

浸水溫度及時間對小白菜(*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*)種子發芽特性及幼苗出土之影響

張簡秀容

摘 要

本試驗在探討浸水溫度及時間對小白菜種子發芽特性及幼苗出土之效應。供試品種為地方品種改良小白菜及日本 Tokita F1 品種大東京。種子發芽試驗之浸水溫度為 15、20、25、30 及 35°C 等 5 種，室溫（日/夜溫度 25/20 ± 2°C）為對照組，浸水時間為 1、2、3、4、5 及 6 hr，不浸水為對照組。幼苗出土試驗之種子浸水溫度為 20、25 及 30°C，浸水時間 2 hr，室溫（日/夜溫度 21/16 ± 2°C）不浸水為對照組。試驗結果得知，改良小白菜種子在水溫 25 及 30°C 浸水後之含水量分別為 20.54 及 21.69%，最終發芽率比對照高 1.6–3.3%；浸水 2 hr 後之種子含水量為 20.1%，最終發芽率比對照高 1.7%，適宜浸水溫度為 25–30°C，浸水時間為 2–3 hr。大東京種子浸水 2 及 3 hr 後之含水量分別為 23.62 及 25.88%，最終發芽率比對照高 10.0–10.3%，適宜浸水溫度為 20–30°C，浸水時間為 1–3 hr。改良小白菜及大東京種子浸水後溶質滲漏值，隨著種子浸水時間的增加而增大，水溫 20、25、30 及 35°C 之溶質滲漏值大於 15°C，浸水時間 3 hr 以上其種子最終發芽率呈降低趨勢。改良小白菜在水溫 20、25 及 30°C 之幼苗最終出土率比對照高 22–24%，水溫 20 及 25°C 之出土速率比對照快 5.5–8.6 hr，平均出土時間比對照短 5.0–12.5 hr；大東京在水溫 20、25 及 30°C 之幼苗最終出土率比對照高 2.7–3.4%，水溫 20 及 25°C 之出土速率比對照快 1.7–1.9 hr。

關鍵詞：小白菜、溫度、浸水、發芽、幼苗出土

前 言

小白菜 (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*) 為台灣北部地區夏季設施主要葉菜類之一，種子高發芽率與整齊度以及穴盤幼苗生育一致，是穩定夏季設施暑熱環境下生產量與品質之主因。播種前將種子直接浸水約 2–3 hr，之後讓種子表面陰乾，當天立即播種，這種處理的直接效益顯著，風險低，接受度高，已經是一項很實用的技術 (Guedes and Cantliffe, 1977; Harris et al., 1999)，而不適當之種子浸水溫度及時間，反而使種子發芽及幼苗出土率降低、速率變慢及整齊度不一等 (Guedes and Cantliffe, 1980; Szafrowska et al., 1981; Murungu et al., 2004)。本試驗探討小白菜種子播種前之浸水溫度及時間對發芽率及幼苗出土之效應，以應用於穴盤育苗及設施栽培生產，期望提高發芽率及縮短從播種到幼苗出土的時間。

材料與方法

本試驗供試小白菜品種為地方品種改良小白菜及日本 Tokita 種子公司之 F1 品種大東京。試驗方法如下。

浸水溫度及時間對小白菜種子發芽特性之影響試驗，於 2003 年 11 月 25 日至 12 月 1 日在植物生長箱內進行。種子浸水溫度為 15、20、25、30 及 35°C 等 5 處理，以室溫（日/夜溫度 25/20 ± 2°C）為對照組；浸水時間為 1、2、3、4、5 及 6 hr，以不浸水為對照組等 6 處理；採複因子試驗，完全隨機設計，3 重複。每重複取 20 粒種子平舖於培養皿內，皿內舖有雙層濾紙，加入 5 mL 蒸餾水，每日定時調查種子發芽數目（胚根突破種皮視為發芽），至種子完全不發芽為止。浸水完成，取出種子瀝乾平舖於濾紙上，2 hr 後稱鮮重並分析種子浸水後含水量，使用電導度計測溶質滲漏值（EC 值），分析種子萌發活力之最終發芽率[final germination percentage, FGP (%)]、發芽速率（time to 50% of final germination; GT₅₀）、平均發芽時間（mean germination time; MGT）及發芽分佈時間（spread time of 10 to 90% of final germination; GT₉₀-GT₁₀）。

