

荷爾蒙處理對萵苣種子高溫發芽之影響

劉頌恩¹⁾ 宋好²⁾

關鍵字：萵苣種子、荷爾蒙、發芽率

摘要：'達豐'結球萵苣種子發芽適溫於 15~20 °C，種子於 25 °C 下發芽為 98%，當溫度超過 30°C 以上，種子發芽受抑制，種子於 35 °C 下，則不發芽。光照對萵苣種子於適溫下發芽之影響不大，但在高溫下則會延長發芽天數。萵苣種子於 35 °C，以 10 ppm Ethrel 處理 20 小時，有 80 % 發芽率，10 mM GA₃ 處理 6 小時，有 78.9 % 發芽率，100 μM BA 處理 6 小時，有 31.9 % 之發芽率。以 10 mM GA₃+ 10 ppm Ethrel + 100 μM BA 處理後，萵苣種子於 25°C 下有 100 % 之發芽率，35 °C 下有 87.8 % 之發芽率及 86.7 % 之出土率，發芽整齊度及平均發芽天數提高 1 天。

前 言

萵苣(*Lactuca sativa* L.)屬菊科(Compositae)一、二年生蔬菜，為本省重要蔬菜作物之一，以台北近郊、雲林、西螺及彰化為主要產地。本省栽培的萵苣種類有葉萵苣、嫩莖萵苣及結球萵苣。葉萵苣較耐夏季高溫之氣候，而結球萵苣由於好冷涼，大多在秋、冬季栽培。結球萵苣種子發芽適溫約在 15~25 °C，因高溫會迫使種子進入熱休眠(Thermodormancy) (Takeba and Matsurbara, 1979)，使播種後種子萌發率低、萌芽不整齊或延長發芽時間。

植物荷爾蒙處理，可提高種子在高溫逆境下之發芽率、發芽整齊度及縮短發芽時間(Khan *et al.*, 1978)。萵苣種子經 GA₃ 處理後，提高其於黑暗或高溫下之發芽率(Small and Gutterman, 1992)，增加種子胚軸之長度(Zeng and Khan, 1984)、子葉下胚軸生長速率與處理之濃度成正相關，且誘導浸潤初期種子胚中蛋白質之合成 (Fountain and Bewley, 1976)。

1) 國立中興大學園藝系碩士研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

萬苜種子的發芽與乙烯的上升成正相關關係(Saini *et al.*, 1986)，經由外加的乙烯可刺激種子內生乙烯的合成(高, 1994)，提高萬苜種子於高溫下之發芽情形(Huang and Khan, 1992)。細胞分裂素可提高萬苜種子於高溫下的發芽率(Khan and Huang, 1988)，且可解除萬苜種子之熱休眠作用(Smith, 1968)，此抑制作用卻無法以高含量的 GA₃ 克服(Bewley and Fountain, 1972)，萬苜種子之胚以不同種類之 Cytokinins 處理後，可降低種子受 ABA 抑制發芽之作用(Black *et al.*, 1974)。本試驗主要目的為研究植物荷爾蒙促進種子於高溫逆境下之發芽之條件及其效果。

材料與方法

一、種子發芽及出土率

取 30 粒'達豐'結球萬苜種子(購自穗耕種子公司)，播於二層濾紙的 5.5 mm 上，加水至濾紙呈濕潤狀態，於 24 35°C 之溫梯度發芽桌中(Seed Processing Holland 5001)進行照光 12 小時發芽試驗。試驗期間以保持濾紙濕潤，每日計算發芽粒數(以胚根突破種皮視為發芽)，至完全不發芽，期間約為一週，每處理三重複。計算最終發芽百分率、平均發芽天數及達到 90 % 最終發芽率減去達到 10 % 最終發芽率所需之天數。

1. 最終發芽率(final germination percentage, FGP)

$$FGP(\%) = (\sum GN_i / GN) \times 100$$

GN_i：第 i 天發芽之種子數

GN：試驗種子數

2. 平均發芽天數(mean germination time, MGT)

$$MGT = \sum (i \times G_{ni}) / \sum GN_i$$

GN_i：第 i 天發芽之種子數目

i：1、2、.....至發芽調查結束日

3. 達到 90 % 最終發芽率減去達到 10 % 最終發芽率所需之天數(Spread time of 10 % to 90 % of final germination, GT₉₀₋₁₀)

