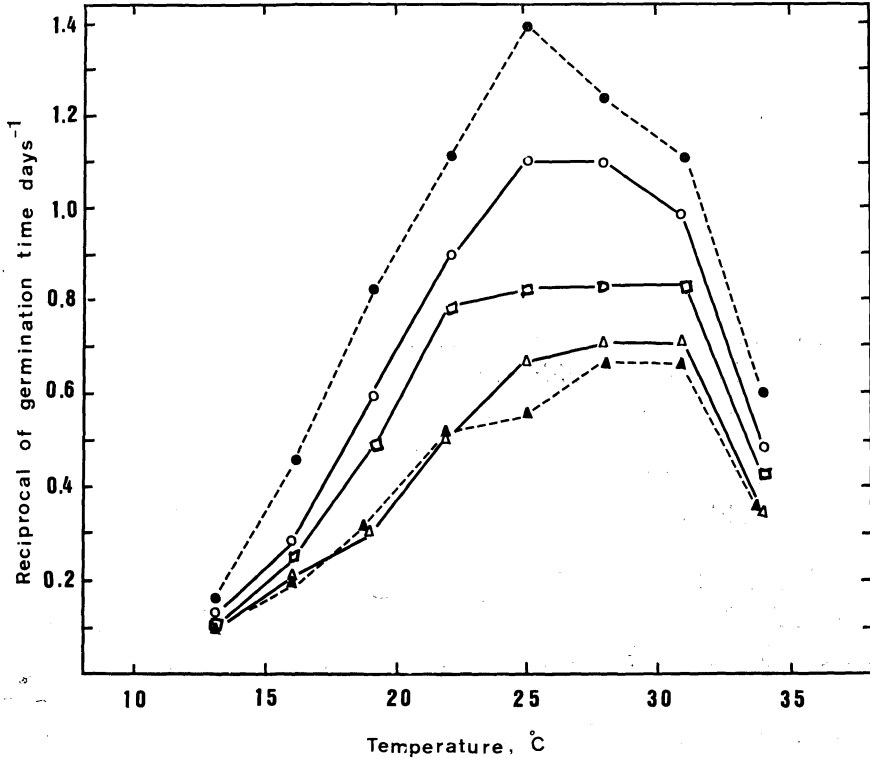


圖3. 溫度與五批甘藍種子達一半最大發芽百分率所需時間倒數值之關係，1984—1 (○)，1984—2 (●)，1980 (□)，1979—1 (△) 及1979—2 (▲)。

Fig. 3. The relation between the reciprocal value of the time for half-maximal germination and temperature for each lot 1984—1 (○), 1984—2 (●), 1980 (□), 1979—1 (△) and 1979—2 (▲).

發芽率均沒有差異（圖4），然而調控劣變處理（45°C，24小時）則很顯著的影響種子發芽，在各批種子間有很明顯之差別，只有1984年生產的種子仍保持高發芽百分率且產生相當數目之正常苗。

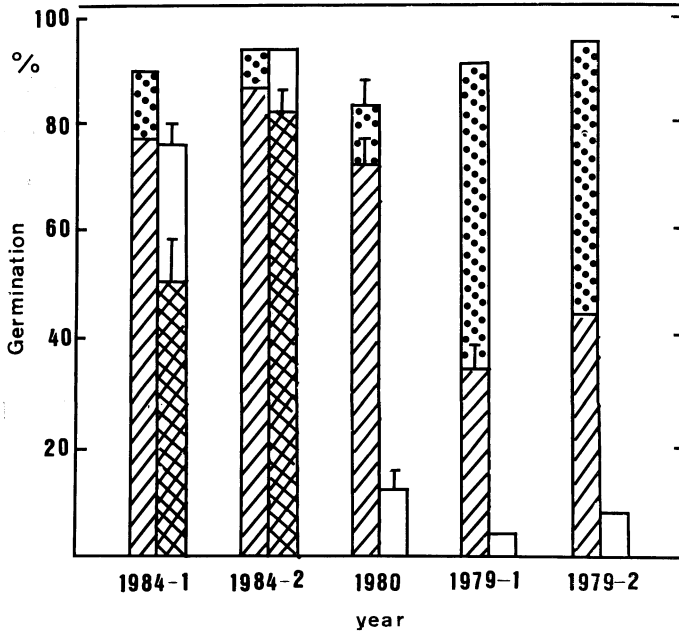


圖4. 五批甘藍種子在標準發芽試驗之發芽百分率，種子含水量調升到24%並貯存於5°C（左柱）或45°C（右柱）24小時，幼苗分類為正常（////, ⊗）或異常（∴, □）苗。

Fig. 4. Percentages germination (upper line of bars) of seeds of 5 lots at the standard laboratory germination test. Moisture content of the seeds was equilibrated at 24% on fresh weight basis. Seeds were stored for 24 hours at either 5°C (left bar of each lot) or 45°C (right bar). Seedlings were classified as normal (////, ⊗) or abnormal (∴, □). Single vertical bars indicate standard deviations > 3%.