浸水溫度及時間對小白菜幼苗出土之影響試驗，於 2003 年 12 月 4 日至 12 月 10 日以種子浸水溫度 20、25 及 30°C，各浸水 2 hr，室溫（日/夜溫度 21/16 ± 2°C）不浸水為對照組等 4 處理，採完全隨機設計，3 重複，每重複 50 粒種子，處理於生長箱內進行。處理後，播種於 288 格穴盤，長寬高為 60 × 30 × 2 cm，每格 6.4 cm³，置於 25°C 恆溫箱內黑暗處理 12 hr 後，移至網室，次日開始每日定時調查子葉出土數目，至完全出土為止，並分析幼苗出土活力最終出土率[final emergence percentage, FEP (%)]、出土速率（time to 50% of final emergence; ET₅₀）及平均幼苗出土時間（mean emergence time, MET）。

結果與討論

一、浸水溫度及時間對小白菜種子發芽特性之影響

浸水溫度及時間對改良小白菜種子發芽之變方分析如表 1 所示，浸水溫度對種子浸水後含水量、溶質滲漏值、最終發芽率、發芽速率、平均發芽時間及發芽分佈時間之效應均達極顯著水準；而浸水時間對種子浸水後含水量、溶質滲漏值、最終發芽率、發芽速率、及發芽分佈時間之效應亦達極顯著水準。浸水溫度對發芽特性之影響試驗結果如表 2 所示，其含水量、發芽率及發芽速率隨著水溫增加而增加，但 30°C 以上浸水後含水量與發芽率則降低；平均發芽時間及發芽分佈時間隨著水溫增加而縮短。浸水時間對發芽特性之影響試驗結果如表 3 所示，其含水量、溶質滲漏值及發芽率隨著浸水時間增加而增加，但發芽率 3 hr 以上則呈降低趨勢；發芽速率及發芽分佈時間以浸水 6 hr 較快速。

浸水溫度及時間對大東京種子發芽之變方分析如表 4 所示，溫度及時間對種子浸水後含水量、溶質滲漏值、最終發芽率、發芽速率、平均發芽時間及發芽分佈時間之效應均達極顯著水準，而溫度及時間對種子發芽之交感效應除對最終發芽率未達顯著水準外，對其他性狀之效應均達顯著或極顯著水準。表 5 顯示浸水後含水量、溶質滲漏值、發芽率及發芽速率均隨著水溫增加而增加，25°C 以上含水

量則降低，30°C以上發芽率亦呈降低趨勢；平均發芽時間隨著水溫增加而縮短；發芽分佈時間在 15°C 最短，20–30°C 之間隨著水溫的增加而縮短，30°C 以上則增長。表 6 顯示浸水後含水量、溶質滲漏值、最終發芽率及發芽速率均隨著浸水時間增加而增加，3 hr 以上最終發芽率呈降低趨勢；平均發芽及發芽分佈時間隨著時間增加而縮短；3 hr 以上發芽分佈時間較長。

改良小白菜在水溫 25 及 30°C 之種子浸水後含水量分別為 20.54 及 21.69%，最終發芽率分別為 91.43 及 89.76%，對照之含水量為 17.06%，發芽率為 88.1%；浸水 2 hr 之含水量為 20.1%，發芽率為 88.89%，對照不浸水之發芽率為 87.22%。大東京浸水 2 及 3 hr 之含水量分別為 23.62 及 25.88%，發芽率分別為 95.83 及 96.11%，對照之發芽率為 85.83%。本試驗結果與 Rowland 和 Gusta (1977) 及 Ellis 等 (1990) 之豌豆種子含水量與發芽率試驗相似，Rowland 和 Gusta (1977) 指出豌豆種子含水量 13.5% 的發芽率比 7.5% 高，Ellis 等 (1990) 提出豌豆種子含水量 14.8% 的發芽率為 92%，4.8% 為 65%。種子發芽前之含水量水準因植物而異，如玉米為 30.5%、甜菜 31%、大豆為 50% (郭，1981)。由試驗結果得知，改良小白菜種子發芽前之含水量水準為 20–22%，大東京為 23–26%，顯示，物種之間存在差異性。