二、幼苗出土試驗

取 30 粒'達豐'結球萬苜種子，行條播，播於 25×5×4.5 cm³ 的長條形穴盤中，栽培介質以泥炭土、蛭石 3 號及珍珠石 3 號以 2：1：1 之比例混合，置於 25°C 及 35°C 的恆溫箱中照光 12 小時，每日調查出土數(子葉伸出土面視為發芽)，每一處理三重複，分析最終出土百分率、平均出土天數及達到 90 % 最終出土率減去達到 10 % 最終出土率所需之天數。

1. 最終出土百分率(Final emergence percentage, FEP)

$$FEP(\%) = (\sum EN_i / EN) \times 100$$

EN_i：第 i 天萌芽之種子數

EN：參試種子數

i：1、2.....7

2. 平均出土天數(mean emergence time, MET)

$$MET = \sum fd / N$$

f：播種後第 d 天出土幼苗數

d：播種後的天數

N：出土之總幼苗數

三、荷爾蒙處理

Ethrel處理：1~1000 ppm 益收生長素(Ethrel)處理，取代第一次發芽水，或以10 ppm 處理於15°C下處理4~20 小時，後分別於25、30及35 °C 恆溫箱中進行發芽試驗。

GA₃ 處理及 BA 處理：在 25 °C 下以 0.1 ~ 100 mM GA₃(Sigma) 或 1 ~ 500 μM 6-benzylaminopurine (BA)(Sigma)，取代第一次發芽水或以 10 mM GA₃或 100 μM BA 於 25 °C 下浸潤 2~6 小時之時間處理，添加量以使濾紙濕潤為止。

結 果

一、'達豐'萵苣種子之發芽

萵苣種子分別於 24~33 °C 下進行光照與黑暗之發芽試驗，結果如表一所示，隨著溫度上升發芽率而下降。平均發芽天數及整齊度在發芽溫度增加至 30 °C 時，隨著溫度的增加而逐漸延長，如 30 °C 較 24 °C 下延長 1 天。光照處理則不影響種子於適溫下之發芽情形。

二、荷爾蒙處理

以 10~100 ppm Ethrel 處理萵苣種子，發芽結果如表二，10 及 50 ppm 乙烯處理後，在 25 及 30 °C 下，種子發芽率顯著被提高。在 35 °C 高溫下，隨處理濃度提高發芽率顯著降低。平均發芽天數及整齊度上，皆以 10 ppm 效果顯著較佳。以 10 ppm ethrel 處理種子 8~20 小時後，於 35 °C 處理時間對發芽率影響有顯著差異，處理 20 小時，發芽率為 80%，對照組發芽率為 0%(表三)。平均發芽天數及整齊度上，凡經處理後皆較對照組有顯著差異，約可縮短 1 天之發芽天數，以 20 小時處理種子，在 35 °C 之表現顯著佳。

表 1. 光線及溫度對萵苣種子發芽之影響

Table 1. Effect of light and temperature on germination of lettuce seeds

處理 Temperature(°C)	發芽率 Germination (%)		平均發芽天數 (天) MGT(day)		整齊度 (天) GT ₉₀₋₁₀ (day)	
	L ^z	D ^y	L	D	L	D
	24	98.9	97.8	1.3	1.3	1.2
27	97.8	96.7	1.3	1.3	1.1	1.5
30	86.7	84.4	2.3	2.6	2.2	2.3
33	41.7	40.0	1.1	1.8	1.0	1.0
LSD _{0.05}	3.6		0.2		0.3	

^zSeeds germination under light for 12 hours

^ySeeds germination under dark for 24 hours

表 2. 益收生長素處理對萵苣種子發芽之影響

Table 2. Effect of ethrel concentration on germination^z of lettuce seeds

處理 Treatment (ppm)	溫度 Temperature (°C)	發芽率 Germination (%)	發芽平均天數 (天) MGT (day)	整齊度 (天) GT ₉₀₋₁₀ (day)
10	25	98.9	1.1	0.9
50		97.8	1.3	1.0
100		96.7	1.2	1.0
CK		96.7	1.3	1.2
LSD _{0.05} ^y		1.1	0.1	0.1
10	30	94.4	1.1	0.9
50		94.4	1.2	1.2
100		91.1	1.2	0.9
CK		84.4	2.3	2.2
LSD _{0.05}		2.5	0.1	0.1
10	35	70.0	1.2	0.7
50		65.6	1.3	0.7
100		60.0	1.2	1.1
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		3.8	ns ^y	0.2