四、人工氣候室試驗

溫度對幼苗之萌芽與生長亦在控制環境下之人工氣候室測定，試驗結果發現各批甘藍種子之萌芽百分率在9—25°C之範圍內均達80%以上，但是達到一半最高幼苗萌芽百分率之時間倒數值於各批種子間有顯著的差異，老化種子萌芽速率顯著的比年輕種子緩慢很多（圖5），各批種子於不同溫度萌芽後之幼苗生育情形於達一半最高萌芽百分率後之第19天進行調查，結果發現僅來自1984年與1980年種子於溫度17—25°C之範圍內所產生幼苗之鮮重每株可達0.25公克以上（圖6）。

五、田間試驗

五批不同甘藍種子，在田間四次不同播種時期之平均萌芽百分率為13—62%（圖7），7月份播種幼苗萌芽百分率降低，乃因氣候乾燥，噴水後表土形成硬殼影響萌芽所致，1984年種子在各種播種期中萌芽百分率較高，1980以及1979年之老化種子萌芽百分率低。

五批種子間，幼苗之發育與鮮重於達一半最高萌芽百分率後之第19天亦顯示各批種子間與不同播種時期均有很大之變異（圖8）。五批種子在四次不同播種期，其平均幼苗鮮重在0.09—1.60公克之間，1984種子比老化種子產生較多且強壯之幼苗，然在9月過後，各批種子均產生小苗。

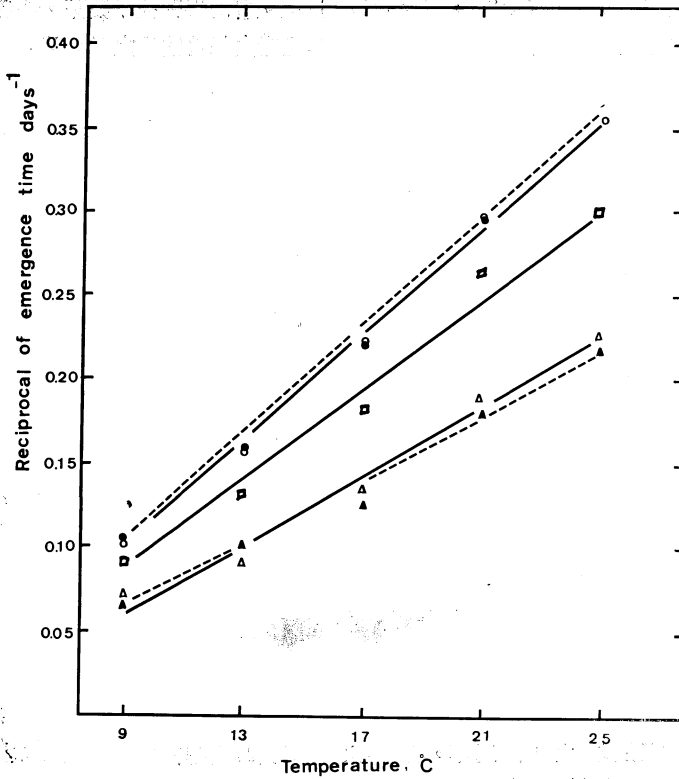


圖5. 溫度與五批甘藍種子(在人工氣候室達一半最大萌芽百分率所需時間倒數值之關係, 1984—1 (○), 1984—2 (●), 1980 (□), 1979—1 (△) 及 1979—2 (▲)。

Fig. 5. The relation between the reciprocal value of the time for half-maximal emergence and temperature for seed lot 1984—1 (○), 1980—2 (●), 1980 (□), 1979—1 (△) and 1979—2 (▲) at 5 temperatures in the phytotron.