改良小白菜種子發芽率在水溫 30 及 35°C 比 25°C 分別降低 1.67 及 9.05%；大東京水溫 35°C 比 30°C 降低 5.24%。Perkins-Veazie 和 Cantliffe (1984) 指出萵苣種子發芽率在 20°C 高達 92–97%，在 35°C 不發芽，只有品質高的種子，經種子預措才能克服 35°C 高溫而發芽。種子浸水溫度高促進溶質滲漏速率，浸水傷害嚴重 (劉，1988；Sivritepe, 1995)。本試驗結果，水溫較高小白菜發芽率降低，可能是高溫促進溶質滲漏速率，而影響發芽率；但品質優良的種子發芽勢能較強，對浸水溫度的適應範圍較大，大東京 F1 品種在水溫 35°C 之發芽率高達 92.38%，可能為品種純度高之故。

改良小白菜種子浸水後溶質滲漏值在浸水 3、4、5、及 6 hr 之發芽率分別比浸水 2 hr 降低 1.95、5.83、6.67 及 6.93%，大東京在浸水 5 及 6 hr 分別比浸水 3 hr 降低 2.78 及 4.44%。Sivritepe (1995) 指出活力高的豌豆 Douce Provence 種子，浸水 12 hr 之發芽率降低 2.5%，活力低的種子，浸水 1 hr，降低 9.5%。種子浸水過程之滲漏物質的釋出速率與吸水速率甚為雷同 (劉，1988)，時間愈長，浸水傷害愈嚴重 (Sivritepe, 1995)。試驗結果顯示，改良小白菜與大東京種子發芽率隨著浸水時間增加而降低，可能為溶質滲漏值太高而影響發芽率。改良小白菜種子浸水 3 hr 以上之發芽率降低，而大東京 5 hr 以上才降低，可能為大東京是 F1 品種對浸水時間之適應範圍較大。由試驗結果得知，改良小白菜種子最終發芽率的適宜浸水溫度與時間為 25–30°C 與 2–3 hr，大東京為 20–30°C 與 1–3 hr。

改良小白菜及大東京種子發芽速率及平均發芽時間在 15 及 20°C 較長，25–35°C 較短；改良小白菜之發芽分佈時間在 15°C 較長，20–35°C 較短，大東京在 20、25 及 35°C 較長，30°C 較短。然而，浸水時間對改良小白菜及大東京之發芽速率、平均發芽時間及發芽分佈時間的效應小。Rao 等 1987 年發表蕪菁 (*Brassica rapa* L.) 品種 Purpletop 之種子發芽時間較 Tyfon 及芥藍 (*Brassica oleracea* L.) 品種 Merlin 短，預措對其發芽效應不大。Szafirowska 等 1981 年指出預措對種子發芽時間短之品種效應較小。改良小白菜種子發芽時間約 2–3 天，大東京約 10–20 hr，致使平均發芽時間及發芽分佈時間之效應較小。

二、浸水溫度及時間對小白菜幼苗出土率之影響

改良小白菜及大東京種子在水溫 20、25 及 30°C，浸水 2 hr 之幼苗最終出土率高達 98–100%；改良小白菜幼苗出土速率以浸水溫度 20 及 25°C 較快，30°C 較慢，大東京隨著溫度增加而變慢，差異不顯著；