^zThe same as the table one

^yns: Nonsignificant at p: 0.05

表 3. 10 ppm 益收生長素浸潤時間對萵苣種子發芽之影響

Table 3. Effect of the duration of 10 ppm ethrel at 15 °C on germination² of lettuce seeds

處理 (小時)	溫度	發芽率	平均發芽天數(天)	整齊度
Treatment (hours)	Temperature (°C)	Germination (%)	MGT (day)	GT ₉₀₋₁₀ (day)
8	25	98.9	1.1	0.5
12		100.0	1.1	0.6
16		100.0	1.1	0.6
20		100.0	1.0	0.7
CK		96.7	1.3	0.3
LSD _{0.05}		0.6	0.1	0.2
8	30	95.6	1.1	1.0
12		96.7	1.0	1.0
16		96.7	1.4	0.9
20		96.7	1.1	1.0
CK		84.4	2.3	2.2
LSD _{0.05}		1.5	0.1	0.2
8	35	73.3	1.5	0.7
12		77.8	1.0	0.5
16		78.9	1.3	0.5
20		80.0	1.3	0.2
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		2.7	0.2	0.2

²The same as the table 1

以 1 及 10 mM GA₃ 處理種子，於 35 °C 下處理 10 mM 後種子發芽率顯著提高(表四)。平均發芽天數上，處理濃度間差異不大，但皆與對照組有顯著差異。整齊度上，隨著發芽溫度增加，濃度 10 mM 處理者其整齊度也隨之提高。種子以 10 mM GA₃ 經過 2~6 小時的浸潤後(表五)，在發芽率及平均發芽天數上，於 30 °C 下會隨著浸潤時間之增加而有顯著差異，其中以 6 小時浸潤處理者最顯著。在 36 °C 上，在不同溫度下，凡經處理者皆較對照組顯著縮短，且會隨著處理時間之增加，時間也隨之縮短，其中以 6 小時浸潤處理者最佳。以 10 及 100 μM BA 處理種子，經處理後種子之發芽率較對照組有顯著差異，在處理濃度上在 35 °C 時才有差異，其中 100 μM 處理有 76.6 % 發芽率(表六)。在平均發芽天數及整齊度上，處理濃度間差異不大，但皆與對照組有顯著差異。種子以 100

表 4. GA₃ 處理對萵苣種子發芽之影響Table 4. Effect of GA₃ concentration on germination² of lettuce seeds

處理 Treatment (mM)	溫度 Temperature (°C)	發芽率 Germination (%)	平均發芽天數(天) MGT (day)	整齊度(天) GT ₉₀₋₁₀ (day)
1	25	99.6	1.1	1.0
10		99.6	1.5	1.0
CK		96.7	1.3	1.2
LSD _{0.05}		0.8	0.2	0.2
1	30	94.4	1.3	1.0
10		96.7	1.3	0.7
CK		84.4	2.3	2.2
LSD _{0.05}		3.5	0.2	0.2
1	35	51.1	2.1	1.6
10		77.8	2.0	0.8
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		6.7	0.1	0.3

²The same as the table 1

μ M 經過 2~6 小時的浸潤後，在 35 °C 下發芽率於處理間有顯著差異，以 6 小時 78.9 % 發芽率顯著高於 2 小時的 76.7 % (表七)。平均發芽天數及整齊度上於 25、30 °C 下則會隨著浸潤時間之增加而縮短，尤以 6 小時處理者最顯著，可較對照組縮短 1 天。種子經不同荷爾蒙處理後，在發芽率上有顯著差異，處理間以 GA₃、Ethrel 及 BA 加成處理最顯著，在 35 °C 高溫下較對照組由 0 % 發芽率可提高至 87 % (表八)。在平均發芽天數上以 GA₃、Ethrel 及 BA 加成處理在 25 及 30 °C 下皆較其他處理顯著，約可較對照組提高 1 天。在發芽整齊度上，以三者加成處理在三溫度下皆較其他處理顯著提高。於種子出土表現上經荷爾蒙處理後，種子在出土率於 35 °C 下較 25 °C 下降 12 % (表九)，經處理後皆較對照組有顯著差異，處理間以 Ethrel+ GA+ BA 處理最顯著，於 35 °C 可較對照組提高 85 % 以上。在平均萌芽天數及整齊度上，經處理後皆有較對照組顯著差異，約縮短 1 天。

