

栽培時期及行株距對設施生產小白菜之 生育及產量之影響

張簡秀容

摘 要

本試驗旨在探討栽培時期及行株距對設施生產小白菜生育及產量之影響。2002 年於 5 個栽培時期進行 16 種栽培行株距試驗，移植 18 天調查生育及產量。16 種栽培行株距的產量、植株鮮重、LAI 及 AGR 均隨著栽培時期而變化，5 個栽培時期的產量均以栽培行株距 10×10 cm (121 plant m^{-2}) 最高，移植 18 天的平均產量約為 $11,651 \sim 19,947 \text{ kg ha}^{-1}$ ；植株鮮重反而最輕平均約為 $24.59 \sim 64.18 \text{ g plant}^{-1}$ ；LAI 隨著栽培行株距縮小而呈現增大之趨勢，以栽培行株距 10×10 cm (121 plant m^{-2}) 最大；AGR 以栽培行株距較小的處理 10×15 及 15×10 cm (77 plant m^{-2}) 最高，行株距最小的處理 10×10 cm (121 plant m^{-2}) 則呈現下降的趨勢。

關鍵詞：小白菜、栽培行株距、塑膠布網室。

前 言

小白菜(*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*)為設施重要葉菜類之一，迄今，國內尚未見有關探討此一作物之穴盤育苗移植之行株距與其生育有關因子及產量之相關研究。一般作物適宜的栽培行株距可以提高產量、提升品質、減少損耗及增加產值，行株距太小則造成植株彼此互相競爭營養、水及陽光，致單株產量及品質下降(Papadopulos, 1991, 1997; Decoteau, 1994; Csizinszky, 1996; Motsenbecker 1996)。青花菜、花椰菜、番茄、甜椒及萵苣等花果及結球菜類之產量均隨著栽培行株距增加而增加，行株距太高之品質反而降低(Chung, 1985, 1982; Miller et al., 1979)。本試驗於不同栽培時期以不同栽培行株距，分析其對設施生產小白菜之生育及產量之效應，探求設施生產小白菜之最適栽培行株距，以穩定其生產量及提高品質。

材料與方法

本試驗於桃園新屋鄉本場進行，小白菜供試品種為日本 Tokita 種子公司之 F1 品種鳳京白，試驗期間自 2002 年 2 月 26 日至 12 月 23 日，共進行 5 次試驗，分別於 2 月 26 日、4 月 18 日、7 月 5 日、10 月 2 日及 11 月 23 日育苗，3 月 11 日、5 月 1 日、7 月 18 日、10 月 15 日及 12 月 6 日移植，移植

18 天調查植株鮮重、葉面積及產量。16 種栽培行株距分別為 25×25、25×20、25×15、25×10、20×25、20×20、20×15、20×10、15×25、15×20、15×15、15×10、10×25、10×20、10×15 及 10×10 cm，栽培密度依序為 25、30、35、55、30、36、42、66、35、42、49、77、55、66、77、及 121 plant m⁻² 等 10 種，小區面積為 1.5 m²，試驗採用完全隨機設計(CRD)，三重複。育苗穴盤為 288 穴，長×寬為 60×30 cm，介質為 BVB no. 4，幼苗於本葉期每隔 3 天施肥一次，肥料 N-P-K=20-20-20，施肥濃度為 1,000 ppm。田間雞糞堆肥施用量為 7,000 kg ha⁻¹，基肥一次全量。調查植株之鮮重及葉面積作為生長分析計算之根據(Roderick, 1982)，植株鮮重生長速率(Absolute Growth Rate; AGR) 為作物在單位時間內所累積的生長量；葉面積指數 (Leaf Area Index; LAI)為每單位土地面積之葉面積。5 個栽培時期的試驗資料進行合併分析。