改良小白菜幼苗平均出土時間以 25°C 較短，30°C 較長，大東京以 20°C 較短，處理間差異不顯著。

浸水溫度及時間對小白菜幼苗出土率之影響試驗如表 7，顯示改良小白菜幼苗最終出土率，浸水溫度 20 及 25°C 之出土速率較對照快 5.5 及 8.6 hr，出土時間亦較對照短 5.0 及 12.5 hr；大東京幼苗最終出土率，浸水處理比對照高 2.7–3.4%，浸水溫度 20 及 25°C 之出土速率較對照快 1.9 及 1.7 hr，出土時間亦較對照短 3.4 及 3.1 hr。本試驗結果，改良小白菜幼苗出土率及出土速率之優勢效應與玉米及山黎豆 (*Cicer arietinum* L.) 種子浸水處理試驗相同 (Murnugu et al. 2004; Harris et al. 1999, 2001)，玉米最終出土率比未浸水處理高 11% (Murnugu et al. 2004)，山黎豆幼苗出土速率比未浸水處理快 12 hr (Harris et al. 1999)；大東京之效應與超甜玉米相同 (Bennett and Jr. 1987)，種子播種前經控制浸水溫度及時間處理，對 F1 品種 Jubilee 幼苗出土率之效應較小。Raoet 等 (1987) 提出蕪菁種子發芽時間短且快，預措對幼苗出土之效應較小，而芥藍 (*Brassica olerica* L.) 種子經溫度預措，幼苗出土率增加 21%。改良小白菜種子發芽時間短約為 2–3 天，大東京約為 10–20 hr，致使大東京之效應較小。

1977 年國際種子檢查協會 (ISTA) 將種子及幼苗生長勢能 (Vigor) 定義為種子發芽過程所表現之活性，種子發芽及幼苗發育速度與整齊性是為檢測項目之一。改良小白菜及大東京種子經浸水預措之幼苗出土率高且快，對於要求幼苗出土整齊及 99% 出土率之穴盤育苗產業而言是一項具直接利益且實用的技術。夏季設施小白菜之生產過程常面臨種子發芽率低及不整齊的困境，為穩定其生產量與品質，必須促使種子發芽及幼苗出土快速而且整齊。播種前經浸水預措之處理簡單，不需要精密技術，對幼苗出土之優勢效應顯著且提升產量與品質。此外，浸水溫度及時間皆影響小白菜種子發芽特性及幼苗出土，必須合併考慮，才能有效應用。

表 1. 浸水溫度及時間對改良小白菜種子發芽之變方分析
Table 1. ANOVA for soak temperature regime and duration of soak on germination of local variety Improved Pak choi seeds.

處理 Treatment	DF	浸水後含水量 Seed water content after soak	浸水後溶質滲漏值 Solution electrical conductivity	最終發芽率 Final germination percentage	發芽速率 Time to 50% of final germination	平均發芽時間 Mean germination time	發芽分佈時間 Spread time of 10 to 90% of final germination
		%	$\mu\text{S cm}^{-1}$	%	day	day	day
浸水溫度 Soak temperature	5	75.73**	732.63**	545.08**	9.68**	16.02**	7.38**
浸水時間 soak time	6	1948.47**	10563.27**	128.44**	0.02*	0.01 ns	0.35**
浸水溫度 × 浸水時間 Soak temperature × Soak time	30	11.63**	55.35**	31.38 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.07 ns
機差 Error	84	1.52	14.34	36.91	0.01	0.01	0.08

*** Significant F test at $P \leq 0.05$, 0.01, respectively.

表 2. 浸水溫度對改良小白菜種子發芽特性之影響
Table 2. Effects of soak temperature regime on germination of local variety Improved Pak choi seeds.

浸水溫度 Soak temperature	浸水後含水量 Seed water content after soak	浸水後溶質滲漏值 Solution electrical conductivity	最終發芽率 Final germination percentage	發芽速率 Time to 50% of final germination	平均發芽時間 Mean germination time	發芽分佈時間 Spread time of 10 to 90% of final germination
$^{\circ}\text{C}$	%	$\mu\text{S cm}^{-1}$	%	day	day	day
15	17.1 b	45.3 b	79.1 b	3.43 a	3.97 a	4.17 a
20	20.7 a	53.9 a	81.2 b	1.95 b	2.06 b	2.54 a
25	20.5 a	55.2 a	91.4 a	1.73 cd	1.86 c	2.76 b
30	21.7 a	54.9 a	89.8 a	1.73 cd	1.87 c	2.77 b
35	18.2 b	57.8 a	82.4 b	1.72 d	1.84 c	2.89 b
Control	17.1 b	43.4 b	88.1 a	1.79 c	1.64 d	2.74 b

同行英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

表 3. 浸水時間對改良小白菜種子發芽特性之影響

Table 3. Effects of duration of soak on germination of local variety Improved Pak choi seeds.

