

設施內不同十字花科葉菜輪作對後作生育及產量之影響

劉廣泉、許苑培

摘要

本試驗以小白菜、芥藍、青梗白菜及葉蘿蔔等四種常用於設施栽培之十字花科葉菜為材料，探討其相互輪作或連作對後作生育及產量之影響。試驗結果顯示，四種十字花科葉菜輪作或連作對後作生育性狀的影響較不顯著，但對後作種子萌發有明顯的影響。小白菜、芥藍及葉蘿蔔均有連作減產的情形，而芥藍、青梗白菜輪作小白菜；青梗白菜、葉蘿蔔或小白菜輪作芥藍；青梗白菜連作；芥藍輪作葉蘿蔔等四種為較適宜之輪作栽培方式，其對後作產量之表現較佳。

關鍵詞：簡易設施、十字花科、短期葉菜、輪作

前言

台灣位處亞熱帶氣候區，夏季蔬菜生產時易受颱風、豪雨危害，為保護與生產精緻蔬菜，農政單位乃積極輔導農民搭建簡易設施以維持夏季蔬菜之生產(郭, 1987。郭與吳, 1989)。北部地區設施蔬菜栽培面積約 300 公頃，以栽培小白菜、青梗白菜、小芥菜、芥藍、葉萵苣、蕹菜、莧菜、菠菜、葉蘿蔔等短期葉菜類為主，其中以青梗白菜、小白菜、蕹菜、莧菜、芥藍及萵苣等，平均年複作指數達 8 以上，因此較常發生減產之連作障礙現象(Chang and Liao, 1989)。發生連作減產現象之原因，主要有土壤結構破壞、鹽分累積、營養元素失衡、病蟲害加劇及累積過多植物二次代謝物質等因素，此會造成抑制作物種子發芽、根系發育、地上部生長或病蟲危害加劇等現象，而不利於作物生長導致產量的降低(郭與吳, 1989; Putnam and Tang, 1986; Yoon, 1989; Hasan, 1992; Bewick, et al., 1994; Blum, 1998)。如蘆筍(Young and Chen, 1989)、胡瓜(Yu and Matsui, 1994)、青蔥(許, 1996)、芹菜(陳, 2001; Shilling et al., 1992)、萵苣(卓與李, 1999)、洋香瓜(蔡, 1995)等，均已被證實為會產生連作減產的蔬菜種類。克服連作障礙方法甚多，實施輪作為常用的方法之一，唯輪作時需考慮作物的種類及栽培時間，以免前作影響後作的生育與產量(卓與李, 1999)。本研究即針對北部地區設施內常栽培之小白菜、芥藍、青梗白菜及葉蘿蔔等 4 種十字花科葉菜類之間輪作或連作對後作生育及產量的影響，以供農民實施設施葉菜輪作時之參考。

材料與方法

本試驗以小白菜(*Brassica campestris*, pak-choi)、芥藍(*Brassica oleracea*, chinese kale)、青梗白菜(*Brassica chinensis*, ching-chiang pai-choi)及葉蘿蔔(*Raphanus sativus*, leaf radish)等 4 種十字花科短期葉菜為材料，在桃園區農業改良場台北分場設施內進行。試驗處理分前

作為小白菜、芥藍、青梗白菜及葉蘿蔔等 4 種，後作為小白菜、芥藍、青梗白菜及葉蘿蔔等 4 種，計 16 種輪作或連作處理，採逢機完全區集設計，四重複，小區面積為 $1.5\text{ m} \times 4\text{ m} = 6\text{ m}^2$ 。栽培採種子直播法，播種量小白菜為 12 kg ha^{-1} ，芥藍、青梗白菜及葉蘿蔔均為 5 kg ha^{-1} 。前作於 2003 年 2 月 11 日播種，3 月 20 日採收；後作於 3 月 25 日播種，5 月 2 日採收，進行萌芽株數、生育性狀及產量調查。數據統計採用 SAS 套裝軟體(SAS Institute, Cary, NC) 中之 PROC ANOVA (analysis of variance procedure) 進行變方分析 ($\alpha = 0.05$)，以 Fisher's LSD 進行處理間之各平均值的比較。