表 5. 10 mM GA₃ 浸潤時間之對萵苣種子發芽之影響Table 5. Effect of the duration of 10 mM GA₃ at 25 °C on germination² of lettuce seeds

Treatment (hours)	溫度 Temperature (°C)	發芽率 Germination (%)	平均發芽天數(天) MGT (day)	整齊度(天) GT ₉₀₋₁₀ (day)
2	25	98.9	1.0	1.1
4		99.6	1.1	0.8
6		99.6	1.6	0.8
CK		96.7	1.3	1.2
LSD _{0.05}		0.4	0.1	0.2
2	30	91.1	2.2	1.3
4		93.3	2.2	1.1
6		95.6	1.3	1.0
CK		84.4	2.3	2.2
LSD _{0.05}		1.8	0.2	0.2
2	35	77.8	1.8	1.5
4		78.9	1.5	1.2
6		78.9	1.4	1.0
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		3.4	0.2	0.1

²The same as the table 1

討 論

結球萵苣為好冷涼之作物，種子之發芽溫度於 30 °C 以上，其發芽率、發芽速度及整齊度會隨著溫度上升而下降。本試驗中，'達豐'種子在 35 °C 高溫情況下，其發芽及出土情形皆受熱抑制無發芽，發芽時間隨著溫度增加而延長 1 天，由此可知，'達豐'萵苣種子之發芽高溫限制為 35°C 左右。如 'New York' 萵苣種子發芽速度也隨溫度增加而下降，種子於 35 °C 下無法發芽(Takeba and Matsubora, 1979)。

本試驗中，荷爾蒙處理可提高種子於 25 °C 及 35 °C 下 80 % 以上之發芽率及出土率。荷爾蒙的處理增加種子的活力及生理代謝之進行，GAs 影響種子發芽時之生理現象，如促進呼吸作用相關酵素之生理代謝如 ATPase，增加種子在發芽過程中能量的供應，及促進胚乳細胞壁之分解與胚乳細胞壁水解酵素之活性，如 endo-β-mannanase 等(Groot *et al.*, 1988)。另外，其可提高胚乳組織的可溶性碳水化合物含量，及於胚根突出前期，種子之

表 6. BA 處理對萵苣種子發芽之影響

Table 6. Effect of BA concentration on germination^z of lettuce seeds

處理 Treatment (μ M)	溫度 Temperature($^{\circ}$ C)	發芽率 Germination(%)	平均發芽天數(天) MGT(day)	整齊度(天) GT ₉₀₋₁₀ (day)
10	25	98.9	1.1	0.8
100		98.9	1.0	0.8
CK		96.7	1.3	1.2
LSD _{0.05}		1.2	0.1	0.2
10	30	96.7	1.0	0.8
100		96.7	1.0	0.7
CK		84.4	2.3	2.2
LSD _{0.05}		2.1	0.1	0.1
10	35	73.3	1.3	0.8
100		76.7	1.4	0.3
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		3.1	ns	0.3

^zThe same as the table 1

表 7. 100 μ M BA 浸潤時間對萵苣種子發芽之影響

Table 7. Effect of the duration of 100 μ M BA at 25 $^{\circ}$ C on germination^z of lettuce seeds

處理 (小時) Treatment ^y (hours)	溫度 Temperature($^{\circ}$ C)	發芽率 Germination(%)	平均發芽天數(天) MGT(day)	整齊度(天) GT ₉₀₋₁₀ (day)
2	25	98.9	1.0	1.0
4		98.9	1.1	1.2
6		99.6	1.1	1.0
CK		96.7	1.3	1.2
LSD _{0.05}		2.4	0.1	0.1
2	30	96.7	1.3	1.2
4		96.7	1.1	1.1
6		96.7	1.3	0.8
CK		84.4	2.3	2.2
LSD _{0.05}		3.1	0.1	0.2
2	35	76.7	1.3	1.1
4		77.8	1.5	1.2
6		78.9	2.0	1.1
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		1.8	0.2	ns