浸水時間 Soak time	浸水後含水量 Seed water content after soak		浸水後溶質滲漏值 Solution electrical conductivity		最終發芽率 Final germination percentage		發芽速率 Time to 50% of final germination		平均發芽時間 Mean germination time		發芽分佈時間 Spread time of 10 to 90% of final germination	
	%	µS cm ⁻¹	%	day	%	day	day	day	day	day	day	day
1	10.5 e	40.2 e	86.4 ab	2.05 ab	86.4 ab	2.05 ab	2.19 a	2.97 a	2.19 a	2.97 a	2.97 a	2.97 a
2	20.1 d	49.8 d	88.9 a	2.09 ab	88.9 a	2.09 ab	2.24 a	3.01 a	2.24 a	3.01 a	3.01 a	3.01 a
3	23.6 c	58.1 c	86.9 ab	2.04 ab	86.9 ab	2.04 ab	2.21 a	3.05 a	2.21 a	3.05 a	3.05 a	3.05 a
4	26.2 b	66.9 b	83.1 b	2.07 ab	83.1 b	2.07 ab	2.23 a	3.01 a	2.23 a	3.01 a	3.01 a	3.01 a
5	27.0 ab	70.5 a	82.2 b	2.01 b	82.2 b	2.01 b	2.20 a	3.08 a	2.20 a	3.08 a	3.08 a	3.08 a
6	27.9 a	73.1 a	82.5 b	2.01 a	82.5 b	2.01 a	2.16 a	2.68 b	2.16 a	2.68 b	2.68 b	2.68 b
Control	--	3.7 f	87.2 ab	2.01 a	87.2 ab	2.01 a	2.22 a	3.07 a	2.22 a	3.07 a	3.07 a	3.07 a

同行英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

表 4. 浸水溫度及時間對大東京種子發芽之變方分析

Table 4. ANOVA for soak temperature regime and duration of soak on germination of Tokita Dai-Tokyo seeds.

處理 Treatment	DF	浸水後含水量 Seed water content after soak		浸水後溶質滲漏值 Solution electrical conductivity		最終發芽率 Final germination percentage		發芽速率 Time to 50% of final germination		平均發芽時間 Mean germination time		發芽分佈時間 Spread time of 10 to 90% of final germination	
		%	µS cm ⁻¹	%	hr	%	hr	hr	hr	hr	hr	hr	
浸水溫度 Soak temperature	5	17.76**	645.37**	613.53**	489.83**	613.53**	489.83**	388.97**	107.28**	388.97**	107.28**	107.28**	
浸水時間 Soak time	6	1851.90**	7610.77**	239.55**	114.60**	239.55**	114.60**	14.42**	34.09**	14.42**	34.09**	34.09**	
浸水溫度 × 浸水時間 Soak temperature × Soak time	30	332**	54.00**	42.33 ns	1.92*	42.33 ns	1.92*	2.78**	14.57**	2.78**	14.57**	14.57**	
機差 Error	84	1.03	12.91	30.75	1.09	30.75	1.09	0.87	2.11	0.87	2.11	2.11	

** Significant F test at $P \leq 0.05, 0.01$, respectively.

表 5. 浸水溫度對大東京種子發芽特性之影響
Table 5. Effects of soak temperature regime on germination of Tokita Dai-Tokyo seeds.