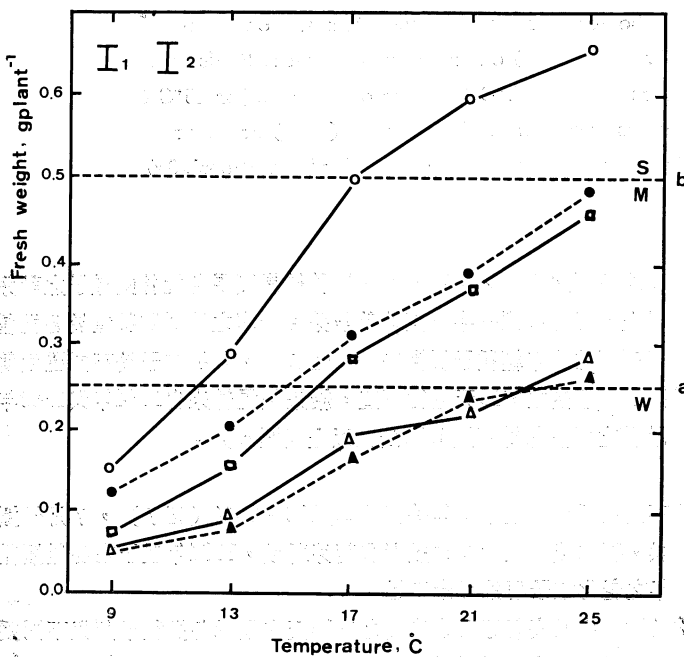


圖6. 溫度與五批甘藍種子(在人工氣候室達一半最大幼苗萌芽百分率後第19天幼苗鮮重之關係, 幼苗依其鮮重分類為強 (S), 中 (M) 及弱苗 (W), 1984—1 (○), 1984—2 (●), 1980 (□), 1979—1 (△) 及 1979—2 (▲)。

Fig. 6. The relation between the mean fresh-weight of seedlings and the temperature in the phytotron for seed lot 1984—1 (○), 1984—2 (●), 1980 (□), 1979—1 (△) and 1979—2 (▲) at the 19th day after half-maximal seedling emergence. Seedlings were classified as strong (S), medium (M) and weak (W) according to fresh weight. LSD_{0.05} for the the effect of temperature and seed lot is indicated by the vertical bars 1 and 2, respectively.

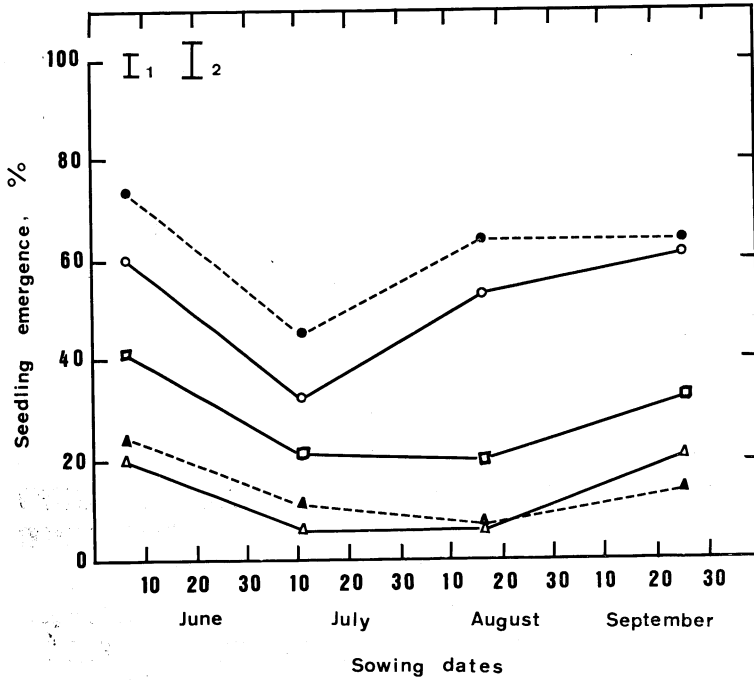


圖7. 播種時期與五批甘藍種子
在田間之幼苗萌芽關係，1984
—1 (○)，1984—2 (●)，
1980 (□)，1979—1 (△) 及
1979—2 (▲)。

Fig. 7. The relation between
seedling emergence and
sowing date for seed lot
1984—1 (○), 1984—2 (●),
1980 (□), 1979—1 (△) and
1979—2 (▲) at field condi-
tions. $LSD_{0.05}$ for sowing
date and seed lot is indica-
ted by the vertical bars
1 and 2, respectively.