結果與討論

設施生產鳳京白之 5 個栽培時期及 16 種栽培行株距對生育及產量之變方分析如表 1 所示，栽培時期及行株距對產量、植株鮮重、LAI 及 AGR 之效應均達極顯著水準，栽培時期及行株距對產量、植株鮮重、LAI 及 AGR 之交感效應亦達極顯著水準。5 個栽培時期對設施生產鳳京白之產量、植株鮮重、LAI 及 AGR 均以 5 月 1 日移植者最大，大於其他栽培時期如表 2。16 種栽培行株距對設施生產鳳京白之產量、植株鮮重、LAI 及 AGR 均隨著栽培行株距變小而呈現增大之趨勢，植株鮮重則隨之變小。設施生產鳳京白之 16 種栽培行株距的產量、植株鮮重、LAI 及 AGR 均隨著栽培時期而變化如圖 1、2、3 及 4 所示，於 3 月 11 日移植者之產量呈現偏低情形，5 月 1 日移植者呈現增大象現，7 月 18 日、10 月 15 日及 12 月 6 日移植者依序呈現降低趨勢。5 個栽培時期的產量均以栽培行株距 10×10 cm (121 plant m⁻²)最高，達 10,000 kg ha⁻¹ 以上；10×15 及 15×10 cm (77 plant m⁻²)除了於 12 月 6 日移植者之產量低於 10,000 kg ha⁻¹ 之外，其餘 4 個栽培時期的產量均達 10,000 kg ha⁻¹ 以上；10×20 及 20×10 cm (66 plant m⁻²) 除了於 3 月 11 日及 12 月 6 日移植者之產量低於 10,000 kg ha⁻¹ 之外，其餘 3 個栽培時期的產量均達 10,000 kg ha⁻¹ 以上；10×15 cm 等 11 種栽培行株距，栽培密度於 55~25 plant m⁻² 之間之產量除了 5 月 1 日移植者之外，其餘 4 個栽培時期的產量於 9,500~2,850 kg ha⁻¹ 之間。設施生產鳳京白之 16 種栽培行株距的植株鮮重均隨著栽培時期而變化如圖 2 所示，於 3 月 11 日移植者之植株鮮重較輕，5 月 1 日移植者較重，7 月 18 日、10 月 15 日及 12 月 6 日移植者依序呈現減輕現象。5 個栽培時期的植株鮮重均隨著栽培行株距增加而呈現較重之趨勢，然而，於 3 月 11 日移植者的行株距 20×25 cm 等 3 種，栽培密度在 30~25 plant m⁻² 之間，及 12 月 6 日移植者的行株距 15×20 cm 等 8 種，栽培密度在 42~25 plant m⁻² 之間的植株鮮重反而較輕。設施生產鳳京白之 LAI 及 AGR 均隨著栽培時期而變化如圖 3 所示，於 3 月 11 日移植者的 LAI 較小，5 月 1 日移植者增大，7 月 18 日、10 月 15 日及 12 月 6 日移植者依序呈現減小現象。

設施生產鳳京白之收穫對象為幼齡期的嫩葉，行株距愈小者如 10×10 cm (121 plant m⁻²) 促使其生育快速，於 5 個栽培時期僅移植 18 天的平均產量達 11,651~19,947 kg ha⁻¹，然而，植株鮮重反而減輕平均約為 24.59~64.18 g plant⁻¹。設施生產小白菜的產量隨著栽培時期而異，一般夏季於網室內生產小白菜的平均產量約為 10,000~15,000 kg ha⁻¹ (張簡 1995、楊 1998)。試驗結果顯示，設施生產鳳京白的產量之適宜栽培行株距因栽培時期而異，若以增加產量為目標以縮小栽培行株距如 10×10 cm (121

plant m⁻²) 之效益較顯著，以達到一般產量 10,000 kg ha⁻¹ 為目標則必須注意栽培時期之不同而適度調整栽培行株距以符合經濟效益。雖然，設施生產鳳京白之栽培行株距於處理 10×10 cm (121 plant m⁻²) 之植株鮮重最小，然而，以小白菜而言其品質並未降低。通常小白菜育苗移植之植株鮮重約為 60~80 g plant⁻¹，直播之植株鮮重約為 20~40 g plant⁻¹ (林等,1999)。本試驗 16 種栽培行株距處理之植株鮮重均達到 20 g plant⁻¹ 以上。設施生產鳳京白移植 18 天之 LAI 隨著栽培行株距縮小而呈現增大之趨勢，以栽培行株距 10×10 cm (121 plant m⁻²) 最大。一般作物栽培行株距較小者於生育初期的 LAI 增加較快，反之則較慢 (Suthrtlanf and Benjamin, 1987)。Eastin and Gritton (1969) 報導豌豆 (canning pea) 之 LAI 隨著栽培行株距縮小而增大，本試驗結果與之相同。設施生產鳳京白之 16 種栽培行株距移植 18 天之 AGR 除了 5 月 1 日移植者之外，其餘 4 種栽培時期均隨著行株距縮小而呈現增大之趨勢。Berzsenyi (2004) 指出玉米植株之 AGR 隨著栽培密度增加而變小，密度 20、40、60、80、100 及 120 thousand plants ha⁻¹，從 5.77 降為 2.17 g plant⁻¹ day⁻¹。本試驗結果與之相似，栽培密度較高的處理 10×15 及 15×10 cm (77 plant m⁻²) 之 AGR 最高，密度最高的處理 10×10 cm (121 plant m⁻²) 則呈現下降的趨勢。