浸水溫度 Soak temperature	浸水後含水量 Seed water content after soak	浸水後溶質滲漏值 Solution electrical conductivity	最終發芽率 Final germination percentage	發芽速率 Time to 50% of final germination	平均發芽時間 Mean germination time	發芽分佈時間 Spread time of 10 to 90% of final germination
°C	%	$\mu\text{S cm}^{-1}$	%	hr	hr	hr
15	23.9 b	37.7 c	82.9 c	19.37 a	17.94 a	7.25 c
20	24.8 a	48.4 b	94.8 ab	15.96 b	13.60 b	11.73 a
25	25.7 a	50.4 b	96.0 ab	8.55 d	7.81 d	9.35 b
30	23.7 b	48.3 b	97.6 a	8.06 d	9.67 d	5.77 d
35	22.8 b	54.4 a	92.4 b	8.24 d	7.67 d	9.70 b
Control	23.2 b	46.8 b	96.2 ab	9.60 c	11.53 c	11.57 a

同行英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level

表 6. 浸水時間對大東京種子發芽特性之影響
Table 6. Effects of duration of soak on germination of Tokita Dai-Tokyo seeds.

浸水時間 Soak time	浸水後含水量 Seed water content after soak	浸水後溶質滲漏值 Solution electrical conductivity	最終發芽率 Final germination percentage	發芽速率 Time to 50% of final germination	平均發芽時間 Mean germination time	發芽分佈時間 Spread time of 10 to 90% of final germination
hr	%	$\mu\text{S cm}^{-1}$	%	hr	hr	hr
1	14.3 d	42.8 e	94.7 a	12.2 b	11.72 ab	9.23 a
2	23.6 c	50.4 d	95.8 a	11.7 bc	11.02 bc	7.26 b
3	25.9 b	54.1 c	96.1 a	11.4 bc	10.65 c	7.21 b
4	26.1 b	58.8 b	95.6 a	10.9 c	10.28 c	9.95 a
5	27.1 a	60.0 b	93.3 a	11.0 c	10.24 c	9.69 a
6	27.2 a	63.8 a	91.7 a	10.9 c	10.05 c	10.26 a
Control	—	3.7 f	85.8 b	13.4 a	12.49 a	10.67 a

同行英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level

表 7. 浸水處理對改良小白菜及大東京幼苗出土之影響

Table 7. The influences of seed soaking treatments on seedlings emergence of local variety Improved Pak choi and Tokita Dai-Tokyo.

浸水溫度 Soak temperature	最終出土率 Final emergence percentage	幼苗出土速率 Time to 50% of final emergence	幼苗平均出土時間 Mean emergence time
	%	day	day
		改良小白菜 Improved Pak choi	
20°C	99.3 a	2.47 b	3.08 bc
25°C	100.0 a	2.34 b	2.77 c
30°C	98.7 a	2.79 a	4.23 a
Control	76.0 b	2.7 b	3.29 b
		大東京 Tokita Dai-Tokyo	
20°C	100.0 a	1.49 b	1.99 a
25°C	99.3 a	1.50 ab	2.00 a
30°C	100.0 a	1.55 ab	2.08 a
Control	96.6 b	1.57 a	2.13 a

同行英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

參考文獻

- 郭華仁、朱鈞。1981。種子滲調法。科學農業。29:381-383。
- 劉政道。1988。滲調處理對甘藍種子發芽與活力之影響。蔬菜品種改良研討會。台東區農業改良場編印。p. 71-80。
- 行政院農業委員會、臺灣省政府農林廳編譯。1985。國際種子檢查規則。p. 6-16。行政院農業委員會、臺灣省政府農林廳編譯印行。
- Bennett, M. A., and Jr. L. W. 1987. Germination and emergence of high-sugar sweet corn is improved by presowing hydration of seed. HortScience 22(2):236-238.
- Ellis, R. H., T. D. Hong, and E. H. Roberts. 1990. Effect of moisture content and method of rehydration on the susceptibility of pea seeds to imbibition damage. Seed Sci. Technol. 18:131-137.
- Guedes, A. C., and D. J. Cantliffe. 1977. Effect of presowing seed treatments on germination of lettuce seed at high temperature. Proc. Fla. State Hort. Soc. 90:418-420.
- Guedes, A. C., and D. J. Cantliffe. 1980. Germination of lettuce seeds at high temperatures after seed priming. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(6):777-781.