^zThe same as the table 1

^yDry seeds were imbibed at 25 $^{\circ}$ C

表 8. 荷爾蒙處理對萵苣種子發芽之影響

Table 8. Effect of hormone treatments on germination^z of lettuce seeds

處理 Treatment	溫度 Temperature (°C)	發芽率 Germination (%)	平均發芽天數(天) MGT (day)	整齊度 GT ₉₀₋₁₀ (day)
10 ppm Ethrel	25	100.0	1.0	0.7
10 mM GA ₃		99.6	1.8	1.3
100 μ M BA		99.6	1.1	1.1
GA ₃ + Ethrel		100.0	1.3	0.8
GA ₃ + BA		100.0	1.3	1.4
Ethrel + BA		100.0	1.0	1.0
GA ₃ +Ethrel+BA		100.0	1.7	0.9
CK		96.7	1.3	1.2
LSD _{0.05}		0.1	0.1	0.3
10 ppm Ethrel		30	96.7	1.1
10 mM GA ₃	95.6		1.3	1.0
100 μ M BA	96.7		1.0	0.8
GA ₃ + Ethrel	97.8		1.7	1.1
GA ₃ + BA	96.7		1.3	0.8
Ethrel + BA	97.8		1.1	1.1
GA ₃ +Ethrel+BA	98.9		1.1	0.9
CK	84.4		2.3	2.2
LSD _{0.05}	1.9		0.1	0.2
10 ppm Ethrel	35		80.0	1.3
10 mM GA ₃		78.9	1.0	1.0
100 μ M BA		78.9	1.4	1.1
GA ₃ + Ethrel		81.1	1.4	1.0
GA ₃ + BA		80.0	1.1	1.1
Ethrel + BA		82.2	1.1	1.0
GA ₃ +Ethrel+BA		87.8	1.0	0.6
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}		6.2	ns	0.2

^zThe same as the table 1

表 9. 萵苣種子經不同處理後之出土情形

Table 9. Effect of hormone or priming^y treatments on emergence^z of lettuce seeds

處理 Treatment	溫度 Temperature(°C)	出土率 Emergence (%)	平均出土天數(天) MET (day)	整齊度(天) ET ₉₀₋₁₀ (day)
10 ppm Ethrel	25	87.8	1.8	1.4
10 mM GA ₃		87.8	1.8	1.3
100 μ M BA		87.8	2.1	1.5
GA ₃ + Ethrel		90.0	1.5	1.3
GA ₃ + BA		88.9	1.5	0.9
Ethrel + BA		90.0	1.5	1.5
GA ₃ +Ethrel+BA		96.7	1.8	1.2
Priming ^y		95.0	1.8	1.4
CK		86.7	3.2	2.7
LSD _{0.05}			3.6	0.3
10 ppm Ethrel	35	75.6	2.1	2.1
10 mM GA ₃		73.3	1.4	1.4
100 μ M BA		76.7	1.8	1.5
GA ₃ + Ethrel		80.0	2.0	1.7
GA ₃ + BA		78.9	2.0	1.7
Ethrel + BA		81.1	1.9	1.6
GA ₃ +Ethrel+BA		87.8	1.8	0.9
Priming		86.7	1.3	1.1
CK		0.0	-	-
LSD _{0.05}			6.4	0.2

^zThe same as the table 1^y Seeds were primed with -1.1 Mpa PEG8000 for 3 days

胺基酸與蛋白質合成有增加情形(Black and Bewley, 1972; Fountain and Bewley, 1976)。BA 影響種子早期生長時細胞分裂速度、增加種子細胞數目，及控制胚的早期發育(高, 1994)。細胞分裂素方面，如細胞分裂素減緩 ABA 對萵苣種子胚根延伸之抑制作用(Bewley and Fountain, 1972)，Khan(1971)指出細胞分裂素與 ABA 的作用為爭奪共同的作用位置，而與 GA 的作用為相互作用而非爭奪性。GAs 與細胞分裂素間的加成作用，為細胞分裂素解除種子內抑制物質之作用，及增進膜的通透性，促進 GA_s 進入種子(Thomas *et al.*, 1975)，而 GAs 則扮演調節種子萌發的角色(劉, 1988)。

乙烯可提高萵苣種子於高溫下之發芽情形(Saini *et al.*, 1986)。萵苣種子處於暗休眠或熱休眠狀態時，經乙烯處理後可使種子之內生乙烯自然的合成(Dutta and Bradford, 1994)，經乙烯與 GAs 加成作用後可解除萵苣種子之暗休眠狀態(Yoshiyama *et al.*, 1996)，進而促進種子之發芽。萵苣種子受熱休眠或熱抑制而不發芽時，種子內的 ABA 含量會增加，而細胞分裂素相對會減少。經乙烯與 GAs 加成作用後可解除萵苣種子之暗休眠狀態(Yoshiyama *et al.*, 1996)。萵苣種子經 GA、Ethrel 及 BA 處理後可克服種子的熱休眠(Negm *et al.*, 1973)。¹Grand Rapids² 萵苣種子以 Kinetin+ GA₃+ Ethylene 處理後，可使種子於 38 °C 下有 68 %之發芽率(Small and Gutterman, 1992)。