不同作物皆有其最佳的栽培行株距，且常常隨著栽培環境或目的而調整。因此，當設施生產小白菜之栽培時期改變時，必須注意產量、品質與行株距之相關，避免行株距太小而影響品質，太大則影響經濟產量。目前國內設施小白菜育苗移植生產者之慣用栽培行株距為 15~22 cm，產量呈現偏低情形。本試驗結果，建議栽培行株距隨著栽培時期而加以調整以獲得最大的產量及品質，高溫期北部地區設施生產小白菜以行株距 10×20、20×10、10×15、15×10 及 10×10 cm (66~121 plant m⁻²) 等 5 種較適宜，低溫期則以 10×10 cm (121 plant m⁻²) 較符合經濟效益。此外，由產量及 LAI 試驗結果得知，行株距縮小，單位面積種植株數增加為提高產量之主因，再者，由於密植處理 10×10 cm (121 plant m⁻²) 的植株間之生長競爭尚未使其下位葉黃化 (肉眼觀察)，且市售品質未受影響，加上 LAI 尚未變小，推測其栽培行株距極限尚未達到，可以再縮小栽培行株距以提高產量。唯，行株距太小之人工移植困難且耗時，若使用機械移植則可以降低勞力以提昇生產效能。

表 1. 栽培時期及行株距對設施生產鳳京白之生育及產量之變方分析。

Table 1. ANOVA for planting time and plant spacing on the growth and yield of Pak-choi "Bekamaru" in plastic house.

處理 Treatments	DF	產量 Yield kg ha ⁻¹	植株鮮重 Fresh weight g plant ⁻¹	葉面積指數 LAI	植株鮮重生長速率 AGR g day ⁻¹
栽培時期 Planting time	4	3847923 **	28126.27 **	209.52 **	239.32 **
栽培行株距 Plant spacing	15	1403342 **	430.77 **	57.29 **	11.98 **
栽培時期*栽培行株距 Planting time * Plant spacing	60	23454 **	118.59 **	3.09 **	1.39 **
機差 Error	233	8404	18.68	0.25	0.30

*, ** : significant F test at P ≤ 0.05, 0.01, respectively.

表 2. 栽培時期對設施生產鳳京白之生育及產量之影響。

Table 2. Effect of planting time on the growth and yields of Pak-choi "Bekamaru" in plastic house.

定植日期 Planting time	產量 Yield	植株鮮重 Fresh Weight	葉面積指數 LAI	植株鮮重生長速率 AGR
	kg ha ⁻¹	g plant ⁻¹		g day ⁻¹
3 月 11 日	7,467 d	32.43 d	1.68 d	4.50 d
5 月 01 日	12,597 a	80.92 a	5.98 a	8.54 a
7 月 18 日	9,649 b	56.11 b	4.70 b	6.60 b
10 月 15 日	9,186 c	52.59 c	3.85 c	6.02 c
12 月 06 日	6,000 e	27.99 e	1.93 d	3.43 e

同行英文字母相同者表示經 LSD 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. 栽培行株距對設施生產鳳京白之生育及產量之影響。

Table 3. Effect of plant spacing on the growth and yields of Pak-choi "Bekamaru" in plastic house.