結果與討論

一、四種前作物對後作小白菜生育及產量之影響

在設施內種植小白菜、芥藍、青梗白菜或葉蘿蔔之後種植小白菜，在平均株高方面，介於 19.5–22.1 cm，葉片數介於 4.3–5.4 片，二者於處理間之差異均未達顯著水準。每平方公尺萌芽的株數，以芥藍輪作小白菜處理之萌芽株數 149 株為最高，葉蘿蔔輪作小白菜處理萌芽株數 122 株為最低；芥藍輪作小白菜處理之萌芽株數與小白菜連作之 142 株處理間差異未達顯著水準，但較青梗白菜輪作小白菜之 126 株及葉蘿蔔輪作小白菜二處理，分別高出 18% 及 22%，且處理間差異均達顯著水準。產量調查，亦以芥藍輪作小白菜之 $19,370\text{ kg ha}^{-1}$ 較佳，小白菜連作處理之 $12,460\text{ kg ha}^{-1}$ 最低；其中芥藍輪作小白菜處理之產量，較葉蘿蔔輪作小白菜之 $13,950\text{ kg ha}^{-1}$ 及小白菜連作二處理之產量，分別高出 39% 及 55%，且差異均達顯著水準。綜上可知，種植小白菜時，若前作為青梗白菜或葉蘿蔔，會對其種子萌芽有明顯不利之影響，但前作為芥藍或小白菜時，對其種子萌芽的影響較小。四種前作物對小白菜株高及葉片數等生育性狀的影響相似，無明顯差異，但在產量方面，以前作為芥藍或青梗白菜時較佳，前作為葉蘿蔔或小白菜連作時，均有顯著減產的現象，又以小白菜連作之處理減產較多，較芥藍輪作小白菜與青梗白菜輪作小白菜等處理分別減產達 36% 及 34%(表 1)。

表 1. 四種前作物對後作小白菜生育及產量之影響

Table 1. Effects of four previous crops on growth and yield of Pak-Choi as sequential crop

處理 Treatment	株高 Height of Plant	葉片數 Number of leaf	萌芽株數 Number of sprouting	產量 Yield
	cm	No. plant ⁻¹	plant m ⁻²	kg ha ⁻¹
小白菜連作 Pak-Choi succession	19.5	4.7	142	12,460
芥藍輪作小白菜 Chinese Kale rotation with Pak-Choi	22.1	4.7	149	19,370
青梗白菜輪作小白菜 Ching-Chiang Pai-Choi rotation with Pak-Choi	20.7	4.3	126	18,990
葉蘿蔔輪作小白菜 Leaf Radish rotation with Pak-Choi	21.0	5.4	122	13,950
LSD	ns	ns	8	1,130

LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著

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

二、四種前作物對後作芥藍生育及產量之影響

在四種前作物之後種植芥藍，在株高方面，介於 26.5–30.8 cm，葉片數介於 4.6–5.0 片之間，二項生育性狀於處理間之差異均未達顯著水準。每平方公尺萌芽的株數，以小白菜輪作芥藍處理之萌芽株數 101 株為最高，分別較芥藍連作處理之 87 株、青梗白菜輪作芥藍之 83 株及葉蘿蔔輪作芥藍之 83 株等三種處理之萌芽株數高 16–22%，且處理間差異達顯著水準，但芥藍連作、青梗白菜輪作芥藍及葉蘿蔔輪作芥藍等三處理萌芽株數間之差異則未達顯著水準。產量介於 8,840–11,020 kg ha⁻¹ 之間，以青梗白菜輪作芥藍、葉蘿蔔輪作芥藍及小白菜輪作芥藍等三種處理較佳，雖三處理間差異不顯著，但較產量最低之芥藍連作處理，分別增產 25%、24% 及 13%，且差異均達顯著水準。綜上可得，種植芥藍時，若前作為青梗白菜、葉蘿蔔或芥藍時，均對芥藍種子的萌芽有明顯不利之影響，但前作為小白菜時，對芥藍種子萌芽的影響較小。四種前作物對芥藍株高及葉片數等生育性狀的影響不明顯，處理間差異不顯著。在產量方面，顯示前作為青梗白菜、葉蘿蔔或小白菜之輪作處理，對後作芥藍產量的影響均較小，只有芥藍連作時，會有顯著的減產現象(表 2)。