- Harris, D., A. Joshi, P. A. Khan, P. Gothkar, and P. S. Sodhi. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agricultural: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Exp. Agric.* 35:15–29.
- Murungu, F. S., C. Chiduzza, P. Nyamugata, L. J. Clark, W. R. Whalley, and W. E. Finch-Savage. 2004. Effect of on-farm seed priming on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. *Field Crops Research* 89:49–57.
- Perkins-Veazie, P., and D. J. Cantliffe. 1984. Need for high-quality seed for effective priming to overcome thermodormancy in lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(3):368–372.
- Rowland, G. G., and L. V. Gusta. 1977. Effects of soaking, seed moisture content, temperature and seed leakage on germination of faba beans (*Vicia faba*) and peas (*Pisum sativum*). *Can. J. Plant Sci.* 57:401–406.
- Rao, S. C., S. W. Akers, and R. M. Ahring. 1987. Priming Brassica Seed to Improvement Emergence under Different Temperatures and Soil Moisture Conditions. *Cro Sci.* 27:1050–1053.
- Sivritepe, H. O., and A. M. Dourado. 1995. The effect of seed moisture content and viability on the susceptibility of pea seeds to soaking injury. *Scientia Horticulturae* 61:185–191.
- Szafirowska, A., A. A. Khan, and N. H. Peck. 1981. Osmocconditioning of carrot seeds to improve seeding establishment and yield in cold soil. *Agron. J.* 73:845–848.

Effects of Soak Temperature Regime and Duration of Soak in Water on Germination and Emergence of Pak choi (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*) Seeds

Hsiu-Jung Chang Chien

Summary

The experiments were conducted to determine the influences of the seed soaking in water at a control temperature for a short period time on Pak choi (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*) seeds. Seeds for germination tests of local variety cultivar Improved Pak choi and Tokita Dai-Tokyo soaked in water at temperature 15, 20, 25, 30, and 35°C for 1, 2, 3, 4, 5, and 6 hours, and room temperature (day/night = 25/20 ± 2°C) for zero hour as a control; for seedlings emergence tests, soaked in water at temperature 20, 25, and 30°C for 2 hours, room temperature (day/night = 21/16 ± 2°C) for zero hour as a control. In Improved Pak choi, at seeds soak temperature 25 and 30°C, seed water content after soak was 20.54 and 21.69%, final germination percentage was 91.43 and 89.76%, respectively, 1.6–3.3% higher than at control 88.89%; at seeds soak time for 2 hours in water, final germination percentage was 88.89%, 1.7% higher than at control 87.22%. In Tokita Dai-Tokyo, at seeds soak time for 2 and 3 hours, seed water content after soak was 23.62 and 25.88%, final germination percentage was 95.83 and 96.11%, respectively, 10.0–10.3% higher than at control 85.83%. Both Improved Pak choi and Tokita Dai-Tokyo, solution electrical conductivity was increase by seeds soak time, was higher at soak temperature 20, 25, 30, and 35°C than 15°C, final germination percentage was decrease by the seeds soak time above 3 hours. The optimum seeds soak temperature was at 25–30°C and duration of soak in water was for 2–3 hours for Improved Pak choi; 20–30°C and 1–3 hours for Tokita Dai-Tokyo.

In Improved Pak choi, final emergence percentage at seeds soak temperature 20, 25, and 30°C for 2 hours in water was 99.3, 100.0, and 98.87%, 22–24% higher than at control 76.0%, time to 50% of final emergence at temperature 20 and 25°C was 2.47 and 2.34 day, respectively, 5.5 and 8.6 hours faster than at control 2.7 day, mean emergence time was 3.08 and 2.77 day, respectively, 5.0–12.5 hours shorter than at control 3.29 day; In Tokita Dai-Tokyo, final emergence percentage at seeds soak temperature 20, 25, and 30°C for 2 hours in water was 100.0, 99.3, and 100.0%, respectively, 2.7–3.4% higher than at control 96.6, time to 50% of final emergence at temperature 20 and 25°C was 1.49 and 1.5 day, respectively, 1.7–1.9 hours faster than at control 1.57 day.

Key words: Pak choi, temperature, seed soaking, germination, seedlings emergence.