行株距 Plant spacing	栽培密度 Planting density	產量 Yield	植株鮮重 Fresh Weight	葉面積指數 LAI	植株鮮重生長速率 AGR
cm	plant m ⁻²	kg ha ⁻¹	g plant ⁻¹		g day ⁻¹
25×25	25	5,694 g	52.86 ab	1.62 f	5.01 d
25×20	30	6,304 fg	54.00 a	1.86 f	4.94 d
25×15	35	7,937 e	55.48 a	2.80 de	5.07 d
25×10	55	8,431 de	50.61 ab	3.25 d	5.98 bc
20×25	30	6,359 fg	52.72 ab	2.00 f	5.13 d
20×20	36	6,914 f	52.69 ab	2.37 ef	5.13 d
20×15	42	8,455 de	51.49 ab	2.95 de	5.49 cd
20×10	66	10,695 c	47.11 b	4.71 c	6.29 b
15×25	35	6,736 f	52.77 ab	2.34 ef	4.93 d
15×20	42	7,999 e	54.43 a	2.88 de	5.08 d
15×15	49	8,981 d	52.62 ab	3.54 d	6.02 bc
15×10	77	11,597 b	43.17 c	6.32 b	7.08 a
10×25	55	8,727 de	50.78 ab	3.40 d	5.92 bc
10×20	66	10,446 c	49.80 ab	4.70 c	6.44 b
10×15	77	12,580 b	40.69 c	6.43 b	7.07 a
10×10	121	15,513 a	40.98 c	7.03 a	7.05 a

同行英文字母相同者表示經 LSD 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.

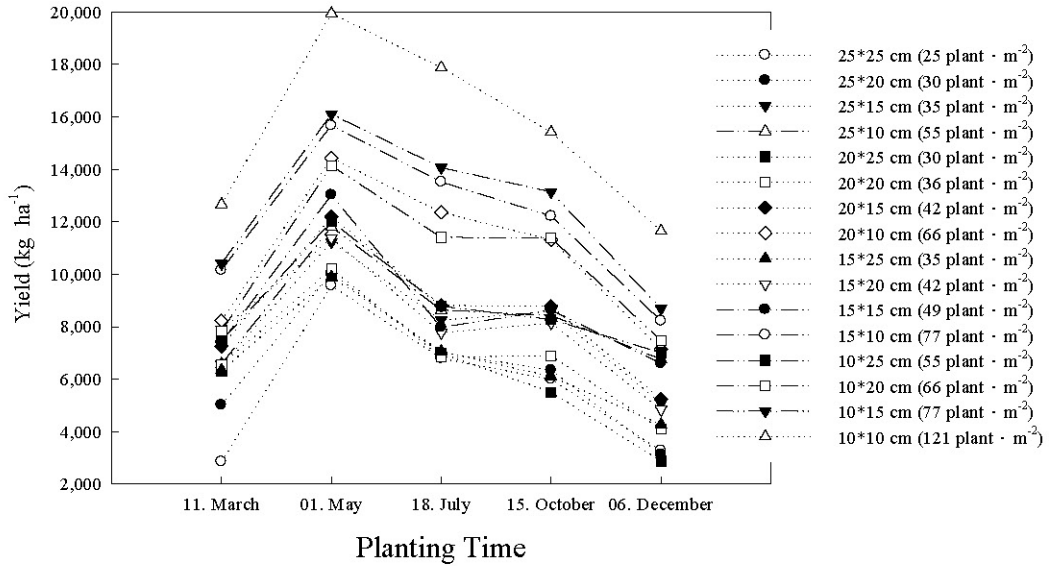


圖 1. 栽培時期及行株距對設施生產鳳京白產量之影響

Fig 1. Effect of planting time and plant spacing on the yield of Pak-choi "Bekamaru" in plasitic house.