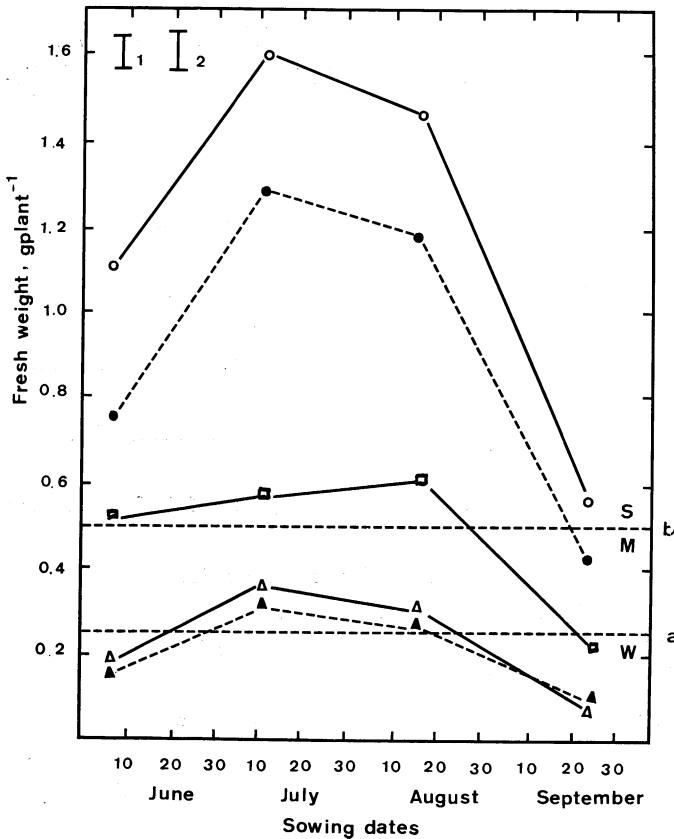


圖8. 播種時期與五批甘藍種子在田
間達一半最大幼苗萌芽百分率後第
19天幼苗鮮重之關係，幼苗依其鮮
重分類為強 (S)，中 (M) 及弱
苗 (W)，1984—1 (○)，1984
—2 (●)，1980 (□)，1979—1
(△) 及 1979—2 (▲)。

Fig. 8. The relation between
mean fresh weight of seedlings
and sowing date for seed lot
1984—1 (○), 1984—2 (●), 1980
(□), 1979—1 (△) and 1979
—2 (▲) at the 19th day after
half-maximal seedling emer-
gence in the field. Seedlings
were classified as strong (S),
medium (M) or weak (W)
according to fresh weight.
 $LSD_{0.05}$ for sowing date and
seed lot is indicated by the
vertical bars 1 and 2, respec-
tively.

討 論

試驗結果充分顯示不同批甘藍種子亦如其他作物種子，雖具好的發芽率，然而其活力却有很大的不同，像1979年種子，活力低，所得正常苗的百分率亦低（圖1）。

調控劣變試驗（圖4）亦充分揭露種子生理年齡之差異性，很明顯的1979年與1980年種子比1984年種子更接近種子存活曲線之急激降低點。1979年與1984年種子間之活力差異亦可由實驗室與人工氣候室不同溫度下種子之發芽與萌芽速率（圖3及5），田間幼苗萌芽百分率（圖7）及在實驗室標準發芽試驗（圖1），人工氣候室（圖6）及田間（圖8）之萌芽等試驗之幼苗品質差異顯示之。

1980年的種子在調控劣變試驗中反應與1979年種子相似（圖4），但在其他的試驗中則表現居中，因此，調控劣變試驗似會略為低估了種子活力。

生理年齡之差異已在不同的試驗中顯示出，其結果與種子之真正年齡大致成正相關關係。然而，其相關性並非直線，因為在1979，1980與1984年三批種子之間，除了它們本身之儲存期各自相差達6年、5年與1年之外，採收前條件之差異與生產地區之不同也影響了種子之老化程度。1984與1979年分別產於不同地點之同年度兩批種子的發芽結果證實各批種子間之活力因地點之不同而有極為顯著的差異，但是在1984年不同批種子之間的差異不同，1984—2之種子比1984—1者產生較多之幼苗但鮮重較低（圖7及8），1984—1與1984—2間幼苗鮮重之差異與種子重量之差異有關（表1）。