表 2. 四種前作物對後作芥藍生育及產量之影響

Table 2. Effects of four previous crops on growth and yield of Chinese Kale as sequential crop

處理 Treatment	株高 Height of Plant	葉片數 Number of leaf	萌芽株數 Number of sprouting	產量 Yield
	cm	No. plant ⁻¹	plant m ⁻²	kg ha ⁻¹
小白菜輪作芥藍 Pak-Choi rotation with Chinese Kale	26.6	4.7	101	9,950
芥藍連作 Chinese Kale succession	26.5	4.6	87	8,840
青梗白菜輪作芥藍 Ching-Chiang Pai-Choi rotation with Chinese Kale	30.8	5.0	83	11,020
葉蘿蔔輪作芥藍 Leaf Radish rotation with Chinese Kale	27.4	4.7	83	10,960
LSD	ns	ns	11	1,310

LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著

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

三、四種前作物對後作青梗白菜生育及產量之影響

四種前作物之後種植青梗白菜，在株高方面，介於 18.9–21.6 cm，葉片數介於 5.7–6.9 片，二種生育性狀於處理間差異均未達顯著水準。每平方公尺萌芽株數介於 103–172 株，以青梗白菜連作處理之萌芽株數最高，顯著較前作為小白菜、芥藍或葉蘿蔔輪作青梗白菜等三種輪作處理分別高出 54%、56%及 70%；前作為小白菜、芥藍及葉蘿蔔輪作青梗白菜等三種輪作處理間之差異則未達顯著水準。處理間產量介於 11,290–17,280 kg ha⁻¹之間，其中以青梗白菜連作之處理最高，小白菜輪作青梗白菜之處理次之，芥藍及葉蘿蔔輪作青梗白菜等二處理之產量最低；產量最高的青梗白菜連作處理，較產量最低之芥藍輪作青梗白菜與葉蘿蔔輪作青梗白菜等二處理，分別高出 53%及 52%，且處理間差異達顯著水準。綜上得知，種植青梗白菜時，若前作為小白菜、芥藍或葉蘿蔔，均會對其種子萌芽有顯著不利之影響，但青梗白菜連作，並不會對其種子萌芽造成影響。四種前作物對青梗白菜株高及葉片數等生育性狀的影響相似，無明顯差異。在產量方面，顯示青梗白菜連作並不會對生育及產量造成不利的影響，但前作為小白菜、芥藍或葉蘿蔔時，對後作青梗白菜之種子萌芽及產量會有不利的影響(表 3)。

表 3. 四種前作物對後作青梗白菜生育及產量之影響

Table 3. Effects of four previous crops on growth and yield of Ching-Chiang Pai-Choi as sequential crop

處理 Treatment	株高 Height of Plant	葉片數 Number of leaf	萌芽株數 Number of sprouting	產量 Yield
	cm	No. plant ⁻¹	plant m ⁻²	kg ha ⁻¹
小白菜輪作青梗白菜 Pak-Choi rotation with Ching-Chiang Pai-Choi	21.4	5.7	112	14,440
芥藍輪作青梗白菜 Chinese Kale rotation with Ching-Chiang Pai-Choi	21.6	5.8	110	11,290
青梗白菜連作 Ching-Chiang Pai-Choi succession	20.6	6.2	172	17,280
葉蘿蔔輪作青梗白菜 Leaf Radish rotation with Ching-Chiang Pai-Choi	18.9	6.9	103	11,370
LSD	ns	ns	11	1,040

LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著

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

四、四種前作物對後作葉蘿蔔生育及產量之影響

在四種前作物之後種植葉蘿蔔，在株高方面，介於 31.2–36.2 cm，葉片數介於 6.1–6.5 片之間，二項生育性狀於處理間之差異均未達顯著水準。每平方公尺萌芽的株數介於 82–98 株，以芥藍及青梗白菜輪作葉蘿蔔二處理之萌芽株數較高，小白菜輪作葉蘿蔔及葉蘿蔔連作二處理之萌芽株數較低，處理間差異達顯著水準。產量介於 17,090–26,230 kg ha⁻¹ 之間，以芥藍輪作葉蘿蔔之處理最高，葉蘿蔔連作之處理最低，芥藍輪作葉蘿蔔處理之產量，較青梗白菜、小白菜輪作葉蘿蔔與葉蘿蔔連作等三種處理，分別別高出 14%、33%及 53%，且處理間差異均達顯著水準。綜上可知，種植葉蘿蔔時，若前作為芥藍或青梗白菜時，較不會影響葉蘿蔔種子之萌芽，但前作為小白菜或葉蘿蔔時，均對葉蘿蔔種子的萌芽有不利之影響。四種前作物對葉蘿蔔株高及葉片數等生育性狀的影響不顯著。產量方面，前作為芥藍、青梗白菜或小白菜時均較葉蘿蔔連作之處理佳，顯示前作對後作葉蘿蔔產量影響大小之關係，由小至大依序為芥藍、青梗白菜及小白菜，葉蘿蔔連作時，其減產現象最為顯著(表 4)。

表 4. 四種前作物對後作葉蘿蔔生育及產量之影響

Table 4. Effects of four previous crops on growth and yield of leaf radish as sequential crop

處理 Treatment	株高 Height of Plant	葉片數 Number of leaf	萌芽株數 Number of sprouting	產量 Yield
	cm	No. plant ⁻¹	plant m ⁻²	kg ha ⁻¹
小白菜輪作葉蘿蔔 Pak-Choi rotation with Leaf Radish	31.2	6.2	83	19,770
芥藍輪作葉蘿蔔 Chinese Kale rotation with Leaf Radish	36.2	6.5	98	26,230
青梗白菜輪作葉蘿蔔 Ching-Chiang Pai-Choi rotation with Leaf Radish	33.8	6.2	98	23,040
葉蘿蔔連作 Leaf Radish succession	31.8	6.1	82	17,090
LSD	ns	ns	12	1,590

LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著

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

本試驗栽培之四種十字花科葉菜，其分類上小白菜、芥藍及青梗白菜等三種同為蕓苔屬，而葉蘿蔔為蘿蔔屬。同屬間以芥藍與小白菜二者相互輪作時，對後作產量的表現較佳；青梗白菜輪作小白菜或芥藍時，對後作雖有較佳的產量，但小白菜或芥藍輪作青梗白菜時，則對後作有顯著減產的情形。不同屬間僅葉蘿蔔與芥藍二者相互輪作時，對後作產量的表現較佳。綜上結果可知，設施栽培小白菜時，以芥藍或青梗白菜輪作小白菜之產量較佳；葉蘿蔔輪作小白菜或小白菜連作時，均會有顯著減產的現象，其中又以小白菜連作之減產較多，因此應盡量避免小白菜連作栽培。栽培芥藍時，以青梗白菜、葉蘿蔔或小白菜輪作芥藍，均對後作芥藍產量的影響較小，只有芥藍連作時，會有顯著的減產現象，顯示除應避免芥藍連作外，青梗白菜、葉蘿蔔或小白菜輪作芥藍，均為可行之輪作方式。種植青梗白菜時，以青梗白菜連作之產量最高，可知青梗白菜連作並不會發生連作減產之情形，小白菜、葉蘿蔔或芥藍輪作青梗白菜時均會影響青梗白菜之產量，其中前作為小白菜時對青梗白菜減產的影響較小，前作為芥藍或葉蘿蔔對青梗白菜減產的影響較大，顯示青梗白菜連作對產量並無不利的影響，但應避免芥藍或葉蘿蔔輪作青梗白菜之栽培方式。栽種葉蘿蔔時，以芥藍輪作葉

蘿蔔之栽培方式最佳，青梗白菜或小白菜輪作葉蘿蔔，以及葉蘿蔔連作均對葉蘿蔔產量有不利的影響，但亦以葉蘿蔔連作之減產較多，因此亦應儘量避免葉蘿蔔連作栽培。依據前述結果，可推得於北部設施栽培小白菜、芥藍、青梗白菜及葉蘿蔔等 4 種十字花科葉菜時，以芥藍、青梗白菜輪作小白菜；青梗白菜、葉蘿蔔或小白菜輪作芥藍；青梗白菜連作；芥藍輪作葉蘿蔔等四種為較適宜之輪作栽培方式。