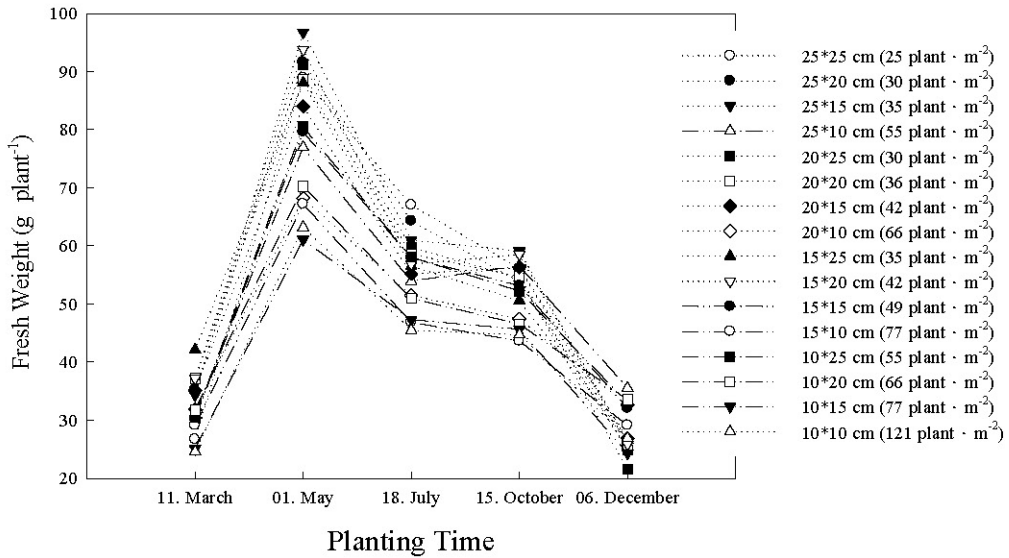


圖 2. 栽培時期及行株距對設施小白菜生產之植株鮮重之影響

Fig 2. Effect of planting time and plant spacing on the fresh weight of Pak-choi "Bekamaru" in plasitic house.

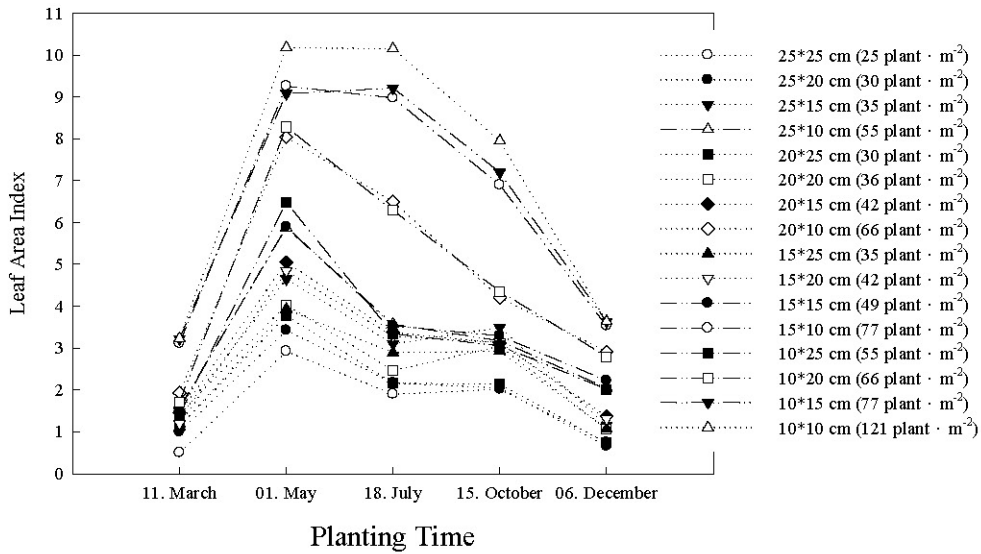


圖 3. 栽培時期及行株距對設施生產鳳京白葉面積指數之影響

Fig 3. Effect of planting time and plant spacing on the Leaf area index of Pak-choi “Bekamaru” in plastic house.

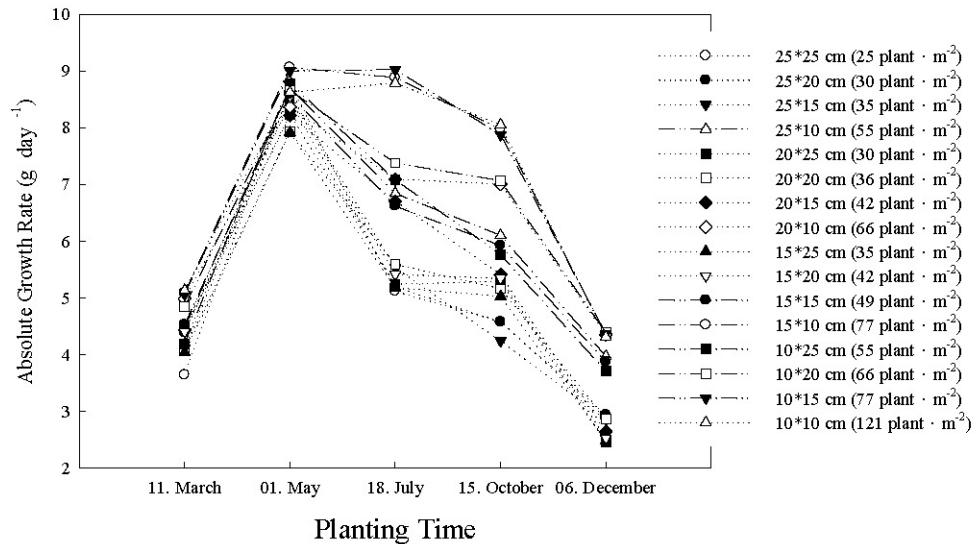


圖 4. 栽培時期及行株距對設施生產鳳京白植株鮮重生長速之影響

Fig 4. Effect of planting time and plant spacing on the Absolute Growth Rate of Pak-choi “Bekamaru” in plastic house.