本試驗亦顯示除了種子之特性外，種子之萌芽與幼苗之品質極受周圍環境之影響。溫度是一突出的因子，降低溫度則減緩實驗室之發芽速率（圖3）及人工氣候室之幼苗萌芽速率（圖5）與幼苗鮮重；低溫亦可能是導致六月初旬田間試驗幼苗生長減緩之原因（圖8），7月份田間萌芽之減少可能係由於土壤表面形成硬殼所致。九月下旬則溫度與日長均不適合幼苗之生長。

由本試驗之結果所獲得之結論為能發芽及能全然發芽之種子可能有相當不同之活力，低活力的種子表現出發芽速率減緩，幼苗鮮重較輕及不正常幼苗之數目增加。種子之低活力實為導致田間生長不良之一主要原因。

參考文獻

1. Ellis, R. H. and Roberts, E. H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Ann. Bot.* 45 : 13-30.
2. Ellis, R. H. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. & Technol.* 9 : 373-409.
3. Hegarty, T. W. 1971. A relation between field emergence and laboratory germination in carrots. *J. Hort. Sci.* 46 : 299-305.
4. Hegarty, T. W. 1974. Seed quality and field emergence in calabrese and leeks. *J. Hort. Sci.* 49(2) : 189-196.
5. Heydecker, W. 1972. Vigour. In: *Viability of Seed* (E. H. Roberts ed.), pp: 249-252. Chapman and Hall, London.
6. Matthews, S. 1980. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: *Seed Production* (P. D. Hebblethwaite ed.), pp: 647-660. Butterworths, London.
7. Matthews, S. and Powell, A. A. 1986. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. *Hort-Science* 21: 1125-1128.
8. Parrish, D. J. and Leopold, A. C. 1978. On the mechanism of ageing in soybean seeds. *Plant Physiol.* 61 : 365-368.
9. Perry, D. A. 1967. Seed vigour and field establishment of peas. *Proc. int. Seed Test. Ass.*, 32 : 3-12.
10. Perry, D. A. 1970. The relation of seed vigour to field establishment of garden pea cultivars. *J.*

- agric. Sci., Camb., 74 : 343-8.
11. Perry, D. A. 1972. Seed vigour and field establishment. Horticultural Abstract 42 : 334-342.
 12. Perry, D. A. 1973. Studies on field establishment of monogerm sugar beet. J. agric. Sci. 81(2) : 245-252.
 13. Perry, D. A. 1978a. Report of the vigour test committee 1974-1977. Seed Science and Technology 6 : 159-181.
 14. Perry, D. A. 1978b. Problems of the development and applications of vigour tests to vegetable seeds. Acta Horticulturae 83 : 141-146.
 15. Perry, D. A. 1982. The influence of seed vigour on vegetable seedling establishment. Scientific Horticulture 33 : 67-75.
 16. Powell, A. A. and Matthews, S. 1977. The deterioration of pea seeds in humid or dry storage. J. Exp. Bot. 28 : 227-236.
 17. Roberts, E. H. 1972. In: Viability of Seeds, Chapter 2. Storage environment and control of viability and Chapter 9. Cytological, genetical, and metabolic changes associated with loss of viability, pp: 14-58 and 253-306. Chapman and Hall Ltd., London.
 18. Royle, S. M. and Hegarty, T. W. 1977. Soil impedance and field emergence in calabrese. Journal of Horticultural Science 52:535-543.

Aspects of Low Vigour of Cabbage Seeds

Tsung-Dao Liou, W. A. Wagenvoort, H. L. Kraak and C. M. Karssen

Summary

Seeds of *Brassica oleracea* L. Capitata group cv. Oscar that had been commercially stored during 1 to 6 years showed almost full germination in a standard laboratory germination test at diurnal temperature of 20–30°C. Controlled deterioration of the seeds during 24 hours at 45°C and 24% seed moisture content revealed strong differences in seed vigour. Germination and emergence experiments at controlled conditions in laboratory or phytotron and in the field showed that low vigour was associated with reduced rate of germination and emergence, reduced seedling fresh weight and increased number of abnormal seedlings. Low vigour is one of the causes of low field emergence.

-
1. Contribution No. 1484 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This is a part of Ph. D. thesis (1987) of the senior author.
 2. Horticulturist and Head of the Department of Utilization and Management of Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, 83017, ROC.
 3. Lecturer of the Department of Horticulture of Agricultural University, Senior Seed Technologist of Government Seed Testing and Seed Research Station and Professor of the Department of Plant Physiology of Agricultural University, respectively, Wageningen, The Netherlands.