誌謝

本研究執行期間范盛雙、徐桂文、王大宇、楊秀芬、林武義、許清良等人協助田間試驗工作，特此致謝。

參考文獻

- 1.卓文君、李文汕。1999。不同前作對十字花科葉菜類萌芽與生育之影響。蔬菜作物試驗研究彙報第九輯。台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所。p227-230。
- 2.郭孚耀。1987。台灣蔬菜設施栽培之探討與展望設施。設施園藝研討會專輯 p.43-60。
- 3.郭孚耀,吳世偉。1989。蔬菜設施栽培連作問題及病蟲害管理。設施園藝研討會專輯。p.172-191。台中區農業改良場。
- 4.陳玉雯。2001。芹菜連作障礙之研究。國立中興大學園藝研究所碩士論文。臺灣，臺中。108 pp。
- 5.許苑培。1996。蔥植體殘質對蔥、萵苣與蘿蔔發芽抑制之生物檢定及連作對後作生育與產量之影響。國立中興大學園藝研究所碩士論文。臺灣，臺中。85 pp。
- 6.蔡永暉。1995。水產廢棄物堆肥化之開發及應用 I 培養土調製與洋香瓜連作之效應。永續農業研究與推廣之進展研討會專集。p.99-103。
7. Bewick, T. A., D. G. Shilling, J. A. Dusky, and D. Williams. 1994. Effects of celery(*Apium graveolens*) root residue on growth of various crops and weeds. *Weed Technol.* 8(3): 625-629.
8. Blum, U. 1998. Effects of microbial utilization of phenolic acids and their phenolic acids breakdown products on allelopathic interactions. *J. Chem. Ecol.* 24(4): 685-708.
9. Chang, S.H. and F.S. Liao. 1989. Problems in the continuous cultivation of vegetables in plastic houses. *ASPAC Food & Fert. Tech. Cen. Extension Bull. No. 300.* Taipei, Taiwan.
10. Hasan, A. 1992. Allelopathy in the management of root-knot nematodes. pp. 413-442. In: Rizvi, S. J. H. and V. Rizvi. (eds.) *Allelopathy.* Chapman & Hall, London.
11. Putnam, A.R. and C.S. Tang. 1986. *The science of allelopathy.* Wiley, New York.
12. Shilling, D. G., J. A. Dusky, M. A. Mossler, and T. A. Bewick. 1992. Allelopathic potential of celery residues on lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(2): 308-312.
13. Yoon, J.H. 1989. Chemical characteristics of continuously cropped soils and how to

- improve them. ASPAC Food & Fert. Tech. Cen. Extension Bull. No. 298. Taipei, Taiwan.
14. Young, C. C. and S. H. Chen. 1989. Alleopathic effect on crop yield reduction in continuous cultivation of asparagus. International seminar on yield losses due to continuous cultivation of major economic crop. 13: 1-21.
 15. Yu, J.Q. and Y. Matsui. 1994. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber. J. Chem.Ecol. 20 : 21-31.

Effects of the Cruciferae Leafy Vegetables Rotation on Growth and Production
of Sequential Crops in Plastic House

by

Kuang-Chuan Liu and Yun-Pei Shun

Abstract

The Experiment was conducted to investigate the effects among four cruciferae leafy vegetables, namely pak-choi, chinese kale, ching-chiang pai-choi and leaf radish rotation or succession on growth and production of sequential crops in plastic house. The results showed that it caused a decrease yield of sequential crops in pak-choi, chinese kale and leaf radish successive cropping. No significant difference was found on growth characters of sequential crops, but there was significant difference on seed emerging of sequential crops in rotation or succession of four cruciferae leafy vegetables. It would be an ideal rotation pattern of four cruciferae leafy vegetables on chinese kale, ching-chiang pai-choi rotation with pak-choi; ching-chiang pai-choi, leaf radish or pak-choi rotation with chinese kale; ching-chiang pai-choi succession; chinese kale rotation with leaf radish, respectively.

Key words : plastic house, cruciferae, leafy vegetable, rotation