參考文獻

- 林智良、張惠群、張簡秀容。1999。有機栽培小白菜穴盤育苗與直播之生產成本比較。蔬菜作物試驗研究彙報 9:212~219。
- 楊宏瑛。1998。蘭陽地區夏季短期葉菜類種子預措、播種行株距及覆蓋材料之研究。花蓮區研究彙報 15:37~43。
- 張簡秀容、張榮如。1995。臺灣短期葉菜類產業之概況及展望。臺灣蔬菜產業改進研討會 p.153-166。
- Berzsenyi Z. and D. Q. Lap. 2004. Studies on the effect of plant density on maize growth using the richards function. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress.
- Chung, B. 1985. The effects of sowing time and plant density on the once-over harvest yields of broccoli. J. Hort. Sci. 60:57-64.
- Csizinszky A. A. 1996. Optimum planting time, plant spacing, and nitrogen and potassium rates to maximize yield of green cauliflower. HortScience 31(6):930-933.
- Eastin, J. A. and E. T. Gritton. 1969. Leaf area development, light interception, and the growth of canning peas(*Pisum sativum* L.) in relation to plant population and spacing. Agron. J. 61:612-615.
- Miller, C. H., R. E. McCollum, and S. Claimon. 1979. Relationships between growth of bell peppers and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:852-857.
- Motsenbocker C. E. 1996. In-row plant spacing affects growth and yield of pepper. HortScience 31:198-200.
- Papadopoulos A. P. and D. P. Ormrod. 1991. Plant spacing effects on growth and development of the greenhouse tomato. Can. J. Plant Sci. 71:297-304.
- Papadopoulos A. P. and S. Pararajasingham. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato(*Lycopersicon esculentum* Mill.) Sci. Hort. 69:1-29.
- Roderick, H. 1982. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold. P.16-43.
- Suthrtlanf, R. A. and L. R. Benjamin. 1987. A new model relating crop yield and plant arrangement. Ann. Bot. 59:399-411.

Effect of Planting Time and Plant Spacing on the Growth and yield of Pak-choi (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*) in Plastic House

Hsiu-Jung Chang Chien

Abstract

Pak-choi (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis* "Bekamaru") was grown at in-row \times line spacing of 25 \times 25、25 \times 20、25 \times 15、25 \times 10、20 \times 25、20 \times 20、20 \times 15、20 \times 10、15 \times 25、15 \times 20、15 \times 15、15 \times 10、10 \times 25、10 \times 20、10 \times 15 and 10 \times 10 cm, corresponding to 25, 30, 35, 55, 30, 36, 42, 66, 35, 42, 49, 77, 55, 66, 77 and 121 plants m⁻², respectively, to determine the effect of plant spacing on the growth and yield in a 5-experiment field study in the plastic house during 26 February to 23 December in 2002. Data for plant growth characteristics were recorded at 18 days after seedlings transplanting. In all planting time treatments, plants grown at the smaller plant spacing produced the lowest fresh weight per plant and resulted in the highest yield, while plants at the larger plant spacing produced the highest fresh weight and resulted in the lowest yields. In all planting time treatments, the average yields of the plant spacing 10 \times 10 cm (121 plants m⁻²), from 11,651 ~ 19,947 kg ha⁻¹, was greater than that of other plant spacing treatments, but the plant fresh weight, from 24.59 ~ 64.18 g plant⁻¹, was smaller; Leaf Area Index(LAI) and Absolute Growth Rate (AGR) were increased with decreasing the plant spacing, LAI was greater at a plant spacing of 10 \times 10 cm (121 plants m⁻²), than at others, AGR was highest at the treatments 10 \times 15 cm and 15 \times 10 cm (77 plants m⁻²), but decreasing at the 10 \times 10 cm(121 plants m⁻²).

Key words: Pak-choi (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*), plant spacing, plastic house