植物荷爾蒙處理，可提高種子在高溫逆境下之發芽率、發芽整齊度及縮短發芽時間(Khan *et al.*, 1978; Bewley and Black, 1972)，使種苗管理省工且更經濟，延長作物生長季節，有利於農業生產。

參考文獻

- 高景輝。1994。植物荷爾蒙生理。華香園出版社。
- 劉英德。1988。種子生理。五洲出版社。台北。
- Bewley, J. D. and D. W. Fountain. 1972. A distinction between the actions of abscisic acid, gibberellic acid and cytokinins in light-sensitive lettuce seeds. *Planta* 102: 368-371.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1972. Protein synthesis during gibberellin induced germination of lettuce seed. *Can. J. Bot.* 50: 53-59.
- Dutta, S. and K. J. Bradford. 1994. Water relations of lettuce seed thermoinhibition. II. ethylene and endosperm effects on base water potential. *Seed Sci. Res.* 4: 11-18.
- Fountain, D. W. and J. D. Bewley. 1976. Lettuce seed germination. *Plant Physiol.* 58: 530-536.
- Groot, S. P. C., B. Kieliszewska-Rokicka, E. Vermeer, and C. M. Karssen. 1988. Gibberellin-induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellin-deficient tomato seed prior to radical protrusion. *Planta* 174: 500-504.
- Huang, X. L. and A. A. Khan. 1992. Alleviation of thermoinhibition in preconditioned lettuce

- seeds involves ethylene, not polyamine biosynthesis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 841-845.
- Khan, A. A. 1971. Cytokinins: permissive role in seed germination. Science 171: 853-859.
- Khan, A. A., K.-L. Tao, J. S. Knypl, and B. Borkouska, and L. E. Powel. 1978. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. Hort Rev. 83: 267-279.
- Negm, F. B., O. E. Smith, and J. Kumamoto. 1973. The role of phytochrome in an interaction with ethylene and carbon dioxide in overcoming lettuce seed thermo dormancy. Plant Physiol. 51: 1089-1094.
- Saini, H. S., E. D. Consolation, P. K. Basis, and M. S. Spencer. 1986. Requirement for ethylene synthesis and action during relief of thermoinhibition of lettuce seed germination by combinations of gibberellic acid, kinetin, and carbon dioxide. Plant Physiol. 81: 950-953.
- Small, J. G. C. and Y. Gutterman. 1992. A comparison of thermo- and skotodormancy in seed of *Lactuca serriola* in terms of induction, alleviation on, respiration, ethylene and protein synthesis. Plant Growth Regulation 11: 301-310.
- Smith, O. E., N. W. Yen, and M. Lyons. 1968. Effects of kinetin in overcoming high-temperature dormancy of lettuce seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 444-453.
- Takeba, G. and S. Matsubara. 1979. Measurement of growth potential of embryo in "New York" lettuce seed under various combinations of temperature, red light and hormones. Plant and Cell Physiol. 20: 51-61.
- Thomas, T. J., D. Palevitch, L. Biddington, and R. B. Austin. 1975. Growth regulators and the phytochrome-mediated dormancy of celery seeds. Physiol. Plant. 35: 101-106.
- Yoshiyama, M., H. Yajima, T. Atsumi, and Y. Esashi. 1996. Mechanism of action of C₂H₄ in the enhancement of priming effects. Aust. J. Plant Physiol. 23: 133-139.
- Zeng, G. W. and A. A. Khan. 1984. Alleviation of high temperature stress by preplant permeation of phthalimide and other growth regulators into lettuce seeds via acetone. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 782-785.

Effect of Hormone Treatments on Germination at High Temperature of Lettuce Seeds

Song En Liu¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words: Lettuce seed, Hormone, Germination percentage

Summary

The germination percentage of 'MESA659' lettuce was 98 % at 25°C. The seeds can not germination at 35°C. The seeds were treated by 10 mM GA₃+ 10 ppm Ethrel + 100 μ M BA. The germination percentage and the emergence percentage was 87.6%, respectively, at 35°C. The uniformity of germination and the mean germination days were shortened for one day.

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

2) Associate Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University

Corresponding author.

